

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
GABRIEL REIS REDONDO

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR DA EMPRESA BRZ EMPREENDIMENTOS NA CIDADE DE
VARGINHA MG**

VARGINHA

2019

GABRIEL REIS REDONDO

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR DA EMPRESA BRZ EMPREENDIMENTOS NA CIDADE DE
VARGINHA MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS – como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel sob orientação da professora Ivana Prado de Vasconcelos.

VARGINHA

2019

GABRIEL REIS REDONDO

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR DA EMPRESA BRZ EMPREENDIMENTOS NA CIDADE DE
VARGINHA MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário do Sul de Minas – Unis – como pré-
requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca
Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: ___/___/2019

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

Prof. Leopoldo Freire Bueno

Eng. Felipe Melo

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar queria agradecer a Deus, por tudo que já superei e alcancei na vida, pela minha saúde e por sempre estar comigo nos momentos mais difíceis.

Ao meu pai, Marcus Rogério Fernandes Redondo, que não mede esforços para fazer tudo por mim e pelos meus irmãos, por sempre me apoiar em minhas decisões, sempre estar ao meu lado quando preciso dele e batalhando muito para eu concluir minha graduação.

A minha mãe, Olgamir Sousa Reis Redondo, que assim como meu pai sempre fez tudo por mim e pelos meus irmãos, nos educandos, apoiando e incentivando.

A meus irmãos, Lucas Reis Redondo e Beatriz Reis Redondo sendo um dos motivos de inspiração e orgulho.

A meus avôs José Carlos Redondo Castilho e Marly Fernandes Redondo, por todo o apoio, ajuda e incentivo durante o curso, sempre me ajudando nos momentos difíceis.

Aos meus amigos da BRZ Empreendimentos que me forneceram as informações e ajudas necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha orientadora pela dedicação e ensinamentos que me ajudaram a adquirir o conhecimento necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

"Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois, o senhor, o seu Deus estará com você por onde você andar."

Josué 1:9

RESUMO

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial são capazes de reduzir o consumo de água potável e conseqüentemente reduzir os gastos financeiros, conservar os recursos hídricos, o que contribui para a preservação do meio ambiente e entre outros fatores. Sendo assim, o presente trabalho possui como finalidade a análise da viabilidade técnica da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial no condomínio Portal Tulipas do Campo, que é um empreendimento residencial multifamiliar da empresa BRZ Empreendimentos, e se localiza na cidade de Varginha – MG. Serão apresentadas as bases teóricas para compreensão do assunto, assim como a análise efetuada no local foco de estudo, com dados levantados por meio de fotos, medições e análise das plantas da edificação. Com a análise efetuada, constatou que o empreendimento possui uma área de captação de 9.351,16 m² que pode gerar um volume médio mensal de 983.148,23 litros de água de chuva, sendo possível atender a demanda de 280.723,64 litros. Com os resultados obtidos, constatou-se que a implantação do sistema é tecnicamente viável. Para atender os meses de déficit de precipitação se faz necessário a construção de um reservatório de armazenamento com volume de 250 m³, a implantação de um reservatório no ponto alto do condomínio para distribuir a água captada, sendo seu volume de 10 m³, e um sistema elevatório responsável por levar a água do reservatório de armazenamento para o de distribuição. Após todos os cálculos realizados e o dimensionamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais foi possível estimar o custo que representaria a execução deste projeto.

Palavras-chave: Água pluvial; aproveitamento; Condomínio Portal Tulipas do Campo.

ABSTRACT

Rainwater harvesting systems are able to reduce drinking water consumption and consequently reduce financial costs, conserve water resources, which contributes to the preservation of the environment and among other factors. Thus, this paper aims to analyze the technical feasibility of implementing a rainwater catchment and utilization system in the condominium Portal Tulipas do Campo, which is a multifamily residential development of the company BRZ Empreendimentos, and is located in the city of Varginha - MG. The theoretical bases for understanding the subject will be presented, as well as the analysis made in the focus area of the study, with data raised through photos, measurements and analysis of the building plans. Based on the analysis performed, it found that the project has a catchment area of 9,351.16 m², which can generate an average monthly volume of 973,484.23 liters of rainwater, and it is possible to meet the demand of 280,723.64 liters. With the obtained results, it is concluded that the implantation of the system is technically viable. In order to meet the months of rainfall deficit, it is necessary to build a storage reservoir with a volume of 250 m³, the establishment of a reservoir at the top of the condominium to distribute the captured water, with a volume of 10 m³, and a system lift responsible for bringing water from the storage reservoir to the distribution reservoir. After all the calculations performed and the design of the rainwater harvesting system it was possible to estimate the cost that would represent the execution of this project.

Keywords: *Rainwater; Acceptance; Condominium Portal Tulipas do Campo.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fachada das edificações do condomínio Portal Tulipas do Campo.	14
Figura 2: Posicionamento dos edifícios e das áreas comuns.....	15
Figura 3: Foto ilustrativa do pavimento tipo Portal Tulipas do Campo.....	15
Figura 4: Estrutura metálica dos telhados do condomínio Portal Tulipas do Campo.	16
Figura 5: Tipo de telha das edificações do condomínio Portal Tulipas do Campo.....	16
Figura 6: Telhados das edificações do Condomínio Portal Tulipas do Campo.	17
Figura 7: Diagrama de cobertura.....	17
Figura 8: Reservatórios de água potável do condomínio Portal Tulipas do Campo.	18
Figura 9: Área de lazer do condomínio Portal Tulipas do Campo.....	19
Figura 10: Área permeável coberta por grama no condomínio Portal Tulipas do Campo.....	19
Figura 11: Parâmetros para a cidade de Varginha-MG, Plúvio 2.1	21
Figura 12: Ábaco para o dimensionamento de condutor vertical, para calhas com aresta viva.	26
Figura 13: Ábaco para o dimensionamento de condutor vertical, para calhas com funil de saída.	27
Figura 14: Filtro volumétrico VF6.	28
Figura 15: Esquema do funcionamento do filtro.....	29
Figura 16: Instalação do filtro	30
Figura 17: Dimensões do filtro	30
Figura 18: Galerias e suas variações geométricas.....	31
Figura 19: Ábaco relação y/D diferente de 0,5 ou 1.	33
Figura 20: Reservatório tipo taça.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficientes de Runoff.....	23
Tabela 2: Demanda interna e externa de água não potável em uma residência.	23
Tabela 3: Taxa de consumo de água utilizadas na prática.....	23
Tabela 4: Indicadores de consumo não potável.....	24
Tabela 5: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min).	27
Tabela 6: Parâmetros utilizados em canais e/ou seção circular das galerias de águas pluviais.	31
Tabela 7: Fator de correção de vazão.	32
Tabela 8: Diâmetro econômico das canalizações de recalque para funcionamento contínuo.	38
Tabela 9: Velocidade mínima de sucção.	38
Tabela 10: Velocidade máxima de sucção.	39
Tabela 11: Rendimento dos motores elétricos.	40
Tabela 12: Rendimento das bombas centrífugas.	40
Tabela 13: Peso relativo de cada aparelho sanitário.....	41
Tabela 14: Vazões limites para os diâmetros usuais – Material PVC.....	41
Tabela 15: Área de vãos do telhado das edificações	43
Tabela 16: Média pluviométrica em mm, para a cidade de Varginha-MG.	44
Tabela 17: Cálculo do volume de captação de água pluvial possível.	45
Tabela 18: Consumo estimado de água não potável utilizando Plinio Tomaz.....	46
Tabela 19: Consumo estimado de água não potável utilizando Nascimento et al.....	46
Tabela 20: Cálculo do volume necessário para o reservatório, para demanda mensal de 446,78m ³	47
Tabela 21: Cálculo do volume necessário para o reservatório, para demanda mensal de 281m ³	48
Tabela 22: Comprimentos equivalentes	53
Tabela 23: Quantitativo de materiais.....	58
Tabela 24: Composição de custo de serviços.	59
Tabela 25: Estimativa de custo.....	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 DIAGNÓSTICO	14
3.1 Descrição do local de estudo	14
3.2 Caracterização do sistema existente	16
4 PROJETO	20
4.1 Memorial Descritivo	20
4.1.1 Dados pluviométricos da cidade de Varginha - MG	21
4.1.2 Área de captação.....	22
4.1.3 Cálculo do volume de captação de água pluvial possível	22
4.1.4 Previsão de consumo de água pluvial para fins não potáveis.....	23
4.1.5 Sistemas de condução da água pluvial	24
4.1.6 Reservatórios	33
4.1.7 Sistema elevatório	36
4.1.8 Determinação da potência da bomba.....	39
4.1.9 Rede de distribuição	40
4.2 Memorial de cálculo	43
4.2.1 Cálculo da área da superfície de captação	43
4.2.2 Cálculo do volume de água pluvial possível de captação	44
4.2.3 Consumo estimado de água pluvial para fins não potáveis	45
4.2.4 Cálculo do volume para o reservatório superior.....	46
4.2.5 Cálculo do volume para o reservatório inferior.....	47
4.2.6 Cálculo da intensidade pluviométrica para Varginha - MG.....	49
4.2.7 Cálculo da vazão de projeto	49
4.2.8 Cálculo do dimensionamento das calhas	50
4.2.9 Dimensionamento do condutor vertical.....	50
4.2.10 Dimensionamento do diâmetro da galeria	51
4.2.11 Cálculo da verificação da velocidade	52
4.2.12 Cálculo da potência da bomba.....	52
4.2.13 Cálculo do sistema de distribuição de água fria	54
4.3 Especificações de materiais e serviços	54
4.3.1 Reservatório superior.....	54
4.3.2 Reservatório inferior.....	54
4.3.3 Tubos e conexões	54

4.3.4 Bomba.....	55
4.3.5 Filtro.....	55
4.3.6 Galeria	55
4.3.7 Poços de visita	56
5 QUANTITATIVO DE MATERIAIS E ESTIMATIVA DE CUSTO	58
6 VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	63
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE A	67
APÊNDICE B.....	68
APÊNDICE C	69
APÊNDICE D	70
APÊNDICE E.....	71
APÊNDICE F.....	72
ANEXO A.....	73

1 INTRODUÇÃO

O aproveitamento de água de chuva destaca-se por ser uma solução sustentável que contribui para a preservação do meio ambiente e redução do consumo de água potável, além de ser uma solução simples e de baixo custo.

Neste trabalho foi desenvolvido o projeto de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para um condomínio residencial multifamiliar na cidade de Varginha – MG.

Atualmente com o grande crescimento industrial, os avanços tecnológicos, o grande aumento da população juntamente com a falta de conscientização quanto ao uso de água, agravam os problemas de escassez hídrica. Com esta situação é necessário a implantação de medidas corretivas e de conscientização, para que projetos sustentáveis sejam desenvolvidos, com foco em garantir a preservação dos recursos hídricos.

As concessionárias de saneamento fornecem água obedecendo aos padrões de potabilidade. A água chega para os consumidores e são utilizadas para todos os fins de consumo, sendo eles tanto potáveis quanto não potáveis. Sendo que a água utilizada para fins não potáveis poderia ser atendida por fontes alternativas, visando à conservação da água e gerando uma economia ao consumidor.

A utilização de fontes alternativas é uma das soluções para os problemas de escassez de água. Alguns exemplos dessas fontes são a dessalinização de água do mar, o reuso de água servida e o aproveitamento de água de chuva. Sendo o aproveitamento de água pluvial o meio mais usual, simples e barato de preservação de água potável.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um projeto para aproveitar a água pluvial do condomínio Portal Tulipas do Campo, utilizando essa água para os consumos não potáveis do empreendimento. Os consumos propostos são limpeza de salões de festas, áreas de churrasqueiras, e áreas de apoio do condomínio; limpeza de piso dos halls e escadas e irrigação das áreas de jardim. Será apresentado também uma caracterização do local de implantação, o volume necessário para suprir a demanda não potável e o volume possível de captação de água pluvial.

Os cálculos efetuados para dimensionar o sistema serão apresentados, sendo eles o dimensionamento de calhas e condutores, galeria que conduzirá a água para armazenamento, dimensionamento dos reservatórios, sistema elevatório e tubulações de água fria, que distribuirão para os pontos de uso. Após o dimensionamento, serão especificados os materiais e serviços necessários, e apresentados os desenhos e detalhamentos em planta, para uma melhor compreensão do projeto. E então será efetuado um levantamento dos materiais necessários

juntamente com uma estimativa de custo, para que se tenha uma dimensão de grandeza financeira.

Sendo assim, a justificativa deste trabalho é a possível economia que o aproveitamento de água pluvial pode gerar ao condomínio, evitando ainda o uso de água potável para fins que podem ser supridos por outros meios, contribuindo para solucionar problemas de escassez de água.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar estudos para a elaboração do projeto de um sistema de captação e aproveitamento da água pluvial com finalidade de uso não potável em um condomínio residencial multifamiliar da empresa BRZ Empreendimentos na cidade de Varginha – MG.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um estudo bibliográfico dentro do conteúdo deste trabalho;
- Realizar estudos hidrológicos da região;
- Verificar a vazão de projeto da cobertura;
- Diagnosticar situação existente;
- Avaliar consumo de água não potável para aproveitamento;
- Avaliar o melhor local para o reservatório;
- Levantar área que será trabalhada;
- Obter acesso aos projetos das edificações e do condomínio;
- Dimensionar o sistema de aproveitamento de água para edificações deste projeto;
- Realizar um quantitativo de componentes do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial;
- Estimar um valor de implantação desse sistema.

3 DIAGNÓSTICO

3.1 Descrição do local de estudo

O local no qual será desenvolvido o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis é o Condomínio Portal Tulipas do Campo, construído em um terreno com área total de 76.270,54 m² e que se localiza na Avenida Porto Seco,100, no bairro Nova Varginha na cidade de Varginha, Minas Gerais, e se encontra próximo ao Via Café Garden Shopping.

O empreendimento Portal Tulipas do Campo é um projeto residencial multifamiliar composto por 31 edifícios, cada um deles possui 16 apartamentos, distribuídos em 4 pavimentos, somando 496 apartamentos no total, de acordo com as Figuras 1 e 2.

Figura 1: Fachada das edificações do condomínio Portal Tulipas do Campo.



Fonte: O autor (2019).

Figura 2: Posicionamento dos edifícios e das áreas comuns.



Fonte: BRZ Empreendimentos (2018).

Os apartamentos são compostos por dois quartos, sala para dois ambientes (sala de jantar e sala de estar), banheiro, cozinha americana e área de serviço, conforme a Figura 3. Cada apartamento possui ainda uma vaga de garagem.

Figura 3: Foto ilustrativa do pavimento tipo Portal Tulipas do Campo.



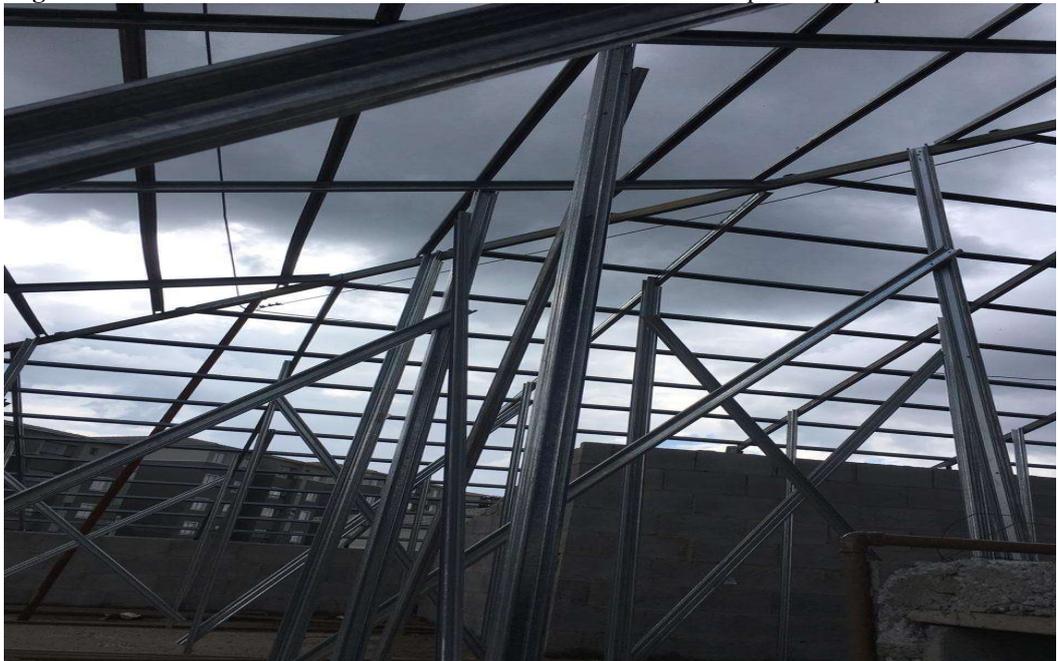
Fonte: BRZ Empreendimentos (2018).

3.2 Caracterização do sistema existente

A estrutura do telhado de cada edificação é constituída por perfis metálicos, e a sua cobertura é feita por telhas de concreto, conforme as Figuras 4 e 5.

As edificações não possuem nenhum dispositivo de captação e nem condutores de água de chuva. Somente a área comum do condomínio que possui sistema de drenagem pluvial (sarjetas, bocas de lobo e galerias).

Figura 4: Estrutura metálica dos telhados do condomínio Portal Tulipas do Campo.



Fonte: O autor (2019).

Figura 5: Tipo de telha das edificações do condomínio Portal Tulipas do Campo.



Fonte: O autor (2019).

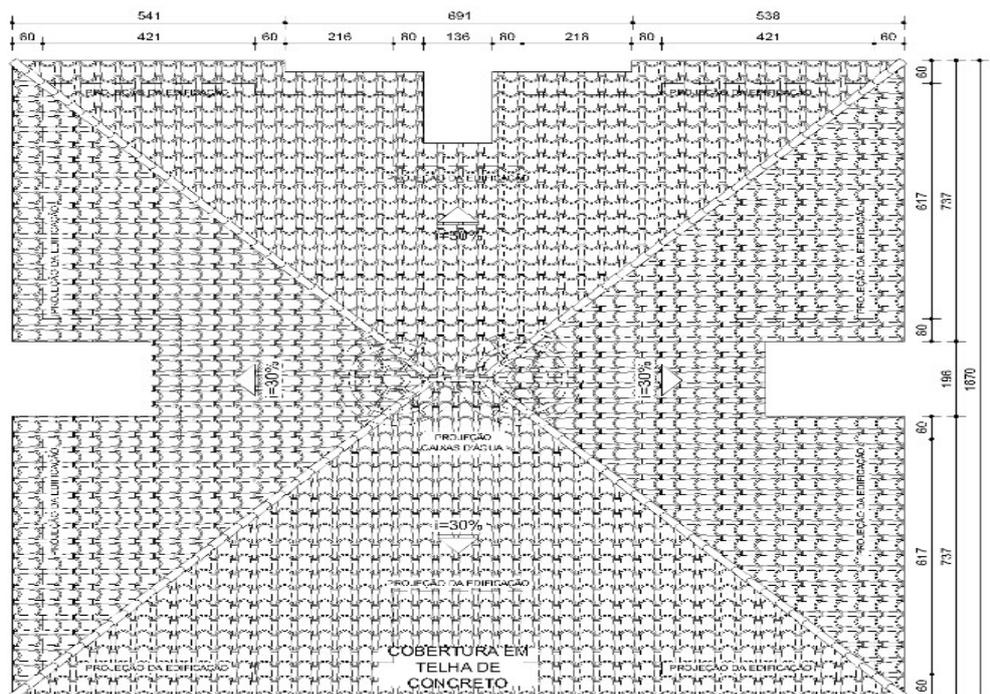
O telhado possui quatro águas, uma inclinação de 30°, altura de 3,20 metros e cobre uma área de 280,25 m² de acordo com as Figuras 6 e 7.

Figura 6: Telhados das edificações do Condomínio Portal Tulipas do Campo.



Fonte: BRZ Empreendimentos (2019).

Figura 7: Diagrama de cobertura.



Fonte: BRZ Empreendimentos (2019).

As edificações ainda possuem dois reservatórios de água potável contendo 5.000 litros cada, para abastecer os 16 apartamentos, conforme a Figura 8.

Figura 8: Reservatórios de água potável do condomínio Portal Tulipas do Campo.



Fonte: O autor (2019).

O Portal Tulipas do campo possui uma área comum bastante ampla, com 546 vagas de estacionamento, dois salões de festa de 198,44 m² cada, uma portaria de acesso de 105,69 m², três áreas para churrasqueira de 34,28 m² cada, duas áreas de apoio ao condomínio de 26,21 m² cada, quatro piscinas, sendo que duas possuem 90 m³ e as outras duas 3,5 m³. Possui ainda duas quadras esportivas e uma área permeável coberta por grama de 23.157,27 m².

A Figura 9, apresenta uma das áreas de lazer do condomínio. (Salão de festas, piscinas e área de churrasqueira).

Já a Figura 10 apresenta uma parte da área permeável do condomínio coberta por grama, onde pode-se utilizar a água pluvial para irrigação.

Figura 9: Área de lazer do condomínio Portal Tulipas do Campo.



Fonte: O autor (2019).

Figura 10: Área permeável coberta por grama no condomínio Portal Tulipas do Campo



Fonte: O autor (2019).

4 PROJETO

4.1 Memorial Descritivo

No contexto atual, não basta apenas realizar um simples projeto, visto que é de extrema importância analisar as diversas circunstâncias envolvidas e respeitar todos os parâmetros para se obter a excelência, pois cada vez mais são exigidos dos profissionais projetos sustentáveis e principalmente eficientes.

O presente artigo possui como principal objetivo a instalação do projeto de um sistema de captação e aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis em um condomínio residencial multifamiliar localizado na cidade de Varginha-MG, e a proposta para o sistema é que a água captada seja aproveitada para a limpeza em geral da área comum (salões de festas, áreas de churrasqueiras, áreas de apoio do condomínio, escadas e *halls* das edificações, etc.) e irrigação dos jardins sem interferir na estrutura já existente.

Para o desenvolvimento deste projeto, utilizou-se os requisitos estabelecidos pelas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a literatura de vários autores que possuem especialidade neste tema, buscando assegurar a viabilidade, sustentabilidade, funcionalidade e durabilidade, sempre garantindo a economia.

Devido aos constantes problemas hídricos no mundo, este projeto de captação e aproveitamento de água de chuva surgiu como uma solução sustentável para a conservação da água potável e para sua utilização de forma racional. Além desses fatores, poderá haver um benefício econômico para o empreendimento, pois diminuirá o consumo de água potável. A água pluvial captada será direcionada e armazenada em um reservatório, principalmente nos períodos de chuva, para que seja suprida a demanda nos períodos de carência, e essa água será usada ao longo do ano em função da demanda do condomínio.

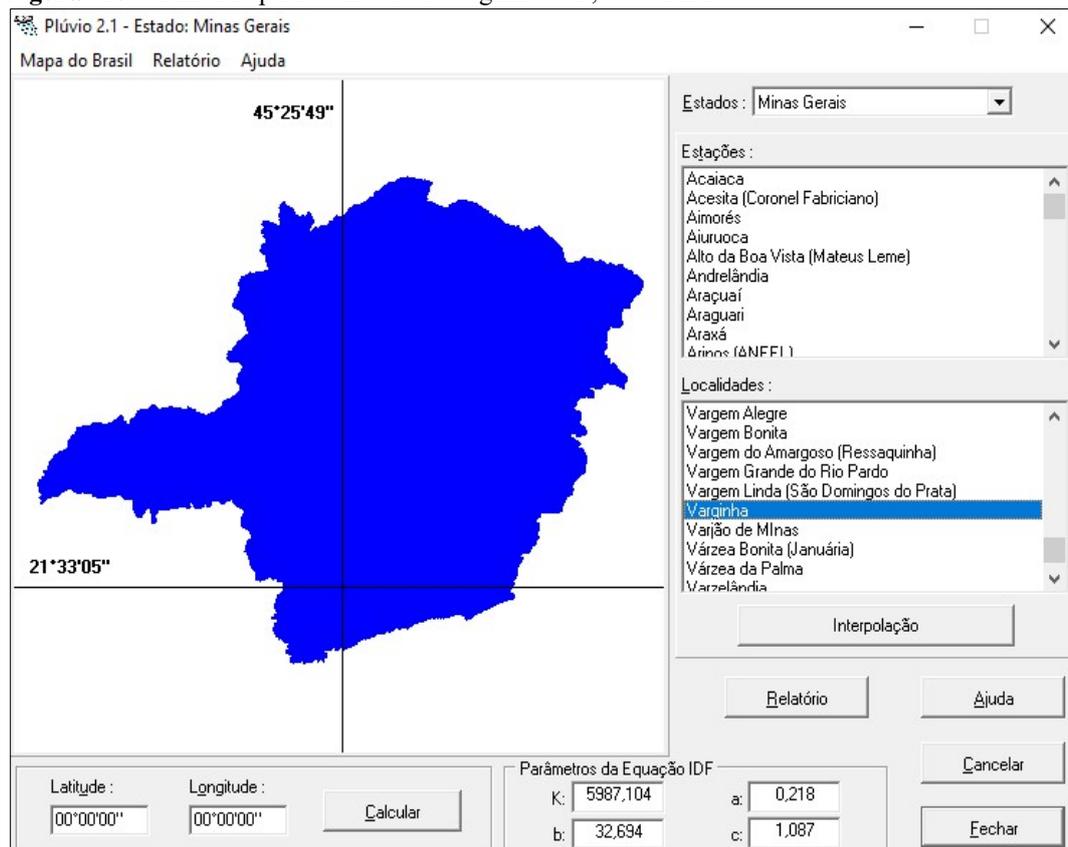
O sistema possuirá os seguintes componentes: área de captação ou área coletora, que no caso são os telhados, calhas, condutores verticais e horizontais, reservatórios de armazenamento superior e inferior, filtros, sistema elevatório e galeria de água pluvial.

Os cálculos e parâmetros utilizados para o dimensionamento de todo o sistema, desde a captação até o armazenamento serão apresentados no decorrer deste trabalho. Logo em seguida serão apresentados também os projetos para um melhor entendimento do sistema final.

4.1.1 Dados pluviométricos da cidade de Varginha - MG

Para o dimensionamento do sistema é fundamental obter o valor da intensidade de chuva da cidade de Varginha-MG. Para seu cálculo, pode-se utilizar o *Software* chamado de Plúvio, que fornece os coeficientes K, a, b e c (Figura 11), que são aplicados na Equação 1.

Figura 11: Parâmetros para a cidade de Varginha-MG, Plúvio 2.1



Fonte: O autor (2019).

$$I_m = \frac{K \times T_r^a}{(t + b)^c} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde,

I_m = intensidade média, que deve ser expressa em milímetro por minuto (mm/min);

T_r = período de retorno, que deve ser expresso em anos;

t = tempo de concentração, que deve ser expresso em minutos (min);

K, a, b e c = coeficientes obtidos através do *Software* plúvio.

4.1.2 Área de captação

A área de contribuição para captação de água pluvial deste projeto será o telhado das edificações. Através de medições, visitas ao local e análise das plantas, foi possível obter as dimensões do mesmo.

Para efetuar o cálculo da área de superfície de captação foi utilizada a equação para superfície inclinada, (Equação 2) fornecida pela ABNT NBR 10844:1989.

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad \text{Eq. 2}$$

Onde,

A = área de contribuição, que deve ser expressa em metros quadrados (m²);

a = largura do telhado, que deve ser expressa em metro (m);

b = comprimento do telhado, que deve ser expresso em metro (m);

h = altura da inclinação do telhado, que deve ser expressa em metro (m).

4.1.3 Cálculo do volume de captação de água pluvial possível

De acordo com Plinio Tomaz, para efeitos de cálculo, o volume precipitado não é totalmente aproveitado. Portanto ele destaca a fórmula para encontrar o volume de água de chuva que pode ser aproveitado utilizando o coeficiente de *Runoff*, também conhecido como coeficiente de escoamento superficial, apresentado na Tabela 1. Esse volume é calculado pela Equação 3 expressa a seguir.

$$V = p \times A \times C \quad \text{Eq. 3}$$

Onde,

V = volume da cisterna, que deve ser expresso em litros (L);

p = precipitação média mensal, que deve ser expressa em milímetros (mm);

A = área do telhado em projeção, que deve ser expressa em metros quadrados (m²);

C = coeficiente de Runoff do telhado (adimensional) = 0,95;

Tabela 1: Coeficientes de Runoff.

Superfície	Coefficiente de Runoff
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Adaptado de Tomaz (2010).

Apesar de todos esses valores indicados na Tabela 1, Tomaz (2010), deixa como uma dica em sua literatura que o melhor valor a ser adotado como coeficiente *Runoff* é $C = 0,95$.

4.1.4 Previsão de consumo de água pluvial para fins não potáveis

Para realizar uma estimativa de consumo de água com finalidade de uso não potável, conforme literatura de Plínio Tomaz, onde é especificado a frequência de uso, o consumo médio de alguns aparelhos como máquinas de lavar e vasos sanitários, consumo na utilização em jardinagens e limpeza de pátios comuns, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Demanda interna e externa de água não potável em uma residência.

Demanda	Tipo	Unidades	Faixa
Vaso sanitário - Volume	Interna	L/descarga	6 a 15
Vaso sanitário - Frequência	Interna	Descarga/hab/dia	3 a 6
Maq.lavar roupa - Volume	Interna	L/ciclo	100 a 200
Maq.lavar roupa - Frequência	Interna	carga/hab/dia	0,20 a 0,30
Gramado ou jardim - Volume	Externa	L/dia/m ²	2
Gramado ou jardim - Frequência	Externa	Lavagens/mês	8 a 12
Lavagem de carro - Volume	Externa	L/lavagem/carro	80 a 150
Lavagem de carro - Frequência	Externa	Lavagens/mês	1 a 4

Fonte: Adaptado Tomaz (2000) apud Anecchini (2005).

Já a Tabela 3 apresenta as taxas de consumo mais utilizadas na prática, seguindo os parâmetros do mesmo autor.

Tabela 3: Taxa de consumo de água utilizadas na prática.

Demanda interna/externa	Unidades	Faixa
Descarga em vasos sanitários	L/descarga	9
Rega de jardim comum	L/m ² xdia	1,6 a 2,0
Limpeza de pátios comuns	L/m ² xdia	2

Fonte: Adaptada de Tomaz, (2011).

Porém calculando conforme a literatura de Plínio Tomaz, o consumo estimado se mostra muito elevado, conforme item 4.2.3. Sendo assim o mesmo foi recalculado conforme literatura de NASCIMENTO et al. (2014), que também fornece uma tabela de consumo de água para fins não potáveis, como jardinagem e limpeza. A Tabela 4 apresenta seus valores.

Tabela 4: Indicadores de consumo não potável.

Ambiente	Equipamento utilizado	Frequência	Indicador médio de consumo
Halls e escadas	Balde	2 x semana	0,2l/m ² /dia
Salões de festas e área de churrasqueira	Lavadora de alta pressão	1 x mês	0,1l/m ² /dia
Jardins	Mangueiras	2 x semana	1,5l/m ² /dia

Fonte: Adaptada de Nascimento e Sant'Ana, 2014.

4.1.5 Sistemas de condução da água pluvial

Para que se possa dimensionar os componentes de condução da água pluvial, que são as calhas, condutores horizontais e verticais, é necessário antes conhecer a vazão de projeto que esses componentes conduzirão. Todas as verificações e o dimensionamento serão feitos utilizando os critérios e exigências da ABNT NBR 10844:1989.

4.1.5.1 Vazão de projeto

A ABNT NBR 10844:1989 afirma que o cálculo para se obter o valor da vazão de projeto deve ser através da Equação 4 apresentada a seguir:

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde,

Q = vazão de projeto, que deve ser expressa em litros por minuto (L/min);

I = intensidade pluviométrica, que deve ser expressa em milímetros por hora (mm/h);

A = área de contribuição, que deve ser expressa em metros quadrados (m²).

4.1.5.2 Calhas

Ainda de acordo com a norma de instalações prediais de águas pluviais ABNT NBR 10844:1989, o dimensionamento das calhas deve ser realizado através da fórmula de Manning, ou através de qualquer outra fórmula equivalente. No projeto em questão, utilizou-se a fórmula de Manning, na qual calcula-se a altura (Equação 5) e logo em seguida determina-se a largura da mesma, que é duas vezes a dimensão da altura (Equação 6). ABNT NBR 10844:1989, afirma também que a inclinação delas deve ser sempre uniforme e no mínimo de 0,5%.

$$h = \left(\frac{Q}{75614,37 \times i^{0,5}} \right)^{3/8} \quad \text{Eq. 5}$$

Onde,

h = altura da calha, que deve ser expressa em metros (m);

Q = vazão de projeto, que deve ser expressa em litros por minuto (L/min);

i = inclinação da calha.

$$b = 2 \times h \quad \text{Eq. 6}$$

Onde,

b = largura da calha, que deve ser expressa em metros (m);

h = altura da calha, que deve ser expressa em metros (m).

O detalhamento da implantação das calhas está apresentado no Apêndice C.

4.1.5.3 Condutores Verticais

A ABNT NBR 10844:1989 afirma que o diâmetro interno mínimo dos condutores verticais que possuem seção circular é de 70mm e sempre quando for possível, eles devem ser projetados somente em uma prumada, mas quando for necessário realizar algum desvio, necessariamente deve-se usar curvas de 45° ou 90° de raio longo. Define ainda que o dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito considerando os seguintes dados: vazão de projeto (Q) expressa em litros/minuto, altura da lâmina d'água na calha (H) expressa em milímetros e o comprimento do condutor vertical (L) expresso em metros. A mesma norma

fornece dois ábacos para determinação do diâmetro interno do condutor vertical, conforme Figura 12 e Figura 13.

O diâmetro do condutor vertical pode ser calculado através da Equação 7, ou através dos ábacos, apresentados nas Figura 12 e Figura 13:

$$Q = 0,019 \times t^{5/3} \times D^{8/3} \quad \text{Eq. 7}$$

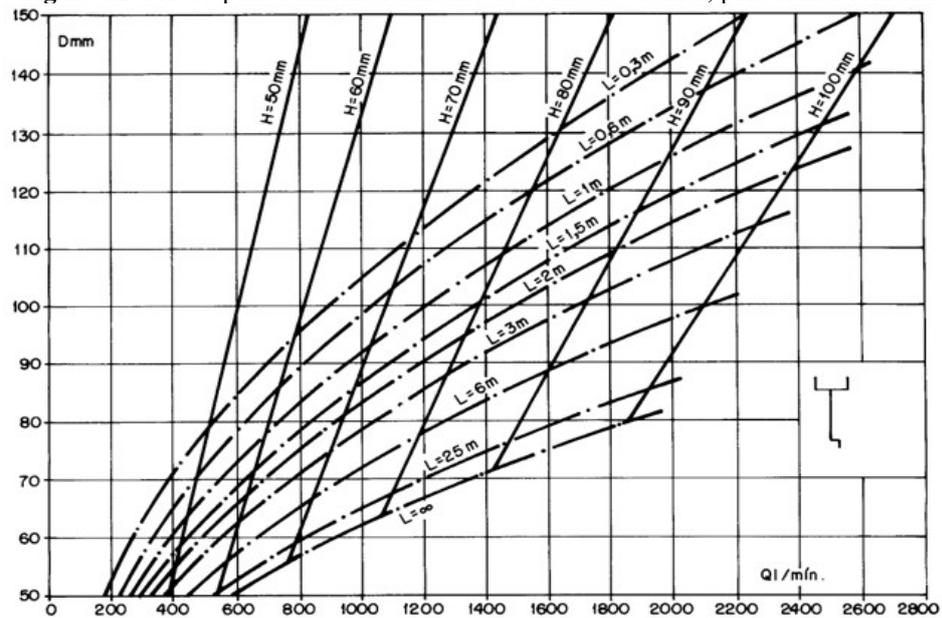
Onde,

Q = vazão de projeto, que deve ser expressa em litros por minuto (L/mim);

t = taxa de ocupação;

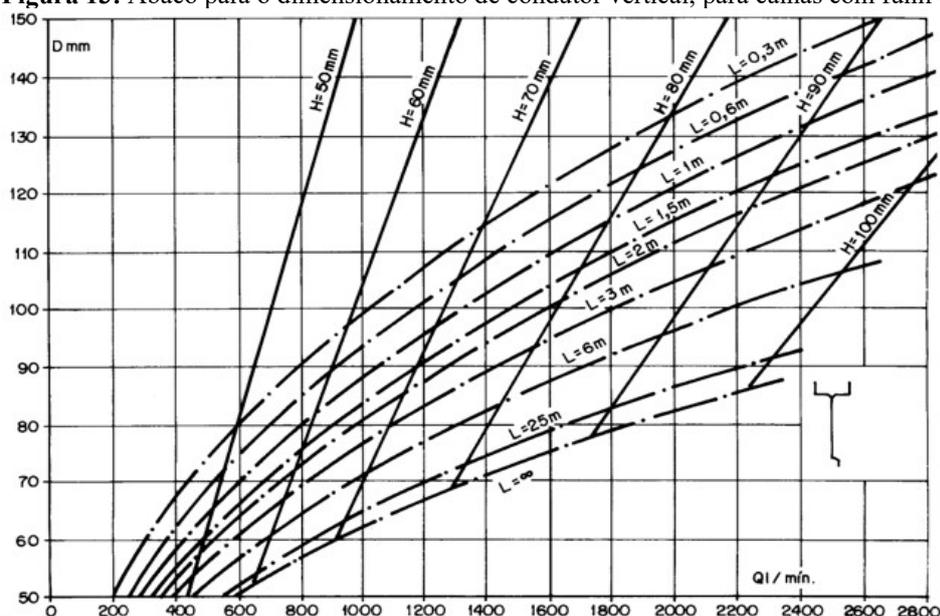
D = diâmetro interno, que deve ser expressa em milímetro (mm).

Figura 12: Ábaco para o dimensionamento de condutor vertical, para calhas com aresta viva.



Fonte: ABNT (1989).

Figura 13: Ábaco para o dimensionamento de condutor vertical, para calhas com funil de saída.



Fonte: ABNT (1989).

4.1.5.4 Condutores horizontais

De acordo com a ABNT NBR 10844:1989, devem ser seguidas as seguintes recomendações:

- Sempre quando for possível, deve-se projetar os condutores horizontais com declividade uniforme, sendo que o valor mínimo dessa declividade é de 0,5%.
- O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a $2/3$ do diâmetro interno do tubo.
- Ligação entre condutores verticais e horizontais deve ser realizada sempre por curva de raio longo, utilizando caixa de areia ou inspeção;

Com a Tabela 5, fornecida também pela ABNT NBR 10844:1989, consegue-se obter o diâmetro dos condutores horizontais levando em conta a vazão de projeto, a declividade e o coeficiente de rugosidade.

Tabela 5: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min).

Diâmetro interno (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226

Continua

Conclusão Tabela 5: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min).

Diâmetro Interno (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: Adaptada de ABNT (1989).

O detalhamento dos condutores horizontais para uma ou mais torres está apresentado no Apêndice C.

4.1.5.5 Sistema de filtragem da água coletada

O filtro que será utilizado para a remoção de partículas sólidas é o modelo VF6, conforme Figura 14. Esse filtro será da empresa 3P Technik Brasil ou similar, seu material é de aço inox e possui capacidade de atender a grandes vazões provenientes de grandes áreas de telhado, atendendo até 1500m² de área de captação.

Figura 14: Filtro volumétrico VF6.



Fonte: 3P Technik (2019).

O princípio de funcionamento do filtro ocorre da seguinte maneira:

1. Quando a água de chuva chega, ela é represada na bacia e distribuída uniformemente para descida nas cascatas;

2. Separação preliminar pelo princípio das cascatas: a sujeira mais grossa desliza sobre elas diretamente para a galeria;
3. A água de chuva assim pré-tratada passa pela tela (malha de 0,55 mm). Em função da estrutura especial da malha da tela e sua forte inclinação a sujeira desliza para o chão do poço. Em chuvas mais fortes o filtro descarta mais água diretamente, que carrega a sujeira no fundo do poço para a galeria pluvial.
4. A água processada é colhida pela bacia inferior e conduzida por um tubo, para o poço de sucção.
5. A sujeira separada pelo filtro é conduzida através do fundo do poço para a galeria.

A Figura 15, apresenta de maneira mais detalhada o funcionamento do filtro que foi descrito acima.

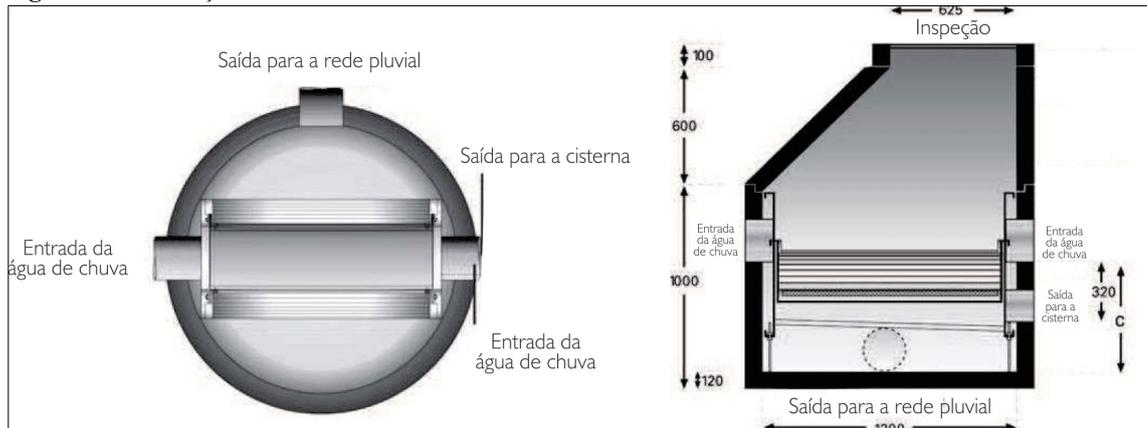
Figura 15: Esquema do funcionamento do filtro



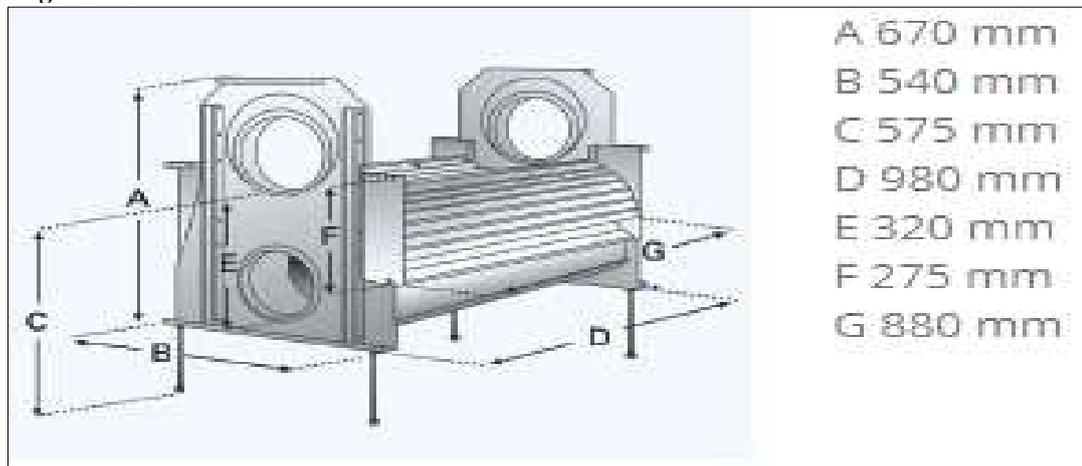
Fonte: 3P Technik (2019).

Será instalado um filtro VF6 ao final de cada condutor horizontal. Então quando a água estiver filtrada, será conduzida até uma galeria de água pluvial que terá como finalidade a condução da água pluvial filtrada e pronta para o aproveitamento, até o reservatório inferior.

A instalação do filtro será de acordo com a Figura 16, e suas dimensões estão representadas na Figura 17.

Figura 16: Instalação do filtro

Fonte: 3P Technik (2019).

Figura 17: Dimensões do filtro

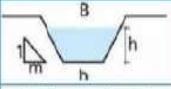
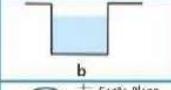
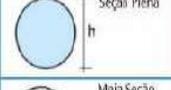
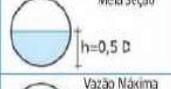
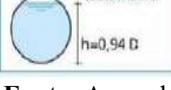
Fonte: 3P Technik (2019).

4.1.5.6 Galeria de água pluvial

As galerias, de acordo com Tucci (1995), são responsáveis por conduzir o excesso de água absorvida das sarjetas pelas bocas de lobos e, posteriormente, conduzi-las a um ponto a jusante, sendo que este pode ser um vale, córrego ou um rio. Ademais, as galerias, através de sua tubulação, conduzem a água de forma segura, não causando nenhum dano.

Para mais, as galerias podem ter várias formas em sua seção transversal, isto é, podem ser retangulares, trapezoidais e circulares. As de seções circulares são as mais comuns, sendo elas de tubos de concreto simples ou armado, como afirma Botelho (1998). O conhecimento da seção transversal que se almeja trabalhar é de grande importância, pois interfere diretamente no raio hidráulico, como mostra a Figura 18.

Figura 18: Galerias e suas variações geométricas.

Geometria da Seção	Área Molhada (A_m)	Perímetro Molhado (P_m)	Raio Hidráulico (R_H)	Largura Superficial (B)
	$(b+mh)h$	$b+2h\sqrt{1+m^2}$	$\frac{(b+mh)h}{b+2h\sqrt{1+m^2}}$	$b+2mh$
	$b \cdot h$	$b+2h$	$\frac{b \cdot h}{b+2h}$	b
 Seção Plena	$\frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$\pi \cdot D$	$\frac{D}{4}$	----
 Meia Seção	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4}$	----
 Vazão Máxima	$0,7662 \cdot D^2$	$2,6467 \cdot D$	$0,2895 \cdot D$	----

Fonte: Azevedo Neto (1998).

Devido a não normatização, os parâmetros de velocidade mínima e máxima, e a utilização da seção variam de acordo com autores e instituições, como mostra a Tabela 6. Para que não ocorra sedimentação e rompimento das tubulações a velocidade mínima é de 0,75 m/s e a máxima é de 6,0 m/s, verificada pela fórmula de Manning (Equação 8) apresentada a seguir.

Tabela 6: Parâmetros utilizados em canais e/ou seção circular das galerias de águas pluviais.

Autor/Instituição	Vmin (m/s)	Vmax (m/s)	Seção Plena ou h/D	Tipo de escoamento
Tucci et al. (2004)	0,6	5	Plena	Unif.
Azevedo Neto e Araújo - 1998	0,75	5	Plena ou 0,9	Unif.
Wilken (1978)	0,75	3,5	Plena	Unif.
Alcântara apud Azevedo Neto (1978)	1	4	0,7	Grad.Variado
Porto (1999)	4 a 6	4 a 6	0,75	Unif.
Cirilo (2003)	0,6	4,5	h/D	Unif.
Methods e Durrants (2003)	0,60 a 0,90	4,5	0,85	Unif. e Grad Variado
DAEE - CETESB (1980)	-	-	0,82	Unif.
Prefeitura Municipal	0,75	5	0,85 a 0,90	Unif.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2019).

$$V = \frac{Rh^{2/3} \times i^{0,5}}{n} \quad \text{Eq. 8}$$

Onde,

V = velocidade, que deve ser expressa em metros por segundo (m/s);

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

Rh = raio hidráulico, que deve ser expresso em metros (m);

i = declividade média, que deve ser expressa em metro por metro (m/m).

Deve sempre atentar-se a alguns critérios para projeto, tais como:

- a) As galerias pluviais são projetadas para funcionar a seção plena, conduzindo a vazão de projeto, garantindo os parâmetros para as velocidades máximas e mínimas, velocidade essa que varia de acordo com o tipo de material do tubo, para o tubo de concreto a velocidade máxima deve ser de 6,0 m/s e a mínima de 0,75 m/s.
- b) O recobrimento mínimo da rede deve ser de 1,0 m, quando forem empregadas tubulações sem estruturas especiais. Quando, por condições topográficas, forem utilizados recobrimentos menores, as canalizações deverão ser projetadas do ponto de vista estrutural;
- c) Nas mudanças de diâmetro, os tubos deverão ser alinhados pela geratriz superior.

O dimensionamento das galerias é feito de acordo com a equação de Manning (Equação 9).

$$Q = \frac{A_m \times R_h^{2/3} \times i^{0,5}}{n} \quad \text{Eq. 9}$$

Onde,

Q = vazão inicial da galeria, que deve ser expressa em metro cúbico por segundo (m³/s);

A_m = área molhada, que deve ser expressa em metros quadrados (m²);

R_H = raio hidráulico, que deve ser expressa em metro (m);

i = declividade longitudinal do trecho, que deve ser expressa em metro por metro (m/m);

n = coeficiente de rugosidade

A relação y/D para seções circulares varia entre 0,5 e 1, porém para essa relação diferente desses valores, busca-se o fator de correção de vazão, velocidade e entre outros fatores, através da Tabela 7, fornecida por Azevedo Neto (1998); ou utilizando o ábaco apresentado na Figura 19.

Tabela 7: Fator de correção de vazão.

Relação y/D	Raio Hidráulico		Velocidade	Descarga
	r/R	R/r	v/V	q/Q
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,900	1,192	0,839	1,124	1,066
0,800	1,217	0,822	1,140	0,988
0,700	1,185	0,843	1,120	0,838
0,600	1,110	0,900	1,072	0,671
0,500	1,000	1,000	1,000	0,500

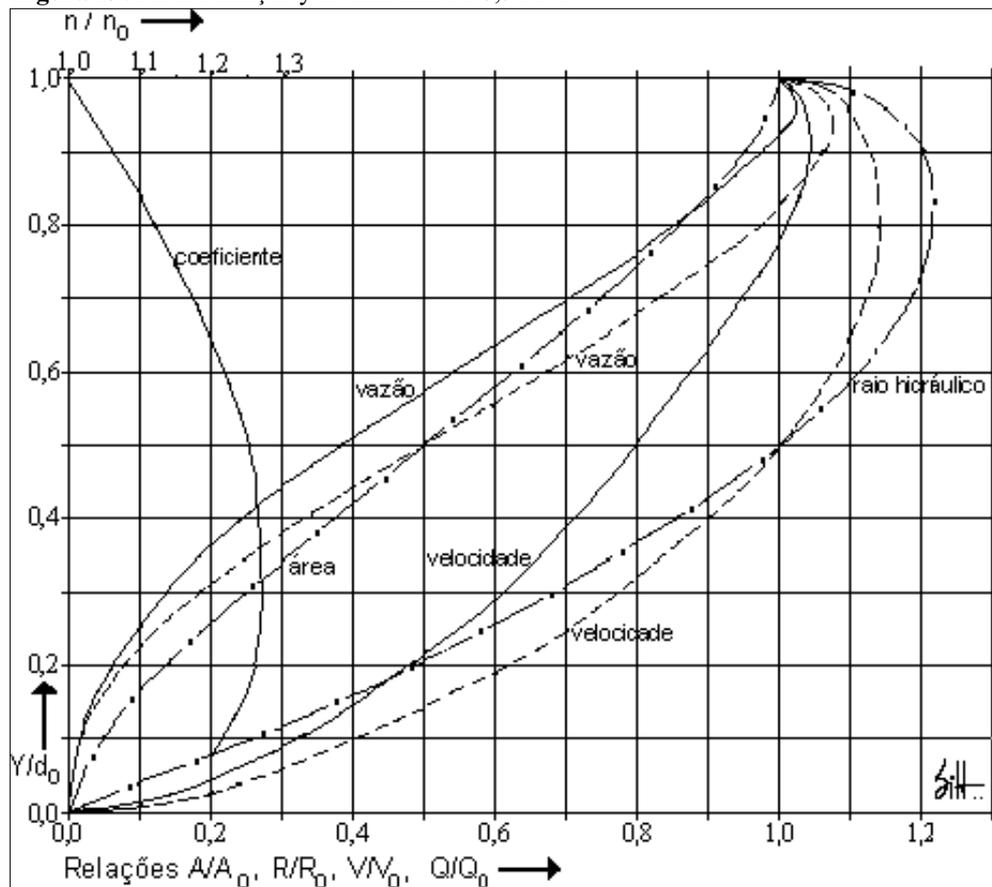
Continua

Conclusão Tabela 7: Fator de correção de vazão.

Relação y/D	Raio Hidráulico		Velocidade	Descarga
	r/R	R/r	v/V	q/Q
0,400	0,857	1,170	0,902	0,337
0,300	0,684	1,460	0,939	0,196
0,200	0,482	2,070	0,886	0,080
0,100	0,254	3,940	0,796	0,021

Fonte: Adaptado de AZEVEDO NETO (1998).

Figura 19: Ábaco relação y/D diferente de 0,5 ou 1.



Fonte: WPCF (1970).

4.1.6 Reservatórios

Para obtenção dos dados da precipitação média mensal da cidade de Varginha-MG, serão considerados os valores obtidos através da Fundação Procafé.

De acordo com a ABNT NBR 15527:2007, nos reservatórios devem ser considerados os seguintes elementos: extravasor, dispositivos de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança e quando o reservatório é abastecido por outra fonte de água potável, deve possuir alguns dispositivos que impeçam a conexão cruzada, ou seja, a mistura da água potável com a não potável.

A FEAM/FIEMG (2015), indica alguns cuidados a serem tomados com os reservatórios, que irão ser listados a seguir:

- Devem possuir uma abertura, chamada de visita, com finalidade de limpeza e inspeção;
- Devem ser limpos no mínimo uma vez por ano, para a retirada de lodo que fica depositado no fundo, e esse lodo retirado deve ter um destino final adequado.
- Deve-se evitar o contato com a luz solar, para impedir a proliferação de algas;
- Possuir uma cobertura impermeável;
- O extravasor, e a entrada de água devem possuir uma tela de proteção para impedir a entrada de pequenos animais e insetos no reservatório;
- Deve ser estanque, ou seja, não possuir nenhum vazamento, e suportar todo o peso da água quando estiver totalmente cheio;
- Deve ser feito de material que não libere substâncias na água, interferindo na qualidade da mesma.

A partir do conhecimento da série histórica e do volume aproveitável (Equação 3) pode-se calcular o volume do reservatório pelo Método de Rippl, a partir das Equações 10,11 e 12.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad \text{Eq. 10}$$

$$Q(t) = C \times \text{Precipitação da Chuva}(t) \times \text{Área de Captação} \quad \text{Eq. 11}$$

$$V = \sum S(t) \text{ Somente para valores } S(t) > 0 \quad \text{Eq. 12}$$

Sendo que: $\sum D(t) < \sum Q(t)$

Onde,

$S(t)$ = volume de água no reservatório em um tempo t ;

$Q(t)$ = volume de chuva que pode ser aproveitado em um tempo t ;

$D(t)$ = demanda ou consumo em um tempo t ;

V = volume do reservatório;

C = coeficiente de escoamento superficial (Runoff).

4.1.6.1 Reservatório superior

O reservatório superior será adotado com o volume referente a demanda de um dia de consumo não potável do condomínio. O reservatório será do modelo tipo taça TCS 1003 conforme a Figura 20.

Figura 20: Reservatório tipo taça.



Fonte: Fazforte (2019).

4.1.6.2 Reservatório inferior

Para dimensionar o reservatório inferior foi considerado a demanda para abastecimento durante todo o ano, levando em conta as médias pluviométricas de cada mês e assim acumulando-as nos meses com alta precipitação para suprir os meses com déficit.

Inicialmente foi efetuado o dimensionamento do reservatório com os dados de previsão de consumo seguindo as diretrizes de Plínio Tomaz, porém resultou em um volume elevado,

necessitando de um reservatório com grandes dimensões. Como o condomínio não dispõe de espaço para locação de tal reservatório, pois o mesmo prejudicaria a estrutura de uma das torres devido a profundidade de escavação necessária, o volume foi recalculado com os dados de consumo estimado, efetuado baseando-se em outra literatura. O resultado dos cálculos está apresentado no item 4.2.5.

O reservatório será uma cisterna de concreto armado, moldada in loco.

4.1.7 Sistema elevatório

De acordo com Azevedo Neto (1998), os sistemas elevatórios são sistemas hidráulicos em pressão, que possuem uma bomba hidráulica. Essa bomba possui a finalidade de elevar a linha de energia, e realizar a transformação da energia elétrica (energia vinda do exterior) em energia mecânica, transmitindo-a ao fluido e elevando a carga hidráulica do escoamento.

A ABNT NBR 5226:1998, afirma que uma instalação elevatória se resume no bombeamento de água de um reservatório inferior para um reservatório superior.

A ABNT NBR 12214:1992 afirma que a elaboração de um projeto de sistema de bombeamento compreende as seguintes atividades:

- a) Determinação das vazões de projeto do sistema de bombeamento, levando em conta as condições operacionais do sistema de abastecimento;
- b) Definição do tipo de arranjo físico da elevatória;
- c) Definição dos traçados de das canalizações de sucção e recalque;
- d) Fixação preliminar das características hidráulicas do sistema de bombeamento;
- e) Escolha do tipo e número dos conjuntos motor bomba, e definição do sistema operacional;
- f) Dimensionamento e seleção do material das canalizações de sucção e recalque;
- g) Dimensionamento do poço de sucção;
- h) Estudo dos efeitos dos transientes hidráulicos e seleção dos dispositivos de proteção do sistema;
- i) Seleção final do conjunto motor bomba;
- j) Definição dos sistemas de bombeamento, medição e controle;
- k) Seleção de equipamentos de movimentação e serviços auxiliares;
- l) Dimensionamento da sala de bombas;
- m) Elaboração das especificações dos equipamentos principais e canalizações;

- n) Elaboração dos projetos de: arquitetura, urbanização e sistema viário, fundação e superestrutura, eletricidade, iluminação, ventilação e acústica, drenagem pluvial, água potável e água servida, instalações de combate a incêndio, drenagem e outros.
- o) Elaboração dos seguintes documentos: memorial descritivo e justificativo, listas de materiais e equipamentos, orçamento, manual de operação.

A ABNT NBR 12214:1992 ainda fixa alguns critérios que devem ser seguidos para determinar o número e a vazão das unidades de bombeamento que são: número mínimo de bombas deve ser de duas unidades, optar por bombas do mesmo tipo e, de preferência, de mesma vazão ou de vazões múltiplas entre si, previsão de uma ou mais unidades de reserva para o caso em que ocorra a parada de uma das bombas não permita recalcar a vazão máxima ou transferir o volume total diário previsto em projeto e entre outras.

Para este projeto será utilizado um sistema de bombeamento, que abastecerá o reservatório de distribuição, responsável pelo consumo diário do condomínio.

4.1.7.1 Tubulações de recalque

Constituída pela canalização que faz a ligação da bomba até o reservatório superior, incluindo todos os acessórios necessários como registros, manômetros, válvula de retenção e se necessário equipamento para controlar o golpe de aríete.

Azevedo Neto (1998), afirma que primeiramente deve-se definir qual o tipo de operação do sistema moto-bomba, ou seja, se o sistema trabalha de forma contínua ou não para posteriormente determinar o diâmetro de recalque. O funcionamento da bomba foi considerado como 24 horas por dia, dessa forma para o dimensionamento do diâmetro de recalque foi utilizada a fórmula de Bresse para funcionamento contínuo (Equação 13).

$$D = K \times \sqrt{Q} \quad \text{Eq. 13}$$

Onde,

D = diâmetro, que deve ser expresso em metros (m);

Q = vazão, que deve ser expressa em metro cúbico por segundo (m³/s);

K = coeficiente que depende da velocidade do recalque e fica entre 0,7 e 1,5.

Azevedo Neto (1998), ainda afirma que para se obter um rendimento econômico o valor de K deve ser igual a 1,2. Também fornece uma tabela para dimensionamento com o diâmetro mais econômico para as tubulações de recalque que funcionam continuamente (Tabela 8).

Tabela 8: Diâmetro econômico das canalizações de recalque para funcionamento contínuo

Fórmula de Bresse = $K\sqrt{Q}$				
Diâmetro econômico das canalizações de recalque (funcionamento contínuo)				
D (mm)	Q em l/s			
	K = 1,0	K = 1,2	K = 1,3	K = 1,5
50	2,5	1,7	1,5	1,1
75	5,6	3,9	3,3	2,5
100	10	6,9	5,9	4,4
150	22,5	17,4	13,3	10
200	40	27,8	23,6	17,8
250	63	43	37	28
300	90	64	53	40
350	123	85	73	54
400	160	111	95	70
450	203	141	12	90
500	250	174	150	100
550	303	210	180	134
600	360	250	213	160

Fonte: Azevedo Neto (1998).

4.1.7.2 Tubulações de sucção

A tubulação de sucção é executada com um diâmetro imediatamente superior ao da tubulação de recalque. Para Azevedo Neto (1998), a tubulação de sucção deve ser a mais curta possível e evitar ao máximo as peças especiais, como curvas e cotovelos, etc. A máxima altura de sucção considerando as perdas de carga deve atender as especificações definidas pelo fabricante das bombas. A tubulação de sucção deve ser inferior a 5,0 metros na maioria das bombas centrifugas.

As Tabelas 9 e 10, apresentam os valores de velocidade mínima e máxima respectivamente nas tubulações de sucção de acordo com a ABNT NBR 12214:1992.

Tabela 9: Velocidade mínima de sucção.

Tipo de material transportado	Velocidade (m/s)
Matéria orgânica	0,3
Suspensões siltosas	0,3
Suspensões arenosas	0,45

Fonte: ABNT (1992).

Tabela 10: Velocidade máxima de sucção.

Diâmetro nominal (DN) em mm	Velocidade (m/s)
50	0,7
75	0,8
100	0,9
150	1
200	1,1
250	1,2
300	1,4
400	1,5

Fonte: ABNT (1992).

4.1.8 Determinação da potência da bomba

De acordo com Azevedo Neto (1998), o primeiro passo para calcular a potência da bomba é determinar a altura manométrica, utilizando a Equação 14.

$$H_{\text{man}} = H_g + \text{perda de carga total}(hf) \quad \text{Eq. 14}$$

Sendo que H_g é calculado através da Equação 15:

$$H_g = H_s + H_r \quad \text{Eq. 15}$$

Onde,

H_{man} = altura manométrica;

H_g = altura geométrica, ou seja, a diferença de nível;

H_s = altura de sucção, ou seja, a altura do eixo da bomba sobre o nível inferior;

H_r = altura de recalque, ou seja, a altura do nível superior em relação ao eixo da bomba.

Após determinada a altura manométrica, a potência da bomba é dada pela Equação 16:

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{\text{man}}}{75 \times \eta_b} \quad \text{Eq. 16}$$

Onde,

P = potência do motor, que deve ser expressa em cavalos (CV), (1CV = 0,986 HP);
 γ = peso específico do líquido a ser elevado, que deve ser expresso em quilograma força por metro cúbico. (H₂O=1000 kgf/m³);

Q = vazão, que deve ser expressa em metro cúbico por segundo (m³/s);

H_{man} = altura manométrica, que deve ser expressa em metros (m);

η_b = coeficiente de rendimento global da bomba do conjunto elevatório (Tabela 11 e 12).

Sendo η_b obtido através da Equação 17:

$$\eta = \eta_{\text{motor}} \times \eta_{\text{bomba}} \quad \text{Eq. 17}$$

Tabela 11: Rendimento dos motores elétricos.

Rendimento dos motores elétricos												
HP	½	¾	1	1 ½	2	3	5	10	20	30	50	100
η_m	64%	67%	72%	73%	75%	77%	81%	84%	86%	87%	88%	90%

Fonte: Azevedo Neto, (1998).

Tabela 12: Rendimento das bombas centrífugas.

Rendimento das bombas centrífugas											
Q-l/s	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	100	200
η_b	52%	61%	66%	68%	71%	75%	80%	84%	85%	87%	88%

Fonte: Azevedo Neto, (1998).

4.1.9 Rede de distribuição

A rede de distribuição de água pluvial segue as mesmas exigências que uma rede de distribuição de água fria, sendo a ABNT NBR 5626:1998 uma diretriz para o seu cálculo.

Esta rede tem a finalidade de abastecer todas as torneiras que estarão próximas às edificações e área de lazer, que necessitarão de seu uso.

Segundo GHISI (2010), o consumo máximo provável incorpora à vazão máxima de projeto, fatores que representem a probabilidade de ocorrência de uso simultâneo de diferentes pontos do sistema. Dessa forma, o método propõe pesos aos equipamentos que serão instalados no interior da edificação, sendo de fácil aplicação para o dimensionamento de ramais, colunas de alimentação e barrilete. O primeiro passo é analisar o peso relativo de cada aparelho, que pode ser visto na Tabela 13.

Tabela 13: Peso relativo de cada aparelho sanitário.

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Peso relativo
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	0,30
	Válvula de descarga	32,0
Banheira	Misturador (água fria)	1,00
Bebedouro	Registro pressão	0,10
Bidê	Misturador (água fria)	0,10
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,40
Chuveiro elétrico	Registro pressão	0,10
Lavadora de prato ou de roupas	Registro pressão	1,00
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,30
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,30
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,70
Tanque	Torneira	0,70
Torneira de jardim ou lavagem	Torneira	0,40

Fonte: Adaptada de ABNT (1998).

Posteriormente são somados os pesos dos aparelhos em cada trecho de tubulação. Agora, com a soma realizada, os dados são inseridos na fórmula disponibilizada pela ABNT NBR 5626:1998, conforme Equação 18:

$$Q = 0,3 \times \sqrt{p} \quad \text{Eq. 18}$$

Onde,

Q = Vazão do trecho, que deve ser expressa em litros por segundo (l/s);

P = Soma dos pesos dos aparelhos no trecho (adimensional).

Segundo Netto (1998), para determinação do diâmetro do tubo, realiza-se uma proporção entre a vazão, a velocidade e o próprio diâmetro. Dessa forma, pode-se adotar o diâmetro conforme determina a Tabela 14.

Tabela 14: Vazões limites para os diâmetros usuais – Material PVC.

Diâmetro		Vazão Limite	Velocidade (m/s)	
(pol)	(mm)	(l/s)	Caso 1 ⁽¹⁾	Caso 2 ⁽²⁾
½	15	0,2	1,6	1,71
¾	20	0,55	1,93	1,98
1	25	1,1	2,21	2,21
1 ¼	30	2	2,5	2,5
1 ½	40	3	2,73	2,8

Continua

Conclusão Tabela 14: Vazões limites para os diâmetros usuais – Material PVC.

Diâmetro		Vazão Limite	Velocidade (m/s)	
(pol)	(mm)	(l/s)	Caso 1 ⁽¹⁾	Caso 2 ⁽²⁾
2	50	5,9	3	3,13
2 ½	60	8,5	3	3,43
3	75	13,26	3	3,83
4	100	23,55	3	4,43
5	125	36,78	3	4,95

⁽¹⁾ – Onde o ruído possa perturbar o repouso ou o desempenho das atividades.

⁽²⁾ – Onde o ruído não seja fator impeditivo. Valores calculados por: $V = 14 *$

Fonte: Azevedo Neto, (1998).

Vale ressaltar que na tabela existem dois valores para velocidades máximas, segundo o autor em edifícios onde o ruído possa atrapalhar, que é o caso do edifício residencial analisado, temos que levar em consideração a velocidade do caso 1. Com os valores pré-dimensionados é analisada a perda de carga, pois essa, nesse momento não pode ser maior que 8%, ou seja, maior que 0,08 metros para cada metro de tubo. A verificação da perda de carga foi feita segundo a Equação 19, de Fair-Wipple-Hisao para perda de carga:

$$J = 0,000865 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad \text{Eq. 19}$$

Onde,

J = perda de carga unitária, que deve ser expressa em quilo Pascal por metro (KPa/m);

Q = vazão estimada na seção considerada, que deve ser expressa em litros por segundo (L/s);

D = diâmetro interno do tubo, que deve ser expresso em milímetros (mm).

Caso a perda de carga seja dada maior que o limite, deve-se adotar um diâmetro acima e realizar a verificação novamente, de forma que o limite não seja excedido.

4.2 Memorial de cálculo

4.2.1 Cálculo da área da superfície de captação

Utilizou-se a Equação 2 descrita no item 4.1.2 para efetuar o cálculo da área de superfície de captação.

Dados,

a = largura do telhado = 17,70m

b = comprimento do telhado = 16,70m

h = altura da inclinação do telhado = 3,20m

% = porcentagem de inclinação do telhado = 30%

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b$$

$$A = \left(8,35 + \frac{3,20}{2} \right) \times 8,85$$

$$A = 88,0575\text{m}^2 \times 4 = 352,23\text{m}^2$$

Descontando-se os vãos do telhado que são de $18,26\text{m}^2$ de acordo com a Tabela 15.

Tabela 15: Área de vãos do telhado das edificações

Vãos	h (m)	a (m)	b (m)	Área (m ²)
Vão 01	1	2,75	1,96	$6,37 \times 2 = 12,74$
Vão 02	0,11	0,3	6,91	2,45
Vão 03	0,78	1,87	1,36	3,07
Área total de vãos do telhado (m²)				18,26

Fonte: O autor (2019).

$$A = 352,23\text{m}^2 - 18,26\text{m}^2 = 333,97\text{m}^2$$

Como são vinte e oito edificações:

$$A_t = 28 \times 333,97\text{m}^2 = 9.351,16\text{m}^2$$

4.2.2 Cálculo do volume de água pluvial possível de captação

Utilizou-se a Equação 3, descrita no item 4.1.3 para efetuar o cálculo do volume possível de captação de água pluvial, e também o valor do coeficiente de Runoff da Tabela 1. Os dados da intensidade pluviométrica foram adquiridos através da Fundação Procafé de Varginha/MG. Para cálculo foi considerada uma série histórica entre os anos de 2005 a 2018, referenciados pela Fundação Procafé, conforme a Tabela 16.

Tabela 16: Média pluviométrica em mm, para a cidade de Varginha-MG.

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2005	466	71	183	83	116	71	39	27	69	115	150	324
2006	157	183	306	10	21	9	4	16	103	103	267	261
2007	437	70	46	38	67	5	23	0	0	110	201	190
2008	263	342	290	200	35	36	1	35	81	135	249	252
2009	263	207	233	68	42	44	21	37	121	91	124	343
2010	199	141	117	18	15	17	11	0	84	126	225	176
2011	339	91	263	93	6	20	1	12	2	121	110	226
2012	335	49	185	85	34	111	23	1	29	47	140	225
2013	420	222	161	61	72	36	30	1	46	106	200	166
2014	47,6	12,8	117,8	82,4	15,4	6,4	33	14,4	46,8	39,6	117,6	164,6
2015	117	106,8	202	73,3	46	9,4	6,4	18	134,4	37	325,7	172,6
2016	345	164,4	175,1	21,4	30,8	54,2	0	45,2	12,8	146	170,8	160,6
2017	154	72,2	129,4	35	67	44,4	0,2	15,8	66,2	122	144,6	261
2018	188	166,2	68,2	16,8	27	26,8	2,4	75,4	103,6	116,2	157,8	207,2
Média	266,47	135,60	176,89	63,21	42,44	35,01	13,93	21,27	64,20	101,06	184,46	223,50

Fonte: Adaptada de Fundação Procafé (2019).

Dados,

P = media de treze anos para cada mês

Área (A) = 9.351,16 m²

Coeficiente de Runoff (C) = 0,95

$$V = p \times A \times C$$

A Tabela 17 apresenta o resultado do volume de captação para cada mês.

Tabela 17: Cálculo do volume de captação de água pluvial possível.

Mês	Precipitação média (mm)	Área (m ²)	Coefficiente de Runoff	Volume mensal (L)
Janeiro	266,47	9351,16	0,95	2.367.213,42
Fevereiro	135,6	9351,16	0,95	1.204.616,43
Março	176,89	9351,16	0,95	1.571.420,36
Abril	63,21	9351,16	0,95	561.532,48
Mai	42,44	9351,16	0,95	377.020,07
Junho	35,01	9351,16	0,95	311.014,91
Julho	13,93	9351,16	0,95	123.748,58
Agosto	21,27	9351,16	0,95	188.954,21
Setembro	64,2	9351,16	0,95	570.327,25
Outubro	101,06	9351,16	0,95	897.776,82
Novembro	184,46	9351,16	0,95	1.638.669,22
Dezembro	223,5	9351,16	0,95	1.985.485,05
Volume anual (L)				11.797.778,80
Volume médio mensal (L)				983.148,23

Fonte: O autor (2019).

4.2.3 Consumo estimado de água pluvial para fins não potáveis

Para os cálculos do volume de demanda da limpeza dos salões de festas, áreas de churrasqueiras e áreas de apoio ao condomínio realizou-se uma pesquisa com as pessoas responsáveis pela limpeza em um outro condomínio da mesma empresa, com a mesma finalidade, juntamente com os dados das Tabelas 2 e 3 que informaram que atualmente lavam essas áreas cerca de uma vez por semana, totalizando 4 vezes no mês.

Para a limpeza de pisos e halls de escada seguiu-se os mesmos parâmetros citados anteriormente, obtendo a informação de que essas áreas são limpas 3 vezes por semana, totalizando 12 vezes no mês.

Para o jardim, utilizou-se os parâmetros das Tabelas 2 e 3, levando-se em consideração que a irrigação ocorrerá duas vezes por semana, ou seja, oito vezes por mês.

A Tabela 18 apresenta de forma simplificada os resultados dos cálculos.

Tabela 18: Consumo estimado de água não potável utilizando Plínio Tomaz

Utilização	Consumo médio		Demanda (unidade)	Demanda diária (L)	Dias de uso estimado	Demanda Mensal (L)
	Quantidade unitária	Unidade				
Limpeza de salões de festas, áreas de churrasqueiras, e áreas de apoio do condomínio	2	l/m ² /dia	552,14	1104,28	4	4.417,12
Limpeza de piso dos halls e escadas	2	l/m ² /dia	2993,36	5986,72	12	71.840,64
Irrigação de jardim	2	l/m ² /dia	23157,27	46314,54	8	370516,32
Consumo mensal estimado (L)						446.774,08

Fonte: O autor (2019).

Porém refazendo os cálculos com nova literatura, conforme Tabela 4, que fornece a média de consumo e frequência de uso, chegou-se no resultado apresentado na Tabela 19.

Tabela 19: Consumo estimado de água não potável utilizando Nascimento et al.

Utilização	Consumo médio		Demanda (m ²)	Demanda diária (l)	Dias de uso estimado	Demanda mensal (l)
	Quantidade	Unidade				
Limpeza de salões de festas, áreas de churrasqueiras, e áreas de apoio do condomínio	0,2	l/m ² /dia	552,14	110,4	4	441,712
Limpeza de piso dos halls e escadas	0,1	l/m ² /dia	2.993,36	299,3	8	2.394,688
Irrigação de jardim	1,5	l/m ² /dia	23.157,27	34.735,9	8	277.887,24
Consumo mensal estimado (l)						280.723,64

Fonte: O autor (2019).

4.2.4 Cálculo do volume para o reservatório superior

Para determinar o volume necessário do reservatório superior levou-se em conta a demanda diária. Como a demanda mensal é de 280.723,64 litros, temos uma demanda diária de água não potável de 9.357,45 litros, que será o volume necessário no reservatório de distribuição.

Dados,

Estimativa de consumo mensal = 280.723,64 litros

Dias de consumo = 30 dias

$$V_d = \frac{V_m}{D_c}$$

$$V_d = \frac{280.723,64}{30}$$

$$V_d = 9.357,45L$$

Adotando assim um reservatório do modelo tipo taça TCS 1003 de 10.000 litros.

4.2.5 Cálculo do volume para o reservatório inferior

Através das Equações 10, 11 e 12, que é o método de Rippl, foi realizado o dimensionamento do reservatório, para poder determinar o volume necessário para atender as demandas do empreendimento nos meses que possuem uma baixa precipitação, de acordo com os valores apresentados na Tabela 20.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times P \text{ e } \text{cipitação da Chuva}(t) \times \text{Área de Captação}$$

$$V = \sum S(t) \text{ Somente para valores } S(t) > 0$$

Dados,

Estimativa de demanda mensal = 446.774,08 litros

Área de captação = 9.351,16 m²

Volume médio de chuva de treze anos (Tabela 19)

Coefficiente de Runoff (C) = 0,95

Tabela 20: Cálculo do volume necessário para o reservatório, para demanda mensal de 446,78m³.

Meses	Volume mensal (m ³)	Demanda Mensal (m ³)	Diferença entre volume e demanda de chuva (m ³)	Diferença acumulada (m ³)	Situação do reservatório
Janeiro	2367,21	446,78	-1920,43	-1920,43	E ¹
Fevereiro	1204,62	446,78	-757,84	-757,84	E ¹
Março	1571,42	446,78	-1124,64	-1124,64	E ¹
Abril	561,53	446,78	-114,75	-114,75	E ¹
Maio	377,02	446,78	69,76	69,76	D ²
Junho	311,01	446,78	135,77	205,53	D ²
Julho	123,75	446,78	323,03	528,56	D ²
Agosto	188,95	446,78	257,83	786,38	D ²
Setembro	570,33	446,78	-123,55	-123,55	A ³
Outubro	897,78	446,78	-451,00	-451,00	A ³

Continua

Conclusão Tabela 20: Cálculo do volume necessário para o reservatório, para demanda mensal de 446,78m³.

Meses	Volume mensal (m ³)	Demanda Mensal (m ³)	Diferença entre volume e demanda de chuva (m ³)	Diferença acumulada (m ³)	Situação do reservatório
Novembro	1638,67	446,78	-1191,89	-1191,89	E ¹
Dezembro	1985,49	446,78	-1538,71	-1538,71	E ¹
Total	11.797,78	5361,36	Vol. do reservatório (m³)	786,38	

(E¹) - água extravasando(D²) - nível do reservatório reduzindo(A³) - nível do reservatório aumentando**Fonte:** O autor (2019).

Quando analisada a disponibilidade de captação mensal levando em conta cada mês, verificou-se que dos meses de setembro até abril a capacidade de coleta é maior que a demanda necessária do condomínio, mas nos meses de maio até agosto, a precipitação média mensal é menor, com isso o volume de captação de água pluvial, fica abaixo da demanda do condomínio, e isso afetará o funcionamento do sistema. Dessa forma é necessário um reservatório com volume suficiente para armazenar água nos meses de maior precipitação, para suprir os meses de carência. Porém com a demanda mensal de 446,78 m³ o reservatório de 786,38 m³ é inviável para o condomínio, conforme memorial descritivo.

Recalculando o reservatório com a demanda mensal de 281 m³, o resultado do volume do reservatório está expresso na Tabela 21.

Tabela 21: Cálculo do volume necessário para o reservatório, para demanda mensal de 281m³.

Meses	Volume mensal (m ³)	Demanda Mensal (m ³)	Diferença entre volume e demanda de chuva (m ³)	Diferença acumulada (m ³)	Situação do reservatório
Janeiro	2367,21	281	-2086,21	-2086,21	E ¹
Fevereiro	1204,62	281	-923,62	-3009,83	E ¹
Março	1571,42	281	-1290,42	-4300,25	E ¹
Abril	561,53	281	-280,53	-4580,78	E ¹
Maio	377,02	281	-96,02	-4676,80	E ¹
Junho	311,01	281	-30,01	-4706,82	E ¹
Julho	123,75	281	157,25	157,25	D ²
Agosto	188,95	281	92,05	249,30	D ²
Setembro	570,33	281	-289,33	-40,03	A ³
Outubro	897,78	281	-616,78	-656,81	A ³
Novembro	1638,67	281	-1357,67	-2014,48	E ¹
Dezembro	1985,49	281	-1704,49	-3718,96	E ¹
Total	11.797,78	3372	Vol. do reservatório (m³)	250	

(E¹) - água extravasando(D²) - nível do reservatório reduzindo(A³) - nível do reservatório aumentando**Fonte:** O autor (2019).

4.2.6 Cálculo da intensidade pluviométrica para Varginha - MG

Dados,

T = período de retorno = 5 anos

t = duração da chuva = 5 minutos

k = 5987,104

a = 0,218

b = 32,694

c = 1,087

Através do *software* Plúvio, foram obtidos os valores das incógnitas K, a, b e c, para a cidade de Varginha-MG, conforme Figura 11 do item 4.1.1.

$$I_m = \frac{K \times T^a}{(t + b)^c}$$

$$I_m = \frac{5987,104 \times 5^{0,218}}{(5 + 32,694)^{1,087}}$$

$$I_m = 164,51 \text{ mm/h}$$

4.2.7 Cálculo da vazão de projeto

Dados,

I = 164,51 mm/h

A = 333,97m² / 4 calhas = 83,5 m²

$$Q = \frac{I \times A}{60}$$

$$Q = \frac{164,51 \times 83,5}{60}$$

$$Q = 228,94 \text{ L/min}$$

Vazão de projeto total do telhado = $228,94 \times 4 = 915,77\text{L}/\text{min}$

4.2.8 Cálculo do dimensionamento das calhas

Dados,

$Q = \text{vazão de projeto} = 228,94 \text{ L}/\text{min}$

$i = \text{inclinação da calha} = 0,005\text{m}/\text{m}$

$b = \text{largura da calha}$

$$h = \left(\frac{Q}{75614,37 \times i^{0,5}} \right)^{3/8}$$

$$h = \left(\frac{\frac{228,94}{60}}{75614,37 \times 0,005^{0,5}} \right)^{3/8} = 6,61\text{cm}$$

Portanto temos uma altura útil da calha de 6,61 centímetros, porém para obter a altura total, a altura útil deve ser acrescida de mais dois terços do seu valor. Totalizando uma altura de calha de 11 centímetros.

Após determinada a altura das calhas, determina-se a largura da mesma através da Equação 06, descrita no item 4.1.5.2.

$$b = 2 \times h$$

$$b = 2 \times 6,61$$

$$b = 13,22\text{cm}$$

A sessão da calha será de 15,0 cm x 11,0 cm (largura x altura).

4.2.9 Dimensionamento do condutor vertical

Dados,

$Q = \text{vazão de projeto} = 228,94 \text{ L}/\text{min}$

t = taxa de ocupação = 30%

D = diâmetro interno

$$Q = 0,019 \times t^{5/3} \times D^{8/3}$$

$$228,94 = 0,019 \times 0,30^{5/3} \times D^{8/3}$$

$$D = 71,97\text{mm}$$

$$D_{\text{comercial}} = 75,0\text{mm}$$

4.2.10 Dimensionamento do diâmetro da galeria

A galeria será utilizada para coletar as águas captadas, e transportá-las até o reservatório inferior. O filtro será interligado por um condutor horizontal ao poço de visita. Para cálculo é utilizado o valor das vazões que passam pelos filtros, podendo ser proveniente de uma, duas, três ou quatro torres, resultando, respectivamente, em vazões de 0,0153 m³/s, 0,0306 m³/s, 0,0459 m³/s ou 0,0611 m³/s. A vazão recebida pela galeria é dividida pelo coeficiente da Tabela 6 que leva em consideração a relação y/D, que no caso deste projeto foi utilizado 0,9 por ser a condição mais favorável.

Serão apresentados os cálculos do trecho de galeria entre os PV1 e PV2. Os demais cálculos estão apresentados na planilha do Apêndice B.

A vazão de projeto deste trecho é proveniente de sete torres, 0,107 m³/s, que será dividida pelo coeficiente da relação y/D igual 0,9.

$$Q_{\text{projeto}} = \frac{Q_{\text{contribuição}}}{\text{Coeficiente}} = \frac{0,107}{1,066} = 0,1004 \text{ m}^3/\text{s}$$

Resultando em uma vazão de 0,1004 m³/s, pode-se então encontrar o diâmetro necessário para a galeria, utilizando a equação de Manning.

$$D = \sqrt[2,67]{\frac{10,08 \times n \times Q}{\Pi \times i^{0,5}}} = \sqrt[2,67]{\frac{10,08 \times 0,015 \times 0,1004}{\Pi \times 0,1121^{0,5}}} = 204 \text{ mm}$$

O diâmetro adotado para o trecho da galeria é de 400mm, que é o diâmetro mínimo utilizado em obras de drenagem.

4.2.11 Cálculo da verificação da velocidade

A verificação da velocidade do escoamento da galeria deve ser efetuada, pois deve estar compreendida entre os valores normativos limites de 0,75 m/s e 6,0 m/s.

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \times i^{0,5}}{n} = \frac{\left(\frac{0,4}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,1121^{0,5}}{0,015} = 4,81 \text{ m/s}$$

Dados:

Raio hidráulico (Rh) = 0,10 m

Declividade da galeria (i) = 0,1121 m/m

Coefficiente de rugosidade (n) = 0,015

4.2.12 Cálculo da potência da bomba

A vazão de projeto da bomba será a demanda diária de consumo do condomínio.

Dados:

Volume de consumo diário não potável = 9.357,45 litros

$$Q = \frac{\text{Volume}}{86400} = \frac{9.357,45}{86400} = 0,000108 \text{ m}^3/\text{s}$$

Com a vazão calculada, pode-se efetuar o cálculo do diâmetro de recalque da bomba.

Dados:

Vazão (Q) = 0,000108 m³/s

Coefficiente (K) = 1,2

$$D = Kx \sqrt{Q} = 1,2 \times \sqrt{0,000108} = 0,013 \text{ m}$$

O diâmetro de recalque adotado é de 20 mm e o de sucção 25 mm.

Os comprimentos estão apresentados na Tabela 22, para efetuar os cálculos de altura manométrica, perda de carga e potência da bomba.

Tabela 22: Comprimentos equivalentes

Diâmetro da tubulação de recalque		D = 20mm		
Comprimento da tubulação de recalque		L = 514,5 m		
Item	Acessório	Quantidade	Comprimento equivalente unitário (m)	Comprimento equivalente total (m)
1	Curva 45°	6	0,2	1,2
2	Curva 90°	4	0,5	2
3	Registro de gaveta	1	4,6	4,6
4	Válvula de retenção horizontal	1	2,1	2,1
Total				9,9

Fonte: O autor (2019).

A altura manométrica será a mesma calculada previamente, podendo assim efetuar o cálculo da potência da bomba.

Dados:

Peso específico da água (γ) = 1000 kgf/m³

Vazão (Q) = 0,000108 m³/s

H_{man} = altura manométrica = 59,25 m

Coefficiente médio de rendimento (η_b) = 0,75

$$\eta = \eta_{\text{motor}} * \eta_{\text{bomba}} = 0,86 * 0,87 = 0,75$$

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{\text{man}}}{75 * \eta_b} = \frac{1000 * 0,000108 * 59,25}{75 * 0,75} = 0,114 \text{ Cv}$$

A potência comercial adotada será de 1,5 CV, devido a capacidade de bombas comerciais em atender a altura manométrica requerida.

4.2.13 Cálculo do sistema de distribuição de água fria

As tubulações da rede de distribuição serão de PVC rígido marrom, e seus diâmetros estão expressos na Tabela 1 do Apêndice F, que também apresenta seu traçado e determinação dos trechos e pontos de torneiras. Os cálculos dos diâmetros e verificação de pressão nas tubulações estão dispostos na tabela do Apêndice A.

4.3 Especificações de materiais e serviços

A especificação dos materiais e serviços previstos no projeto se faz necessária para que o mesmo seja executado de forma correta.

4.3.1 Reservatório superior

O reservatório será de aço carbono do tipo taça. Modelo TCS 1003 da marca Fazforte, com capacidade de 10.000 litros. A instalação deverá ser feita no local especificado no projeto, com fundação conforme especificações do fabricante.

4.3.2 Reservatório inferior

Será uma cisterna de concreto armado moldada in loco, com capacidade mínima de 250.000 litros. O reservatório terá dimensões conforme descrito no projeto, e sua instalação será feita conforme expresso em planta, apresentada no Apêndice D.

4.3.3 Tubos e conexões

O sistema de distribuição terá tubulação e conexões de PVC rígido, marrom, soldável, da marca Tigre ou similar. Os adesivos para união dos tubos e conexões deverão ser da marca Tigre ou similar de mesma qualidade.

Para a união dos tubos e conexões, as pontas dos tubos deverão estar limpas, para a aplicação dos adesivos plásticos. Com a utilização de uma lixa, deverá ser tirado o brilho das superfícies, para que a aderência do adesivo seja mais eficiente.

4.3.4 Bomba

Para o sistema elevatório, responsável por transportar a água do reservatório inferior para o superior, utilizará uma bomba da marca Schneider, modelo BC-92 AV, ou similar de mesma qualidade, com capacidade de bombeamento de 0,4 m³/h, e até 60 m de altura manométrica. As especificações técnicas da bomba estão apresentadas no Anexo A.

A bomba deverá ser instalada por profissional capacitado, que será responsável por sua programação, assim como determinação das bitolas de fios e disjuntores necessários.

4.3.5 Filtro

Será utilizado o filtro VF6 da marca 3P Technik, com capacidade de filtragem de vazões provenientes de até 1.500 m² de telhado. A instalação do filtro deverá seguir a localização especificada no projeto, ao final dos condutores horizontais, antes de serem interligados a galeria.

4.3.6 Galeria

A galeria será responsável por conduzir as águas captadas até a cisterna, tendo os condutores horizontais interligados a ela por meio dos poços de visita. Os diâmetros utilizados serão de 400 milímetros e 600 milímetros.

Para a escavação e assentamento dos tubos, algumas recomendações devem ser seguidas:

- ✓ As escavações de valas deverão propiciar depois de concluídas, condições para montagem das tubulações em planta e perfil, conforme elementos do projeto. O fundo das valas deverá ser perfeitamente regularizado e compactado, possuindo lastro de brita 02, sobre a qual será executada uma camada de 5 cm de concreto magro, com a largura prevista da galeria para melhor assentamento das tubulações;

- ✓ A escavação será mecanizada;

- ✓ A largura das valas deve ser respeitada como medida mínima, o diâmetro da tubulação + 1,0 metro;

- ✓ O escoramento das valas se torna obrigatório quando exceder 1,20 metros, para preservação da segurança no canteiro;

- ✓ O recobrimento mínimo dos tubos em concreto simples e em concreto armado será de 1,00 metro;
- ✓ As profundidades mínimas do fundo de valas das galerias irão variar de acordo com os diâmetros externos das bolsas, mais os berços. Onde para cada diâmetro interno, as profundidades serão: 400 mm = 1,40 m; 600 mm = 1,60 m.
- ✓ O material escavado obrigatoriamente sempre que possível será colocado em um lado somente da via, a fim de deixar um lado passível de trânsito.
- ✓ Os posicionamentos dos tubos serão feitos através de processos mecânicos, utilizando maquinário, tal como retroescavadeira, permitindo o alinhamento, nivelamento e declividades impostas obrigatoriamente pelo projeto;
- ✓ A junta da tubulação deverá ser executada somente após a conferência da declividade da mesma;
- ✓ Os tubos de concreto deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia com traço 1:3;

Para o serviço de aterro devem ser seguidas as seguintes restrições:

- ✓ Os aterros que deverão ser executados serão provenientes do material retirado durante o processo de escavação, desde que não haja a presença de vestígios vegetais;
- ✓ O processo de compactação pode ser feito manualmente ou mecanizado, em camadas de 20 cm, gerando compactação de 97%;
- ✓ A reposição da terra, até a altura de 50 centímetros acima da geratriz superior da galeria, deve ser feita manualmente, para serem evitadas a presença de pedras ou outros tipos de corpos, e também a fim de evitar acidentes que podem gerar a danificação da tubulação;

4.3.7 Poços de visita

Os poços de visita são dispositivos localizados em determinados pontos do sistema que permitem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro, interligação de outras canalizações, início de rede, e inspeção e limpeza.

Na execução dos mesmos, deve seguir as seguintes recomendações:

- ✓ Os poços de visita são espaçados em distâncias variando entre 65,0 metros a 182,0 metros, conforme projeto no Apêndice D;

- ✓ A quantidade e localização estão de acordo com o projeto no Apêndice D;
- ✓ Os poços de visita possuirão tampões de ferro fundido com diâmetro de 60 centímetros, com nível superior no mesmo nível do greide de pavimentação;
- ✓ O método construtivo dos poços de visita, assim como sua chaminé, será em alvenaria, com parede de 20 centímetros de espessura, assentados com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, com tijolos maciços rebocados no interior, e seu fundo em concreto com traço de 1:3:6, com espessura constante de 10 cm;
- ✓ As dimensões dos mesmos serão de acordo com o detalhamento no Apêndice D;

5 QUANTITATIVO DE MATERIAIS E ESTIMATIVA DE CUSTO

Desenvolvendo o projeto, um levantamento dos materiais e serviços necessários foi efetuado, e com ele uma estimativa de custo para que possa ter uma noção de grandeza financeira desta obra. A Tabela 23 apresenta o quantitativo de materiais.

Tabela 23: Quantitativo de materiais.

Item	Unidade	Quantidade
Reservatório 10.000 litros	Un	1,00
Filtro VF6	Un	11,00
Bomba de água 1,5CV	Un	2,00
Válvula de retenção horizontal ø20mm	Un	2,00
Registro de gaveta ø20mm	Un	1,00
Registro de gaveta ø32mm	Un	1,00
Registro de gaveta ø40mm	Un	3,00
Curva de 45° em PVC marrom rígido ø20mm	Un	6,00
Curva de 45° em PVC marrom rígido ø32mm	Un	4,00
Curva de 45° em PVC marrom rígido ø40mm	Un	5,00
Curva de 90° em PVC marrom rígido ø20mm	Un	4,00
Curva de 90° em PVC marrom rígido ø32mm	Un	3,00
Curva de 90° em PVC marrom rígido ø40mm	Un	4,00
T em PVC marrom rígido ø20mm	Un	1,00
T em PVC marrom rígido ø32mm	Un	15,00
T em PVC marrom rígido ø40mm	Un	8,00
Tubo de PVC marrom rígido ø20mm	m	658,00
Tubo de PVC marrom rígido ø25mm	m	98,00
Tubo de PVC marrom rígido ø32mm	m	702,00
Tubo de PVC marrom rígido ø40mm	m	242,00
Tubo de PVC branco ø100mm	m	1066,00
Tubo de PVC branco ø125mm	m	260,00
Tubo de PVC branco ø150mm	m	89,00
Tubo de PVC branco ø200mm	m	316,00
Tubo de PVC branco ø250mm	m	164,00
Concreto usinado C20	m ³	135,20
Barra de aço CA-50	Kg	4763,00
Abraçadeira metálica tipo U para tubo de ø75mm	Un	496,00
Parafuso e bucha de 8mm para abraçadeiras	Un	992,00
Torneira de jardim metálica ø20mm	Un	27,00
Mangueira de irrigação microperfurada	Un	3,00
Calha de beiral galvanizada branca 15cm x 11cm	m	2852,00
Tubo PVC branco ø75mm	m	1488,00
Manilha de concreto armada CA-1 Ø 400 mm	m	677,00
Manilha de concreto armada CA-1 Ø 600 mm	m	135,00

Continua

Conclusão Tabela 23: Quantitativo de materiais.

Item	Unidade	Quantidade
Tijolo maciço 24 x 11,5 x 5,3cm	Un	10023,00
Tampão de ferro fundido Ø 600 mm	Un	9,00
Concreto magro	m ³	57,50
Brita 2	m ³	57,50
Pavimentação asfáltica	m ³	121,8

Fonte: O autor (2019).

Para a estimativa de custo foi levantada uma composição de preço dos serviços que deverão ser efetuados. A composição e o orçamento foram feitos utilizando a Tabela de Composição de Preços para Orçamento – TCPO, a tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil – SINAPI do mês de setembro de 2019, e por catálogo de fabricantes. Os resultados da composição de custo de serviços estão apresentados na Tabela 24.

Tabela 24: Composição de custo de serviços.

Item	Descrição	Unid.	Coef.	Preço Unit.	Preço total
1		Calha			
1.1	Ajudante de telhadista	h	1,2	R\$ 12,34	R\$ 14,81
1.2	Telhadista	h	1,2	R\$ 18,80	R\$ 22,56
1.3	Prego com cabeça 15 x 15	kg	0,09	R\$ 11,15	R\$ 1,00
1.4	Rebite de aço zincado	kg	0,04	R\$ 56,28	R\$ 2,25
1.5	Andaime fachadeiro	h	0,5	R\$ 144,00	R\$ 72,00
1.6	Estanho para solda	kg	0,04	R\$ 126,52	R\$ 5,06
Total/m					R\$ 117,68
2		Condutores			
2.1	Ajudante de encanador	h	0,56	R\$ 12,34	R\$ 6,91
2.2	Encanador	h	0,56	R\$ 16,78	R\$ 9,40
2.3	Adesivo para PVC	kg	0,009	R\$ 23,99	R\$ 0,22
Total/m					R\$ 16,52
3		Galeria			
3.1	Escavadeira	h	0,148	R\$ 83,65	R\$ 12,38
3.2	Anel de vedação	un	0,5	R\$ 93,15	R\$ 46,58
3.3	Assentador de tubos	h	0,111	R\$ 16,67	R\$ 1,85
3.4	Montador	h	0,222	R\$ 18,32	R\$ 4,07
3.5	Ajudante	h	0,444	R\$ 12,34	R\$ 5,48
Total/m					R\$ 70,35
4		Cisterna - Escavação			
4.1	Escavadeira	h	0,0704	R\$ 83,65	R\$ 5,89

Continua

Conclusão Tabela 24: Composição de custo de serviços.

Item	Descrição	Unid.	Coef.	Preço Unit.	Preço total
4.2	Ajudante	h	0,0704	R\$ 12,34	R\$ 0,87
Total/m ³					R\$ 6,76
5	Cisterna - Impermeabilização				
5.1	Aplicador de impermeabilização	h	0,5	R\$ 16,76	R\$ 8,38
5.2	Ajudante	h	0,3	R\$ 12,34	R\$ 3,70
5.3	Primer para tinta impermeabilizante asfáltica	l	0,4	R\$ 14,63	R\$ 5,85
5.4	Manta asfáltica	m ²	1,15	R\$ 44,37	R\$ 51,03
Total/m ²					R\$ 68,96
6	Cisterna - Armação				
6.1	Armador	h	0,1304	R\$ 16,76	R\$ 2,19
6.2	Ajudante	h	0,2282	R\$ 11,69	R\$ 2,67
6.3	Arame recozido	kg	0,03375	R\$ 10,00	R\$ 0,34
6.4	Dobreadeira para ferro	h	0,0978	R\$ 33,55	R\$ 3,28
Total/kg					R\$ 8,47
7	Cisterna - Concretagem				
7.1	Carpinteiro	h	0,2627	R\$ 16,78	R\$ 4,41
7.2	Ajudante	h	0,1893	R\$ 13,21	R\$ 2,50
7.3	Desmoldante para forma	l	0,0345	R\$ 11,00	R\$ 0,38
7.4	Formas de alumínio	m ²	1,036	R\$ 1.325,85	R\$ 1.373,58
7.5	Pedreiro	h	0,353	R\$ 16,78	R\$ 5,92
7.6	Servente	h	1,059	R\$ 11,63	R\$ 12,32
7.7	Vibrador por imersão	h	0,143	R\$ 29,65	R\$ 4,24
Total/m ³					R\$ 1.403,35
8	Sistema elevatório				
8.1	Encanador	h	2,5	R\$ 16,78	R\$ 41,95
8.2	Ajudante	h	5	R\$ 12,34	R\$ 61,70
8.3	Montador	h	2,5	R\$ 18,32	R\$ 45,80
Total/unid.					R\$ 149,45
9	Sistema de distribuição				
9.1	Encanador	h	0,13	R\$ 16,78	R\$ 2,18
9.2	Ajudante	h	0,13	R\$ 12,34	R\$ 1,60
9.3	Solução limpadora para PVC	l	0,0003	R\$ 35,30	R\$ 0,01
9.4	Adesivo para PVC	kg	0,000616	R\$ 23,99	R\$ 0,01
Total/m					R\$ 3,81

Fonte: O autor (2019).

Com o levantamento de custo de serviços efetuado, pode-se estimar o custo da obra, conforme Tabela 25.

Tabela 25: Estimativa de custo.

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Pr. Unitário	Pr. Total
1	Sistema de captação				
1.1	Calha de beiral galvanizada branca 15cm x 11cm	m	2852,00	R\$ 28,86	R\$ 82.308,72
1.2	Tubo PVC branco ø75mm	m	1488,00	R\$ 7,35	R\$ 10.936,80
1.3	Abraçadeira metálica tipo U para tubo de ø75mm	un	496,00	R\$ 1,73	R\$ 858,08
1.4	Parafuso e bucha de 8mm para abraçadeiras	un	992,00	R\$ 0,33	R\$ 327,36
1.5	Tubo de PVC branco ø100mm	m	1066,00	R\$ 8,30	R\$ 8.847,80
1.6	Tubo de PVC branco ø125mm	m	260,00	R\$ 15,65	R\$ 4.069,00
1.7	Tubo de PVC branco ø150mm	m	89,00	R\$ 23,30	R\$ 2.073,70
1.8	Tubo de PVC branco ø200mm	m	316,00	R\$ 38,14	R\$ 12.052,24
1.9	Tubo de PVC branco ø250mm	m	164,00	R\$ 63,09	R\$ 10.346,76
1.10	Caixa de inspeção pluvial de PVC	un	171,00	R\$ 39,90	R\$ 6.822,90
1.11	Caixa de areia de PVC	un	13,00	R\$ 120,87	R\$ 1.571,31
1.12	Filtro VF6	un	11,00	R\$ 6.750,00	R\$ 74.250,00
1.13	Instalação de calhas	m	2852,00	R\$ 117,68	R\$ 335.623,36
1.14	Instalação de condutores	m	1895,00	R\$ 16,52	R\$ 31.311,29
Subtotal				R\$	540.088,03
2	Galeria de condução pluvial				
2.1	Fornecimento e lançamento de brita n.02	m³	57,50	R\$ 70,02	R\$ 4.026,15
2.2	Concreto magro fck 18MPa	m³	57,50	R\$ 194,65	R\$ 11.192,38
2.3	Tubo de concreto para rede pluvial Ø 400 mm	un	677,00	R\$ 91,31	R\$ 61.816,87
2.4	Tubo de concreto para rede pluvial Ø 600 mm	un	135,00	R\$ 155,13	R\$ 20.942,55
2.5	Poço de visita 1,2x1,2x1,4m	un	7,00	R\$ 261,61	R\$ 1.831,27
2.6	Poço de visita 1,2x1,2x1,7m	un	1,00	R\$ 317,67	R\$ 317,67
2.7	Poço de visita 1,2x1,2x2,0m	un	1,00	R\$ 373,73	R\$ 373,73
2.8	Tampão de ferro fundido Ø 600 mm	un	9,00	R\$ 360,79	R\$ 3.247,11
2.9	Repavimentação	m³	121,80	R\$ 8,75	R\$ 1.065,75
2.10	Instalação da galeria e componentes	m³	812,00	R\$ 70,35	R\$ 57.125,47
Subtotal				R\$	161.938,95
3	Reservatórios				
3.1	Reservatório TCS 1003 10.000 litros	un	1,00	R\$ 10.360,00	R\$ 10.360,00
3.2	Concreto usinado C20	m³	135,20	R\$ 244,99	R\$ 33.122,65
3.3	Barra de aço CA-50	kg	4763,00	R\$ 3,77	R\$ 17.956,51
3.4	Escavação	m³	346,50	R\$ 6,76	R\$ 2.341,54
3.5	Impermeabilização	m²	239,00	R\$ 68,96	R\$ 16.481,32
3.6	Armação	kg	7170,00	R\$ 8,47	R\$ 60.743,18
3.7	Concretagem	m³	67,60	R\$ 1.403,35	R\$ 94.866,35
Subtotal				R\$	235.871,55
4	Sistema elevatório				
4.1	Bomba de água 1,5CV	un	2,00	R\$ 1.949,96	R\$ 3.899,92

Continua

Conclusão Tabela 25: Estimativa de custo.

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Pr. Unitário	Pr. Total
4.2	Tubo de PVC marrom rígido ø20mm	m	515,00	R\$ 1,81	R\$ 932,15
4.3	Válvula de retenção horizontal ø20mm	un	2,00	R\$ 23,60	R\$ 47,20
4.4	Registro de gaveta ø20mm	un	1,00	R\$ 37,04	R\$ 37,04
4.5	Curva de 45° em PVC marrom rígido ø20mm	un	6,00	R\$ 1,12	R\$ 6,72
4.6	Curva de 90° em PVC marrom rígido ø20mm	un	4,00	R\$ 1,49	R\$ 5,96
4.7	Instalação do sistema	un	2,00	R\$ 149,45	R\$ 298,90
Subtotal				R\$	5.227,89
<hr/>					
5	Sistema de Distribuição				
5.1	Tubo de PVC marrom rígido ø20mm	m	143,00	R\$ 1,98	R\$ 283,14
5.2	Tubo de PVC marrom rígido ø25mm	m	98,00	R\$ 2,65	R\$ 259,70
5.3	Tubo de PVC marrom rígido ø32mm	m	702,00	R\$ 6,53	R\$ 4.584,06
5.4	Tubo de PVC marrom rígido ø40mm	m	242,00	R\$ 8,87	R\$ 2.146,54
5.5	Registro de gaveta ø32mm	un	1,00	R\$ 46,31	R\$ 46,31
5.6	Registro de gaveta ø40mm	un	3,00	R\$ 62,82	R\$ 188,46
5.7	Curva de 45° em PVC marrom rígido ø32mm	un	4,00	R\$ 2,43	R\$ 9,72
5.8	Curva de 45° em PVC marrom rígido ø40mm	un	5,00	R\$ 3,98	R\$ 19,90
5.9	Curva de 90° em PVC marrom rígido ø32mm	un	3,00	R\$ 4,38	R\$ 13,14
5.10	Curva de 90° em PVC marrom rígido ø40mm	un	4,00	R\$ 7,78	R\$ 31,12
5.11	T em PVC marrom rígido ø20mm	un	1,00	R\$ 0,59	R\$ 0,59
5.12	T em PVC marrom rígido ø32mm	un	15,00	R\$ 2,59	R\$ 38,85
5.13	T em PVC marrom rígido ø40mm	un	8,00	R\$ 5,67	R\$ 45,36
5.14	Torneira de jardim metálica ø20mm	un	27,00	R\$ 11,63	R\$ 314,01
5.15	Mangueira de irrigação microperfurada	un	3,00	R\$ 76,00	R\$ 228,00
5.16	Instalação do sistema	m	1185,00	R\$ 3,81	R\$ 4.516,00
Subtotal				R\$	12.724,90
<hr/>					
Total				R\$	955.852,32

Fonte: O autor (2019).

6 VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Com o levantamento de consumo não potável da edificação e informações de consumo de água do empreendimento, pode-se verificar a economia gerada pela implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial.

O empreendimento não está com sua ocupação total, por ter sido inaugurado recentemente, portanto não há valores de consumo real do condomínio para uma comparação de sua economia com a implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial. Além de que o valor pago para a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA é referente ao tratamento e manutenção da água, e não ao valor somente da água. Com isso consumo não potável estimado mensal do condomínio é de 280.723,64 litros.

Porém a questão econômica não deve ser o único fator a ser considerado ao analisar a viabilidade do projeto. Temos atualmente diversos problemas com a escassez de água; problema que pode piorar ao longo dos anos, podendo levar o sistema de distribuição hídrico a níveis críticos. Com esse pensamento, as condutas e os hábitos devem ser mudados, principalmente por parte dos grandes consumidores como o agronegócio, escolas, hospitais e indústrias.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho ajuda na compreensão das etapas do dimensionamento e da implantação do projeto de captação e aproveitamento de água pluvial. Foram utilizadas literaturas de autores como Plínio Tomaz, com grande experiência na área hidráulica, como base para o dimensionamento do sistema, e também parâmetros normativos referentes a cada etapa.

Ao decorrer do trabalho, o diagnóstico efetuado apresentou os fatores que tornam possível a implantação do sistema no condomínio, possuindo uma grande área de captação devido aos telhados das 31 torres, espaço necessário para instalação de todos os componentes, e a precipitação de chuva favorável.

Levando em consideração os benefícios ambientais e econômicos que a implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial pode gerar, uma conscientização é muito importante, com foco em mostrar não apenas a economia gerada, mas também os benefícios que traz ao meio ambiente.

Portanto, o desenvolvimento do projeto de captação e aproveitamento de água pluvial para o condomínio Portal Tulipas do Campo da cidade de Varginha – MG, esclarece pontos referentes ao seu dimensionamento e suas características. Os parâmetros e conceitos referentes ao tema mostra a simplicidade da preservação de recursos naturais, apenas com a mudança de hábitos de consumo e utilização de fontes alternativas.

REFERÊNCIAS

3P TECHNIK – **3P Filtro Industrial VF6**. Disponível em: <<http://www.agua-de-chuva.com/75-2-3P-Filtro-Industrial-VF6.html>> Acesso em : 8 de outubro de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 10.844**: instalações prediais de águas pluviais: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.224**: Projeto de Sistema de Bombeamento para Abastecimento Público. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

AZEVEDO NETO, J. M., et al. **Manual de hidráulica**. Ed. Edgard Blücher Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de Chuva Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3ª edição, Editora Edgard Blücher, 1998, São Paulo- SP.

BRZ EMPREENDIMENTOS. **BRZ o seu minha casa minha vida premium**. Disponível em: <<https://www.brzempresendimentos.com/>>. Acesso em: 18 Abril 2019.

FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) / FIEMG (Federação das Indústrias de Minas Gerais). MALARO, Antônio; INTRANET. **Aproveitamento de Água Pluvial – Conceitos e Informações Gerais**, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://feam.br/images/stories/2016/Producao_Sustentavel/guias-tecnicos-ambientais/cartilha_agua_da_chuva_intranet.pdf> Acesso em: 26 fevereiro 2019.

GHISI, E. Aproveitamento e uso racional de água e tratamento de efluentes: especialização em arquitetura sustentável e bioclimática. 2010 a 2011. 17 f. Notas de Aula. Mimeografado.

NASCIMENTO, E. A. A.; SANT'ANA, D. Caracterização dos Usos Finais do Consumo de Água em Edificações do Setor Hoteleiro de Brasília, 2014.

PROCAFÉ, Fundação Procafé. Disponível em: <<http://fundacaoprocafe.com.br/>> Acesso em: 12 abril 2019.

TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis, 2 ed. São Paulo: Navegar, 2010.

TOMAZ, Plínio. **Cálculo hidrológicos e hidráulicos para obras**, 2 ed. São Paulo: Navegar, 2011.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (org). **Drenagem Urbana**. Editora da Universidade UFRGS. Porto Alegre - RS. 1995.

VASCONCELOS, I. P. Galerias. Varginha: Centro Universitário do Sul de Minas, 2019. 22 slides, color.

WPCF 8 ASCE. Design and construction of sanitary and storm sewers. WPCF, 1970. WPCF Manual of Practice no 9.

APÊNDICE A

Apêndice A - Planilha de Cálculo de Instalações Prediais de Água Fria

Pontos		Trechos	Pesos	Vazão (l/s)	Di interno [mm]	Área [m²]	Velocidade [m/s]	Comprimentos das Tubulações [m]			Perda de carga no Trecho [mca]	Elevação [m]		Pressão Efetiva [mca] Pe = Pdisp. - Elevação			
M	J	Definição	Acumulado	$0,30 \cdot \sqrt{P}$	Tabela Diâmetro X Velocidade	$A = \frac{\pi D^2}{4}$	$V = \frac{Q}{A}$	Real	Equivalente			$hf = 0,000859 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L_{total}$	M	J	M	J	
								Quantidade	Peças	L eq	Total						
RES	1.1	Distribuição	0,80	0,27	25,00	4,909E-04	0,55	45,5	1	Saída de reservatório	1,8	50,1	0,99	866,6	855,25	0,00	11,35
								2	Curva 90°	1,4							
								1	Registro de gaveta	0,4							
								2	Curva 45°	1							
1.1	T1	Distribuição	0,80	0,27	25,00	4,909E-04	0,55	0,5	1	T passagem lateral	4,6	5,1	0,10	855,25	855,75	11,35	10,75
1.1	T2	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	24	1	T passagem direta	0,8	24,8	3,01	855,25	855,00	11,35	8,59
RES	2.1	Distribuição	10,00	0,95	32,00	8,0425E-04	1,18	81	1	Saída de reservatório	1,8	86,1	4,78	866,60	857,50	8,59	12,91
								2	Curva 90°	1,4							
								1	Registro de gaveta	0,4							
								3	Curva 45°	1,5							
2.1	2.2	Distribuição	2,00	0,42	32,00	8,0425E-04	0,53	2,6	1	T passagem direta	1,5	4,1	0,06	857,50	857,50	12,91	12,85
2.2	T3	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,09	857,50	858,00	12,85	12,26
2.2	2.3	Distribuição	1,60	0,38	32,00	8,0425E-04	0,47	3,5	1	T passagem direta	1,5	5	0,06	857,50	857,50	12,26	12,21
2.3	2.4	Distribuição	0,80	0,27	32,00	8,0425E-04	0,33	23	1	T passagem direta	1,5	24,5	0,15	857,50	856,20	12,21	13,36
2.4	T4	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,09	856,20	856,70	13,36	12,77
2.4	T5	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	25	1	T passagem direta	0,8	25,8	0,80	856,20	855,50	13,36	13,26
2.3	2.5	Distribuição	0,80	0,27	32,00	8,0425E-04	0,33	31	1	T passagem lateral	4,6	36,7	0,22	857,50	847,15	12,21	22,33
								1	Curva 90°	0,7							
								1	Registro de gaveta	0,4							
2.5	T6	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,09	847,15	847,65	22,33	21,74
2.5	T7	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	24	1	T passagem direta	0,8	24,8	0,77	847,15	847,50	22,33	21,22
2.1	2.6	Distribuição	8,00	0,85	32,00	8,0425E-04	1,06	35	1	T passagem lateral	4,6	40,7	1,86	857,50	845,45	12,85	23,04
								1	Curva 90°	0,7							
								1	Registro de gaveta	0,4							
2.6	T8	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,09	845,45	845,95	23,04	22,45
2.6	2.7	Distribuição	7,60	0,83	32,00	8,0425E-04	1,03	25	1	T passagem direta	1,5	26,5	1,16	845,45	843,75	23,04	23,59
2.7	T9	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,09	843,75	844,25	23,59	23,00
2.7	2.8	Distribuição	7,20	0,80	32,00	8,0425E-04	1,00	40	1	T passagem direta	1,5	42,5	1,77	843,75	842,50	23,59	23,07
								2	Curva 45°	1							
2.8	T10	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,09	842,50	843,00	23,07	22,48
2.8	2.9	Distribuição	6,80	0,78	25,00	4,9087E-04	1,59	48	1	T passagem direta	1,5	49,5	6,34	842,50	836,00	23,07	23,23
2.9	2.10	Distribuição	0,80	0,27	25,00	4,9087E-04	0,55	163	1	T passagem lateral	2,4	165,4	3,25	836,00	838,30	23,23	17,68
2.10	T11	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	42	1	T passagem lateral	2,4	44,4	1,37	838,30	841,00	17,68	13,60
2.10	T12	Distribuição	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	3,5	1	T passagem direta	1,5	5	0,15	838,30	838,80	17,68	17,02
2.9	2.11	Distribuição	6,40	0,76	25,00	4,9087E-04	1,55	35	1	T passagem direta	1,5	36,5	4,43	836,00	825,00	23,23	29,80
2.11	2.12	Distribuição	2,80	0,50	25,00	4,9087E-04	1,02	41	1	T passagem lateral	4,6	45,6	2,69	825,00	824,80	29,80	27,31
2.12	T13	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	824,80	825,30	27,31	26,46
2.12	2.13	Distribuição	2,40	0,46	25,00	4,9087E-04	0,95	25	1	T passagem direta	1,5	26,5	1,36	824,80	824,70	27,31	26,05
2.13	T14	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	824,70	825,20	26,05	25,20
2.13	2.14	Distribuição	2,00	0,42	25,00	4,9087E-04	0,86	25	1	T passagem direta	1,5	26,5	1,16	824,70	824,70	26,05	24,89
2.14	T15	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	824,70	825,20	24,89	24,04
2.14	2.15	Distribuição	1,60	0,38	25,00	4,9087E-04	0,77	25	1	T passagem direta	1,5	26,5	0,96	824,70	826,50	24,89	22,13
2.15	T16	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	826,50	827,00	22,13	21,28
2.15	2.16	Distribuição	1,20	0,33	25,00	4,9087E-04	0,67	25	1	T passagem direta	1,5	26,5	0,74	826,50	827,35	22,13	20,54

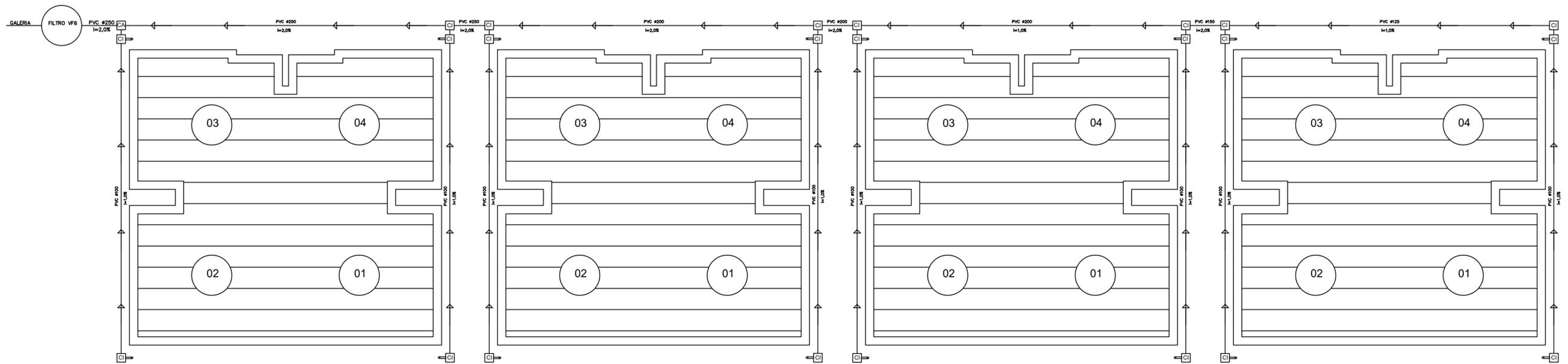
2.16	T17	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	827,35	827,85	20,54	19,69
2.16	2.17	Distribuição	0,80	0,27	25,00	4,9087E-04	0,55	24	1	T passagem direta	1,5	25,5	0,50	827,35	826,30	20,54	21,09
2.17	T18	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	50	1	T passagem lateral	2,4	52,4	6,36	826,30	827,40	21,09	13,62
2.17	T19	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	38	1	T passagem direta	0,8	39,5	4,80	826,30	828,00	21,09	14,59
								1	Curva 90°	0,7							
2.11	2.18	Distribuição	3,20	0,54	25,00	4,9087E-04	1,09	53	1	T passagem direta	1,5	55,5	3,67	825,00	823,35	29,80	27,78
								2	Curva 45°	1							
2.18	T20	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	823,35	823,85	27,78	26,92
2.18	2.19	Distribuição	2,80	0,50	25,00	4,9087E-04	1,02	52	1	T passagem direta	1,5	53,5	3,15	823,35	824,00	27,78	23,98
2.19	T21	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	824,00	824,50	23,98	23,12
2.19	2.20	Distribuição	2,40	0,46	25,00	4,9087E-04	0,95	24	1	T passagem direta	1,5	25,5	1,31	824,00	823,00	23,98	23,66
2.20	T22	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	823,00	823,50	23,66	22,81
2.20	2.21	Distribuição	2,00	0,42	25,00	4,9087E-04	0,86	24	1	T passagem direta	1,5	25,5	1,12	823,00	822,20	23,66	23,35
2.21	T23	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	822,20	822,70	23,35	22,49
2.21	2.22	Distribuição	1,60	0,38	25,00	4,9087E-04	0,77	24	1	T passagem direta	1,5	25,5	0,92	822,20	820,80	23,35	23,83
2.22	T24	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	820,80	821,30	23,83	22,97
2.22	2.23	Distribuição	1,20	0,33	25,00	4,9087E-04	0,67	43	1	T passagem direta	1,5	44,5	1,25	820,80	819,10	23,83	24,28
2.23	T25	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	819,10	819,60	24,28	23,42
2.23	2.24	Distribuição	0,80	0,27	25,00	4,9087E-04	0,55	25	1	T passagem direta	1,5	26,5	0,52	819,10	819,20	24,28	23,66
2.24	T26	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	0,5	1	T passagem lateral	2,4	2,9	0,35	819,20	819,70	23,66	22,80
2.24	T27	Distribuição	0,40	0,19	15,00	1,7671E-04	1,07	25	1	T passagem direta	0,8	25,8	3,13	819,20	820,00	23,66	19,72

APÊNDICE B

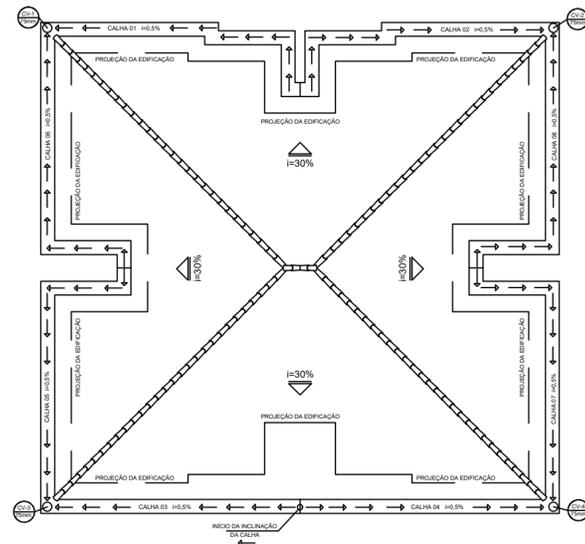
Apêndice B - Planilha de Cálculo de Galerias

TRECHO	Cota Montante	Cota Jusante	Comprimento do trecho	i trecho (m/m)	VAZÃO (m³/s)				i adotada (m/m)	Diâmetro calculado (m)	Diâmetro Comercial (mm)	Velocidade (m/s)	Verificação da Veocidade
					MONTANTE	PONTO	COEF. COREÇÃO	TOTAL					
PV 1 - PV 2	853,20	846,25	62,00	0,1121	0,000	0,107	1,066	0,100	0,1121	0,204	400	4,81	OK!
PV 2 - PV 3	846,25	842,50	136,00	0,0276	0,107	0,046	1,066	0,144	0,0276	0,303	400	2,38	OK!
PV 3 - PV 4	842,50	841,90	15,00	0,0400	0,153	0,061	1,066	0,201	0,0400	0,321	400	2,87	OK!
PV 4 - PV 5	841,90	836,00	144,00	0,0410	0,214	0,000	1,066	0,201	0,0410	0,320	400	2,91	OK!
PV 5 - PV 6	836,00	827,90	65,00	0,1246	0,214	0,015	1,066	0,215	0,1200	0,268	400	4,98	OK!
PV 6 - PV 7	827,90	823,15	182,00	0,0261	0,229	0,000	1,066	0,215	0,0261	0,357	400	2,32	OK!
PV 7 - PV 8	823,15	819,70	73,00	0,0473	0,229	0,107	1,066	0,316	0,0473	0,369	400	3,12	OK!
PV 8 - PV 9	819,70	820,00	112,00	-0,0027	0,336	0,076	1,066	0,387	0,0054	0,598	600	1,38	OK!
PV 9 - PS	820,00	818,00	23,00	0,0870	0,413	0,015	1,066	0,402	0,0057	0,600	600	1,42	OK!

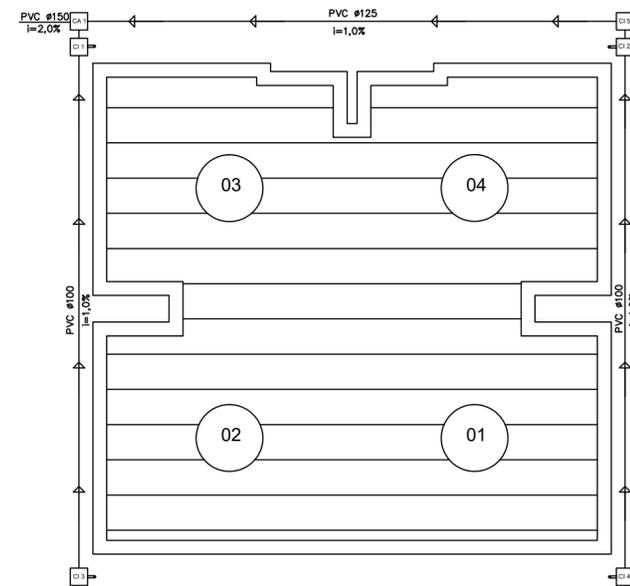
APÊNDICE C



20 SISTEMA DE CAPTAÇÃO - CONDUTORES HORIZONTAIS E FILTRO



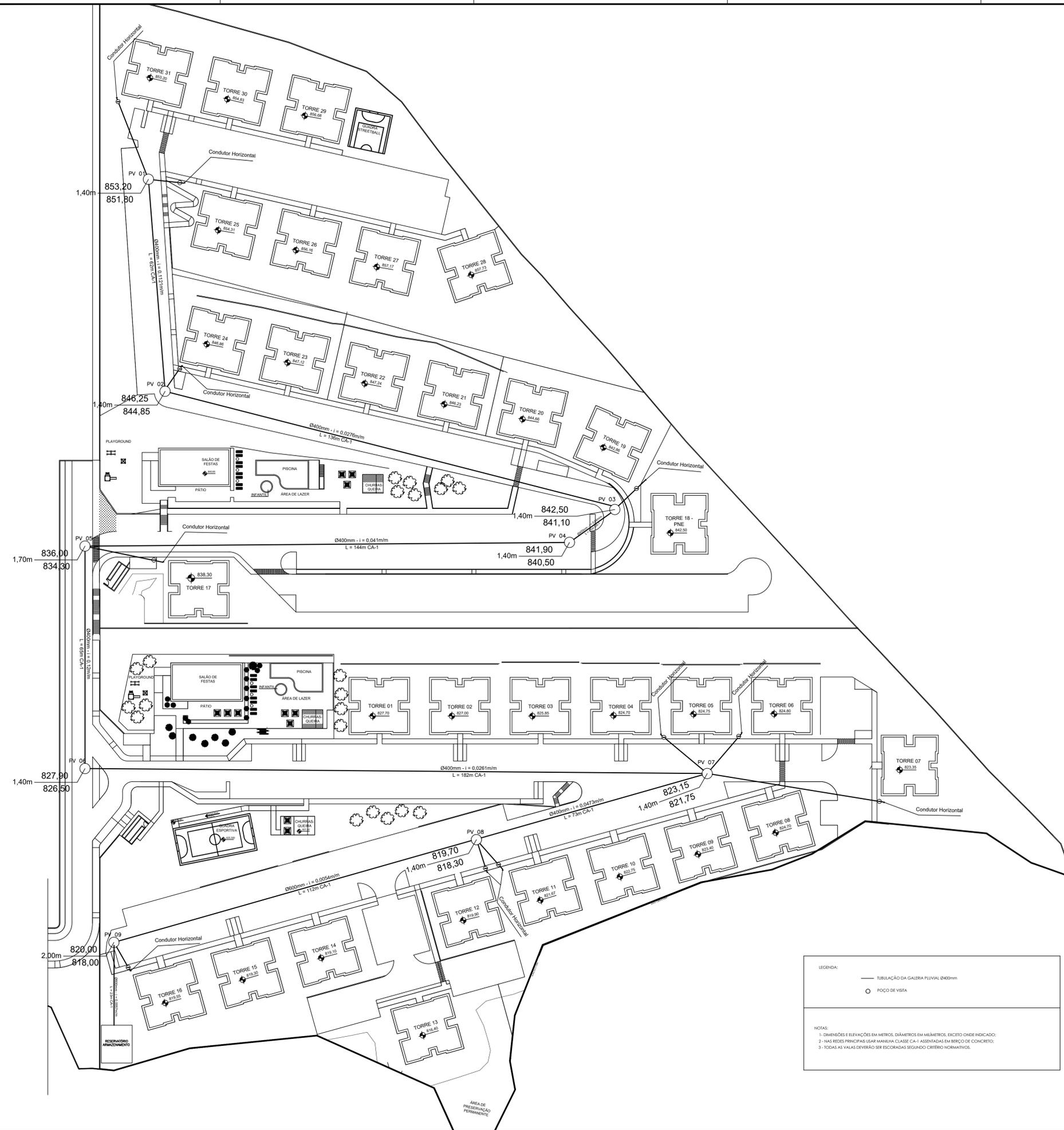
21 SISTEMA DE CAPTAÇÃO - CALHAS E CONDUTORES VERTICAIS



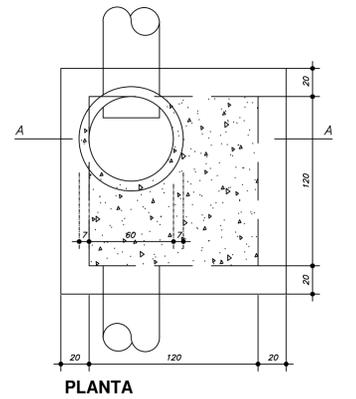
22 SISTEMA DE CAPTAÇÃO - CONDUTOR HORIZONTAL DE UMA TORRE

LOCAL:	CONDOMÍNIO PORTAL TULIPAS DO CAMPO VARGINHA - MG	
CORRECBORACIONAL:	ZONA URBANA - BAIRRO RESIDENCIAL	
CATEGORIA DE USO:	R3 - RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR	
<p>DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO, NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO.</p> <p>AUTOR DO PROJETO: GABRIEL REIS REDONDO</p> <p>RESPONSÁVEL TÉCNICO: GABRIEL REIS REDONDO</p> <p>DESENHOS: GABRIEL REIS REDONDO</p>		
APROVAÇÃO:		
IDENTIFICAÇÃO:	APÊNDICE C	P R A N C H A
CONTEÚDO DA PRANCHETA:	SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL DETALHAMENTO DAS CALHAS, CONDUTORES E FILTRO	01/01
ESCALAS:	1:120	REVISE/ARGUMENTO:

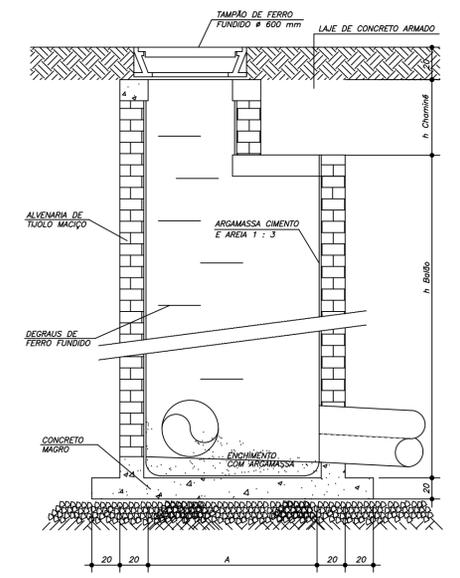
APÊNDICE D



DIMENSÕES PARA POÇOS DE VISITA			
PV nº	h bôbo (m)	h chaminé (m)	A (m)
PV 01	1,10	0,30	1,20
PV 02	1,10	0,30	1,20
PV 03	1,10	0,30	1,20
PV 04	1,10	0,30	1,20
PV 05	1,40	0,30	1,20
PV 06	1,10	0,30	1,20
PV 07	1,10	0,30	1,20
PV 08	1,10	0,30	1,20
PV 09	1,70	0,30	1,20



PLANTA



CORTE - A.A
POÇO DE VISITA - ÁGUAS PLUVIAIS

LEGENDA:

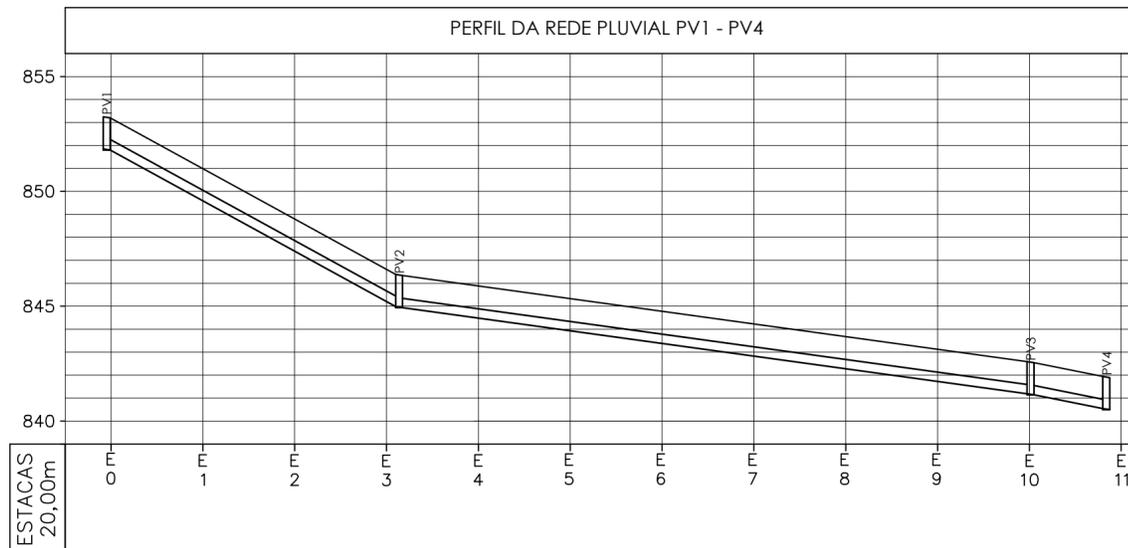
- TUBULAÇÃO DA GALERIA PLUVIAL Ø400mm
- POÇO DE VISITA

NOTAS:

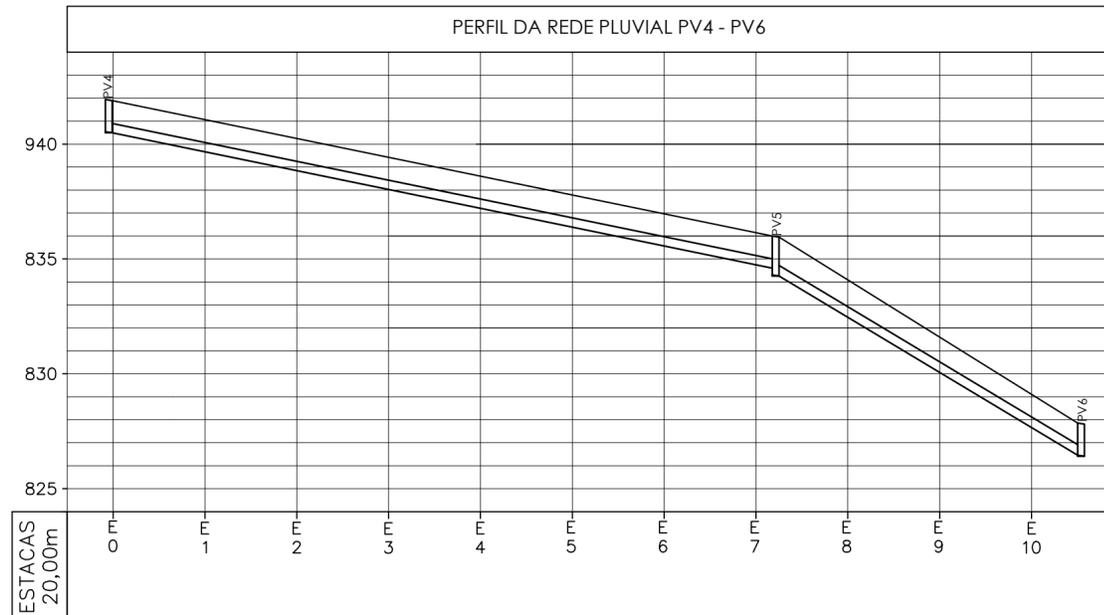
- 1- DIMENSÕES E ELEVACOES EM METROS, DIAMETROS EM MILIMETROS, EXCETO ONDE INDICADO;
- 2- NAS REDES PRINCIPAIS USAR MANEIRA CLASSE CA-1 ASSENTADA EM BERÇO DE CONCRETO;
- 3- TODAS AS VALVAS DEVERÃO SER ESCORADAS SEGUNDO CRITÉRIO NORMATIVOS.

APÊNDICE D SISTEMA DE CAPTAÇÃO, CONDUÇÃO E ARMAZENAGEM			
TÍTULO:	SISTEMA DE CAPTAÇÃO, CONDUÇÃO E ARMAZENAGEM DA ÁGUA DE CHUVA		
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	GABRIEL REIS REDONDO		
LOCAL:	CONDOMÍNIO PORTAL TULIPAS DO CAMPO		
CATEGORIA DE USO:	LOTAMENTO RESIDENCIAL	FOLHA:	01/01
DESENHOS:	GABRIEL REIS REDONDO	DATA:	11/02/2019
		ESCALA:	1:200

APÊNDICE E

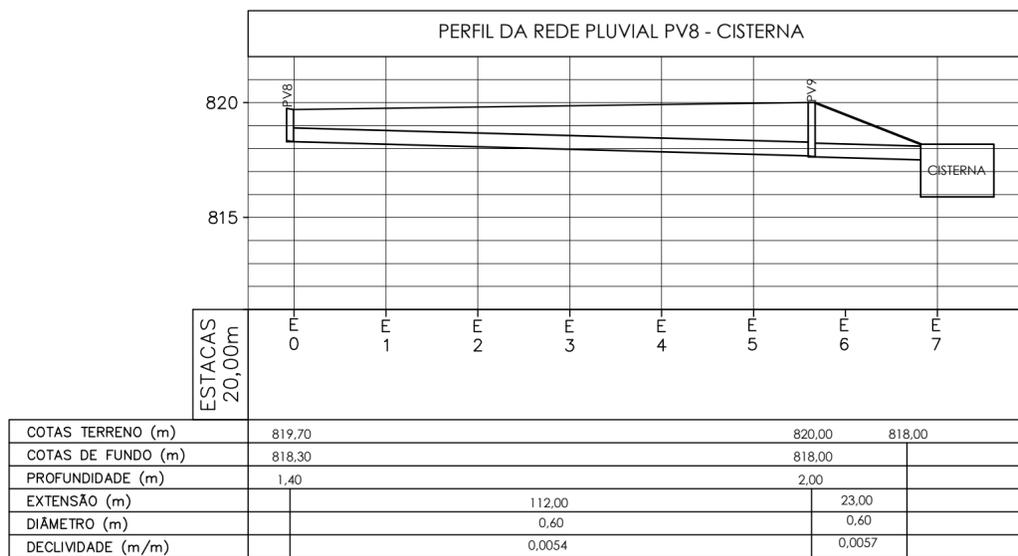
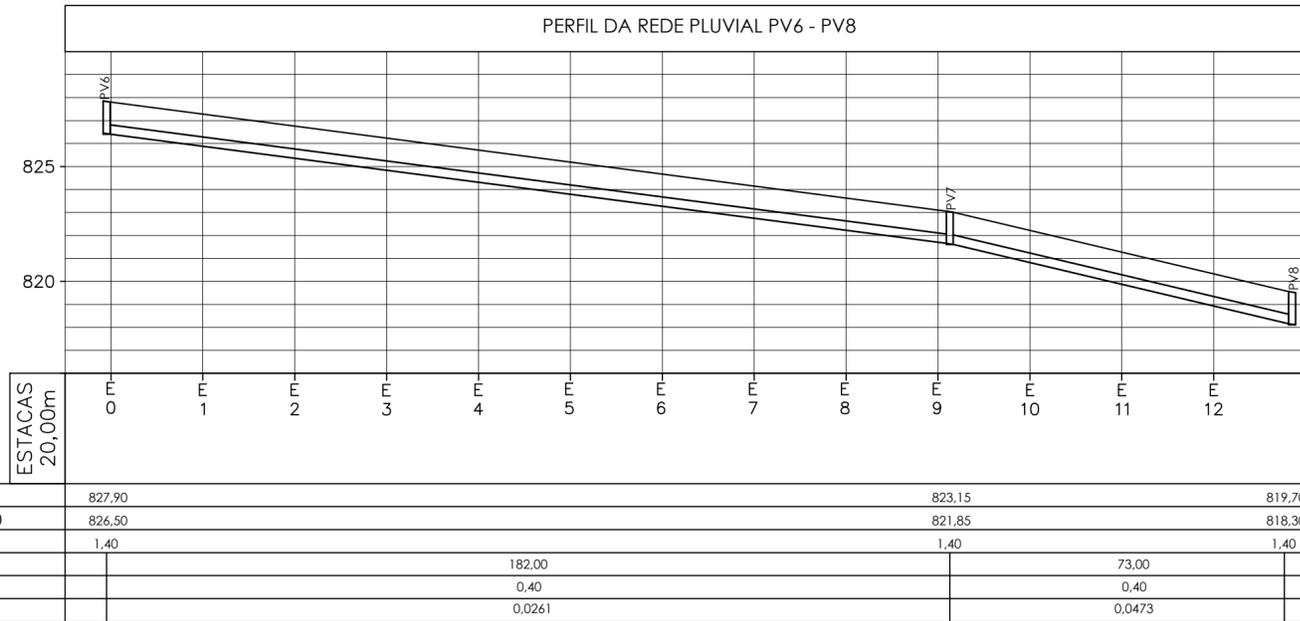


COTAS TERRENO (m)	853,20			846,25							842,50	841,90
COTAS DE FUNDO (m)	851,80			844,85							841,10	840,50
PROFUNDIDADE (m)	1,40			1,40							1,40	1,40
EXTENSÃO (m)		62,00						136,00			15,00	
DIÂMETRO (m)		0,40						0,40			0,40	
DECLIVIDADE (m/m)		0,1121						0,0276			0,04	



COTAS TERRENO (m)	841,90							836,00				827,90
COTAS DE FUNDO (m)	840,50							834,30				826,50
PROFUNDIDADE (m)	1,40							1,70				1,40
EXTENSÃO (m)								144,00				65,00
DIÂMETRO (m)								0,40				0,40
DECLIVIDADE (m/m)								0,041				0,12

LOCAL:	CONDOMÍNIO PORTAL TULIPAS DO CAMPO VARGINHA - MG	
CONDOMÍNIO:	ZONA URBANA - BAIRRO RESIDENCIAL	
CATEGORIA DE USO:	R3 - RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR	
<p>DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO, NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO.</p> <p>AUTOR DO PROJETO: GABRIEL REIS REDONDO</p> <p>RESPONSÁVEL TÉCNICO: GABRIEL REIS REDONDO</p> <p>DESENHO: GABRIEL REIS REDONDO</p>		
PROVADES:		
CONDIÇÃO:	APÊNDICE E	PRANCHIA
CONTEÚDO DA PRANCHIA:	PERFIL DA GALERIA TRAÇADO DO PERFIL DA GALERIA	
ESCALA:	1:100	01/02



LOCAL: CONDOMÍNIO PORTAL TULIPAS DO CAMPO VARGINHA - MG		
CORREÇÃO/ZONA: ZONA URBANA - BAIRRO RESIDENCIAL		
CATEGORIA DE USO: R3 - RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR		
	DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO, NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO. _____ AUTOR DO PROJETO: GABRIEL REIS REDONDO _____ RESPONSÁVEL TÉCNICO: GABRIEL REIS REDONDO _____ DESENHO: GABRIEL REIS REDONDO	
APROVAÇÃO: 		
	IDENTIFICAÇÃO: APÊNDICE E CONTEÚDO DA PLANÍCIA: PERFIL DA GALERIA TRAÇADO DO PERFIL DA GALERIA ESCALA: 1:100 DATA:	PLANÍCIA 02/02

APÊNDICE F

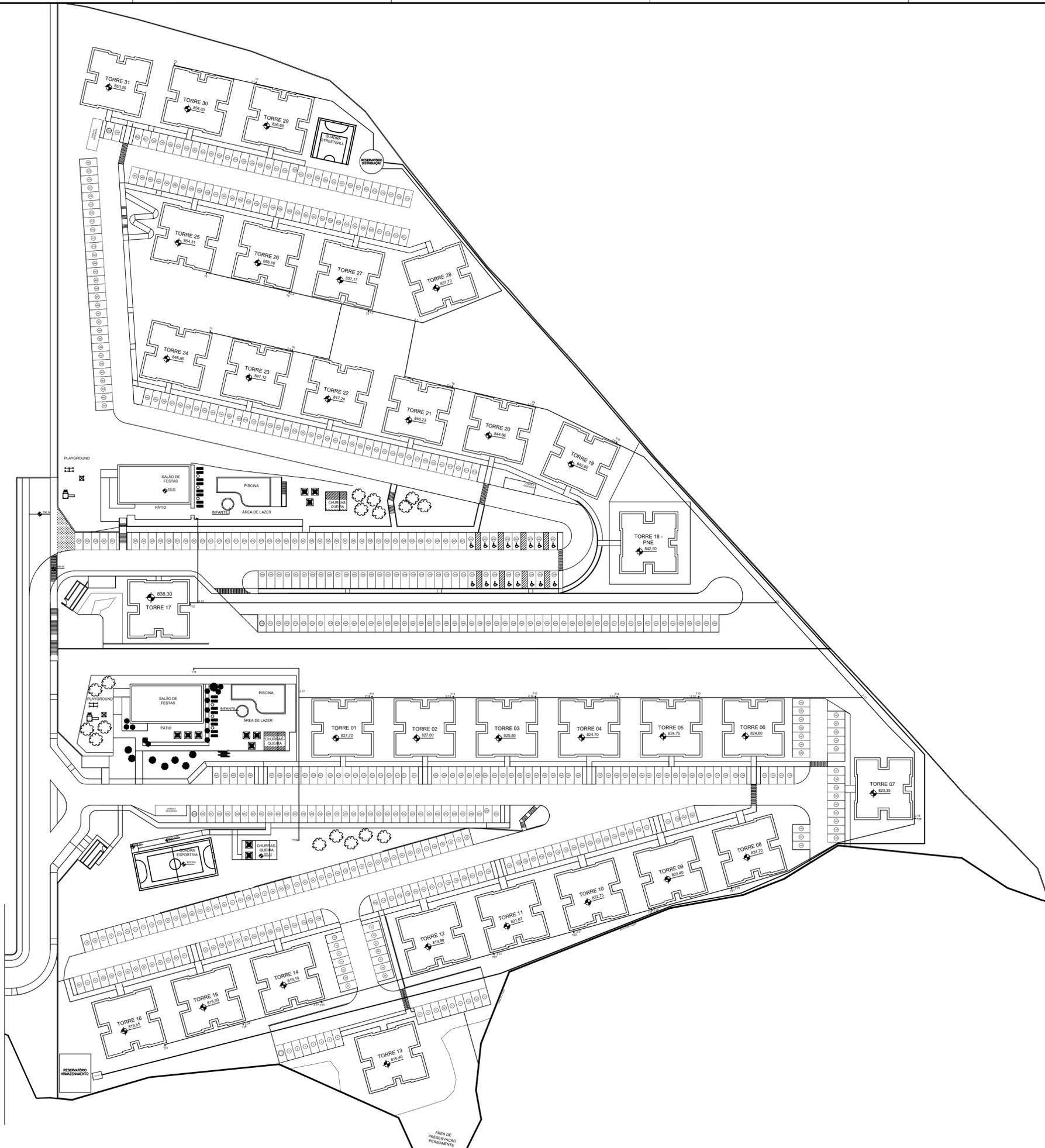


Tabela 1 - Diâmetros e comprimentos dos trechos

Trechos		Diâmetros (mm)	Comprimento das tubulações (m)
RES	1.1	32,00	45,50
1.1	T1	32,00	0,50
1.1	T2	20,00	24,00
RES	2.1	40,00	81,00
2.1	T2	40,00	2,60
2.2	T3	25,00	0,50
2.2	T3	40,00	3,50
2.3	T4	40,00	23,00
2.4	T4	25,00	0,50
2.4	T5	25,00	25,00
2.3	T5	40,00	31,00
2.5	T6	25,00	0,50
2.5	T7	25,00	24,00
2.1	T6	40,00	35,00
2.6	T8	25,00	0,50
2.6	T7	40,00	25,00
2.7	T9	25,00	0,50
2.7	T8	40,00	40,00
2.8	T10	25,00	0,50
2.8	T9	32,00	48,00
2.9	T10	32,00	163,00
2.10	T11	25,00	42,00
2.10	T12	25,00	3,50
2.9	T11	32,00	35,00
2.11	T12	32,00	41,00
2.12	T13	20,00	0,50
2.12	T13	32,00	25,00
2.13	T14	20,00	0,50
2.13	T14	32,00	25,00
2.14	T15	20,00	0,50
2.14	T15	32,00	25,00
2.15	T16	20,00	0,50
2.15	T16	32,00	25,00
2.16	T17	20,00	0,50
2.16	T17	32,00	24,00
2.17	T18	20,00	50,00
2.17	T19	20,00	38,00
2.11	T18	32,00	53,00
2.18	T20	20,00	0,50
2.18	T19	32,00	52,00
2.19	T21	20,00	0,50
2.19	T20	32,00	24,00
2.20	T22	20,00	0,50
2.20	T21	32,00	24,00
2.21	T23	20,00	0,50
2.21	T22	32,00	24,00
2.22	T24	20,00	0,50
2.22	T23	32,00	43,00
2.23	T25	20,00	0,50
2.23	T24	32,00	25,00
2.24	T26	20,00	0,50
2.24	T27	20,00	25,00

ANEXO A



Aplicações Gerais

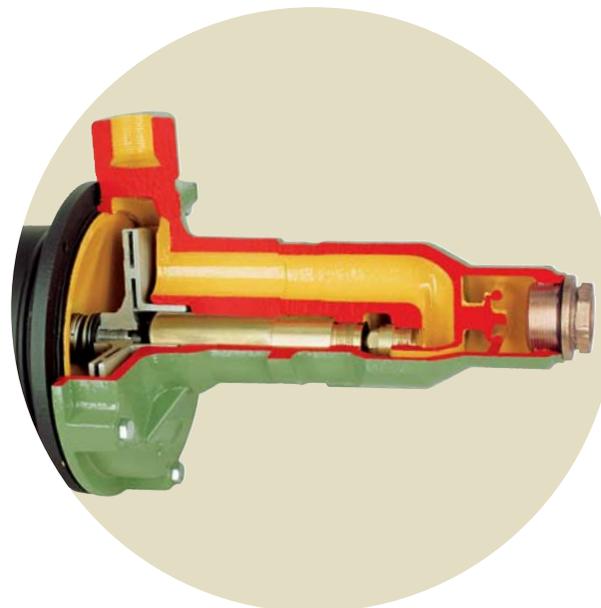
- Nebulização em aviários e estufas
- Agricultura
- Bomba jockey para prevenção e combate contra incêndio
- Indústrias

Detalhes Técnicos do Produto Padrão

- Linha S: bomba sem intermediário
- Bocais com rosca BSP
- Caracol da bomba de ferro fundido GG-15
- Rotor de alumínio
- Corpo do injetor de ferro fundido GG-15
- Componentes do injetor de latão e bronze
- Selo mecânico constituído de aço inox AISI-304, buna N, grafite e cerâmica
- Motor elétrico IP-21 com flange incorporada, 2 Polos, 60 Hz

Opções

- Rotor: bronze
 - Selo mecânico: EPDM, Viton®
 - Mancalizada (Linha S)
- Linha T: bomba com intermediário
- Motor elétrico IP-21 JET PUMP, 2 Polos, 60 Hz
 - Motor elétrico IP-55, 2 Polos, 60 Hz, eixo de aço inox AISI-316 e isolamento classe F



Importante

- Consulte a Fábrica para verificar a possibilidade de bombeamento de água acima da temperatura ambiente e adequação de materiais.
- Altura máxima de sucção: 1 m.

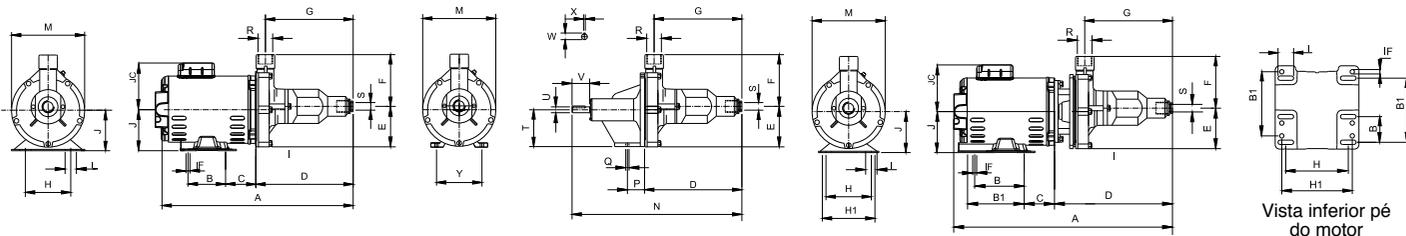
Modelo	Potência (cv)	Monofásico	Trifásico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m c.a.)	Altura máxima de sucção (m c.a.)	Ø Rotor (mm)	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS																		
									Altura Manométrica Total (m c.a.)																		
									2	6	10	14	18	22	26	30	34	42	50	58	66	74	82	90	98		
									Vazão em m³/h válida para sucção de 0 m c.a.																		
BC-92 S/T AV	1	x	x	3/4	3/4	76	1	140	1,07	0,94	0,85	0,78	0,71	0,65	0,60	0,56	0,53	0,47	0,42	0,33	0,22						
	1,5	x	x	3/4	3/4	86	1	150	1,39	1,15	1,01	0,90	0,80	0,72	0,65	0,61	0,57	0,52	0,47	0,42	0,35	0,26					
	2	x	x	3/4	3/4	98	1	157	2,26	2,15	2,07	2,00	1,95	1,90	1,85	1,80	1,76	1,68	1,59	1,46	1,21	0,93	0,61	0,23			
	3	x	x	3/4	3/4	112	1	154	2,26	2,15	2,07	2,00	1,95	1,90	1,85	1,80	1,76	1,68	1,58	1,47	1,33	1,13	0,88	0,63	0,39		

Obs.: – Dados hidráulicos conforme ISO 9906 anexo "A", com motor de linha e frequência indicados. Para condições diferentes consulte a Fábrica.
 – Nas instalações onde não há pressão positiva na sucção, utilize válvula de pé.
 – Para obter a altura manométrica total em m c.a., não deixe de considerar as perdas de carga por atrito da instalação.
 – **Obrigatório o aterramento do motor elétrico, conforme previsto na norma NBR 5410 ou norma equivalente do país onde o produto será instalado.**

Motobomba (Linha S)

Mancalizada (Linha S)

Motobomba (Linha T)

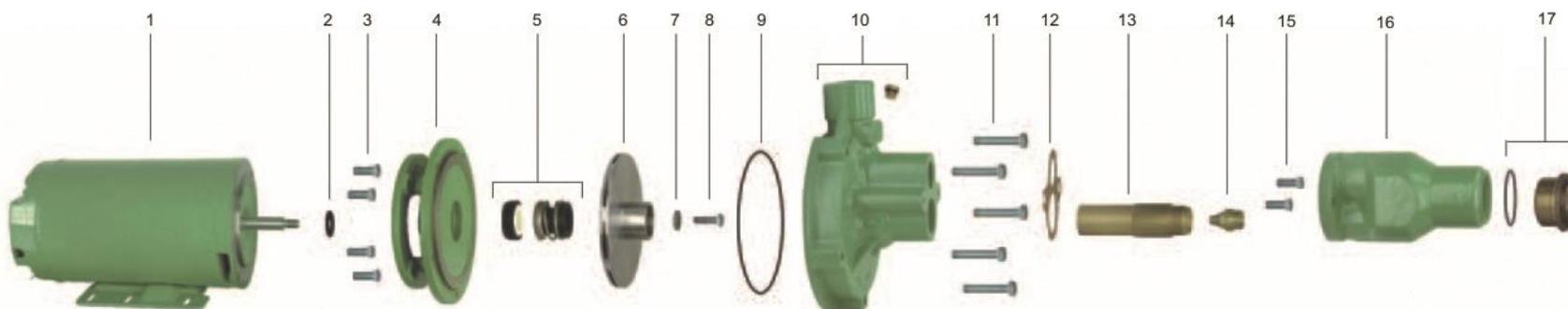


DIMENSÕES EM MILÍMETROS (mm) - 60 Hz

Descrição	BC-92 S AV									BC-92 T AV																
	1 cv			1,5 cv		2 cv		3 cv		1 cv		1,5 cv		2 cv		3 cv										
Potência	Trif.	Mono.	Mono. sc	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.									
Referência	A	B	B1	C	D	E	F	G	H	H1	I	IF	J	M	N	P	Q	R ("BSP)	S ("BSP)	T	U	V	W	X	Y	
A	510	544	540	524	544	534	564	544	584	568	576	600	596	600	606	630	626									
B	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76									
B1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	-	127	127	127									
C	71	80	71	80	80	80	80	80	80	65	65	65	65	65	65	65	65									
D	283	283	283	283	283	283	283	283	283	335	335	335	335	335	335	335	335									
E	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115									
F	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125									
G	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257									
H	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124									
H1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	140	140	140									
I	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31									
IF	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7									
J	89	101	89	101	101	101	101	101	101	89	89	89	89	89	89	89	89									
M	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200									
N	484	484	484	484	484	484	484	484	484	492	492	492	492	492	492	492	492									
P	48	48	48	48	48	48	48	48	48	40	40	40	40	40	40	40	40									
Q	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9									
R ("BSP)	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4									
S ("BSP)	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4									
T	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100									
U	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8									
V	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48									
W	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18									
X	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76	4,76									
Y	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123									
Peso Motobomba (kg)	21,7	23,6	22,2	22,6	25,9	24,4	28,8	26,6	31,5	25,2	28,4	26,0	32,0	28,7	34,7	31,3	35,5									
Peso Mancalizada (kg)	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,7	15,7	15,7	-	-	-	-	-	-	-	-									

Obs.: - As informações hidráulicas, composição e dimensionais poderão sofrer alterações sem prévio aviso, de acordo com a evolução tecnológica.
 - A utilização de motores diferentes do padrão de linha alteram as características de desempenho do conjunto.
 - As fotos e desenhos são de caráter ilustrativo.

BC-92 S/T AV



Item	Descrição	Composição do kit	Quant. de peças utilizadas no produto	Quant. de peças contidas em cada caixa do kit	BC-92 S AV				BC-92 T AV			
					1 cv	1,5 cv	2 cv	3 cv	1 cv	1,5 cv	2 cv	3 cv
1	Motor elétrico IP-21, 2 Pólos, 60 Hz	-	1	-	1 cv	1,5 cv	2 cv	3 cv	1 cv	1,5 cv	2 cv	3 cv
2	Anel de respingo	-	1	-	-	-	-	-	8720014103A	8720014103A	8720014103A	8720014103A
3	Parafuso SZ.NC. 3/8" x 1"	-	4	4	-	-	-	-	8720130109A	8720130109A	8720130109A	8720130109A
4	Intermediário BC-92 T FC149	-	1	-	-	-	-	-	8701244501A	8701244501A	8701244501A	8701244501A
5	Selo mecânico 5/8" IP06 BUNA	-	1	-	8720174101A							
6	Rotor	-	1	-	8701112202A	8701112203A	8701112204A	8701373201A	8701112202A	8701112203A	8701112204A	8701373201A
* 7	Arruela lisa 1/4"	-	1	-	8720020102A							
* 8	Parafuso S.NF. 1/4" x 3/4"	-	1	-	8720135104A							
9	O-ring 164,3 x 1,78 mm	-	1	5	8720112101A							
10	Kit caracol BC-92AV 3/4 P	Caracol Buçã	1 1	1 1	8700120502A							
11	Kit parafuso SZ.NC. 5/16" x 1 3/4"	-	5	5	8720130116A							
12	Junda injetor AV 90mm	-	1	-	8720096101A							
13	Venturi AV 10.5mm BR	-	1	-	8723071101A							
14	Bico injetor AV 8.2 mm LT	-	1	-	8720392103A							
15	Parafuso SZ.NC. 3/8" x 1"	-	2	4	8720130109A							
16	Corpo do injetor AV	-	1	-	8701122501A							
17	Corpo da válvula AV 3/4 BR	Corpo da válvula O-ring 43,3 x 2,3 mm	1 1	- -	8701205303A							
**	Kit manc MG 56BDS	-	1	1	8730501106A	8730501106A	8730501106A	8730501106A	-	-	-	-
Diâmetro do rotor (mm)					140	150	157	154	140	150	157	154

* Itens usados somente em motobombas trifásicas.

** Para bombas Mancalizadas, substituir itens 7 e 8 pelo código 8720151101A (Porca NF. 7/16" LATÃO).