

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG
ENGENHARIA CIVIL
LUIZ GUSTAVO DOMINGUETI

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA DO CONDOMÍNIO PAIVA E
SILVA NO MUNICÍPIO DE VARGINHA – MG**

Varginha - MG
2017

LUIZ GUSTAVO DOMINGUETI

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA DO CONDOMÍNIO PAIVA E
SILVA NO MUNICÍPIO DE VARGINHA – MG**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção dos créditos da disciplina TCC no 10º período do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG Sob orientação do Profª Luana Ferreira Mendes.

Varginha - MG

2017

LUIZ GUSTAVO DOMINGUETI

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA DO CONDOMÍNIO PAIVA E
SILVA NO MUNICÍPIO DE VARGINHA – MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, UNIS-MG, como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em 08/ 12/ 2017

Prof.^a Ms. Ivana Prado de Vasconcelo

Prof.^a Luana Ferreira Mendes

Prof. Dr. Roberto Luiz Queiroz

Dedico esse trabalho a minha esposa Gabriela Mendonça Porchat de Assis e aos meus pais Juarez Domingueti e Sonia A. Silva que sempre me apoiaram nesta jornada.

RESUMO

O trabalho apresenta um estudo de caso feito em um condomínio privado na cidade de Varginha-MG, onde foram analisados o uso da água potável e quais os pontos que poderiam ser substituídos por água não potável. Para a análise foram utilizadas três torres de amostra para o levantamento de dados. Foram analisados o volume de água total de consumo, o volume desta quantia que pode ser substituída por água de chuva. Foram também analisadas as médias mensais do volume de água de chuva para levantamento de volume de água disponível na cidade. Com os dados levantados foi possível confirmar que o volume de água captada é maior que o volume de água não potável utilizada, assim foi proposto o dimensionamento de um sistema de captação de água de chuva capaz de suprir toda a demanda de água não potável aos pontos destinados.

Palavras chave: Água potável; Água não potável; Água de chuva.

ABSTRACT

The study presents a case study done in a private condominium in the city of Varginha-MG, where the use of drinking water was analyzed and which points could be replaced by non-potable water. For the analysis, three sample towers were used for data collection. The total volume of water consumed was analyzed, the volume of this amount that can be replaced by rainwater. We also analyzed the monthly averages of the volume of rainwater for surveying the volume of water available in the city. With the data collected it was possible to confirm that the volume of water collected is greater than the volume of non-potable water used, so it was proposed the design of a rainwater harvesting system capable of supplying all the demand for non-potable water to the points intended.

Keywords: *Drinking water; Non-potable water; Rain water.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Medidores.	19
Figura 02 - Exemplo de como realizar a medição	22
Figura 03 – Exemplo de first-flush.....	27
Figura 04 - Condomínio Paiva e Silva	41
Figura 05 - Torres.	42
Figura 06 - Representação da planta em 3d pela construtora.	43
Figura 07 - Dados da estação.....	44
Figura 08 - Representação da cobertura.	45
Figura 09 - Dados da cidade de Varginha.	46
Figura 10 - Indicações para cálculos da área de contribuição	48
Figura 11 - Projeto com desenho e dados dos condutores.....	51
Figura 12 - Bomba MSA-22 R Schneider.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Consumo médio de água por região do Brasil.	18
Tabela 02 - Características das águas cinzas originadas de várias fontes.	20
Tabela 03 - Quantificação do consumo doméstico de água no Brasil.	21
Tabela 04 – Tabela para dimensionamento de galerias.	30
Tabela 05 - Método de Rippl.	32
Tabela 06 - Método de simulação.	34
Tabela 07 –Cálculo de diâmetro e verificações.	38
Tabela 08 - Dimensionamento e verificação da galeria.	52
Tabela 09 – Método de Rippl.	53
Tabela 10 - Cálculo pelo método de análise por simulação.	54
Tabela 11 – Resultados de diâmetro e verificações externos.	57
Tabela 12 – Resultados de diâmetro e verificações internos.	58
Tabela 13 - Dados obtidos em campo.	59
Tabela 14 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável das três torres. .	64
Tabela 15 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável da torre 01.	66
Tabela 16 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável da torre 02.	66
Tabela 17 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável da torre 03.	67
Tabela 18 - Média de valores gerais de todo o condomínio.	67
Tabela 19 – Informações e verificações da galeria.	68
Tabela 20 – Orçamento de instalação de água fria – instalação e transporte.	70
Tabela 21 – Orçamento instalação de água fria entre reservatórios – instalação e transporte.	71
Tabela 22 – Orçamento de instalação da galeria de concreto - instalação e fornecimento.	71
Tabela 23 – Orçamento sistema elevatório - instalação e fornecimento.	71
Tabela 24 – Orçamento condutos horizontais - instalação e fornecimento.	71
Tabela 25 – Orçamento reservatórios - instalação e fornecimento.	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Qualidade da água de acordo com o local de coleta	25
Quadro 02 - Diferentes níveis de qualidade da água exigidos conforme o uso.....	26
Quadro 03 – Determinação de condutor vertical.....	29
Quadro 04 – Tabela de cálculo para diâmetro de condutores horizontais.....	30
Quadro 05 – Peso relativo nos pontos de utilização.....	37
Quadro 06 - Área de contribuição de cada calha e inclinação adotada	49
Quadro 07 - Vazão de projeto.....	49
Quadro 08 – Dimensões da calha.	49
Quadro 09 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)	50
Quadro 10 – Tabela de peças do sistema de recalque	56
Quadro 11 - Média de precipitação por mês.....	64
Quadro 12 – Quadro de condutores horizontais.	68
Quadro 13 - Resultados possíveis de reservatório.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Comportamento das amostras.	61
Gráfico 02 - Relação entre demanda e oferta durante o ano.	65

LISTA SÍMBOLOS

%	Porcentagem
AT	Área do telhado
BR 381	Rodovia federal
Cm	Consumo Mensal
Dm	Quantidade de dias de consumo
hab	Habitantes
IC	Indicador De Consumo
Km ²	Quilômetros quadrados
L	Litros
l/s	Litros por segundo
LT	Litros de água captada
MIP	Média do índice pluviométrico
m ²	Metros quadrados
m ³	Metros cúbicos
ml/s	Emieles por segundo
NA	Número de agentes consumidores
N	Número de teste
NOX	Oxido de nitrogênio
PH	Potencial hidrogeniônico
Qm	Vazão media
SO2	Dióxido de enxofre
T1	Tempo gasto para encher o recipiente de teste
Tm	Tempo médio
V	Volume
Vol	Volume

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de água
SESP	Secretaria de estado de Segurança Pública
SINDSUCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
USP	Universidade de São Paulo
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	16
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivo específico.....	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Importância da água	17
3.1.1	Finalidade da água para alguns tipos de residências	17
3.2	Disponibilidade hídrica para residências e consumo.....	17
3.2.1	Disponibilidade de consumo por região	17
3.2.2	Hidrômetros.....	18
3.2.3	Indicador de consumo por usuário	19
3.3	Quantidade e qualidade da água cinza descartada.....	20
3.3.1	Análise de consumo.....	20
3.3.2	Método de medição	21
3.4	Água cinza.....	23
3.4.1	Características qualitativas	23
3.4.2	Características físicas	23
3.5	Água da chuva.....	23
3.5.1	Padrão de Qualidade da água de chuva	25
3.6	Captação de água de chuva	27
3.6.1	Componentes do sistema de captação predial	28
3.6.1.1	Vazão de projeto	28
3.6.1.2	Calhas	29
3.6.1.3	Condutores verticais	29
3.6.1.4	Condutores horizontais	29
3.6.2	Galerias pluviais	30
3.6.3	Reservatórios.....	31
3.6.3.1	Método de Rippl	31
3.6.3.2	Método prático do professor Azevedo Neto	33
3.6.3.3	Método prático Alemão	33
3.6.3.4	Método inglês	33
3.6.3.5	Método de análise de simulação	34
3.7	Dimensionamento do sistema elevatórios	35
3.7.1	Diâmetro de recalque.....	35
3.7.2	Perda de carga	35
3.7.3	Altura manométrica	36
3.7.4	Potência da bomba.....	36
3.8	Dimensionamento da rede de distribuição	37

3.8.1	Estimativa de vazões	37
3.8.2	Cálculo da perda de carga.....	38
3.9	Cálculo ao tempo de retorno	39
4	MATERIAIS MÉTODOS	41
4.1	Contextualização do estudo de caso	41
4.2	CrITÉrios para a seleÇão do edifÍcio	42
4.3	CaracterÍsticas do edifÍcio	42
4.4	Consumo de gua.	43
4.5	Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado.....	43
4.6	Vazão de projeto	45
4.6.1	Intensidade de chuva	46
4.6.2	área de cálculo.....	47
4.7	Dimensionamento de Calhas	49
4.8	Dimensionamento do condutor vertical	49
4.9	Dimensionamento de tubulaÇão horizontal	50
4.10	Galerias de águas pluviais.	51
4.11	Reservatórios.....	52
4.12	Dimensionamento do sistema elevatório.....	55
4.12.1	Dimensionamento da tubulaÇão de recalque	55
4.12.2	Moto bomba	55
4.12.3	Reservatório superior	57
4.13	Dimensionamento do sistema de distribuiÇão	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
5.1	Moradores e consumo de água no edifÍcio	59
5.2	Consumo Médio Por Usuário.....	61
5.3	Quantidade de chuva descartada pelo telhado.....	63
5.4	Volumes totais.....	67
5.5	VerificaÇão do sistema de captaÇão.....	67
5.5.1	Componentes de captaÇão	67
5.5.2	Galerias	68
5.5.3	Reservatórios.....	69
5.6	Sistema elevatório	69
5.7	Reservatório superior	70
5.8	OrÇmento.....	70
5.9	Tempo de retorno	72
6	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje há grande preocupação da sociedade em relação a preservação de recursos naturais, dentre estes, a água que é considerada a mais preciosa por ser indispensável para os seres vivos.

O perfil da sociedade atual tem causado desequilíbrio ambiental, trazendo consequências quanto a disponibilidade de água. De acordo com Philippi Jr et al, (2003, p. XIII) o crescimento demográfico em conjunto com o aumento da variação de atividades dos homens requer uma atenção cada vez maior do uso da água para as mais diversas utilidades.

A água influencia diretamente na produção agrícola, na indústria, saneamento básico altera o fluxo do ecossistema, trazendo assim consequências ao meio ambiente e para a sociedade impactando o meio de vida das gerações futuras.

Segundo Rebouças (2004), o volume de água na criação do planeta é a mesma dos dias atuais, porém o uso deste recurso é totalmente diferente, o que causa desequilíbrio ambiental provocando a distribuição irregular de chuvas, onde antes havia água, quase não há ocorrência de chuva, fazendo com que um recurso que antes era acessível se torne em um recurso raro de difícil acesso. O aumento do poder aquisitivo da população faz com que o uso descontrolado agrave ainda mais este quadro com o passar do tempo.

Atualmente, frente a este problema, grande parte da água utilizada em uma residência, que poderia ser aproveitada para fins não potáveis são descartadas, sendo direcionadas às galerias de esgotos.

Junto ao reaproveitamento de água pode-se considerar como fonte relevante a captação de água de chuva que pode trazer benefícios como diminuir a demanda de água tratada pelas concessionárias, aliviar o escoamento e drenagem em épocas de maior incidência de chuva evitando problemas como as enchentes em áreas urbanas além de trazer economia para o bolso das pessoas.

Vendo isto foi proposto o estudo de caso para levantamento quantitativo de consumo de água e um projeto de implantação de um sistema de captação de água de chuva para utilização em pontos de uso de água não potável em um condomínio residencial fechado na cidade de Varginha-MG e estudo para verificar a quantidade de água de chuva disponível no local.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Propor um projeto de reaproveitamento de água de chuva, que terá a função de utilizar toda a água de chuva descartada pelos telhados das torres.

2.2 Objetivo específico

- Verificar a quantidade de água consumida.
- Identificar o consumo per capita gerando índice de consumo.
- Levantar a quantidade de água cinza utilizada nas residências.
- Fazer levantamento anual de chuva disponível no município.
- Propor um sistema de captação de água de chuva.
- Dimensionar o sistema de captação.
- Fazer o levantamento de custo para a implantação dos itens propostos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importância da água

Considerada um recurso natural, a água é um bem econômico e limitado essencial para a vida de qualquer ser, ela traz equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Com a limitação em termos quantitativos e o consumo crescente, ela é de suma importância nos tempos atuais.

De acordo com a Lei nº 9.433 (1997) a água é um bem público com valor econômico e quantidade limitada.

A qualidade é bastante relevante, pois de um todo de água doce disponível, apenas uma parte é utilizada para consumo, o que limita ainda mais o ciclo de vida da água, e limita sua utilização para o consumo.

Segundo Philippi (2007) O Brasil é um país privilegiado, pois detém as maiores bacias hidrográficas em seu território. O país detém aproximadamente 12% da água doce do planeta, dos quais somente 9% são destinadas a uso doméstico, 17% para consumo industrial, e o grande consumidor é a agricultura que consome 60% (BRASIL DAS ÁGUAS,2017).

3.1.1 Finalidade da água para alguns tipos de residências

Uso doméstico: de acordo com Netto (1998), o uso residencial é descrito pelas seguintes utilizações: consumo próprio, descargas em vasos sanitários, higiene do corpo, higienização de roupas, cozinha, rega de jardins e lavagem de quintal, higienização geral da residência, etc.

Uso comercial: de acordo com SINDUSCON (2005), o consumo comercial é considerado, pontos de comércio, hotéis, edifícios comerciais, etc. o uso tem como finalidades domésticas, principalmente para ambientes sanitários, irrigação, climatização, etc.

Uso público: ainda segundo SINDUSCON (2005), o uso é bastante parecido com consumo comercial, porém destaca-se por representar de 35% a 50% do total. O consumo público refere as instalações como: rodoviárias, escolas, creches, postos de saúde, etc.

3.2 Disponibilidade hídrica para residências e consumo

3.2.1 Disponibilidade de consumo por região

Através de estudos e análises de dados individuais de pessoas, observa-se melhorias quando ao crescimento das cidades, aumento do poder aquisitivo e melhorias das instalações domiciliares.

Nos estado de São Paulo o valor mínimo adotado para o consumo per capita é de 200 litros/ habitante por dia. Desconsiderando as perdas, o consumo efetivo verificado em vários municípios chega a uma média de 25%, ou seja, 150 l / hab. por dia. Em outros estados o valor mínimo adotado é de 135 l / hab. por dia, com exceção de sistemas simplificados de comunidades pequenas com características rurais que chegam a atingir 67,5 litros/hab. por dia do consumo mínimo das cidades (NETTO, 1998).

Para Netto *et al*, (1998,9, p. 470) “em pequenas cidades do Nordeste, a Fundação SESP tem verificado consumos domiciliares medidos em torno de 100 l / hab. por dia “.

Através da tabela 01 é possível ter uma visão geral do consumo de água por região.

Tabela 01 - Consumo médio de água por região do Brasil.

Região	Consumo per capta
Norte	111,7
Nordeste	107,3
Sudeste	174
Sul	124,6
Centro-oeste	133,6
Brasil	141

Fonte: Programa de Modernização do Setor de Saneamento (2004)

Com tudo o que já foi observado em questão de consumo, pode-se dizer que a cota é bastante influenciada pelo fator econômico da população. As cidades que possuem mais recursos e tem maior poder aquisitivo tem maior consumo em relação as demais cidades. As capitais Rio de Janeiro e São Paulo são exemplos desta diferença, onde as médias aceitas pelos projetos em regiões de maior densidade populacional estão em torno de 300 a 400 l/hab dia, e nas periferias destas regiões metropolitanas esta média cai para 220 l/hab dia (NETTO *et al*, 1998).

3.2.2 Hidrômetros

O controle de consumo de água pode ser feito através de um único medidor (figura 01) ou vários dependendo da necessidade da edificação. O medidor é o hidrômetro, ele mede através de volumetria toda a água consumida em um sistema hidráulico que está ligado posteriormente ao medidor.

O controle pelas concessionárias que prestam o serviço de distribuição é feito através de medição por período de tempo, ou seja, a leitura é visual, onde é mostrado o volume de água consumidos em períodos estabelecidos que são discriminados nas contas de água (SINDUSCON, 2005).

Figura 01 - Medidores.



Fonte: Autor.

3.2.3 Indicador de consumo por usuário

O método do indicador de consumo verifica o volume de água utilizado em um determinado período de tempo conhecido como período histórico e o número de pessoas do local.

O agente consumidor é o valor de maior relevância em uma edificação, como por exemplo: consumo em uma indústria, litros / operário.dia; residência, litros / hab.dia ; hospital: litros / leito.dia (SINDUSCON,2005).

De acordo com ILHA (2005 apud Oliveira, 1999), o indicador de consumo é definido pela equação:

$$IC = \frac{Cm \times 1000}{NA \times Dm} \quad (1)$$

Onde:

IC: indicador de consumo (litros/agente consumidor. dia);

Cm: consumo mensal (m³/mês);

NA: número de agentes consumidores;

Dm: quantidade de dias de consumo.

3.3 Quantidade e qualidade da água cinza descartada

3.3.1 Análise de consumo

E de extrema importância você conhecer o consumo de água de uma edificação, pois assim é possível ter o controle dos volumes gerados por equipamento.

Foram feitas algumas pesquisas para a parametrização do consumo de água em edificações, o que está representado na Tabela 02, esta pesquisa foi feita em cima de uma simulação de consumo de uma residência brasileira de classe média.

A empresa já conhecida e conceituada no ramo de peças e aparelhos sanitários, Deca junto a Universidade de São Paulo (USP) e apoio técnico E1 (equipe formada pelo PNCDA para suporte) realizou tão estudo em edificação da própria Universidade e apresentou um documento do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), onde relata todas as características de consumo em um apartamento de um condomínio residencial para população de baixa renda (ROCHA et all, 1988).

Tabela 02 - Características das águas cinzas originadas de várias fontes.

Setor de residências	Simulação Deca [%]	Prédio USP [%]	PNCDA (1988) [%]
Banheiro	72	63	68
Pia	12	6	8
Chuveiro	47	28	55
Cozinha	15	22	18
Pia cozinha	15	17	18
Maq. lavar louça	-	5	-
Área de serviço	13	15	14
Maq. Lavar roupa	8	9	11
Tanque	-	6	3
Torneira de uso geral	5	-	-

Fonte: ROCHA 1998.

De acordo com Tomaz (2000), o consumo de máquina de lavar roupas é em torno de 100 a 153 litros por ciclo. Uma máquina moderna gasta 100 litros por ciclo completo.

Segundo Barreto (2008) cerca de 24% do consumo total de água potável em residências de baixa renda é utilizada em descargas sanitárias o que se mostra como grande incentivo para o reaproveitamento de águas residuais, pois nestes tipos de consumo não exige potabilidade da água.

Tabela 03 - Quantificação do consumo doméstico de água no Brasil.

Uso da água	Consumo diário por habitação (l/hab. dia)	Consumo percentual [%]
Bacia sanitária com caixa acoplada (6 L)	24	5
Chuveiro	238	55
Lavadora de roupas	48	11
Lavatório	36	8
Pia	80	18
Tanque	11	3
Consumo Total:	437	100

Fonte: Barreto (1988).

O consumo de água para rega de jardim é de 2 l/m² e leva em consideração a quantidade de rega feita durante período de tempo determinado, assim é possível fazer o levantamento do consumo pois é um fator bastante influente quando se fala de economia além de ser uma área que pode utilizar água de chuva sem nenhum tratamento (Thomaz, 2000, apud PROSAB, 2006).

3.3.2 Método de medição

Segundo Lopes (2008), dentre todos os métodos de medições, o mais utilizado é o volumétrico, este método é o mais indicado para medir vazões até 1,0L/s. Vazões acima desta também podem ser medidas, desde que utilizem equipamentos manuseios próprios para quantificação.

A vazão nada mais é que uma certa quantidade de água em volume (pode ser litros ou em metros cúbicos) por um certo período de tempo (horas, min ou segundos). Um exemplo prático: para encher um recipiente de 1,0 L em uma torneira doméstica, são gastos 10 segundos, assim conclui-se que a vazão da torneira é de 0,1 L/s ou 100 ml/s (LOPES, 2008).

É um método considerado simples, de fácil execução devido a simplicidade dos equipamentos e apresenta resultados precisos quando bem executado. Os testes são realizados no mínimo cinco vezes o que melhora a precisão dos resultados. Outro fator que pode elevar a precisão é o uso de recipientes maiores, assim quanto maior o recipiente e maior a repetição de testes maior a precisão obtida.

Com os valores obtido é necessário o uso da equação:

$$T_m = \frac{T_1+T_2+T_3+T_4+T_5}{n} \quad (2)$$

T_m: tempo médio [s];

T₁: tempo gasto para encher o recipiente no primeiro teste [s];

T₂: tempo gasto para encher o recipiente no segundo teste [s];

T₃: tempo gasto para encher o recipiente no terceiro teste [s];

T₄: tempo gasto para encher o recipiente no quarto teste [s];

T₅: tempo gasto para encher o recipiente no quinto teste [s];

N: número de testes.

Assim a vazão será encontrada pela seguinte equação:

$$Q_m = \frac{V}{T_m} \quad (3)$$

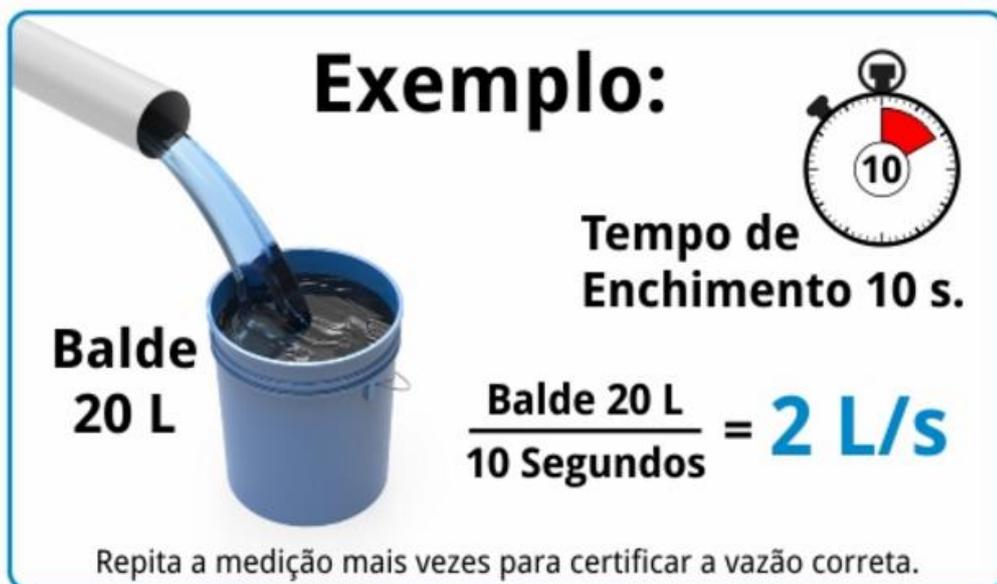
Q_m = Vazão média encontrada [L/s];

V: Volume do recipiente [L];

T_m: tempo médio [s].

Conforme mostra figura 02.

Figura 02 - Exemplo de como realizar a medição



Fonte: Canal bombas (2017).

3.4 Água cinza

A água cinza é gerada em qualquer tipo de edificação, seja residencial, comerciais ou públicas, é toda água de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias, máquina de lavar roupa e tanque (BAZZARELLA, 2005 apud ERIKSSON et al, 2002).

E ainda de acordo com BAZZARELLA (2005 apud NOLDE, 1999), o volume de água de bacias sanitárias e pia da cozinha, não podem ser utilizadas como água cinza devido a quantidade de poluentes que passam por essas peças como como óleos e gorduras.

3.4.1 Características qualitativas

Água cinza é originada pelo uso de produtos de lavagem como lavar roupas, produtos utilizados para a higienização do corpo, e lavagens em geral (BAZZARELLA,2005 apud JEFERSON *et al*, 1999).

A qualidade deste tipo de água varia com a localidade e nível de ocupação da residência, faixa etárias, estilo de vida, classe social, costumes e tipo de água cinza que está sendo utilizado (lavatórios, maquinas de lavar, chuveiro, etc.) (BAZZARELLA 2005 apud NOLDE, 1999).

De acordo com Bazzarella (2005 apud ERIKSSON *et al*, 2002), a qualidade do abastecimento de água e o tipo de rede de distribuição tanto da água de abastecimento quanto da água de reuso, também são fatores que influenciam na caracterização de águas cinzas.

3.4.2 Características físicas

Os parâmetros físicos mais importantes para a característica da água são: temperatura, cor turbidez e o conteúdo de sólidos suspensos. Através da turbidez e sólidos suspensos é possível obter alguma informação sobre o conteúdo de partículas e colóides que podem comprometer o entupimento de tubulações durante o transporte e tratamento destes efluentes.

Segundo Bazzarella (2005 apud GRAY E BECKER, 2002), embora o conteúdo de sólidos seja aproximadamente 32,7% da carga do esgoto convencional, quando negligenciado pode acarretar entupimento na tubulação.

3.5 Água da chuva

Devido ao aumento na demanda de água no mundo, vários países tem olhado para a captação de água de chuva como um meio correto de uso da água, por ser um meio com melhor viabilidade econômica além ajudar a preservar o meio ambiente.

Os principais fatores que influenciam na implantação de um sistema de captação é a quantidade de água precipitada no local, demanda de água e área de captação. Outros fatores que contribuem para a implantação do sistema são as condições ambientais locais, finalidade de uso da água, clima e fatores econômicos, o que mostra a variedade de cenários e quais as adaptações criadas para cada sistema.

Como água não potável, a água captada pode ser utilizadas em várias partes de uma residência, como a sistema de combate a incêndio, limpeza de pisos em geral, limpeza de automóveis, descargas de bacias sanitárias, limpeza de roupas, e irrigação de hortas e jardins (MAY, 2004).

De acordo com May (2004), o sistema de captação e reutilização de água pluvial em edificações é formado por quatro partes: áreas de captação, tratamento, condutores e armazenamento. De maneira geral, o funcionamento do sistema consiste a precipitação de água da chuva nos telhados, lajes e pisos, variando de acordo com a finalidade e disposição do local.

Esse volume de água é encaminhado através de calhas e tubulações para um local de armazenamento, com equipamentos que possibilitam a filtragem, descarte da primeira remessa devido a maior quantidade de resíduos, e separação de impurezas.

Após a passagem por estes equipamentos de limpeza, a água é direcionada para um recipiente de armazenamento que pode variar de cisternas subterrâneas a reservatórios elevados abastecidos com ajuda de motobomba, assim disponibilizando a água para suas devidas finalidades, seja residencial ou não.

Para se calcular o volume de água captada é necessário o uso da equação LT (Litros de água captada), que é a média do índice pluviométrico multiplicado pela área do de captação ou telhado no caso, que retorna a quantidade de chuva que poderá captar. Como mostra a equação (Sempräsentavel, 2013).

$$LT = AT * MIP \quad (4)$$

Onde:

LT: litros de água captada (l);

AT: área do telhado (m²);

MIP: Média do índice Pluviométrico, em milímetros de chuva (mm).

3.5.1 Padrão de Qualidade da água de chuva

Para verificação da qualidade de água de chuva é preciso observar quatro etapas: a qualidade da chuva antes de atingir o solo, a segunda verificar a qualidade depois de atingir a área permeável seja um telhado ou piso, a terceira é quando a água está armazenada em um reservatório e tem sua qualidade alterada pois depositam os elementos sólidos no fundo do reservatório e fica apta a ser utilizada, e a quarta e última, quando chega a ser utilizada em descarga de bacias sanitárias por exemplo (TOMAZ, 2003).

Como a captação é feita pelas superfícies expostas como os telhados, a água tem suas características naturais alteradas. Fenômenos como a deposição de compostos encontrados na atmosfera junto a sedimentação pela gravidade interceptam a água mudando diretamente sua qualidade. Este problema é amplificado em períodos de estiagem onde o acumulo e destas partículas são maiores. Quanto maior a área de captação menor a qualidade da água, o que leva a recomendação de descartar o primeiro momento de chuva para a limpeza da área de captação. É com frequência que a água pode ser contaminada por fezes de pássaros e pequenos animais mortos ou óleo combustível em caso de captação no solo (PROSAB, 2006).

Quanto maior a dificuldade de animais e pessoas às áreas de captação maior pode ser considerada a qualidade da água. Em alguns casos onde não há fontes naturais, poços ou sistema de abastecimento de água, a água de chuva vem substituindo a água potável na utilização doméstica em geral. Um lugar onde a qualidade da água é bastante elevada, são as águas captadas de paredes e superfícies de vidro. Em geral a água de chuva por pior que seja sua qualidade ela pode ser bem utilizada quando em bacias sanitárias ou para regar jardins (GROUP RAINDROPS, 2002, apud SILVA, 2007).

Devido aos vários tipos de áreas de captação e sua influência na qualidade final da água GROUP RAINDROPS (2002) apud Silva (2007) apresenta no quadro 01 quais os tipos de utilização para cada tipo de captação.

Quadro 01 - Qualidade da água de acordo com o local de coleta

Grau de qualidade	Local de coleta da chuva	Observações
A	Telhados (Locais não ocupados por pessoas ou animais)	Lavar banheiros, regar plantas, a água pode se dar para consumo humano (se purificada)

B	Telhados (Locais frequentados por pessoas e animais)	Somente para usos não potáveis (lavar banheiros, regar as plantas), após pequeno tratamento.
C	Telhados e terrenos impermeabilizados; Área de estacionamento.	É necessário tratamento mesmo que para usos não potáveis.
D	Estradas, Vias Férreas elevadas	Mesmo para os usos não potáveis, necessita de tratamento.

Fonte: GROUP RAINDROPS, 2002, apud SILVA, 2007

A qualidade da água captada está diretamente ligada a poluição do ar e a limpeza da área de captação, sendo o local em torno da estrutura como exemplo uma edificação rodeada por árvores, um coador ou uso de uma tela é quase que obrigatório para separar as folhas da água e dos tubos coletores. Caso seja uma área arenosa ou terrenos sem vegetação a filtração ou sedimentação são indispensáveis para a retirada da sujeira (GROUP RAINDROPS, 2002, apud SILVA, 2007). Ainda GROUP RAINDROPS (2002) apud SILVA (2007) é possível verificar o uso de água de acordo com cada situação como no quadro 02.

Quadro 02 - Diferentes níveis de qualidade da água exigidos conforme o uso.

Uso da água da chuva.	Tratamento da água.
Irrigação de jardim.	Não é necessário nenhum tratamento.
Irigadores, combate ao incêndio, condicionamento de ar.	É necessário cuidado para manter os equipamentos em boas condições.
Sistemas decorativos aquáticos como lagoas/fontes, chafarizes, espelhos e queda d'água, descargas sanitárias em banheiros, lavagens de roupas e lavagens de carros.	Tratamento higiênico, devido o possível contato da água com as pessoas.
Banho/Piscina, consumo humano e no preparo de alimentos.	Desinfecção, pois a água é ingerida direta ou indiretamente.

Fonte: GROUP RAINDROPS, 2002, apud SILVA, 2007.

De acordo com TOMAZ (2003) devido a poluentes do ar como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NOX) ou ainda chumbo, áreas como centro urbanos e industriais podem apresentar alterações nas concentrações de água de chuva. A água de chuva tem seu PH sempre ácido com valor aproximado de 5,0, já em regiões citadas que apresentam nível de poluição maiores a água pode chegar a valores de PH próximos de 3,5 sendo estas chuvas conhecidas como “chuvas ácidas”.

3.6 Captação de água de chuva

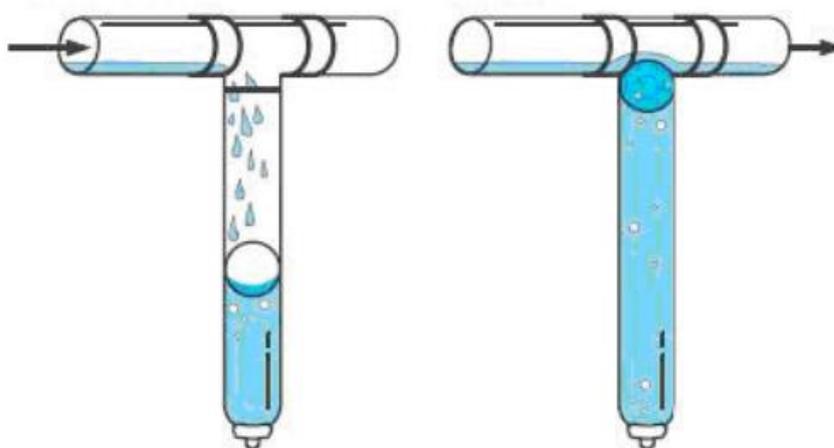
Há vários fatores positivos na utilização de um sistema de aproveitamento de água pluvial, pois possibilitam a redução de consumo de água potável em alguns aspectos, diminuindo os gastos com água disponibilizada pelas concessionárias, minimizando o risco de enchentes em algumas cidades e preservando o meio ambiente com a preservação este recurso natural essencial a vida. (MAY,2004)

Segundo ACQUASAVE (2008), há quatro componentes básicos para a montagem de um sistema de captação: captação de água, filtragem, armazenamento e distribuição.

A captação se dá as áreas que recebem a água precipitada, podendo ser calhas, lajes, telhados, áreas impermeáveis como varandas, quintais entre outros.

A filtragem consiste na utilização de filtros para o desvio de sólidos que vem a se misturar à água durante a coleta assim melhorando a qualidade da água para ser armazenada e bombeada no processo seguinte. Um equipamento que pode ser utilizado junto ao filtro é o chamado *first-flush* figura 03 que tem a função de descartar as primeiras águas por ter um maior volume de sólidos devido a exposição as intemperes. Segundo BERTOLO (2006), este equipamento armazena as primeiras aguas em um pequeno reservatório, para que depois de cheio transborde para o próximo recipiente do sistema, sendo que este reservatório será esvaziado tempo depois por um orifício localizado em sua extremidade inferior.

Figura 03 – Exemplo de first-flush.



Fonte: <http://www.reuk.co.uk/Collect-Rainwater.htm>

Ainda segundo BERTOLO (2006), após a filtragem e o rejeito da primeira parcela de água, a água segue para ser armazenada em cisternas que ficam enterradas no solo, assim a água fica protegida da luz do sol e do calor, retardando a reação das bactérias.

A cisterna pode ser feita de vários materiais como vidro, polietileno ou até alvenaria, porém deve-se tomar cuidado devido ao tipo de material utilizados, pois a cisterna tende a sofrer tensões, seja do solo ou do volume de água armazenado. São necessários a preparação do solo para o recebimento do recipiente, de modo a minimizar as tensões impostas sobre o reservatório, é necessário também a instalação de um freio d'água para reduzir a pressão de entrada da água na cisterna para evitar danos nas paredes internas ou ligações.

A distribuição de água pode ser feita de várias maneiras, pressurizados, bombas e se possível utilizando a força da gravidade, em caso de cisterna isso se torna incomum, a não ser que exista um desnível favorável do terreno. O mais utilizado é por meio de bombas para recalque que direciona a água para um reservatório superior de onde possa ser redistribuída para os locais desejados. Todo o sistema deve conter controle para que sempre haja água em nível mínimo evitando danificar a bomba. (ACQUASAVE, 2008).

3.6.1 Componentes do sistema de captação predial

Segundo a NBR 10844/1989 e o componente que recolhe a água que escoar dos telhados e direciona para o condutor vertical. O condutor vertical tem a função de recolher águas de calhas, coberturas, terrações e similares e transportar esta até a parte inferior do edifício. O condutor horizontal é o canal ou tubulação destinado a recolher e conduzir águas pluviais recebidos dos condutos verticais para as galerias.

3.6.1.1 Vazão de projeto

Segundo NBR 10844/1989 a vazão de projeto deve ser calculada através da equação para que todo o caminho percorrido desde a captação até o reservatório seja dimensionado.

$$Q = I \times A / 60 \quad (5)$$

Onde:

Q: Vazão de projeto, em l/min;

I: intensidade pluviométrica em mm/h;

A : área de contribuição em m².

3.6.1.2 Calhas

Segundo NBR 10844:1989 As calhas de platibanda devem ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura. Sua inclinação não deve ser menor que 0,5%. O seu dimensionamento deve suportar a vazão de projeto calculado e deve ser feito pela equação de Manning-Striker.

$$h = \left(\frac{Qm}{75614,37 i^{0,5}} \right)^{3/8} \quad (6)$$

h: altura da calha, em m;

Q: vazão de projeto em L/mim;

i: inclinação da calha;

3.6.1.3 Condutores verticais

Os condutores verticais poder ser colocados externamente e internamente no edifício, dependendo das necessidades de projeto, finalidade e pelo tipo de materiais. O diâmetro mínimo a ser seguido é de 70 mm (NBR 10844:1989).

Segundo Botelho e Ribeiro (1998) é possível encontrar o diâmetro através da vazão em L/s utilizando o quadro 03.

Quadro 03 – Determinação de condutor vertical

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área de cobertura (m²)
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7,00	212
150	11,53	348
200	25,18	760

Fonte: Botelho e Ribeiro, 1998.

3.6.1.4 Condutores horizontais

Os condutores horizontais enterrados devem possuir caixa de área quando há mudanças de diâmetro, conexões de 2 ou mais tubos e deve obedecer a inclinação mínima de 0,5%.

Quando possuem seção circular devem ser feitos para escoamento considerando 2/3 do diâmetro interno do tubo. Para facilitar a escolha a norma disponibiliza o quadro 04 (NBR 10844:1989).

Quadro 04 – Tabela de cálculo para diâmetro de condutores horizontais.

	Diâmetro interno (D) (mm)	$\bar{n} = 0,011$				$\bar{n} = 0,012$				$\bar{n} = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: NBR 10844:1989.

3.6.2 Galerias pluviais

Segundo a SABESP (2014) as galerias pluviais são sistemas constituídos por tubulações no subsolo que conduzem a água coletadas de ralos, bocas de lobo, telhados, e qualquer área que recebem água de chuva, independentemente de outras tubulações como rede de esgoto, transporta a água até mananciais, rios ou reservatórios.

Para o cálculo é utilizado a tabela 00 para facilitar no dimensionamento da galeria.

Tabela 04 – Tabela para dimensionamento de galerias.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trecho	Extensão	y/d	R/r	Torres	Qp	Cota M	Cota J	i terreno
	(m)				[m³/s]	(m)	(m)	(%)
	10	11	12	13	14	15	16	
i adotado	D Calc	D com	Rh plen	Coef.	Rh	V		
(%)	(mm)	(mm)				(m/s)		

Fonte: Autor.

Coluna 1: Identifica os trechos representados na planta;

Coluna 2: Extensão de cada trecho em m;

Coluna 3: É a relação entre o nível de água na tubulação;

Coluna 4: Valor equivalente para o cálculo da sessão inteira de acordo com a tabela da NBR 10

Coluna 5: Torres ligadas ao trecho;

Coluna 6: Vazão de projeta acumulada no trecho em m³/s. Obtido pelo soma de vazões das torres ligadas ao trecho para achar a vazão do trecho.

Coluna 7: Cota montante do trecho em m;

Coluna 8: Cota jusante do trecho em m;

Coluna 9: Inclinação do terreno em %. Obtida pela equação:

$$\text{Coluna 9} = (\text{Coluna 7} - \text{Coluna 8}) / \text{Coluna 2}$$

Coluna 10: Inclinação adotada para a galeria em %;

Coluna 11: Diâmetro de cálculo encontrado em mm pela equação de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

$$D = (3,21 * \text{Coluna 6} * 0,015) / [(\text{Coluna 10} ^{0,5}) ^{0,375}]$$

Coluna 12: Diâmetro comercial adotado em mm;

Coluna 13: Raio hidráulico com sessão plena.

Coluna 14: Coeficiente equivalente à sessão plena;

Coluna 15: Rh sessão utilizada;

$$\text{Coluna 15} = \text{Coluna 13} / \text{Coluna 14}$$

Coluna 16: Verificação da velocidade mínima 0,5 m/s e máxima de 5 m/s.

$$\text{Coluna 16} = ((\text{Coluna 15} ^{0,66667}) * (\text{Coluna 10} ^{0,5})) / 0,014$$

3.6.3 Reservatórios

Foi utilizado o livro “Aproveitamento de água da chuva” de 2003 de Plinio Tomaz como referência para o dimensionamento dos reservatórios. Serão utilizados diferentes métodos para uma melhor avaliação e tomada de decisão sobre o volume de água a ser armazenada.

3.6.3.1 Método de Rippl

No dimensionamento do volume máximo será utilizado este método para a demanda mensal constante junto a series históricas de precipitação. Este método consiste em manter o fornecimento de água tanto para os meses com chuva quanto os meses de seca.

Seguindo este método será utilizado o tabela 05

Tabela 05 - Método de Rippl

1	2	3	4	5	6	7
Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal	Área de Captação	Volume de Chuva Mensal $c = 0,8$ mais 2 mm desconsiderados para limpeza	Diferença entre Demanda e Volume de Chuva	Diferença Acumulada da Coluna 6 dos Valores Positivos
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)

Fonte: TOMAZ, 2003

Coluna 1: Período de tempo em meses;

Coluna 2: Média mensal em mm da área estudada;

Coluna 3 - Demanda mensal constante, em m³ da edificação;

Coluna 4: Área projeto do telhado no terreno em metros quadrados;

Coluna 5: Nesta será calculado o volume de água captada mensalmente considerando como 0,8 o coeficiente de *Runoff* e a divisão por 1000 para transformar o resultado em m³, seguinte expressão:

$$\text{Coluna 5} = \text{Coluna 2} \times \text{Coluna 4} \times 0,80 / 1000$$

Coluna 6: Nesta estará a diferença entre os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais. O sinal positivo indica que o volume de demanda, nos meses correspondentes, supera o volume de água disponível e o sinal negativo indica que há excesso de água, o cálculo está expresso na seguinte equação:

$$\text{Coluna 6} = \text{Coluna 3} - \text{Coluna 5}$$

Coluna 7: Esta retorna as diferenças acumuladas da coluna 6, considerando somente os valores positivos, isto é, valores negativos são considerados como campos vazios no cálculo.

Para o cálculo é considerado o reservatório já esteja em sua capacidade máxima. A razão pelas valores negativos não serem computados é a indicação que estes valores são a água extravasada, é a água despejada nas galerias pluviais por transbordamento.

Após a inserção nos dados na tabela, podemos chegar a capacidade do reservatório analisando a coluna 7. Somando todos os valores que são positivos, temos a capacidade máxima

do reservatório, caso todos os dados deem negativos, o valor a se considerar será igual a demanda constate.

3.6.3.2 Método prático do professor Azevedo Neto

Para o método do Azevedo Neto utilizamos a equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (7)$$

Onde:

P: precipitação média anual, em mm;

T: número de meses de pouca chuva ou seca;

A: área de coleta em m²;

V: volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

3.6.3.3 Método prático Alemão

É o método empírico onde toma o menor valor do volume do reservatório, 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável. O método é realizado pela equação:

$$V_{\text{dotado}} = \text{mín} (V \text{ ou } D) \times 0,06 \quad (8)$$

Onde:

V: volume aproveitável de chuva anual;

D: demanda anual de água não potável;

V_{dotado}: capacidade do reservatório.

3.6.3.4 Método inglês

Representado pela equação:

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (9)$$

Onde:

V: volume de água aproveitável e o volume do reservatório em litros;

P: precipitação média anual em mm;

A: área de coleta em m².

3.6.3.5 Método de análise de simulação

Método que realiza várias verificações para diferentes volumes, assim através de uma tabela é possível inserir o volume e testar como será o comportamento do reservatório, chegando ao valor desejado. Para facilitar este método também utiliza tabelas o que facilita a visualização dos resultados.

Tabela 06 - Método de simulação.

1	2	3	4	5	6	7	5	9	10
Meses	Prec. Mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volume chuva mensal	Volume do reservatório fixado	Volume do reservatório no tempo (t-1)	Volume do reservatório no tempo (t)	Overflow	Suprimento de água externo
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)

Fonte: Tomaz, 2011.

Coluna 1: Meses do ano.

Coluna 2: Precipitação mensal em mm.

Coluna 3: Demanda mensal em m³.

Coluna 4: Área de captação em m².

Coluna 5: Volume de chuva em m³ segundo a equação abaixo considerando o coeficiente de runoff 0,8 devido as telhas e fibrocimento.

Coluna 5 = Coluna 2 x Coluna 4 x 0,80 / 1000

Coluna 6: Volume escolhido para a simulação.

Coluna 7: É o volume do reservatório no início da contagem do tempo. Supondo que no início da contagem o reservatório está vazio, portanto a primeira linha da coluna 7 referente ao mês de janeiro será igual a zero. Nos demais valores obtidos usaremos a função SE do MS Excel:

$$SE(\text{coluna } 8 < 0; 0; \text{coluna } 8)$$

Coluna 8: Retorna o volume do reservatório no fim do mês em m³ através da equação:

$$\text{Coluna } 8 = SE(\text{coluna } 5 + \text{coluna } 7 - \text{coluna } 3 > \text{coluna } 6; \text{coluna } 7; \text{coluna } 5 + \text{coluna } 7 - \text{coluna } 3)$$

Coluna 9: É o *overflow*, o que significa que os valores mostrados são referentes aos excessos que serão descartados. Este valor é obtido pela condição:

$$\text{Coluna 9} = \text{SE} ((\text{coluna5} + \text{coluna7} - \text{coluna3}) > \text{coluna6}; \text{coluna5} + \text{coluna7} - \text{coluna3} - \text{coluna6}; 0)$$

Coluna 10: Referente ao volume de água necessário vindo da concessionária de água para repor a falta no mês, obtido pela equação:

$$\text{Coluna 10} = \text{SE} (\text{coluna7} + \text{coluna5} - \text{coluna3} < 0; - (\text{coluna7} + \text{coluna5} - \text{coluna3}); 0)$$

3.7 Dimensionamento do sistema elevatórios

Segundo a NBR 5626:1988 sistema elevatório consiste no bombeamento de água de um reservatório inferior para reservatório superior por meio de equipamento motor- bomba.

O sistema é dimensionado em três etapas, o dimensionamento da tubulação de recalque que é a tubulação que liga o motor-bomba ao reservatório, o dimensionamento da bomba para que ela atenda às necessidades do projeto e o dimensionamento da tubulação a jusante da bomba responsável por direcionar o fluxo de água até o reservatório superior.

3.7.1 Diâmetro de recalque

Com a relação sobre o tempo de funcionamento da bomba e a vazão a ser atendida se acha o diâmetro destes condutores.

Para encontrar o diâmetro de recalque foi utilizado a equação:

$$D = 1,3 X^{1/4} x \sqrt{Q} \quad (10)$$

Onde:

Q: vazão de projeto;

X: relação entre horas de funcionamento diário e 24 h = 0,25.

3.7.2 Perda de carga

A perda de carga é em função da rugosidade da tubulação e as conexões que influencia como elementos restritivos ao fluxo da água. Esta podem ser encontradas pelo equação de Hazen-Williams.

$$hf = \frac{10.641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \times (L_{eq} + L_{tubo}) \quad (11)$$

Onde:

Q: é a vazão de projeto total em m³/s;

C: coeficiente que depende da natureza do material;

D: diâmetro em mm;

L_{eq}: comprimento equivalente;

L: é o comprimento do tubo.

3.7.3 Altura manométrica

É a altura referente ao sistema elevatório, desde o ponto de sucção até o nível de abastecimento do reservatório. Encontrada pela equação:

$$H_{man} = H_g + \text{perdas de cargas totais}(hf) \quad (12)$$

H_{man}: Altura fictícia a ser vencida pela moto bomba;

H_g: altura geométrica.

3.7.4 Potência da bomba

A potência para a definição da bomba é definida pela equação:

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{man}}{75 * \eta_b} \quad (13)$$

Onde:

γ: peso específico da água 1000 kgf/m³;

Q: é a vazão de projeto total em m³/s;

H_{man}: Altura fictícia a ser vencida pela moto bomba;

η_b: coeficiente médio de rendimento (0,69) ;

P: é a potência da bomba em cavalos força CV.

3.8 Dimensionamento da rede de distribuição

3.8.1 Estimativa de vazões

Segundo a NBR 5626: 1998 o procedimento para o dimensionamento de tubulações da rede predial de distribuição começa pela estimativa de vazões, assim é possível descobrir a demanda em cada ponto. Para isso é utilizado o método de pesos relativos. O peso relativo é um meio empírico encontrado pelo quando 05.

Quadro 05 – Peso relativo nos pontos de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Fonte: NBR 5626:1998.

Depois de somar todos os pesos que compõem o sistema hidráulico, é preciso transformar essas informações em demanda simultânea total, lembrando que este método é utilizado para fins de uso comum e não uso intensivo como cinemas, escolas, estádios e outros. Para encontrar a demanda precisamos da equação:

$$Q = \sqrt{\sum P} \quad (14)$$

Onde:

Q é a vazão estimada na seção considerada em l/s;

ΣP é a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação.

3.8.2 Cálculo da perda de carga

De acordo com a NBR 5626:1998, a perda de carga de uma tubulação se dá ao comprimento e diâmetro interno, rugosidade da superfície interna referente ao tipo de material e da vazão. Para o cálculo é utilizado a equação de Fair – Whipple – Hsiao.

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75} \quad (15)$$

J é a perda de carga unitária, em KPa/m;

Q é a vazão estimada na seção considerada, em L/s;

d é o diâmetro interno do tubo, mm.

Ainda segundo a NBR 5626:1998, para as conexões também é preciso encontrar esta perda, porém conseguimos estes valores na tabela apresentada no anexo E, onde estão descritas as peças e suas respectivas perdas de acordo com o fabricante.

Para dar sequência ao dimensionamento a norma dá a seguinte tabela 07 para facilitar a montagem dos cálculos e verificações.

Tabela 07 –Cálculo de diâmetro e verificações

1	2	3	4	5	6	7
Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Diâmetro	Velocidade	Perda de carga unitária	Diferença de cota
		(L/s)	(mm)	(m/s)	(Kpa/m)	(m)
		8	9	10	11	12
	Pressão disponível	Comprimento da tubulação		Perda de carga da tubulação	Pressão disponível	
		Real	Equivalente			
	(mca)	(m)	(m)	(mca)	(mca)	

Fonte :Autor

Coluna 1: Identificação do trecho;

Coluna 2: Determina a soma de pesos equivalentes referente as peças;

Coluna 3: Calcular a vazão estimada utilizando a equação 13;

Coluna 4,5 e 6: Estipular o diâmetro do trecho de acordo com a velocidade limite de 3 m/s utilizando a seguinte equação:

$$v = 4 \times 10^3 \times Q \times \pi^{-1} \times d^{-2} \quad (16)$$

v é a velocidade, em metros por segundo;

Q é a vazão estimada, em litros por segundo;

d é o diâmetro interno da tubulação, em milímetros.

Coluna 7: Determinar a diferença de cota sendo positivo quando a entrada de cota superior e negativo caso contrário;

Coluna 8: Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo a pressão residual na sua entrada o valor do produto da diferença de cota pelo peso específico da água;

$$\text{Coluna 8} = \text{Coluna 12} + 10 \times \text{Coluna 7}$$

Coluna 9: Medir o comprimento da tubulação de cada trecho;

Coluna 10: Determinar o comprimento equivalente somando a perda de carga de cada componente do trecho;

Coluna 11: Determinar o valor da perda de carga;

$$\text{Coluna 11} = \text{Coluna 6} \times \text{Coluna 10}$$

Coluna 12: Determina a pressão disponível residual na saída de cada trecho;

$$\text{Coluna 12} = \text{Coluna 11} - \text{Coluna 8}$$

3.9 Cálculo ao tempo de retorno

Para se ter noção do tempo em anos que levará para se ter retorno do investimento da implantação do sistema de captação, podemos calcular utilizando os seguintes equação:

$$TR = \frac{Ct}{Em \times 12} \quad (17)$$

TR é tempo de retorno em anos;

Ct é o custo total da implantação;

Em é a economia mensal.

4 MATERIAIS MÉTODOS

4.1 Contextualização do estudo de caso

Este trabalho é um estudo de caso realizado no condomínio fechado chamado Paiva e Silva localizado na Avenida José Olavo de Piava 361, Bairro Vargem na cidade de Varginha: MG. Na figura 04 é possível ver todo o condomínio.

Figura 04 - Condomínio Paiva e Silva.



Fonte: Autor.

Varginha está localizada no Sul de Minas Gerais, próximo a BR 381, conhecida como Fernão Dias, localizada na metade do trecho que liga a cidade de São Paulo a Belo Horizonte.

O Condomínio analisado possui quinze torres de quatro andares, cada torre possui dois blocos totalizando 30 blocos, cada bloco possui oito apartamentos, chegando a um total de 480 apartamentos. A torre pode ser conferida na figura 05.

Figura 05 - Torres.



Fonte: Autor.

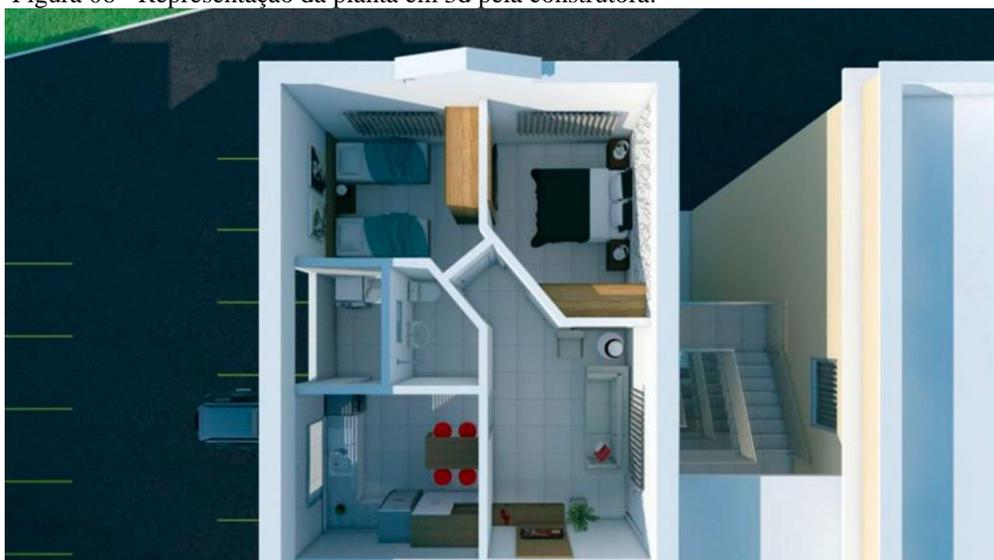
4.2 Critérios para a seleção do edifício

Como foi feita análise por amostragem devido a quantidade de apartamentos, foram selecionados 6 blocos para serem analisados. Os blocos escolhidos para estudo são os blocos 05, 06, 09, 10, 11 e 12 devido a maior facilidade de observação e levantamento quantitativo de pessoas em cada apartamento.

4.3 Características do edifício

As torres são padronizadas, cada uma possui quadro andares, e são divididas em dois blocos, cada bloco possui 8 apartamentos, cada apartamento possui 1 sala, 2 quartos, 1 cozinha, 1 banheiro e uma área de serviço como na figura 06. Cada apartamento tem seu hidrômetro independente.

Figura 06 - Representação da planta em 3d pela construtora.



Fonte: Helevar Construtora (2017).

4.4 Consumo de água.

Para o levantamento de consumo das edificações foi feito acompanhamento diário através de leitura visual dos hidrômetros individuais durante o período de 08/03/2017 a 07/05/2017, assim foi possível levantar o consumo diário de cada apartamento durante este período.

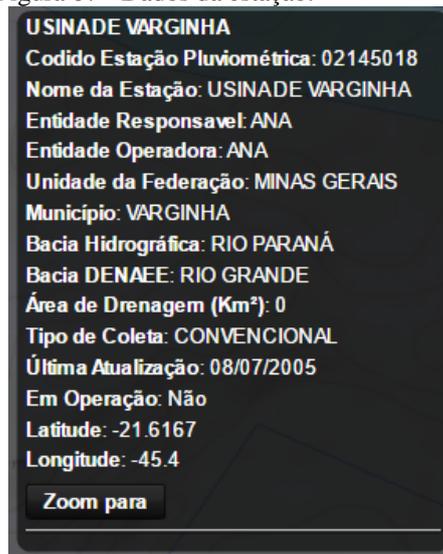
Com os dados levantados, consumo de água total e o número de moradores é possível a utilização da equação (1) de Índice de Consumo, já detalhada no item 3.2.3, para encontrar o índice de consumo diário individual. Depois de achar o índice podemos ampliar a pesquisa para todo o condomínio.

4.5 Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado

Para quantificar a quantidade de chuva precipitada em Varginha, é necessário fazer a análise histórica da região. Para isso foram obtidos os dados históricos da cidade fornecidos pela Agencia Nacional de Águas através do sistema online Hidroweb (ANA, 2017), site onde são disponibilizadas informações hidrológicas de regiões do país.

Para os dados foi utilizado a estação denominada Usina de Varginha com código no sistema 02145018, controlada pela ANA. Os dados da estação estão na figura 07

Figura 07 - Dados da estação.

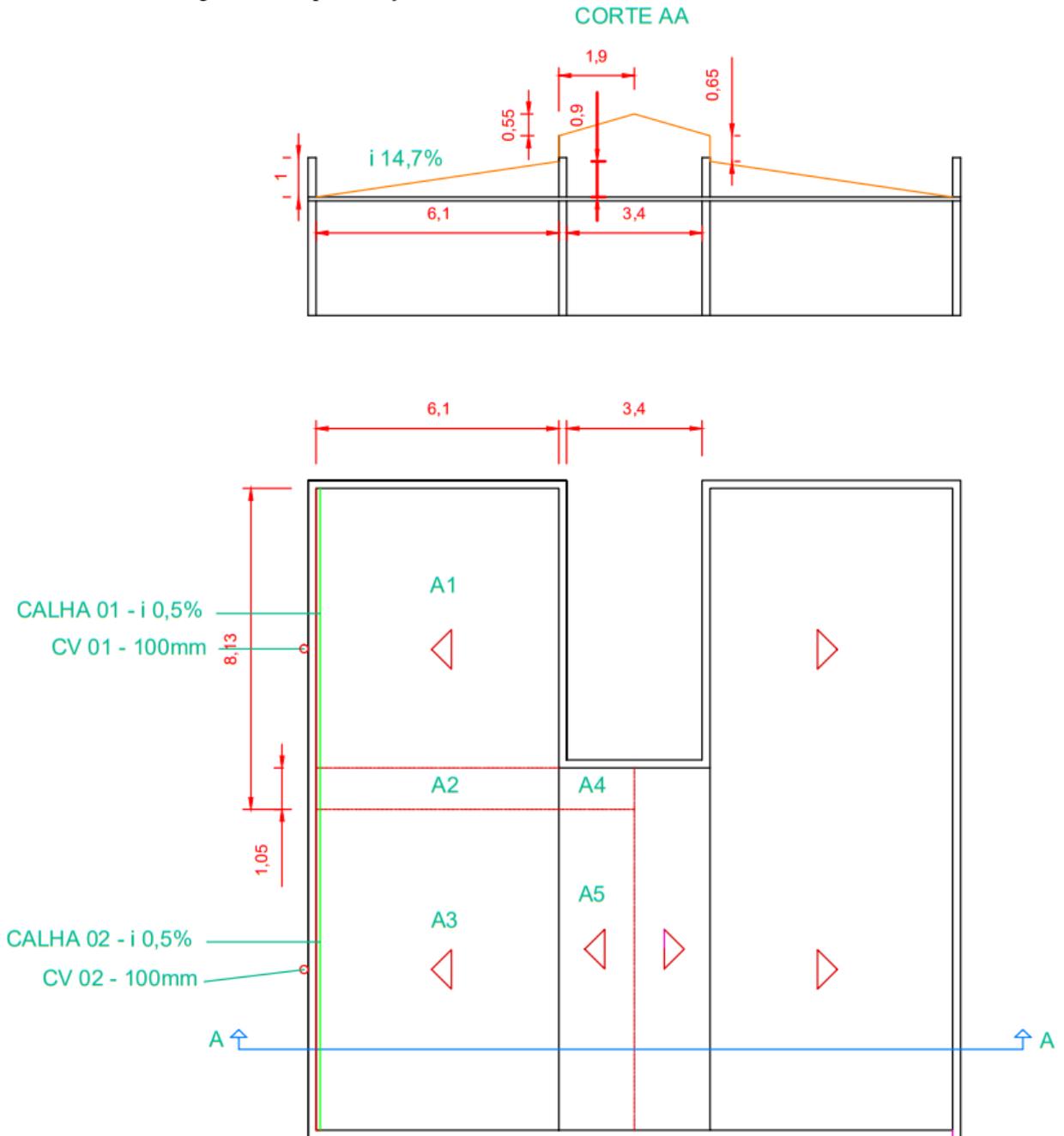


Fonte: ANA (2017).

Com os dados fornecidos pela ANA, que refere aos anos de 1942 a 1978 (37 anos), é possível verificar a média de água precipitada em cada mês. Com avaliação é possível chegar ao volume médio precipitado e o que se deve ser previsto em uma estimativa.

Através das plantas obtidas e as representações feitas do sistema Auto-Cad, foi possível levantar as medidas de uma das torres e criar uma representação da cobertura como apresentado na figura 08 para encontrar a área da cobertura que será utilizada como área de captação de chuva. A área total de captação de uma só torre é de 211,33m², o telhado possui inclinação de 14,7% e possui telhas de Fibrocimento.

Figura 08 - Representação da cobertura.



Fonte: Autor.

Com os dados obtidos, podemos utilizar a equação (4) já demonstrada no item 3.5 que refere ao levantamento da quantidade de litros de água captados.

4.6 Vazão de projeto

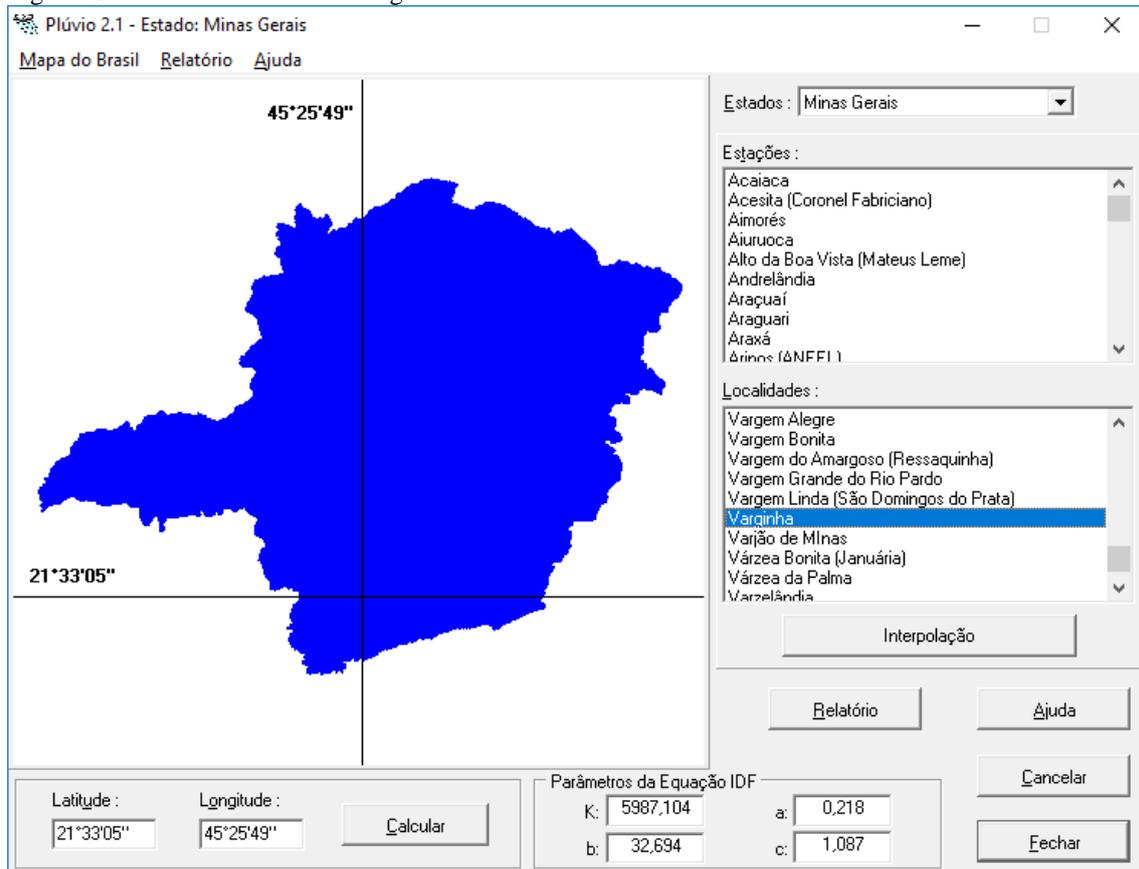
Para o dimensionamento, tanto das tubulações, calhas e galerias, são necessários conhecer a vazão de projeto. De acordo com a NBR 10844/1989, a equação utilizada é a já

citada no item 3.6.1 equação 5. Para prosseguir é preciso encontrar a intensidade de chuva e a área de projeto.

4.6.1 Intensidade de chuva

Para estimar uma equação de chuva foi utilizado os dados do software Plúvio 2.1, onde ele traz as informações necessárias da cidade e estado informados, como mostra na figura 09.

Figura 09 - Dados da cidade de Varginha.



Fonte: Software Plúvio 2.1.

Após obter os dados, inserimos na principal forma de caracterização de chuvas intensas por meio da equação de intensidade mostrada abaixo.

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

i = intensidade máxima média de precipitação, mm/h;

T = período de retorno (anos);

t = duração da precipitação (min);

K, a, b, c = parâmetros relativos à localidade (Estado, município).

Segundo as características do edifício e indicado na NBR 10844/1989 foi adotado o período de retorno T igual a 5 anos e consecutivamente a duração da precipitação t igual a 5 minutos.

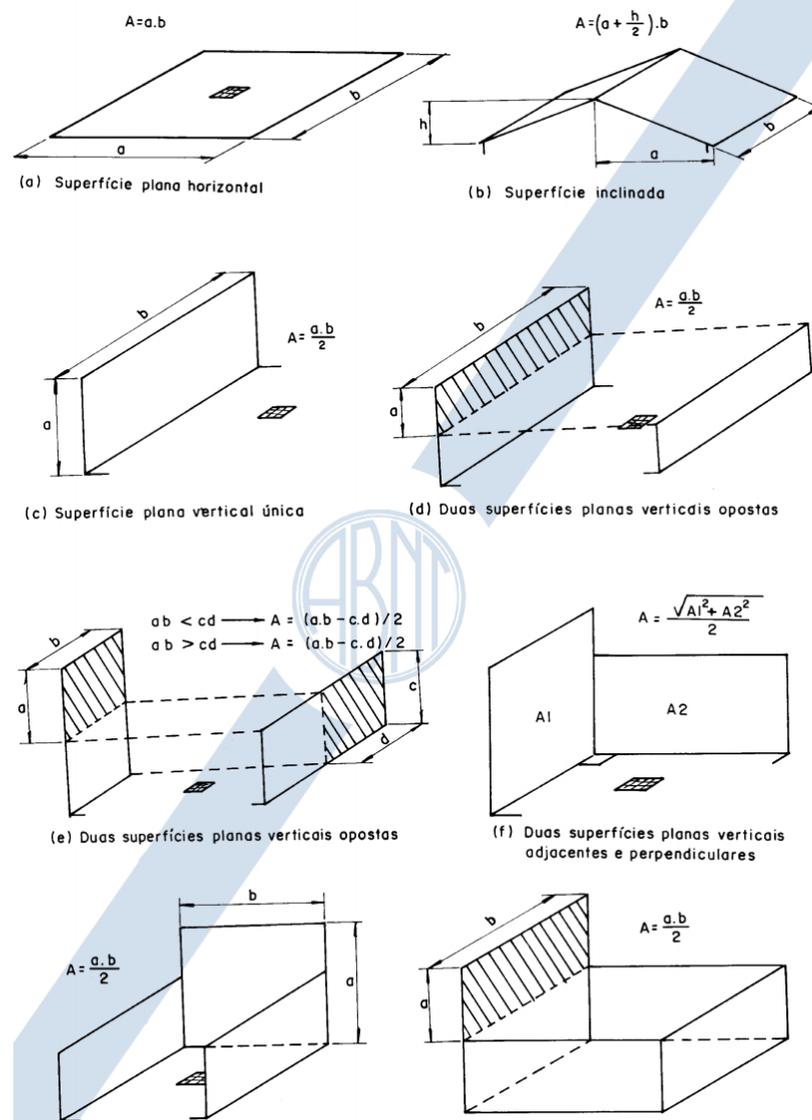
Após a substituição dos valores na formula foi encontrado o valor de intensidade de 127,3802 mm/h.

4.6.2 Área de cálculo

Para o A (área da equação de vazão) de projeto é necessário seguir as exigências da norma sobre a tipologia do telhado como mostrado anteriormente na figura 07 e as áreas de contribuições para cada calha, consecutivamente para cada tubo vertical.

Segundo a NBR 10844/1989 tem se uma equação para cada tipo de superfície, como mostra na figura 10.

Figura 10 - Indicações para cálculos da área de contribuição



Fonte: NBR 10844/1989.

Aplicando as regras e calculando cada área separadamente tem-se a área contribuinte de cada calha apresentando os seguintes valores:

$$\text{Calha 01} = A1 + A2 + A4$$

$$\text{Calha 01} = 48,24 \text{ m}^2 + 7,22 \text{ m}^2 + 2,28 \text{ m}^2$$

$$\text{Calha 01} = 57,79 \text{ m}^2$$

$$\text{Calha 02} = A3 + A5$$

$$\text{Calha 02} = 55,89 \text{ m}^2 + 17,68 \text{ m}^2$$

$$\text{Calha 02} = 73,57 \text{ m}^2$$

4.7 Dimensionamento de Calhas

Como representado na figura 08 podemos ver que a edificação é simétrica, por isso será calculado somente duas calhas calha 01 responsável por direcionar a água das áreas A1, A2 e A4 e a calha 02 responsável pelas áreas A3 e A5.

Quadro 06 - Área de contribuição de cada calha e inclinação adotada

Calha	I%	A [m ²]
1	0,5%	57,79
2	0,5%	73,57

Fonte: Autor.

Com os dados obtidos de área de projeto e intensidade de chuva, é possível achar a vazão de projeto para cada ponto, ou seja substituir os valores das variáveis encontradas na equação 6 item 3.6.1.2.

Obtemos assim os valores de vazão como no quadro 07.

Quadro 07 - Vazão de projeto

Calha	i [mm/h]	A [m ²]	Q [l/min]
1	127,38	57,79	122,69
2		73,57	156,19

Fonte: Autor.

Adotando a inclinação mínima imposta pela NRB 10844:1989 que é de 0,5% foi encontrado uma dimensão equivalente utilizando a equação 6 do item 3.6.1.2 representados no quadro 08, considerando que a base vale duas vezes a altura e que as dimensões resultantes do quadro considera a margem de segurança de 2/3 da altura da calha.

Quadro 08 - Dimensões da calha.

Q [l/min]	i %	h (água) [m]	b = 2h	h total [m]
122,69	0,5	0,10	0,20	0,17
156,19		0,11	0,22	0,19

Fonte: Autor.

4.8 Dimensionamento do condutor vertical

Encontradas as vazões de cada calha e utilizando estas no quadro citado no item 3.6.1.3 que faz a correlação entre a vazão e o diâmetro chega ao resultado de que cada condutor vertical deve possuir diâmetro de 100 mm para atender essa demanda de projeto.

4.9 Dimensionamento de tubulação horizontal

Como a edificação está pronta e já possui toda a estrutura de manuseio da água como as calhas e tubulação vertical, foi preciso encontrar somente a tubulação horizontal utilizado para direcionar a água recolhida à galeria que se encontra abaixo da rua.

Para o cálculo da tubulação horizontal foi utilizado os parâmetros da NBR 10844/1989. Os condutos foram dimensionados para escoamento com lamina igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo, também considerando a inclinação mínima de 5%, assim foi utilizado o quadro 09.

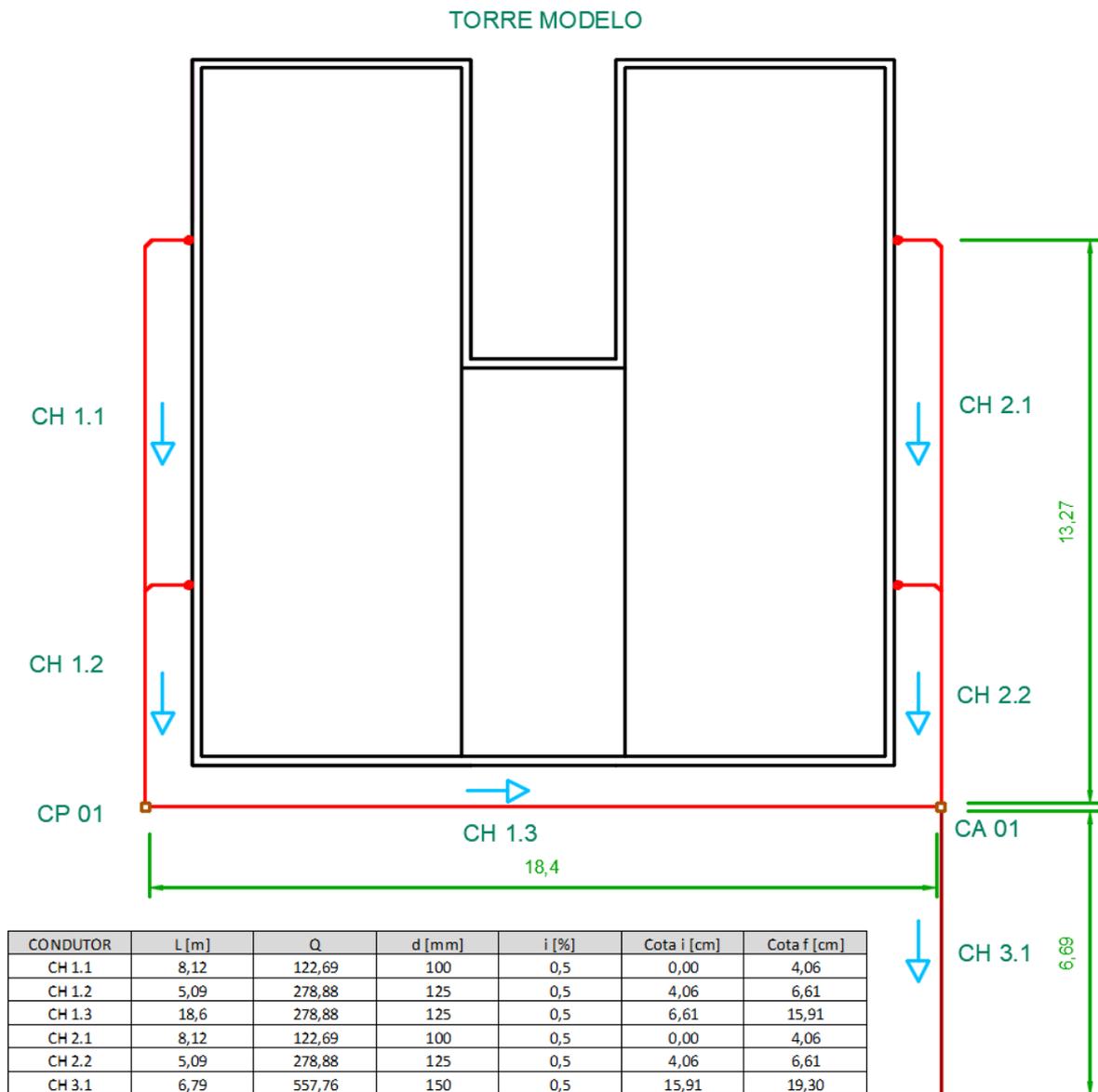
Quadro 09 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

	Diâmetro interno (D) (mm)	$n = 0,011$				$n = 0,012$				$n = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: NBR 10844/1989.

Com a utilização da tabela e as informações de vazão de projeto, foi montado tanto o projeto quanto a tabela de cada condutor horizontal utilizado (CH), mostrado na figura 11.

Figura 11 - Projeto com desenho e dados dos condutores



Fonte: Autor.

Como os prédios são iguais e possuem a mesma disposição para as ruas o cálculo foi feito encima de uma torre modelo e a única parte que teve alteração de uma torre e outra foi o condutor que liga a caixa de areia a galeria na rua.

4.10 Galerias de águas pluviais.

Para o cálculo de galerias representados no ANEXO N, foi utilizado a tabela 08 apresentada no item 3.6.5 para facilitar os cálculos e verificações.

Tabela 08 - Dimensionamento e verificação da galeria.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trecho	Extensão	y/d	R/r	Torres	Qp	Cota M	Cota J	i terreno
	(m)				[m³/s]	(m)	(m)	(%)
1.0 - 1.1	112,3			6	0,066	905,5	885,0	18
1.1 - 3.0	62			6	0,066	885,0	885,0	0
2.0 - 2.1	40,65	0,9	0,839	2	0,022	904,0	897,0	17
2.1 - 2.2	73,83			7	0,078	897,0	890,0	9
2.2 - 3.0	36,55			9	0,100	890,0	885,0	14
3.0 - 3.1	18			15	0,166	885,0	885,0	0

10	11	12	13	14	15	16
i adotado	D Calc	D com	Rh plen	Coef.	Rh	V
(%)	(mm)	(mm)				(m/s)
18%	0,160	300	0,075	1,192	0,063	4,83
1%	0,275	300	0,075	1,192	0,063	1,13
17%	0,107	300	0,075	1,192	0,063	4,69
9%	0,191	300	0,075	1,192	0,063	3,48
14%	0,196	300	0,075	1,192	0,063	4,18
1%	0,442	500	0,125	1,192	0,105	1,12

Fonte: Autor.

4.11 Reservatórios

Para o dimensionamento do reservatório foi feito levantamento de toda água precipitada mensalmente levantamento do consumo mensal de rega de jardim e consumo em bacias sanitárias. E para chegar a um valor útil foi testado cinco métodos de cálculo, o Método de Rippl, Método prático do professor Azevedo Neto, Método prático alemão, método prático inglês é o método de análise por simulação.

- Método de Rippl utilizando a tabela do item 3.6.3.1.

Tabela 09 – Método de Rippl.

1	2	3	4	5	6	7
Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m³)	Área de Captação (m²)	Volume de Chuva Mensal c = 0,8 mais 2 mm desconsiderados para limpeza (m³)	Diferença entre Demanda e Volume de Chuva (m³)	Diferença Acumulada da Coluna 6 dos Valores Positivos (m³)
JAN	260			653	-437	0
FEV	216			541	-325	0
MAR	146			364	-148	0
ABR	58			141	76	76
MAI	23			52	164	164
JUN	18	216	3170	39	177	177
JUL	7			11	205	205
AGO	6			9	207	207
SET	39			93	124	124
OUT	104			257	-41	0
NOV	150			374	-158	0
DEZ	244			612	-396	0
Reservatório						953

Fonte: Autor.

- Método prático do professor Azevedo Neto como no item 3.6.3.2

Utilizando a equação 7 do item 3.6.3.2 e dividindo por 1000 para a transformação do resultado em m³, temos o volume de água:

A: 3169,95 m²;

P: 1271 mm;

T: adotado 5 meses.

$$V = 1271 \times 5 \times 3169,95 \times 0,042 / 1000$$

$$V = 846,09 \text{ m}^3$$

- Método prático alemão como no item 3.6.3.3

Considerado o menor volume entre volume anual de consumo e disponibilidade de chuva, inserir na equação 8 observando que para transformar o resultado em m³ foi dividido por 1000.

Vol consumo anual: 2596500 l

Vol chuva anual: 4029006 l

$$V = 2596500 * 0,06 / 1000$$

$$V = 155,79 \text{ m}^3$$

- Método prático inglês como no item 3.6.3.4, equação 9.

P: 1271 mm

A: 3169,95m²

$$V = 1271 * 3169,95 * 0,05 / 1000$$

$$V = 201,45 \text{ m}^3$$

- Método de análise por simulação

Para a utilização deste método foi imposto o máximo uso do reservatório não precisando de fornecimento da concessionária afim de cortar gastos. A tabela utilizada é a citada no item 3.6.3.5, e podemos ver na coluna 9 que não houve descarte de água e na coluna 10 que não houve necessidade de utilizar água da concessionária.

Tabela 10 - Cálculo pelo método de análise por simulação.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Meses	Prec. Mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volume chuva mensal	Volume do reservatório fixado	Volume do reservatório no tempo (t-1)	Volume do reservatório no tempo (t)	Overflow	Suprimento de água externo
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
JAN	260	216	3169,95	659	929	0	442,9746	0	0
FEV	216	216	3169,95	548	929	442,975	774,36696	0	0
MAR	146	216	3169,95	370	929	774,367	928,24212	0	0
ABR	58	216	3169,95	147	929	928,242	858,9528	0	0
MAI	23	216	3169,95	58	929	858,953	700,90488	0	0
JUN	18	216	3169,95	46	929	700,905	530,17716	0	0
JUL	7	216	3169,95	18	929	530,177	331,55388	0	0
AGO	6	216	3169,95	15	929	331,554	130,39464	0	0

SET	39	216	3169,95	99	929	130,395	12,92208	0	0
OUT	104	216	3169,95	264	929	12,922	60,28692	0	0
NOV	150	216	3169,95	380	929	60,287	224,30592	0	0
DEZ	244	216	3169,95	619	929	224,306	626,70516	0	0

Fonte: Autor.

4.12 Dimensionamento do sistema elevatório

4.12.1 Dimensionamento da tubulação de recalque

Para o dimensionamento de recalque foi utilizado a equação 10 apresentada no item 3.7.1. onde a vazão de projeto foi definida pelo consumo diário das 15 torres e funcionamento da bomba por 6 horas.

$$Q_p = \{ [15 \text{ torres} \times (7,43 \text{ m}^3/\text{dia/torre} \times 0,05)] + (49,2 \text{ m}^3 / 8 \text{ regas}) \} / (6 \text{ horas})$$

$$Q_p = 97,82 \text{ m}^3/\text{dia} / 28800 \text{ segundos}$$

$$Q_p = 0,004528 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$X = \text{horas funcionamento} / 24 \text{ horas}$$

$$X = 6/24$$

$$X = 0,25$$

O diâmetro encontrado foi 0,061 m ou 61 mm, assim o diâmetro do tubo de recalque adotado é de 75 mm.

4.12.2 Moto bomba

Ainda é preciso calcular a altura manométrica antes do cálculo de potência da bomba, este cálculo é feito pela em duas etapas, a primeira para encontrar a perda de carga h_f e a segunda que utiliza esta variável para encontrar a altura manométrica.

Para perda de carga foi utilizada a equação 11 do item 3.7.2 onde a vazão já foi calculada no item anterior com o valor de $0,004528 \text{ m}^3/\text{s}$, a constante C que é referente ao tipo de material utilizado PVC que vale 140, o diâmetro também já calculado no item anterior, o comprimento L obtido no ANEXO N e o comprimento equivalente obtido através do quadro 10, quantidade de peças interligadas ao longo do comprimento. Inserindo os dados na equação obtemos:

Quadro 10 – Tabela de peças do sistema de recalque

Quantidade	Peças	L equivalente
1	Saída de canalização	3,7
1	Válvula de pé de crivo	26,8
1	Registro de gaveta	0,9
3	Curva aberta 90°	4,5
1	Curva de 45°	0,9
Total		36,8

Fonte: Autor.

$$hf = \frac{10.641}{140^{1,85}} \times \frac{0,004528^{1,85}}{0,075^{4,87}} \times (36,8 + 258,33)$$

$$hf = 0,06 \text{ m}$$

Conseqüentemente é possível encontrar a altura manométrica utilizando a equação 12 do item 3.7.3. Hg é a diferença de cota do nível do reservatório inferior ao reservatório superior obtido no ANEXO N.

$$H_{man} = 45,06 + 0,06$$

$$H_{man} = 45,12 \text{ m}$$

Dando continuidade, obtemos todos os dados necessários para encontrar a potência de bomba a ser utilizada. Substituindo os valores na equação 13 do item 3.7.4.

γ : 1000 kgf/m³;

Q: 0,004528 m³/s;

H_{man}: 45,12 m;

^{nb}: adotado coeficiente médio de rendimento (0,69).

$$P = \frac{1000 * 0,004528 * 45,12}{75 * 0,69}$$

$$P = 4 \text{ cv}$$

4.12.3 Reservatório superior

Para encontrar o volume do reservatório superior foi preciso encontrar o volume de água necessário para o abastecimento de 1 dia das torres.

$$V = (\text{Consumo de água não potável} * 15 \text{ torres}) + (\text{volume de água destinada a jardim por dia de utilização})$$

$$V = (7,43 \text{ m}^3 * 0,05) * 15 + 6,52 \text{ m}^3$$

$$V = 97,82 \text{ m}^3/\text{dia}$$

O reservatório comercial terá a capacidade para 100 m³ diários de água disponível para o uso não potável.

4.13 Dimensionamento do sistema de distribuição

O sistema de distribuição se divide em duas partes, a primeira que liga o reservatório superior às caixas d'água que se localizam na parte superior da edificação e a parte que distribui a água da caixa d'água aos banheiros e torneiras de jardins. Estas são divididas em trechos e cada trecho é dimensionado e verificado.

Para a primeira parte o cálculo e as verificações foi utilizada a tabela do item 3.8.1 tabela 11, assim facilita a visualização e agiliza os cálculos. Todas as informações como identificadores, cotas e trajeto estão no anexo J.

Tabela 11 – Resultados de diâmetro e verificações externos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12
								Real	Equivalente		
Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Diâmetro	Velocidade	Perda de carga unitária	Diferença de cota	Pressão disponível			Comprimento da tubulação	Perda de carga da tubulação
		(L/s)	(mm)	(m/s)	(Kpa/m)	(m)	(mca)	(m)	(m)	(mca)	(mca)
T 01	78	2,65	50	1,35	0,41	18,1	18	12,7	18,7	1,28	17
T 02	78	2,65	38	2,34	1,50	4,5	21	18,2	0,9	2,86	18
T 03	78	2,65	38	2,34	1,50	1,2	20	11,6	0,9	1,87	18
T 04	72,8	2,56	38	2,26	1,41	1,8	20	13,4	1,8	2,15	17
T 05	5,2	0,68	38	0,60	0,14	0	17	6,69	0,3	0,10	17
T 06	5,2	0,68	38	0,60	0,14	0	17	10,5	13,7	0,34	17
T 07	5,2	0,68	25	1,39	1,02	-12,9	4	12,9	0,8	1,40	3

T 08	5,2	0,68	25	1,39	1,02	0	3	1	0,3	0,13	3
------	-----	------	----	------	------	---	---	---	-----	------	---

Fonte: autor.

Assim como na primeira parte foi utilizado a mesma tabela para o cálculo e verificações, e para as informações necessárias de projeto, retiradas do anexo K. Como visto em projeto, devido a simetria e pelos apartamentos possuírem as mesmas dimensões, foi utilizada a mesma trajetória da tubulação de água tratada para a disposição da tubulação de água de chuva, ela desce pela lavanderia em um tubo vertical, suprimindo os quatro apartamentos alinhados verticalmente, assim cada torre terá quatro tubos verticais.

Tabela 12 – Resultados de diâmetro e verificações internos.

Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Diâmetro	Velocidade	Perda de carga unitária	Diferença de cota	Pressão disponível	Comprimento da tubulação		Perda de carga da tubulação	Pressão disponível
								Real	Equivalente		
		L/s	mm	m/s	Kpa/m	m	mca	m	m	mca	mca
BAR 1	1,2	0,33	25	0,67	0,28	1	1	1	1	0,03	1
BAR 2	1,2	0,33	20	1,05	0,82	0	1	9,5	0,4	0,03	1
AF 1	1,2	0,33	20	1,05	0,82	2,69	4	2,69	0,5	0,04	4
AF 2	0,9	0,28	20	0,91	0,64	2,9	6	2,9	1,8	0,11	6
AF 3	0,6	0,23	20	0,74	0,45	2,9	9	2,9	0,3	0,01	9
AF 4	0,3	0,16	20	0,52	0,24	2,9	12	2,9	8,5	0,21	12
R 1	0,3	0,16	20	0,52	0,24	0	4	1,3	1,8	0,04	4
R 2	0,3	0,16	20	0,52	0,24	0	6	1,3	1,8	0,04	6
R 3	0,3	0,16	20	0,52	0,24	0	9	1,3	1,8	0,04	9
R 4	0,3	0,16	20	0,52	0,24	0	12	1,3	1,8	0,04	12

Fonte: autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Moradores e consumo de água no edifício

A tabela 13 mostra os blocos, os apartamentos existentes e identificados por seus números, mostram o número de moradores por apartamento e o consumo individual e total dos apartamentos no período analisado.

Tabela 13 - Dados obtidos em campo.

BLOCOS	APTOS	Nº DE MORADORES POR APTO	CONSUMO TOTAL EM 60 DIAS (m ³)
5	51	3	13,05
5	52	3	20,26
5	53	2	8,44
5	54	2	8,51
5	55	1	6,72
5	56	0	0,00
5	57	2	9,66
5	58	0	0,11
6	61	2	9,73
6	62	3	14,18
6	63	0	0,03
6	64	0	0,00
6	65	2	9,91
6	66	1	4,66
6	67	2	10,70
6	68	2	7,91
5/6	Área de serviço	0	2,51
9	94	0	0,00
9	93	1	3,08
9	92	1	1,60
9	91	2	14,29
9	98	3	15,74
9	97	2	16,02
9	96	2	10,53
9	95	1	5,66
10	104	2	9,34
10	103	3	17,44
10	102	3	23,70

10	101	0	0,14
10	108	2	9,70
10	107	2	12,67
10	106	1	1,98
10	105	1	9,23
09/10	Área de serviço	0	4,44
12	124	2	13,03
12	123	3	17,31
12	122	2	1,86
12	121	2	13,44
12	128	1	7,17
12	127	4	22,26
12	126	2	26,38
12	125	2	7,68
11	114	2	17,46
11	113	2	2,94
11	112	2	9,98
11	111	0	0,00
11	118	3	7,56
11	117	2	12,68
11	116	2	8,07
11	115	2	9,77
11/12	Área de serviço	0	3,74
TOTAL		84	463,19

Fonte: Autor.

Há na tabela os apartamentos que possuem número de moradores igual a zero moradores para fim de demonstração de dados quantitativos, porem são apartamentos que estavam desocupados durante o recolhimento de dados.

Separando os valores por torre para se ter melhor visão quantitativa:

- Torre 01 referente aos blocos 5 e 6:
 - Média de consumo da torre por dia: 1,92 m³/dia;
 - Consumo total: 126,37 m³;
 - Número de moradores: 25 pessoas.

- Torre 02 referente aos blocos 9 e 10:
 - Média de consumo da torre por dia: 2,55 m³;
 - Consumo total: 155,55 m³;
 - Número de moradores: 26 pessoas.

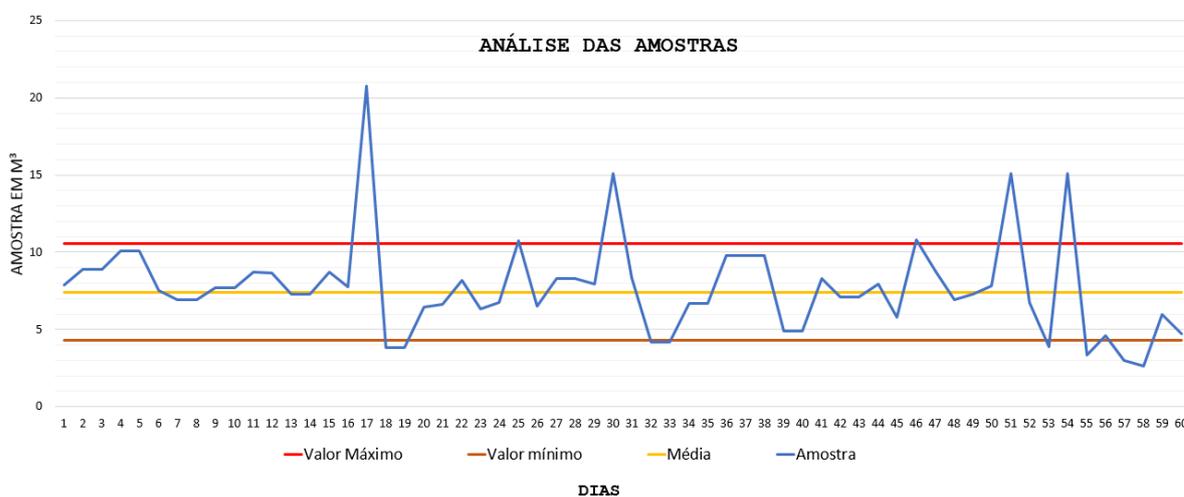
- Torre 03 referente aos blocos 11 e 12:
 - Média de consumo da torre por dia: 3,01 m³/dia;
 - Consumo total: 181,28 m³;
 - Número de moradores: 33 pessoas.

Para verificar o grau de variação das amostras em relação à média, devido ao número de feriados no período estudado, foi utilizado o software Excel para o cálculo de desvio padrão estabelecendo os limites máximos e mínimos e gerado o gráfico 01 para um melhor entendimento.

Dados:

- Desvio padrão: 3,125 m³;
- Valor máximo: 10,55 m³;
- Valor mínimo: 4,3m³;
- Média de consumo diário das torres: 7,627 m³;

Gráfico 01 - Comportamento das amostras.



Fonte: Autor.

5.2 Consumo Médio Por Usuário

Para o cálculo de consumo por morador foi utilizado a equação (1) do indicador de consumo (IC), já citado na revisão bibliográfica item 3.2.3.

Como a quantidade de dados não fechou os três meses citados pelo autor, foi utilizado o consumo total no lugar de Cm, que são referente a somatória de consumo de todos os apartamentos da torre, e utilizado 60 dias como Dm, que substitui os dias de mês analisados na equação do autor.

- Torre 01 referente aos blocos 5 e 6:
 - Cm: 126,37 (m³/mês);
 - NA: 25 moradores;
 - Dm: 60 dias.

$$IC = \frac{126,37 \times 1000}{25 \times 60}$$

$$IC = 84,24 \text{ l/ hab.dia}$$

- Torre 02 referente aos blocos 9 e 10:
 - Cm: 155,55 (m³/mês);
 - NA: 26 moradores;
 - Dm: 60 dias.

$$IC = \frac{155,55 \times 1000}{26 \times 60}$$

$$IC = 99,71 \text{ l/ hab.dia}$$

- Torre 03 referente aos blocos 11 e 12:
 - Cm: 181,28 (m³/mês);
 - NA: 33 moradores;
 - Dm: 60 dias.

$$IC = \frac{181,28 \times 1000}{33 \times 60}$$

$$IC = 91,55 \text{ l/ hab.dia}$$

O IC total encontrado é de 92 litros de água por habitante por dia. Com este valor multiplicado pelos números de moradores totais (84) e transformando de litros para m³ chegamos ao resultado de consumo diário de 7,728 m³.

Utilizando os resultados das pesquisas de Barreto (1988) exibido na tabela 03 da revisão bibliográfica, pode-se calcular a quantidade de água utilizada em uma residência que pode ser substituída por água cinza captada de chuva.

De acordo com as pesquisas e as características dos apartamentos estudados, o uso da água cinza se dá para a bacias sanitárias representada por 5%, lavadora de roupas 11%.

Verificando os dados recolhidos, quanto a quantidade de água utilizada na limpeza das áreas comuns é possível chegar ao quantitativo fazendo a razão do consumo total pela quantidade de água destinada a limpeza.

Consumo de áreas de serviço:

- Torre 01 referente aos blocos 5 e 6:
 - Consumo de água total: 126,37 m³/mês;
 - Total de água destinada a limpeza: 2,51 m³/mês;
 - Relação: 1,99 %.
- Torre 02 referente aos blocos 9 e 10:
 - Consumo de água total: 155,55 m³/mês;
 - Total de água destinada a limpeza: 4,44 m³/mês;
 - Relação: 2,85 %.
- Torre 03 referente aos blocos 11 e 12:
 - Consumo de água total: 181,28 m³/mês;
 - Total de água destinada a limpeza: 3,74 m³/mês;
 - Relação: 2,06 %.

Com os dados tem se uma referência de 2,3 % do volume total de água.

Somando os valores referentes a bacia sanitária, a máquina de lavar roupas e a quantidade de água destinada a limpeza chegamos a um total de 18,3 %, que quando comparados ao consumo por individuo, representa 16,83 l/morador.dia.

5.3 Quantidade de chuva descartada pelo telhado

Para se ter conhecimento da quantidade de água lançada nas galerias de águas pluviais pelo condomínio, é necessário a análise da série histórica de chuvas. Como já citado, os dados foram obtidos através da ANA e tratados para médias mensais como no quadro 11.

Quadro 11 - Média de precipitação por mês

MÉDIA HISTÓRICA DE CHUVAS [mm]											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
260	216	146	58	23	18	7	6	39	104	150	244

Fonte: Autor.

Somando estes valores obtemos o volume médio anual de água precipitada de 1271 mm. Já para a variável AT, foi medido por meio de trena a área de telhado chegando ao valor de 235,07 m² por torre e um total de 3.526,05 m², já que as torres possuem as mesmas dimensões. Aplicando estes valores a equação (4) mostrada no item 3.5 onde:

Dados:

- AT = 235,07m² * 15 torres;
- AT = 3.526,05 m²;
- MIP: 1271mm.

$$LT = AT * MIP$$

$$LT = 3.526,05 \times 1.271$$

$$LT = 4.481.609,55 \text{ litros ou } 4.481,61 \text{ m}^3$$

Utilizando como referência as três torres analisadas, com valor médio diário de consumo de 7,627m³ área total de 705,21m² e um período de 30 dias foi possível fazer as verificações através da tabela 05, onde é mostrado na primeira coluna os meses do ano, na segunda a média mensal de água precipitada, na terceira coluna o volume de água captado, na quarta coluna a média de consumo total mensal, na quinta o levantamento de água não potável, ou seja aplicação dos 18,3% calculado anteriormente representados pelo volume de água que pode ser substituído, na sexta a relação de volume de água consumida pelo volume de água captada em porcentagem e na última coluna o volume de água que pode ser armazenado, ou seja, quando o volume de água não potável utilizado for menor que o volume precipitado, este restante será acumulado no volume armazenado para o próximo mês.

Tabela 14 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável das três torres.

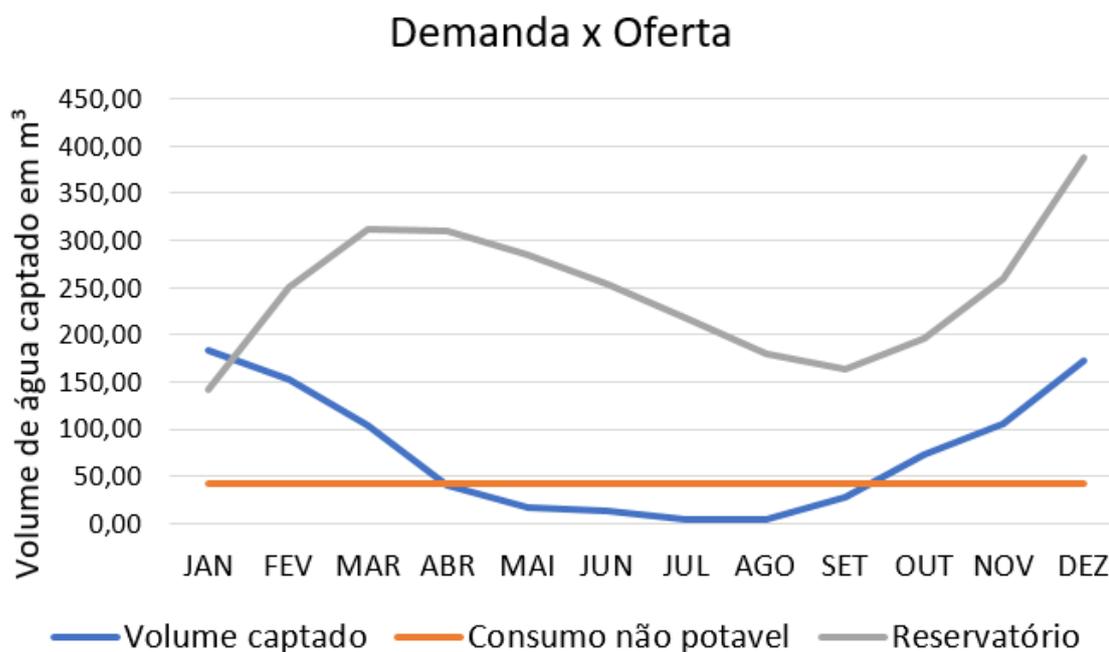
MÊS	MÉDIA DE ÁGUA PRECIPITADA (mm)	VOL CAPTADO DE ÁGUA NAS 3 TORRES (m ³)	CONSUMO DE ÁGUA DO CONDOMÍNIO REFERENTE A 30 DIAS (m ³)	ÁGUA DESTINADAS A FINS NÃO POTAVEIS (m ³)	VOL DE CONSUMO POR VOL CAPTADO (%)	ÁGUA ARMAZENAD A (m ³)
-----	---	---	--	---	--	--

JAN	260	183,35			22,8	141,48
FEV	216	152,33			27,5	251,93
MAR	146	102,96			40,7	313,02
ABR	58	40,90			102,4	312,04
MAI	23	16,22			258,2	286,39
JUN	18	12,69	228,82	41,87	329,9	257,21
JUL	7	4,94			848,3	220,27
AGO	6	4,23			989,7	182,62
SET	39	27,50			152,3	168,25
OUT	104	73,34			57,1	199,72
NOV	150	105,78			39,6	263,63
DEZ	244	172,07			24,3	393,82

Fonte: Autor.

E para se ter noção sobre o armazenamento de água captada e sua disponibilidade durante o ano foi feito o gráfico 02, que representa a quantidade de chuva precipitada pela linha azul, a média do volume de água consumida pela linha laranja e a quantidade disponível de água armazenada em reservatório pela linha cinza.

Gráfico 02 - Relação entre demanda e oferta durante o ano.



Fonte: Autor.

Com esta análise é possível visualizar que a quantidade de água armazenada é bem maior que a consumida, podendo ser remanejada para outras finalidades futuramente.

As tabelas 06, tabelas 07 e tabelas 08 mostram a mesma análise apresentada, porem utilizando os dados individualmente.

Tabela 15 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável da torre 01.

MÊS	MÉDIA DE ÁGUA PRECIPITADA (mm)	VOL CAPTADO DE ÁGUA NA TORRE 01 (m³)	CONSUMO DE ÁGUA DA TORRE 01 REFERENTE A 30 DIAS (m³)	ÁGUA DESTINADAS A FINS NÃO POTAVEIS (m³)	ÁGUA ARMAZENADA (m³)
JAN	260	61,12			50,58
FEV	216	50,78			90,81
MAR	146	34,32			114,59
ABR	58	13,63			117,68
MAI	23	5,41			112,55
JUN	18	4,23	57,60	10,54	106,24
JUL	7	1,65			97,35
AGO	6	1,41			88,21
SET	39	9,17			86,84
OUT	104	24,45			100,75
NOV	150	35,26			125,47
DEZ	244	57,36			172,28

Fonte: Autor.

Tabela 16 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável da torre 02.

MÊS	MÉDIA DE ÁGUA PRECIPITADA (mm)	VOL CAPTADO DE ÁGUA NA TORRE 02 (m³)	CONSUMO DE ÁGUA DA TORRE 02 REFERENTE A 30 DIAS (m³)	ÁGUA DESTINADAS A FINS NÃO POTAVEIS (m³)	ÁGUA ARMAZENADA (m³)
JAN	260	61,12			47,12
FEV	216	50,78			83,89
MAR	146	34,32			104,22
ABR	58	13,63			103,85
MAI	23	5,41			95,26
JUN	18	4,23	76,50	14,00	85,49
JUL	7	1,65			73,13
AGO	6	1,41			60,55
SET	39	9,17			55,71
OUT	104	24,45			66,16
NOV	150	35,26			87,42
DEZ	244	57,36			130,78

Fonte: Autor.

Tabela 17 - Comparação entre captação e uso de água para fins não potável da torre 03.

MÊS	MÉDIA DE ÁGUA PRECIPITADA (mm)	VOL CAPTADO DE ÁGUA NA TORRE 03 (m³)	CONSUMO DE ÁGUA DA TORRE 03 REFERENTE A 30 DIAS (m³)	ÁGUA DESTINADAS A FINS NÃO POTÁVEIS (m³)	ÁGUA ARMAZENADA (m³)
JAN	260	61,12			44,59
FEV	216	50,78			78,84
MAR	146	34,32			96,64
ABR	58	13,63			93,75
MAI	23	5,41			82,63
JUN	18	4,23	90,30	16,52	70,34
JUL	7	1,65			55,46
AGO	6	1,41			40,34
SET	39	9,17			32,99
OUT	104	24,45			40,91
NOV	150	35,26			59,64
DEZ	244	57,36			100,48

Fonte: Autor.

5.4 Volumes totais

Para levantamento total aplicando as médias encontradas ao somatório de todas as torres podemos verificar através da tabela 09 a dimensão do consumo e da água que pode ser captada.

Tabela 18 - Média de valores gerais de todo o condomínio.

Consumo total de água em 1 ano	13.920,19 m³
Consumo de água não potável em 1 ano	2.547,39 m³
Água de chuva captada em 1 ano	4.481,61 m³

Fonte: Autor

5.5 Verificação do sistema de captação

5.5.1 Componentes de captação

Como o sistema de calhas e condutores verticais já são realidade, pois o condomínio já está pronto, foi feito uma avaliação para verificar se os componentes existentes na edificação suportará a vazão de projeto calculada.

A calha instalada no condomínio possui as dimensões de base 25 cm para 20 cm de altura o que ultrapassa as dimensões calculadas anteriormente que são de 22 cm de base e 19 cm de altura.

Nos condutores verticais a sessão da peça já instalada é de 12 cm por 10 cm em sessão retangular o que dá uma área de 120 cm² o que também está acima do que foi calculado, tubulação com diâmetro de 100 mm com área equivalente a 78,54 cm².

Nos condutores horizontais serão inseridos separadamente pois a água de piso e a água que escorre pelas paredes continuarão no sistema já implantado e a água do telhado será direcionada a galeria projetada somente para o transporte até os reservatórios. O quadro 12 junto ao anexo L mostras as dimensões e características da tubulação horizontal de uma torre modelo. Foi utilizado a inclinação mínima de 0,5%. O CH 3.1 é variável pois é a única parte da rede que diferencia de uma torre para outro.

Quadro 12 – Quadro de condutores horizontais.

CONDUTOR	L [m]	Q	d [mm]	i [%]	Cota i [cm]	Cota f [cm]
CH 1.1	8,12	122,69	100	0,5	0,00	4,06
CH 1.2	5,09	278,88	125	0,5	4,06	6,61
CH 1.3	18,6	278,88	125	0,5	6,61	15,91
CH 2.1	8,12	122,69	100	0,5	0,00	4,06
CH 2.2	5,09	278,88	125	0,5	4,06	6,61
CH 3.1	6,79	557,76	150	0,5	15,91	19,30

Fonte: Autor.

5.5.2 Galerias

Foram utilizados galerias próprias, ou seja, diferente da existente somente para o transporte de água captada pelo telhado transportada até os reservatórios devido a declividade do terreno. Optou-se pelo material PVC pela facilidade no manuseio. Para a verificação foi utilizado o ANEXO N e a tabela 04 já citada no item 3.6.2 que valida os aspectos impostos pela norma e define as dimensões dos tubos. A tabela foi montada para utilizar a declividade do terreno para que o custo fique no mínimo.

Tabela 19 – Informações e verificações da galeria

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Trecho	Extensão	y/d	R/r	Torres	Qp	Cota M	Cota J	i terreno	i adotado	D Calc	D com	Rh plen	Coef.	Rh	V
	(m)				[m ³ /s]	(m)	(m)	(%)	(%)	(mm)	(mm)				(m/s)

1.0 - 1.1	112,30		6	0,066	905,5	885,0	18	18%	0,160	300	0,075	1,192	0,063	4,83
1.1 - 3.0	62		6	0,066	885,0	885,0	0	1%	0,275	300	0,075	1,192	0,063	1,13
2.0 - 2.1	40,65	0,9	2	0,022	904,0	897,0	17	17%	0,107	300	0,075	1,192	0,063	4,69
2.1 - 2.2	73,83	0,839	7	0,078	897,0	890,0	9	9%	0,191	300	0,075	1,192	0,063	3,48
2.2 - 3.0	36,55		9	0,100	890,0	885,0	14	14%	0,196	300	0,075	1,192	0,063	4,18
3.0 - 3.1	18		15	0,166	885,0	885,0	0	1%	0,442	500	0,125	1,192	0,105	1,12

Fonte: autor.

5.5.3 Reservatórios

Para o reservatório inferior serão utilizados duas cisternas interligadas com registro para fechar uma quando necessário, assim não é preciso esvaziar as duas para manutenção ou limpeza. Haverá sistema de filtro e separado das primeiras águas que corresponde por volta de 6 m³ de água, para manter a qualidade da água. O volume do reservatório escolhido foi o de maior capacidade entre os métodos utilizados para que se tenha o máximo de água disponível. No quadro 13 está de forma resumida os resultados encontrados dos cinco métodos.

Quadro 13 - Resultados possíveis de reservatório.

Métodos	Vol. Reservatório (m ³)
Método de Rippl	953
Método da simulação	929
Método do Azevedo Neto	846
Método Inglês	201
Método Alemão	156

Fonte: Autor.

Devido o objetivo de armazenar o máximo possível de água o método de Rippl foi escolhido por ter a maior capacidade.

5.6 Sistema elevatório

A potência da moto bomba necessária e de 4 cv, o diâmetro de recalque é de 75 mm e o diâmetro de sucção é de 100 mm, com esses dados. Com esses dados podemos escolher o tipo de bomba a ser instalado. Na figura 12 segue um exemplo com mais cavalos devido a catalogo para atender a vazão de 16,303 m³/h.

TUBOS DE PVC DN 20 MM	1565,4	m	R\$	30,25	R\$	47.353,35
CAIXA D'AGUA 500 L	15	unidade	R\$	555,38	R\$	8.330,70
TOTAL					R\$	67.139,55

Fonte: Autor.

Tabela 21 – Orçamento instalação de água fria entre reservatórios – instalação e transporte.

Tubulação externa de distribuição do reservatório superior às caixas d'água						
Peças	Total			Valor unitário (R\$)		Valor total (R\$)
JOELHO 90 GRAUS DN 25 MM	15	unidade	R\$	6,97	R\$	104,55
JOELHO 90 GRAUS DN 40/ 25 MM	9	unidade	R\$	10,98	R\$	98,82
CURVA 45 GRAUS DN 40 MM	4	unidade	R\$	7,41	R\$	29,64
CURVA 90 GRAUS DN 50 MM	1	unidade	R\$	15,62	R\$	15,62
CURVA 90 GRAUS DN 40 MM	3	unidade	R\$	14,86	R\$	44,58
CURVA 90 GRAUS DN 50 / 40 MM	1	unidade	R\$	15,62	R\$	15,62
REGISTRO DE GAVETA 40 MM	15	unidade	R\$	22,41	R\$	336,15
TE, PVC DN 25 MM	6	unidade	R\$	11,37	R\$	68,22
TE, PVC DN 40 MM	9	unidade	R\$	15,70	R\$	141,30
VALVULA GLOBO DN 50 MM	2	unidade	R\$	197,54	R\$	395,08
TUBOS DE PVC DN 50 MM	12,68	m	R\$	11,83	R\$	150,00
TUBOS DE PVC DN 40 MM	340,31	m	R\$	11,56	R\$	3.933,98
TUBOS DE PVC DN 25 MM	451,5	m	R\$	30,52	R\$	13.779,78
TOTAL					R\$	19.113,35

Fonte: Autor.

Tabela 22 – Orçamento de instalação da galeria de concreto - instalação e fornecimento.

Peças	Total			Valor unitário (R\$)		Valor total (R\$)
TUBO DE CONCRETO DN 300	326	m	R\$	102,19	R\$	33.313,94
TUBO DE CONCRETO DN 500	18	m	R\$	166,85	R\$	3.003,30
POCO VISITA CONCRETO ARMADO	5	unidade	R\$	2.091,90	R\$	10.459,50
TOTAL					R\$	46.776,74

Fonte: Autor.

Tabela 23 – Orçamento sistema elevatório - instalação e fornecimento.

Sistema elevatório						
Peças	Total			Valor unitário (R\$)		Valor total (R\$)
TUBOS DE PVC DN 75 MM - RECALQUE	260	m	R\$	25,00	R\$	6.500,00
TUBOS DE PVC DN 100 MM - SUCÇÃO	4	m	R\$	37,12	R\$	148,48
BOMBA - 4 cv - Hman 46,5 m	1	unidade	R\$	1.170,75	R\$	1.170,75
TOTAL					R\$	7.819,23

Fonte: Autor.

Tabela 24 – Orçamento condutos horizontais - instalação e fornecimento.

Condutores horizontais - TOTAL						
Peças	Total			Valor unitário (R\$)		Valor total (R\$)
TUBOS DE PVC DN 100 MM	255	m	R\$	37,12	R\$	9.465,60
TUBOS DE PVC DN 150 MM	435	m	R\$	43,64	R\$	18.983,40
CAIXA DE AREIA 40X40X40CM	30	unidade	R\$	69,61	R\$	2.088,30
JOELHO 45 GRAUS DN 100 MM	4	unidade	R\$	23,97	R\$	95,88
JOELHO 45 GRAUS DN 125 MM	2	unidade	R\$	23,97	R\$	47,94
JOELHO 45 GRAUS DN 125 MM	2	unidade	R\$	23,97	R\$	47,94
JOELHO 45 GRAUS DN 100 MM	60	unidade	R\$	23,97	R\$	1.438,20
TOTAL					R\$	32.167,26

Fonte: Autor.

Como dito os reservatórios por não estar em nenhuma lista de preço médio, foi solicitado á empresas especializadas o valor do reservatório com a instalação e transporte inclusos. O orçamento se encontra no anexo I.

Tabela 25 – Orçamento reservatórios - instalação e fornecimento.

Peças	Reservatórios		Valor unitário (R\$)		Valor total (R\$)	
	Total					
Cisterna 500m ³ - RESERVATÓRIOS BAHIA	2	unidade	R\$	145.000,00	R\$	290.000,00
RESERVATÓRIO SUPERIOR TAÇA 100M ³	1	unidade	R\$	112.300,00	R\$	112.300,00
				TOTAL	R\$	402.300,00

Fonte: Autor.

5.9 Tempo de retorno

Com o consumo médio de 13,11 m³/mês/apartamento, incluindo relógio do condomínio, e considerando a faixa de 5 a 10 mil litros devido a discrepância mostrada no levantamento de consumo, foi utilizado o anexo H onde consta todas as tarifas utilizadas pela concessionaria na modalidade residencial, assim foi utilizado os dados:

Cm: Consumo médio mês: 13,11 m³/apartamento;

TFA: Tarifa fixa de água por medidor: R\$15,29;

TFE: Tarifa fixa de esgoto por medidor: R\$14,14;

TA: Taxa de água por R\$/m³;

TE: Taxa de esgoto por R\$/m³;;

C: Custo por mês em R\$;

Nm: Numero de medidores;

N: Numero de torres.

$$C = [(Cm \times TA) + (Cm \times TE) + TFE + TFA] \times Nm \times N$$

$$C = [(13,11 \times 3,089) + (13,11 \times 2,857) + 14,14 + 15,29] \times 17 \times 15$$

$$C = R\$ 27.385,10 \text{ por mês}$$

Aplicando o valor economizado com a descarga que refere a 5% encontramos R\$ 1.369,26, assim podemos verificar o tempo de retorno aproximado utilizando a equação 17 do item 3.9.

Ct: R\$ 575.316,13

Em: R\$ 1.369,26

$TR = 171.577,93 / (1.369,26 \times 12)$

TR = 35,01 anos

Lembrando que a água disponibilizada para jardim está fora do cálculo devido a implantação do sistema que atualmente não existe e será implantado utilizando 100 % da água de chuva.

6 CONCLUSÃO

Diante do aumento na demanda e a escassez deste bem indispensável, faz-se necessário a implantação de sistemas capazes de reduzir o consumo, a fim de gerar economia tanto na quantidade de água quanto financeiramente sem contar nos inúmeros problemas que poderiam ser solucionados em regiões que apresentam extrema seca.

Por ter um custo relevante na implantação destes sistemas, tanto em projetos quanto em adaptações de edificações já construídas, e sem levar em consideração a economia a longo prazo, estes sistemas são deixados de lado.

Este trabalho mostra através dos dados quantitativos levantados que a água total consumida no condomínio em um ano é de aproximadamente 13.920 m³ e que deste total a água que pode ser substituída pela água de chuva é de 2.547 m³, o que representa uma economia de 18,3 %, levando em consideração somente as atividades: uso das bacias sanitárias, lavagem de roupas e limpeza de áreas comuns.

Por outro lado foi verificado a água de chuva disponível no local e verificou-se que a quantidade disponível em um ano é de aproximadamente 4.482 m³, o que supre com folga as necessidades quanto ao uso indevido da água.

Com os resultados é possível ver que o sistema de captação de água de chuva é tecnicamente viável. Sua implantação será implantada separadamente dos sistemas existentes no condomínio, as peças que utilizaram a água de chuva é a bacia sanitária e a implantação de rega de jardim. O custo aproximado da implantação do sistema está avaliado em R\$ 575.316,13 e a economia devido a substituição de água de chuva pela água utilizada da concessionária é de R\$ 1.369,26 o que dá um tempo de retorno do investimentos próximo de 35 anos.

Além de contribuir para o meio ambiente, o condomínio terá estrutura para uma reconfiguração visual por meio de jardins mais elaborados, o que melhora a qualidade de vida dos condôminos, valoriza o ambiente e permite redução do valor cobrado na conta de água.

REFERÊNCIAS

ACQUASAVE. **Sistema para aproveitamento de água de chuva**, 2008. Disponível em <<http://acquasave.com.br>>. Acessado em 01 nov. 2017.

ANA: Agência nacional de águas. **Hidroweb - Sistema de informações hidrológicas**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acessado em 24 abr. 2017.

BARRETO, D. **Economia de água em edifícios: uma questão do programa de necessidades** 1998. Tese (Doutorado): Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BAZZARELLA, Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. [S.l.: s. n], 2005. Disponível em: <http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/bazzarella_bb_2005.pdf>. Acesso em 07 abr. 2017.

BERTOLO, E. **Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações**, 2006. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.

BOTELHO, M. H. C. & RIBEIRO Jr., G. de A. **Instalações Hidráulicas Prediais Feitas para Durar. Usando Tubos de PVC**, 1988. São Paulo: ProEditores.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08/01/1997: **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13/03/1990 que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-o-planalto/mensagem-ao-congresso/pdfs/2010_capitulo-ii.pdf>. Acesso em 24 abr. 2017.

BRASIL DAS ÁGUAS. **A água que você desperdiça pode fazer falta amanhã**. Economize. [S.l.: s. n]. Disponível em: <<http://brasildasaguas.com.br/wp-content/uploads/sites/4/2013/05/CARTILHA-AGUA-CVRD.pdf>>. Acessado em 24 abr. 2017.

CANAL BOMBAS. **Imagem de exemplo para cálculo de volume**. Disponível em <<https://canalbombas.com.br/images/faq/infografico-como-medir-vazao-de-acionamento.jpg>>. Acesso em 31 mai. 2017.

COPASA. **Tarifas em vigor - 2017 a ser aplicada a partir de 30/07/2017**. Disponível em <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/atendimento-informacoes/tarifas-em-vigor-2017>>. Acesso em: 15/11/2017.

DECA. **Uso racional de água**. [S.l.: s. n]. Disponível em: Acesso em: 22 abr. 2017.

HELEVAR CONSTRUTORA. **Imagem de apartamento em 3d**. Disponível em <http://www.construtorahelvar.com.br/project/condominio-paiva-e-silva-varginhasp/>. Acesso em 15 mai. 2017.

ILHAS, M. S. O. et al. **Conservação de água em escolas da rede municipal de Campinas: estudo piloto**. Seminário da disciplina “Tópicos Especiais da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp, 2001.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água de Chuva**. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.

LOPES, Jose Denival S. **Construção de barragens de terra**. Viçosa: MG: CTP, 2008. 174p.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não-potável em edificações**. São Paulo. 2007. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2004.

NETTO, Azevedo. **Manual de hidráulica**. 8 ed. São Paulo: Edgard Blucher. 1998.p.465-473.

PHILIPPI, Arlindo Jr at al. **Reuso de água**. 1. ed. 1 Barueri: Manole, 2003. p. IX-XVII; 1-34.

PROSAB, **Uso Racional de água em edificações** / Ricardo Franci Goncalves (Coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2006.

REBOUÇAS, Cunha. **Uso inteligente da água**. 2 ed. Editora Escrituras, 2004.

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de política Urbana, 38p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento Técnico de Apoio; E1),1998.

SABESP. **Águas pluviais – Diferenças entre água de chuva e esgoto**, 2017. Disponível em <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/Folhetos/2014/aguas_pluviais.pdf>. Acessado em 01 nov. 2017

SCHNEIDER. **Tabela de seleção de motobombas 2017**, 2017. Disponível em: <<http://www.schneider.ind.br/media/205160/tabela-de-selecao-schneider-motobombas-2017.pdf>>. Acessado em 07 nov. 2017.

SILVA, Eduardo Rosa da. **Aproveitamento de água pluvial para consumo não potável em postos de combustíveis**. Canoas. 75 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, ULBRA, 2007.

SINDUSCON. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo. Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_agua_em_edificacoes.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2017.

SEMPRESUSTENTAVEL. **Projetos experimentais de baixo custo**, [S.l.: s. n], 2013. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

TOMAZ, Plínio. **Previsão de consumo de água: Interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos**. Navegar Editora, São Paulo, 2000. 250 p.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água para empresas e residências**. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

ANEXO A: Exemplo de formulário de coleta de dados diário.

BLOCO:		5/6		BLOCO:		9/10		BLOCO:		11/12	
APTO	MEDIÇÃO	APTO	MEDIÇÃO	APTO	MEDIÇÃO	APTO	MEDIÇÃO	APTO	MEDIÇÃO	APTO	MEDIÇÃO
53	122,32	94	510	124	151,34	53		123	135,81	115	131,67
65	87,23	93	120,62	123	135,81	54		122	102,01	116	36,52
68	57,35	92	108,30	91	160,09	55		121	80,56	117	115,86
64	32	91	160,09	98	97,06	56		128	138,98	118	103,35
55	62,82	98	97,06	97	224,07	57		127	236,94	111	87
61	69,27	97	224,07	96	120,29	58		126	82,55	112	96,32
51	188,94	96	120,29	95	104,80	59		125	35,08	113	43,82
54	66,65	104	54,81	103	139,03	60		114	234,19	114	234,19
67	117,28	103	139,03	102	211,37	61		113	43,82	115	131,67
63	99,0	102	211,37	101	45,8	62		112	96,32	116	36,52
52	238,80	101	45,8	108	203,8	63		111	87	117	115,86
56	281,2	108	203,8	107	182,89	64		110	103,35	118	103,35
62	183,67	107	182,89	106	229,0	65		109	102,01	119	115,86
57	151,19	106	229,0	105	122,77	66		108	36,52	120	102,01
66	112,15	105	122,77	G	304,8	67		107	115,86	121	80,56
58	68,90	G	304,8			68		106	229,0	122	102,01
G						69		105	122,77	123	135,81
						70		G	304,8	124	151,34
						71				125	35,08
						72				126	82,55
						73				127	236,94
						74				128	138,98
						75				129	138,98
						76				130	138,98
						77				131	138,98
						78				132	138,98
						79				133	138,98
						80				134	138,98
						81				135	138,98
						82				136	138,98
						83				137	138,98
						84				138	138,98
						85				139	138,98
						86				140	138,98
						87				141	138,98
						88				142	138,98
						89				143	138,98
						90				144	138,98
						91				145	138,98
						92				146	138,98
						93				147	138,98
						94				148	138,98
						95				149	138,98
						96				150	138,98
						97				151	138,98
						98				152	138,98
						99				153	138,98
						100				154	138,98
						101				155	138,98
						102				156	138,98
						103				157	138,98
						104				158	138,98
						105				159	138,98
						106				160	138,98
						107				161	138,98
						108				162	138,98
						109				163	138,98
						110				164	138,98
						111				165	138,98
						112				166	138,98
						113				167	138,98
						114				168	138,98
						115				169	138,98
						116				170	138,98
						117				171	138,98
						118				172	138,98
						119				173	138,98
						120				174	138,98
						121				175	138,98
						122				176	138,98
						123				177	138,98
						124				178	138,98
						125				179	138,98
						126				180	138,98
						127				181	138,98
						128				182	138,98
						129				183	138,98
						130				184	138,98
						131				185	138,98
						132				186	138,98
						133				187	138,98
						134				188	138,98
						135				189	138,98
						136				190	138,98
						137				191	138,98
						138				192	138,98
						139				193	138,98
						140				194	138,98
						141				195	138,98
						142				196	138,98
						143				197	138,98
						144				198	138,98
						145				199	138,98
						146				200	138,98

DATA : 14/03/17

ANEXO B: Exemplo de formulário de coleta de dados diário.

BLOCO:		5/6											
DATA :	21/03	22/03	24/03	25/03		27/03	28/03	29/03	30/03				
53	12360	12322	12392	12397		12417	12427	12429	12432				
65	8833	8844	8861	8912		8925	8936	8947	8960				
68	5835	5848	5859	5951		5963	5974	6006	6012				
64	32	32	32	32		32	32	32	32				
55	6365	6365	6381	6407		6427	6436	6446	6455				
61	7059	7067	7074	7130		7143	7151	7171	7178				
51	19082	19095	19102	19125		19144	19172	19186	19195				
54	6772	6782	6804	6853		6861	6866	6873	6886				
67	11865	11894	11926	11955		11980	11994	12008	12025				
63	990	990	990	990		990	990	990	990				
52	24174	24131	24166	24285		24309	24315	24328	24353				
56	7812	7812	7812	7812		7812	7812	7812	7812				
62	18519	18539	18554	18580		18611	18662	18672	18206				
57	15220	15233	15239	15325		15347	15380	15394	15414				
66	11253	11261	11262	11288		11288	11292	11303	11312				
58	6890	6895	6895	6895		6892	6894	6894	6897				
G		3318	3318	3318		3341	3341	3341	3344				

ANEXO C: Dados tratados em Excel parte 01.

BL	NP	AP	1d	2d	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	11d	12d	13d	14d	15d	16d	17d	18d	19d	20d	21d	22d	23d	24d	25d	26d	27d	28d	29d	30d
5/6	3	51	0,33	0,42	0,42	0,14	0,14	0,14	0,18	0,12	0,13	0,09	0,37	0,42	0,42	0,13	0,09	0,23	0,09	0,09	0,28	0,14	0,09	0,13	0,04	0,09	0,01	0,58	0,58	0,79	0,23	
5/6	3	52	0,20	0,43	0,43	0,83	0,83	0,16	0,12	0,22	0,49	0,49	0,19	0,19	0,36	0,36	1,19	0,35	1,19	0,12	0,12	0,06	0,13	0,25	0,18	0,19	1,08	0,23	0,16	0,16	0,11	1,19
5/6	2	53	0,37	0,16	0,16	0,13	0,13	0,28	0,15	0,24	0,15	0,15	0,20	0,20	0,09	0,09	0,12	0,20	0,05	0,10	0,10	0,05	0,02	0,03	0,05	0,27	0,20	0,04	0,17	0,17	0,08	0,05
5/6	2	54	0,10	0,34	0,34	0,13	0,13	0,08	0,09	0,06	0,18	0,18	0,37	0,12	0,06	0,06	0,10	0,17	0,49	0,04	0,04	0,05	0,07	0,13	0,15	0,17	0,37	0,06	0,06	0,06	0,08	0,49
5/6	1	55	0,10	0,56	0,56	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,26	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,26	0,10	0,35	0,15	0,06	0,07	0,13	0,26	
5/6	0	56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5/6	2	57	0,11	0,09	0,09	0,28	0,29	0,08	0,08	0,15	0,07	0,06	0,24	0,30	0,05	0,06	0,13	0,06	0,86	0,11	0,11	0,33	0,14	0,20	0,14	0,24	0,38	0,18	0,18	0,11	0,32	
5/6	0	58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5/6	2	61	0,17	0,37	0,37	0,38	0,38	0,09	0,15	0,16	0,14	0,50	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,56	0,07	0,06	0,08	0,20	0,07	0,04	0,11	0,50	0,13	0,13	0,07	0,56	
5/6	3	62	0,36	0,19	0,19	0,38	0,38	0,37	0,24	0,25	0,14	0,24	0,21	0,02	0,26	0,26	0,19	0,16	0,26	0,16	0,16	0,51	0,15	0,29	0,26	0,22	0,21	0,14	0,14	0,17	0,29	0,26
5/6	0	63	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5/6	0	64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5/6	2	65	0,10	0,26	0,26	0,23	0,23	0,12	0,12	0,09	0,13	0,13	0,00	0,37	0,13	0,13	0,11	0,17	0,56	0,04	0,11	0,11	0,11	0,13	0,36	0,12	0,00	0,16	0,14	0,14	0,13	0,56
5/6	1	66	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,03	0,21	0,02	0,02	0,00	0,00	0,05	0,05	0,08	0,01	0,26	0,00	0,00	0,04	0,11	0,14	0,06	0,00	0,00	0,00	0,08	0,07	0,15	0,06
5/6	2	67	0,18	0,25	0,25	0,13	0,13	0,17	0,21	0,14	0,28	0,29	0,22	0,03	0,10	0,10	0,29	0,32	0,29	0,13	0,13	0,14	0,14	0,17	0,29	0,13	0,22	0,19	0,14	0,15	0,15	0,29
5/6	2	68	0,11	0,20	0,20	0,09	0,09	0,08	0,12	0,10	0,14	0,14	0,14	0,18	0,09	0,09	0,13	0,11	0,92	0,06	0,06	0,11	0,32	0,06	0,05	0,08	0,14	0,06	0,20	0,20	0,09	0,32
9/10	2	91	0,12	0,40	0,39	0,46	0,46	0,16	0,09	0,12	0,36	0,36	0,07	0,02	0,02	0,15	0,18	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,35	0,33	0,60	0,30	0,16	0,16	0,17	0,42
9/10	1	92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,41	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,03	0,02	0,02	0,03	0,00	
9/10	1	93	0,07	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
9/10	0	94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9/10	1	95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9/10	2	96	0,16	0,22	0,22	0,18	0,17	0,12	0,22	0,12	0,19	0,20	0,24	0,12	0,23	0,23	0,13	0,16	0,41	0,09	0,09	0,25	0,18	0,28	0,11	0,14	0,24	0,10	0,19	0,18	0,18	0,41
9/10	1	97	0,20	0,23	0,24	0,13	0,14	0,56	0,16	0,21	0,19	0,19	0,48	0,21	0,11	0,10	0,33	0,24	0,75	0,10	0,11	0,16	0,14	0,15	0,31	0,28	0,48	0,18	0,37	0,37	0,23	0,75
9/10	3	98	0,23	0,25	0,25	0,09	0,09	0,22	0,25	0,25	0,22	0,21	0,22	0,35	0,39	0,39	0,33	0,15	0,59	0,14	0,14	0,24	0,24	0,41	0,15	0,39	0,22	0,29	0,30	0,31	0,33	0,59
9/10	0	101	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9/10	3	102	0,40	0,35	0,35	0,63	0,63	0,26	0,27	0,51	0,22	0,22	0,23	0,64	0,34	0,33	0,50	1,17	0,30	0,29	0,42	0,17	0,79	0,14	0,40	0,40	0,23	0,13	0,37	0,37	0,14	1,17
9/10	2	103	0,47	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,23	0,28	0,41	0,19	0,53	0,22	0,22	0,27	0,49	0,26	0,67	0,06	0,06	0,27	0,19	0,24	0,67	0,00	0,19	0,26	0,35	0,35	0,63	0,67
9/10	2	104	0,20	0,09	0,09	0,19	0,19	0,13	0,45	0,22	0,10	0,09	0,02	0,30	0,27	0,23	0,09	0,34	0,01	0,01	0,08	0,38	0,13	0,01	0,01	0,02	0,30	0,30	0,27	0,28	0,22	0,34
9/10	1	105	0,04	0,11	0,11	0,62	0,61	0,16	0,11	0,10	0,09	0,09	0,42	0,05	0,11	0,10	0,03	0,11	0,53	0,05	0,05	0,04	0,20	0,10	0,07	0,16	0,42	0,08	0,07	0,07	0,06	0,53
9/10	1	106	0,01	0,05	0,05	0,08	0,09	0,06	0,02	0,05	0,04	0,01	0,02	0,02	0,06	0,06	0,05	0,18	0,05	0,01	0,00	0,04	0,04	0,06	0,05	0,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
9/10	2	107	0,30	0,20	0,20	0,24	0,24	0,47	0,22	0,20	0,17	0,17	0,15	0,14	0,38	0,39	0,06	0,13	0,28	0,11	0,11	0,02	0,40	0,27	0,10	0,10	0,15	0,20	0,43	0,43	0,38	0,28
9/10	2	108	0,20	0,29	0,29	0,24	0,24	0,12	0,08	0,50	0,04	0,03	0,22	0,22	0,11	0,11	0,08	0,17	0,49	0,05	0,05	0,12	0,18	0,22	0,24	0,05	0,22	0,21	0,14	0,14	0,12	0,49
9/10	0	111	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,47	
11/12	0	111	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11/12	2	112	0,15	0,22	0,22	0,31	0,31	0,14	0,21	0,19	0,21	0,20	0,15	0,15	0,15	0,26	0,27	0,13	0,08	0,07	0,20	0,18	0,31	0,13	0,20	0,20	0,17	0,23	0,22	0,29	0,13	0,13
11/12	2	113	0,05	0,05	0,05	0,01	0,00	0,04	0,07	0,02	0,01	0,01	0,29	0,10	0,11	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,07	0,02	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,05	0,04
11/12	2	114	0,20	0,22	0,22	0,54	0,54	0,35	0,32	0,15	0,31	0,21	0,42	0,27	0,26	0,30	0,23	1,40	0,08	0,09												

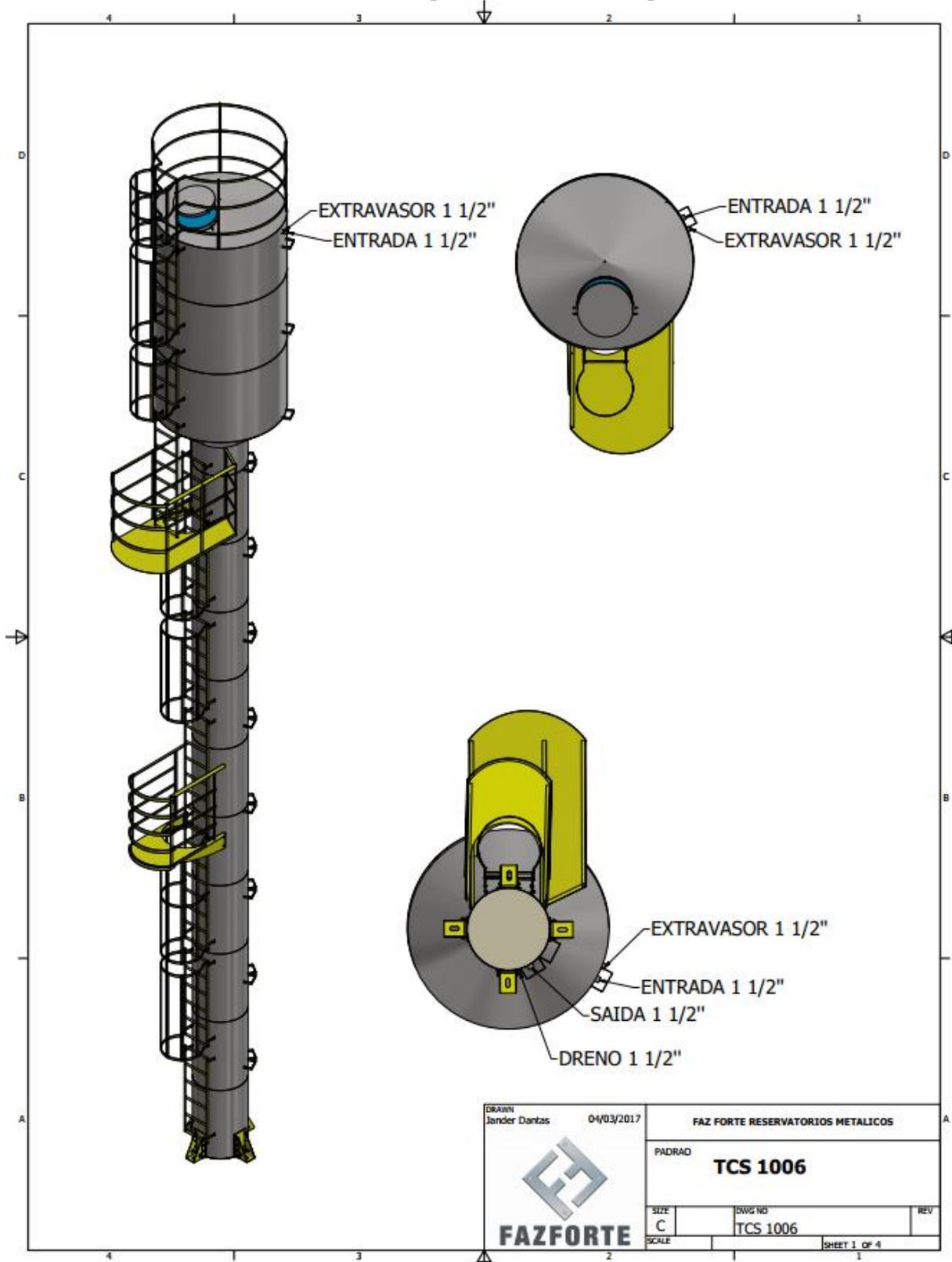
ANEXO E: Comprimento equivalentes.

Tabela 7.6 – Comprimentos equivalentes a perdas localizadas. (Expressos em metros de canalização retilínea)*

Diâmetro D																				
mm	pol																			
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

* Os valores indicados para registros de globo aplicam-se também as torneiras, válvulas para chuveiros e válvulas de descarga

ANEXO F: Exemplo de reservatório superior.



ANEXO H: Tabela de tarifas fornecida pela concessionária.

TARIFAS APLICÁVEIS AOS USUÁRIOS – REVISÃO TARIFÁRIA 2017

Categorias	Faixas	Tarifas			Unidade
		Água	EDC	EDT	
Residencial Social	Fixa	6,88	3,01	6,36	R\$/mês
	0 a 5 m ³	0,48	0,21	0,44	R\$/m ³
	> 5 a 10 m ³	1,545	0,676	1,429	R\$/m ³
	> 10 a 15 m ³	3,204	1,402	2,964	R\$/m ³
	> 15 a 20 m ³	3,819	1,671	3,533	R\$/m ³
	> 20 a 40 m ³	4,163	1,821	3,851	R\$/m ³
	> 40 m ³	6,831	2,989	6,319	R\$/m ³
Residencial	Fixa	15,29	6,69	14,14	R\$/mês
	0 a 5 m ³	0,96	0,42	0,89	R\$/m ³
	> 5 a 10 m ³	3,089	1,351	2,857	R\$/m ³
	> 10 a 15 m ³	6,407	2,803	5,926	R\$/m ³
	> 15 a 20 m ³	7,637	3,341	7,064	R\$/m ³
	> 20 a 40 m ³	8,326	3,643	7,702	R\$/m ³
	> 40 m ³	13,662	5,977	12,637	R\$/m ³
Comercial	Fixa	22,93	10,03	21,21	R\$/mês
	0 a 5 m ³	2,45	1,07	2,27	R\$/m ³
	> 5 a 10 m ³	3,456	1,512	3,197	R\$/m ³
	> 10 a 20 m ³	8,528	3,731	7,888	R\$/m ³
	> 20 a 40 m ³	9,755	4,268	9,023	R\$/m ³
	> 40 a 200 m ³	10,303	4,508	9,530	R\$/m ³
	> 200 m ³	11,095	4,854	10,263	R\$/m ³
Industrial	Fixa	22,93	10,03	21,21	R\$/mês
	0 a 5 m ³	2,45	1,07	2,27	R\$/m ³
	> 5 a 10 m ³	3,456	1,512	3,197	R\$/m ³
	> 10 a 20 m ³	8,528	3,731	7,888	R\$/m ³
	> 20 a 40 m ³	9,755	4,268	9,023	R\$/m ³
	> 40 a 200 m ³	10,303	4,508	9,530	R\$/m ³
	> 200 m ³	11,095	4,854	10,263	R\$/m ³
Pública	Fixa	19,11	8,36	17,68	R\$/mês
	0 a 5 m ³	2,51	1,10	2,32	R\$/m ³
	> 5 a 10 m ³	3,181	1,392	2,942	R\$/m ³
	> 10 a 20 m ³	8,099	3,543	7,492	R\$/m ³
	> 20 a 40 m ³	8,956	3,918	8,284	R\$/m ³
	> 40 a 200 m ³	10,184	4,456	9,420	R\$/m ³
	> 200 m ³	10,856	4,750	10,042	R\$/m ³

EDC: Esgoto Dinâmico Coletado

EDT: Esgoto Dinâmico Tratado

ANEXO I: Orçamento de reservatório superior.



ORÇAMENTO / PROPOSTA COMERCIAL

DATA: 17/11/2017 PROPOSTA Nº: MMA2017.132/RP

CLIENTE/CONTATO		CPF/CNPJ	
VGA – LUIZ GUSTAVO			
FONE/CELULAR:	(35) 98843 5812	VENDEDOR:	Regiane Pimentel
E-MAIL:	luizgustavovga@gmail.com	EMAIL:	
ENDEREÇO:		ENDEREÇO:	
CIDADE:	VARGINHA - MG	CIDADE:	

Conforme solicitado, segue orçamento de reservatório metálico para água potável de 100,00m³ modelo taça.

MODELO TAÇA COLUNA CHEIA (ILUSTRAÇÃO MMA)	ÍTEM	QT DE	CAP (m ³)	Altura da coluna	Diâmetro da coluna	Altura do cone	Altura da taça	Diâmetro da taça	Altura Total	VALOR UNITARIO R\$
	01	01	100,00	8,40	1,91	0,90	8,40	3,82	17,70	R\$112.300,00

Obs: O kit de segurança incluso nas capacidades acima de 20m³.

Acessórios:

Escada externa e interna tipo marinho;
Boca superior para inspeção (cima);
Nichos (Ganchos para fixamento do reservatório);
Grade para apoio na parte superior do reservatório;

Rua Manoel Fernandes, 181 – Distrito Industrial - Monte Alto – SP
regiane@mmareservatorios.com.br – Fone: 3241-4135
www.metalurgicamontealto.com.br



Suporte para fixação de luz piloto e para raio no teto;
Conexões (a ser definidas pelo cliente).

Normas de referência do projeto

NORMA	DESCRIÇÃO DA NORMA
AWWA D-100/96	"Welded Steel Tanks for Water Storage" – (Tanques Soldados para Armazenamento de Água).
NBR 6123	"Força do Vento em Edificações"
NB 89	"Construção de Tanques Metálicos"
NBR 6650	"Chapas Finas e Quentes de Aço Carbono para uso Estrutural"

Materiais e Processo de Montagem:

Tipo de aço a ser empregado na fabricação do reservatório será em aço carbono, ASTM A-36 ou similar, de qualidade estrutura, que possuem alta resistência mecânica e dimensionadas de forma a garantirem a integridade estrutural do reservatório. Acompanha o certificado fornecido pela usina.

Soldas:

Interna e externa: Sistema semiautomático mig 09 com arames cobreados e sólidos, conforme norma AWS AS.5.18

Preparação de superfície:

Interna e externa: Por decapagem química, utilizando fosfatizante para remoção da oleosidade e impurezas das chapas (lavagem química).

Revestimento Interno:

Tintas especiais, anticorrosivas e atóxicas totalizando 250 micrometros de espessura seca.

- Fundo:

Será aplicada uma demão de 125 micrometros de espessura seca tinta atóxica, epóxi poliamida alta espessura, na cor branca.

- Acabamento:

Será aplicada uma demão de 125 micrometros de espessura seca de tinta atóxica, epóxi poliamida de alta espessura, na cor branca.

Rua Manoel Fernandes, 181 – Distrito Industrial - Monte Alto – SP
regiane@mmareservatorios.com.br – Fone: 3241-4135
www.metalurgicamontealto.com.br



Revestimento Externo:

Serão preparadas com primer de alta qualidade e aplicadas tintas especiais e anticorrosivas, totalizando 250 micrometros de espessura seca.

- Fundo:

Será aplicada uma demão de 125 micrometros de espessura seca de tinta primer alquídico, na cor branca.

- Acabamento:

Será aplicada uma demão de 125 micrometros de espessura seca de tinta esmalte alquídico, na cor branca.

Garantia:

- Estrutural do reservatório (5 anos)

- Revestimento (pintura interna e externa) do reservatório (2 anos)

O preço acima está incluso:

- 1) Projeto da base MMA.
- 2) Pintura interna e externa, acessórios MMA, e suporte técnico.
- 3) Transporte até o local, levante e instalação na base de concreto.
- 4) Garantia na estrutura (5 anos), e garantia na pintura (2 anos).

Condições de pagamento: Entrada + 30/60 dias.

Prazo de entrega: 30 dias (ou a combinar).

Validade da Proposta: 10 dias.

Regiane Pimentel

Fone: 16 3241 4135

Rua Manoel Fernandes, 181 – Distrito Industrial - Monte Alto – SP

regiane@mmareservatorios.com.br – Fone: 3241-4135

www.metalurgicamontealto.com.br

ANEXO J: Disposição de distribuição entre reservatórios.

ANEXO K: Corte da edificação.

ANEXO L: Condutores horizontais e área de influência do telhado.

ANEXO M: Plano altimétrico das galerias

ANEXO N: Projeto do condomínio com galerias e recalque.

ANEXO O: Projeto modelo de reservatório inferior