

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA CIVIL
NAYME REIS ALVES

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO NA
CIDADE DE PARAGUAÇU - MG.**

Varginha – MG

2016

NAYME REIS ALVES

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO NA
CIDADE DE PARAGUAÇU - MG.**

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

Varginha – MG

2016

NAYME REIS ALVES

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO NA
CIDADE DE PARAGUAÇU - MG.**

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

Aprovado em / /

Prof. Ms. Ivana Prado de Vasconcelos.

Prof.

Prof.

OBS:

Dedico este trabalho primeiramente á Deus por ter me sustentado e concedido sabedoria, aos meus pais pelo amor e compreensão, á minha irmã querida e aos meus pastores pelas palavras de incentivo e de fortalecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que seria impossível essa jornada sem Ele ao meu lado, pelo dom da vida e a certeza de meu crescimento profissional. Agradeço aos meus pais Pedro Henrique Alves e Vera Lúcia Reis Alves e minha irmã Francine Reis Alves pelo apoio, exemplo de dignidade e sabedoria, por toda ajuda afetiva, financeira e espiritual durante toda a minha vida acadêmica me permitindo realizar todos os meus objetivos. Aos meus pastores João Batista e Flavia pelo suporte espiritual, pelas palavras de fé e coragem durante esses cinco anos. Agradeço aos meus amigos Patrícia, Katicilane e Luiz Felipe, pela ajuda, paciência, incentivo, orações e amizade durante essa jornada. Aos meus irmãos em Cristo e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho. A minha professora e Orientadora Ivana Prado de Vasconcelos, por ser um espelho de profissional e por todo ensinamento e conhecimentos compartilhados, por sua disposição em ajudar a esclarecer as dúvidas que surgiram ao longo do trabalho. Agradeço ao Centro Universitário do Sul de Minas Gerais - UNIS, pela oportunidade de estudar nesta instituição tão qualificada. E também agradeço pelos excelentes amigos Vanessa, Roberta, Lucas, Walesca, Liza e Nayare que obtive nestes cinco anos de faculdade, com os quais eu passei muitos momentos de descontração, de tensão e de aflição, no qual compartilhamos juntos, palavras de incentivo e de carinho, acreditando um no outro, valendo ainda mais a pena todo o esforço para concluir essa longa jornada.

“Tudo quanto te vier para fazer, faze-o conforme as tuas forças, porque na sepultura, para onde tu vais, não há obra nem projeto, nem conhecimento, nem sabedoria alguma.”

EC 9: 10.

RESUMO

Atualmente, a escassez de água potável para consumo humano é uma realidade, principalmente, dos grandes centros urbanos. Este cenário revela uma crise ambiental preocupante que é resultante de mudanças climáticas, diminuição dos recursos naturais, poluição das águas e do consumo desmedido de água potável. Diante desse cenário o reuso de águas pluviais é uma maneira de minimizar esses efeitos, ou seja, diminuir o volume de água que iria para o sistema de drenagem urbana. Além disso, é importante salientar que o reuso possui a vantagem de retorno financeiro quando o sistema de reutilização da água da chuva for corretamente dimensionado. Este trabalho teve como objetivo principal desenvolver um projeto de aproveitamento de água da chuva para a edificação escolar privada, situada na cidade de Paraguaçu Minas Gerais. Primeiramente foi iniciada uma pesquisa em sites, normas e literaturas técnicas em geral, a fim de adquirir os conceitos teóricos necessários para a elaboração do projeto. Posteriormente partiu-se para a coleta de dados da incidência de chuvas na região estudada, foram analisados os sistemas existentes na escola, visitas à empresa e entrevistas com funcionários e diretores para uma melhor análise da situação, determinando assim o potencial de captação da água de chuva pela cobertura. O passo seguinte foi dimensionar e verificar: as calhas, condutores verticais e horizontais, a escolha do filtro, os reservatórios, as bombas e por fim, a rede de distribuição, assim foi elaborado o projeto de aproveitamento, para fins de se avaliar a viabilidade de implantação.

Palavras-chave: Aproveitamento. Água da Chuva. Escola. Projeto.

ABSTRACT

Currently, the shortage of drinking water for human consumption is a reality, especially in large urban centers. This scenario reveals a disturbing environmental crisis is a result of climate change, natural resource depletion, water pollution and excessive consumption of drinking water. In this scenario the reuse of rainwater is a way to minimize these effects, ie reduces the volume of water that would go to the urban drainage system. Moreover, it is important to note that reuse has the advantage of financial returns when the rainwater reuse system is correctly sized. This work aimed to develop a rainwater utilization project for the private school building, located in the city of Paraguaçu Minas Gerais. First it started a search on websites, standards and technical literature in general, in order to acquire the theoretical concepts necessary for the preparation of the project. Later went to the collection of rainfall data in the study area, the existing systems in school were analyzed, the company visits and interviews with employees and managers to better analyze the situation, determining potential to capture water Showers coverage. The next step was to measure and verify: the rails, vertical and horizontal conductors, the choice of filter, reservoirs, pumps and finally, the distribution network, so it was prepared to take advantage of design for the purpose of evaluating the feasibility deployment.

Keywords: *Satisfactory, Rain Water, School Project. .*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fachada da Escola Centro Educacional Fazendo Acontecer.	17
Figura 2 - Cobertura em telha cerâmica.	18
Figura 3 - Cobertura em telha de fibrocimento.	18
Figura 4 - Vista frontal da Escola Centro Educacional Fazendo Acontecer.	19
Figura 5 - Vista lateral da Escola Centro Educacional Fazendo Acontecer.	19
Figura 6 - Vista lateral da Escola Centro Educacional Fazendo Acontecer.	19
Figura 7 - Condutor horizontal em aço galvanizado.	20
Figura 8 - Condutor vertical.	20
Figura 9 - Caixa coletora.	20
Figura 10 - Condutor vertical a esquerda.	21
Figura 11 - Condutor vertical a direita.	21
Figura 12 - Parâmetros de localidade da cidade Paraguaçu – MG.	24
Figura 13- Área de contribuição – Superfície inclinada.	25
Figura 14 - Arranjo típico de uma caixa de areia ou desarenador em planta	29
Figura 15 - Arranjo típico de uma caixa de areia ou desarenador em corte.	29
Figura 17- Área de gramado.	35
Figura 18 -Especificações da caixa d'agua tigre de 1000 litros.	52
Figura 19 - Especificações técnicas da bomba.	53
Figura 20 - Especificações da caixa d'agua tigre de 500 litros.	55
Figura 21- Especificações da caixa de areia tigre.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média mensal pluviométrica em mm da cidade de Varginha-MG.	22
Tabela 2 - Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n = 0,011$ (Vazão em L/min).....	26
Tabela 3 - Determinação do diâmetro.	27
Tabela 4 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.).	28
Tabela 5 - Consumo médio anual de 2015 em m^3	35
Tabela 6 - Áreas de contribuição.....	37
Tabela 7 - Áreas das platibandas.	38
Tabela 8 - Volume médio mensal de água de chuva captada pela área de contribuição.....	39
Tabela 9 - Cálculo do reservatório pelo método de Rippl.	45
Tabela 10 - Somatório de pesos em relação ao barrilete 3.	45
Tabela 11- Determinação do diâmetro do barrilete 3.	46
Tabela 12 - Somatório de pesos em relação ao barrilete 1.	46
Tabela 13 - Determinação do diâmetro do barrilete 1.	46
Tabela 14 - Somatório de pesos em relação ao barrilete 2.	46
Tabela 15 - Determinação do diâmetro do barrilete 2.	46
Tabela 16 - Somatório de pesos em relação a AF12.	47
Tabela 17- Determinação do diâmetro da AF12.	47
Tabela 18 - Pressões disponíveis em cada ponto.....	48
Tabela 19 - Planilha de composição de preço unitário.....	57
Tabela 20- Quantitativos de materiais.	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média mensal pluviométrica em (mm).	23
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diâmetro econômico das canalizações de recalque (funcionamento contínuo).....	32
Quadro 02 - Rendimento de motores elétricos.....	33
Quadro 03 - Rendimento de motores elétricos.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
2	BREVE DIAGNÓSTICO	17
2.1	Apresentação e descrição do local de estudo	17
2.2	Análise do sistema atual da edificação	17
3	MEMORIAL DESCRITIVO	22
3.1	Determinação do consumo de água	22
3.2	Dados pluviométricos	22
3.3	Determinação da intensidade pluviométrica	23
3.4	Área de contribuição	24
3.5	Determinação da vazão pluvial	25
3.6	Dimensionamento de calhas e condutores	26
3.6.1	Calhas	26
3.6.2	Condutores verticais	27
3.6.3	Condutores horizontais	27
3.7	Desarenador (Caixa de areia)	28
3.8	Reservatório	29
3.9	Rede de distribuição	30
3.10	Sistema elevatório	31
3.10.1	Diâmetro de recalque	31
3.10.2	Diâmetro de sucção	32
3.10.3	Potência da bomba	32
4	MEMORIAL DE CÁLCULO	35
4.1	Cálculo da demanda de água	35
4.2	Determinação da área de contribuição	37
4.3	Determinação da vazão da área de contribuição	38
4.4	Verificação do sistema de calhas existentes	39
4.5	Dimensionamento de calhas	40
4.6	Verificação do condutor vertical	41
4.7	Dimensionamento dos condutores verticais	42

4.8 Dimensionamento dos condutores horizontais.....	42
4.9 Dimensionamento da caixa de areia.....	43
4.10 Dimensionamento do reservatório	45
4.11 Rede de distribuição	45
4.12 Sistema elevatório	49
5 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS	51
5.1 Rede de distribuição	51
5.2 Reservatórios.....	51
5.3 Sistema elevatório	52
5.4 Conductor horizontal	53
5.5 Calhas e condutores verticais	53
5.6 Descarte das primeiras águas e filtragem.....	54
5.7 Caixa de inspeção.....	55
6 QUANTITATIVO DE MATERIAIS E ESTIMATIVA DE CUSTO.....	57
7 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE B - Projeto detalhado em AutoCAD.	65
APÊNDICE C - Projeto detalhado em AutoCAD.	66
ANEXO A – Tabelas Parâmetros de Engenharia para estimativas da demanda de água.....	67
ANEXO B – Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização.....	68

1 INTRODUÇÃO

A água é considerada um bem finito e essencial à sobrevivência de todos os seres vivos e uma das maiores riquezas mundiais, além de ter extrema importância como fator de produção para diversas atividades é fonte essencial para que haja desenvolvimento econômico e tecnológico. Diante dessas características, atualmente há uma grande preocupação da sociedade em relação a sua conservação.

Com o crescimento acelerado e desorganizado da população mundial e o crescimento das cidades e dos centros industriais, ocasionam o aumento da demanda por água e diminui o escoamento superficial da água da chuva resultando em enchentes e alagamentos e a grande escassez de água.

Diante desse cenário o reuso de águas pluviais é uma maneira de minimizar esses efeitos, ou seja, diminui o volume de água que iria para o sistema de drenagem urbana. Além disso, é importante salientar que o reuso possui a vantagem de retorno financeiro quando o sistema de reutilização da água da chuva for corretamente dimensionado.

Nos dias de hoje alguns países como os Europeus e Asiáticos vem utilizando o sistema de captação de água da chuva, no qual o próprio país oferece financiamentos para a construção e utilização deste sistema. Já no Brasil as águas pluviais vêm sendo utilizadas nos estados do Nordeste, devido a grande falta de recursos hídricos, e essa água captada, é usada como fonte de suprimento nas épocas de seca.

Neste contexto este trabalho inicia-se por meio de um estudo de técnicas e sugestões da primeira etapa do trabalho de conclusão de curso, buscando um resgate da prática de aproveitamento de água pluvial no Brasil. Alguns parâmetros foram seguidos a fim de obter-se um sistema com alta qualidade e funcionalidade, como as fórmulas, os cálculos e as normas necessárias para o projeto; as funções de cada componente; tipos de reservatórios; entre vários outros aspectos, ou seja, apresenta-se apenas uma base teórica, sendo uma análise preliminar.

Nesta segunda etapa do trabalho apresenta-se o projeto completo, com todos os dimensionamentos, análises, considerações e desenhos da implantação do sistema na edificação escolar privada, situada na cidade de Paraguaçu Minas Gerais, sendo levantada apenas uma estimativa de custos do sistema através de planilha orçamentária com pesquisas na TCPO - Tabelas de Composições de Preços para Orçamento e na SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil e profissionais da área.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver um projeto de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, numa edificação escolar privada, situada na cidade de Paraguaçu Minas Gerais.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estudar o sistema de aproveitamento de água pluvial como um todo, por meio de pesquisa bibliográfica;
- Realizar o estudo hidrológico da região onde está inserido o empreendimento;
- Estudar os critérios disponíveis de aproveitamento de água pluvial;
- Diagnosticar as condições da edificação para a implantação do sistema;
- Caracterizar o empreendimento onde será desenvolvido o estudo;
- Dimensionar o sistema de captação de água pluvial;
- Levantar os custos para a implantação do sistema de captação de água pluvial.

2 BREVE DIAGNÓSTICO

2.1 Apresentação e descrição do local de estudo

A escola Centro Educacional Fazenda Acontecer – CEFA localiza-se na Rua da Bomba, número 91, no bairro Leva Tapas em Paraguaçu Minas Gerais, conforme exibido na Figura 1. Foi inaugurada no ano de dois mil e dez, contendo em sua instalação interna vinte e cinco funcionários contratados a fim de estarem aptos a auxiliar e lecionar cerca de cento e vinte alunos.

A edificação possui 854,64 m² de área construída em um terreno com 2361,48 m² de área total, contendo uma área de recepção, dezesseis salas no total para fins de ensino, lazer, reuniões de professores, diretoria, depósito e secretaria, possui também uma cozinha com um refeitório, banheiros masculinos, femininos e três lavabos, conforme Apêndice A.

Figura 1 - Fachada da Escola Centro Educacional Fazenda Acontecer.



Fonte: (GAVIÃO, 2002).

2.2 Análise do sistema atual da edificação

Por meio de visitas *in loco* foi possível levantar dados e fazer uma análise preliminar em relação a edificação. Sendo assim foi verificado que a mesma é dotada por dois tipos de materiais diferentes de telhados, sendo uma parte constituída de telhas em cerâmica (Figura 2)

que possui inclinação de 32% e outra em fibrocimento (Figura 3) com inclinação de 10%, conforme detalhado pelo projetista.

Figura 2 - Cobertura em telha cerâmica.



Fonte: (A autora, 2016).

Figura 3 - Cobertura em telha de fibrocimento.



Fonte: (A autora, 2016).

Foram identificadas também a ausência de calhas em algumas áreas de contribuição de acordo com as Figuras 4, 5 e 6.

Figura 4 - Vista frontal da Escola Centro Educacional Fazendo Acontecer.



Fonte: (A autora, 2016).

Figura 5 - Vista lateral da Escola Centro Educacional Fazendo Acontecer.



Fonte: (A autora, 2016).

Figura 6 - Vista lateral da Escola Centro Educacional Fazendo Acontecer.



Fonte: (A autora, 2016).

Já na cobertura de maior área na qual é de fibrocimento, há condutores horizontais com dimensões de 25x10 cm, confeccionada por aço galvanizado de acordo com a Figura 7.

Figura 7 - Condutor horizontal em aço galvanizado.



Fonte: (A autora, 2016).

Os condutores verticais possuem diâmetros de 100 mm fabricado em PVC – plástico, possuindo no total quatro condutores espalhados pela edificação conforme as Figuras 8, 9, 10 e 11.

Figura 8 - Condutor vertical.



Fonte: (A autora, 2016).

Figura 9 - Caixa coletora.



Fonte: (A autora, 2016).

Figura 10 - Condutor vertical a esquerda.



Fonte: (A autora, 2016).

Figura 11 - Condutor vertical a direita.



Fonte: (A autora, 2016).

3 MEMORIAL DESCRITIVO

3.1 Determinação do consumo de água

Por meio de entrevistas com os diretores, a fim de se obter o consumo mensal fornecida pela concessionária e a utilização das Tabelas contidas no Anexo A, descritas por Tomaz (2003), foi possível chegar ao consumo médio da escola para ser aplicado no projeto.

Resultado apresentado no item 4.1.

3.2 Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos foram determinados por meio da estação pluviométrica da Fundação Procafé localizada na cidade de Varginha – MG, pelo motivo da cidade de Paraguaçu não possuir um posto pluviométrico. Foi levantada a média em milímetros de onze anos recentes, ou seja, de 2005 a 2015 conforme a Tabela 1, que foram utilizadas no dimensionamento do reservatório.

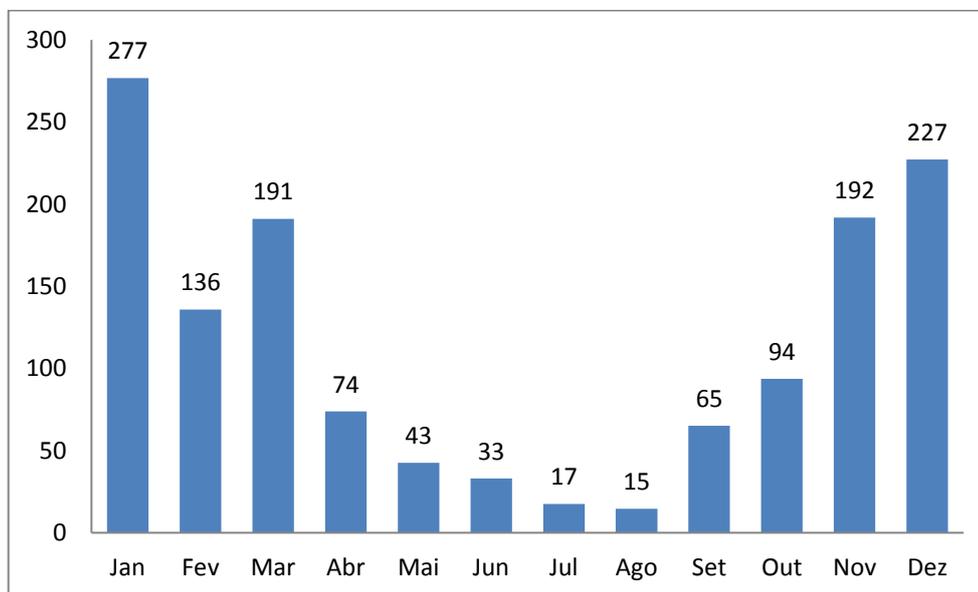
Tabela 1 - Média mensal pluviométrica em mm da cidade de Varginha-MG.

Mês	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
Jan	466	157	437	263	263	199	339	335	420	47,6	117	277
Fev	71	183	70	342	207	141	91	49	222	12,8	106,8	136
Mar	183	306	46	290	233	117	261	185	161	117,8	202	191
Abr	83	10	38	200	68	18	93	85	61	82,4	73,3	74
Mai	116	21	67	35	42	15	6	34	72	15,4	46	43
Jun	71	9	5	36	44	17	20	111	36	6,4	9,4	33
Jul	39	4	23	1	21	11	1	23	30	33	6,4	17
Ago	27	16	0	35	37	0	12	1	1	14,4	18	15
Set	69	103	0	81	121	84	2	29	46	46,8	134,4	65
Out	115	103	110	135	91	126	121	47	106	39,6	37	94
Nov	150	267	201	249	124	225	110	140	200	117,6	325,7	192
Dez	324	261	190	252	343	176	226	225	166	164,6	172,6	227
Total	1714	1440	1187	1919	1594	1129	1282	1264	1521	698	1249	1363

Fonte: (FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2016).

Por meio dos resultados dos dados contidos na Tabela 1, foi possível realizar o Gráfico 01, para a melhor compreensão das médias mensais.

Gráfico 1 - Média mensal pluviométrica em (mm).

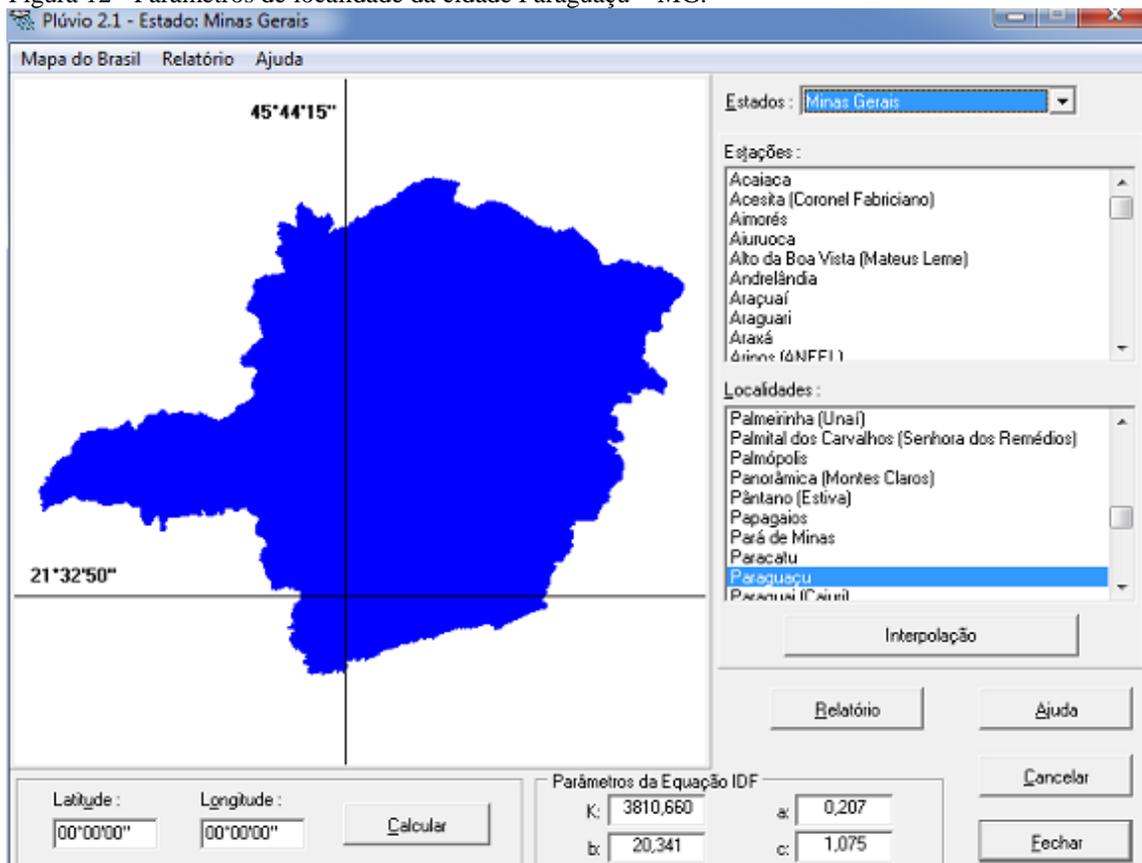


Fonte: (FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2016).

3.3 Determinação da intensidade pluviométrica

Para a determinação da intensidade pluviométrica da cidade de Paraguaçu - MG foi utilizado o programa Plúvio 2.1 (Figura 12) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, que possibilitou a amostragem dos parâmetros da cidade de Paraguaçu para serem utilizados na equação da vazão pluvial no item 4.3.

Figura 12 - Parâmetros de localidade da cidade Paraguaçu – MG.



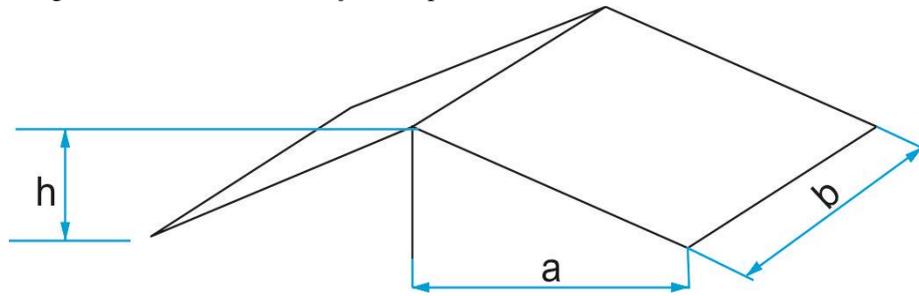
Fonte: (A Autora, 2016).

3.4 Área de contribuição

Através de análise precisa do projeto, foram levantados os dados necessários de área e da inclinação do telhado principal, sendo estes números fundamentais para o cálculo do volume de água pluvial captada.

Para a determinação das áreas de contribuição, foi utilizada a Equação (1), obtida na NBR 10844 (ABNT 1989), como mostra a Figura 13.

Figura 13- Área de contribuição – Superfície inclinada.



Fonte: Adaptado, (ABNT, 1989)

$$\text{Área} = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo:

Área = Área em metros quadrados

a= Menor dimensão (Largura)

b= Maior dimensão (Comprimento)

h= Altura do telhado

Resultado apresentado no item 4.2.

3.5 Determinação da vazão pluvial

Calculada a área de cobertura contribuinte e obtida a intensidade pluviométrica, foi possível se quantificar a porção de água da chuva, ou seja, a vazão de projeto que o sistema pode ofertar. De acordo com a Equação (2), retirada da NBR 10844 (ABNT 1989).

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo:

Q = Vazão em litros por minuto

I = Intensidade pluviométrica

A = Área de contribuição

Resultado apresentado no item 4.1.

3.6 Dimensionamento de calhas e condutores

3.6.1 Calhas

As calhas foram dimensionadas conforme a Equação (3), conhecida como a equação de Manning-Strickler , com lamina de água igual a metade do diâmetro interno, utilizando a Tabela 2 que fornece as capacidades das calhas semicirculares, usando o coeficiente de rugosidade $n = 0,011$ para alguns valores de declividade. As calhas já existentes foram analisadas e dimensionadas novamente devido aos problemas ocorridos em períodos de chuvas intensas, no qual não suportam a demanda de água e acaba ocorrendo vazamentos.

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad \text{Equação (3)}$$

Sendo:

Q =Vazão de projeto, em L/min

S =área da seção molhada, em m²

n = coeficiente de rugosidade

R = raio hidráulico, em m

i = declividade da calha, em m/m

K = 60.000

Tabela 2 - Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n = 0,011$ (Vazão em L/min).

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,50%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: (NBR10844: 1989).

Resultado apresentado no item 4.5.

3.6.2 Condutores verticais

Para o cálculo dos condutores verticais foi utilizado à fórmula de Uniform Plumbing Code na Equação (4).

$$Q = 0,019 \times R s^{\frac{5}{3}} \times D^{\frac{8}{3}} \quad \text{Equação (4)}$$

Sendo:

Q= Vazão de projeto, em litros/min

Rs = y/D (Relação da altura da lâmina d'água e o diâmetro) = 25 a 30%

D = Diâmetro do condutor vertical, em mm

Para a determinação do diâmetro dos condutores verticais foi realizado com o emprego da Tabela 3 que fornece o valor máximo da área de telhado drenada pelo tubo.

Tabela 3 - Determinação do diâmetro.

Diametro (mm)	Vazão (L/s)	Área de cobertura (m ²)
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: (Adaptado Botelho & Ribeiro Jr , 1998).

Resultado apresentado no item 4.6

3.6.3 Condutores horizontais

Para o projeto, a área do telhado foi dividida em várias áreas de captação conforme Apêndice B, com os valores das vazões de cada área foram possíveis de serem calculados os diâmetros e inclinações das tubulações trecho a trecho, com a utilização da Tabela 4.

Tabela 4 - 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	1.19	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1010	1430
6	200	1.30	1.8	2.5	3.65	1.19	1.67	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.35	3.31	4.66	6.62	2.15	3.03	4.28	6.07	1.99	2.80	3.95	5.60
8	300	3.82	5.38	7.59	10.8	3.50	4.93	6.96	9.87	3.23	4.55	6.42	9.11

Fonte: (NBR 10844:1989).

Resultado apresentado no item 4.8.

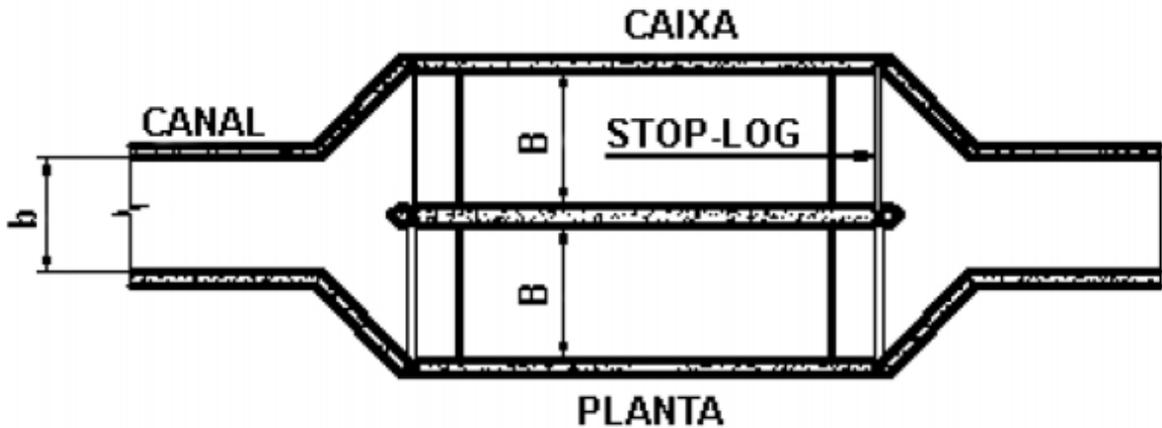
3.7 Desarenador (Caixa de areia)

A opção da utilização do desarenador, Figura 14 e 15, surgiu devido a área de captação do empreendimento ser maior do que o filtro comum atende, com isso sendo necessário a utilização de um reservatório de descarte da primeira água de chuva.

Conforme Ciesielski (2011), a função da caixa de areia é reduzir e controlar a velocidade de escoamento de forma a forçar a sedimentação ou deposição de partículas acima de um determinado padrão. O mais comum é a remoção de partículas de diâmetros médios e grandes, superiores a 0,2mm. Com isso, ganhasse na qualidade da água e no aproveitamento mais eficiente do sistema de captação.

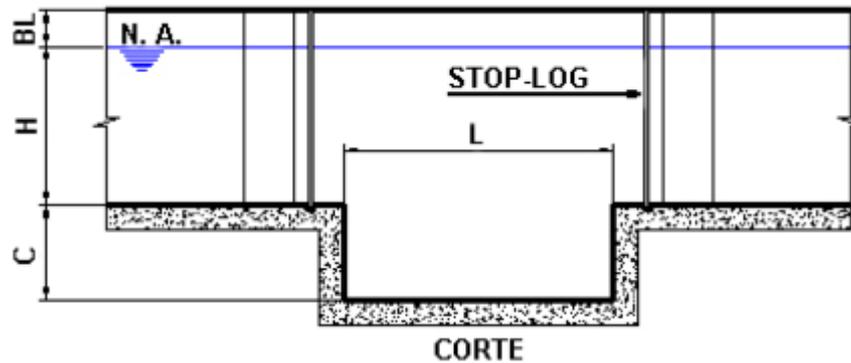
Os dados adotados no dimensionamento foram: Tamanho mínimo das partículas de areia: $\emptyset = 0,30\text{mm}$. Velocidade de sedimentação da areia: $V = 0,032 \text{ m/s}$ – velocidade de deposição na vertical; Velocidade máxima do fluxo na caixa de areia – para deposição: $V1 < 0,30 \text{ m/s}$; Velocidade mínima do fluxo no canal de aproximação – para não haver deposição: $V2 > 0,60 \text{ m/s}$. É comum a divisão da caixa de areia em duas células, cada uma delas deve operar separadamente enquanto a outra se encontra em manutenção e limpeza.

Figura 14 - Arranjo típico de uma caixa de areia ou desarenador em planta .



Fonte: (CIESIELSKI, 2011).

Figura 15 - Arranjo típico de uma caixa de areia ou desarenador em corte.



Fonte: (CIESIELSKI, 2011).

No dimensionamento da caixa de areia foi necessário utilizar várias equações, sendo elas apresentadas no memorial de cálculo, no item 4.9.

3.8 Reservatório

De acordo com os dados obtidos até então, foi possível fazer uma análise para saber quais serão as dimensões e as características que o reservatório para aproveitamento de água pluvial possuirá. Para o dimensionamento do volume do reservatório será utilizado o método de Rilpp obtido pela seguinte Equação (5):

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{Equação (5)}$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação de chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0$$

Sendo que: $\sum D_{(t)} < Q_{(t)}$

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Resultado apresentado no item 4.10.

3.9 Rede de distribuição

A rede de distribuição de água pluvial segue as mesmas regras que uma rede de distribuição de água fria, sendo a NBR 5626 (ABNT 1998) uma diretriz para o seu cálculo. Para o projeto foi utilizado o método máximo provável que utiliza-se de valores dos pesos relativos nos pontos de utilização por meio da tabela contida no Anexo B e pela Equação (6):

$$Q = 0,3 \sqrt{\sum P} \quad \text{Equação (6)}$$

Sendo:

Q = é a vazão estimada na seção considerada, l/s

0,3 = coeficiente de descarga, l/s

$\sum P$ = é a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização da seção considerada

Resultado apresentado no item 4.11.

3.10 Sistema elevatório

3.10.1 Diâmetro de recalque

Segundo Azevedo Netto (1998) para determinar o diâmetro de recalque, deve-se definir anteriormente o tipo de operação do sistema moto-bomba, isto é, se o mesmo é contínuo ou não.

- a) Sistema operado continuamente: o diâmetro de recalque é calculado pela Fórmula de Bresse;

$$D = K * \sqrt{Q} \quad \text{Equação (7)}$$

Sendo:

D é o diâmetro (m);

Q é a vazão (m³/s);

K é um coeficiente que pode variar de região para região, fica entre 0,7 e 1,5.

O mesmo autor considera que se tratando de instalações pequenas, a fórmula de Bresse pode levar a um diâmetro aceitável e em função da vazão encontra-se diâmetros econômicos para os valores usuais de K (Quadro 01).

- b) Sistema não operado continuamente: para o dimensionamento das linhas de recalque de bombas que funcionam apenas algumas horas por dia, Forchheimer propôs a seguinte fórmula:

$$D = 1,3 X^{1/4} * \sqrt{Q} \quad \text{Equação (8)}$$

Sendo:

D é o diâmetro (m);

Q é a vazão em m³/s;

X é a relação entre o número de horas de funcionamento diário do conjunto elevatório e 24 horas.

Sendo:

$$X = \frac{\text{nº de horas de bombeamento por dia}}{24} \quad \text{Equação (9)}$$

Quadro 4 - Diâmetro econômico das canalizações de recalque (funcionamento contínuo).

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

Fonte: (AZEVEDO NETTO, 2012).

Para o trabalho foi adotado o funcionamento da bomba contínuo, resultado apresentado no item 4.12.

3.10.2 Diâmetro de sucção

Para o dimensionamento da canalização de sucção, é executado com um diâmetro comercial superior ao do recalque. Segundo Azevedo Netto (2012) a canalização de sucção deve ser a mais curta possível, evitando-se ao máximo as peças especiais e a altura máxima de sucção acrescida das perdas de cargas deve satisfazer as especificações estabelecidas pelo fabricante das bombas, o que é muito raro atingir 7,00 m.

3.10.3 Potência da bomba

De acordo com Azevedo Netto (2012) o conjunto elevatório deverá vencer a diferença de nível entre os dois pontos mais as perdas de carga em todo o percurso das tubulações.

Para o cálculo da potência da bomba, o mesmo autor inicia com o cálculo da altura manométrica:

$$H_{man}=H_g + \text{perdas decargastotais}(hf) \quad \text{Equação (10)}$$

Sendo:

$$H_g = H_s + H_r$$

Onde:

H_{man} é a altura manométrica;

H_g é a altura geométrica, isto é, a diferença de nível;

H_s é a altura de sucção, isto é, a altura do eixo da bomba sobre o nível inferior;

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

A potência da bomba (P) e dada pela equação:

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{man}}{75 * \eta_b} \quad (\text{Cv}) \quad \text{Equação (11)}$$

Sendo:

P é a potência do motor (1CV = 0,986 HP);

γ é o peso específico do líquido a ser elevado ($H_2O=1000 \text{ kgf/m}^3$);

Q é a vazão ou descarga (m^3/s);

H_{man} é a altura manométrica (m).

η_b é o coeficiente de rendimento global da bomba do conjunto elevatório (Quadros 02 e 03).

Sendo:

$$\eta = \eta_{motor} * \eta_{bomba} \quad \text{Equação (12)}$$

Quadro 05 - Rendimento de motores elétricos.

Rendimento de motores elétricos													
HP	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	5	10	20	30	50	100	
η_m	64%	67%	72%	73%	75%	77%	81%	84%	86%	87%	88%	90%	

Fonte: (AZEVEDO NETTO, 2012).

Quadro 06 - Rendimento de motores elétricos.

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

Fonte: (AZEVEDO NETTO, 2012).

4 MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1 Cálculo da demanda de água

A partir dos dados obtidos pela Concessionária de Saneamento Básico Ltda –Coságua de Paraguaçu foi possível chegar ao consumo médio anual de 33,4 metros cúbicos do ano de dois mil e quinze, conforme a Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Consumo médio anual de 2015em m³.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2015	10	7	18	20	22	22	21	12	108	67	36	58	33,4

Fonte: (COSAGUA, 2016).

Com a finalidade de se obter a estimativa do consumo de água para a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, foi considerada a demanda destinada a irrigação de gramas que compreende a área do campo de futebol e de lazer de acordo com a Figura 17, e a descarga dos vasos sanitários.

Figura 16- Área de gramado.



Fonte: (A autora, 2016).

Para fins de análise do consumo mensal que será gasto, foram levantados os dados totais da área de gramado e a frequência que esse serviço será realizado por semana e os parâmetros descritos na Tabela 02 no Anexo A, de Tomaz (2003), conforme os cálculos:

Área de gramado: 703 m².

Consumo para rega de jardim: 2 l/m² x dia.

Quantidade de dias: 2 vezes por semana (8 vezes ao mês).

$$\text{Consumo: } 703 \times 2 \times 8 = 11.248 \text{ litros/mês}$$

Já para a descarga foi considerado a quantidade de alunos, a frequência que eles vão ao banheiro, no qual foi adotada três, devido à edificação ser uma instituição de ensino o que resulta na não utilização da descarga no período noturno, a porcentagem de vazamento da descarga considerada por Tomaz (2003) e o volume de descarga descrito também por Tomaz (2003) no qual o cálculo é detalhado abaixo:

Quantidade de pessoas: 120.

Quantidade de descarga dada por dia: 2.

Volume de descarga: 6,8 litros.

Quantidade de dias: 24 dias úteis.

Vazamento da descarga: 8%.

$$\text{Consumo: } 120 \times 2 \times 6,8 \times 24 \times 1,08 = 42.301,44 \text{ litros/mês}$$

Para chegar ao consumo total foi realizada a soma dos dois consumos calculados que resultou no valor a seguir:

$$\text{Consumo Total: } 11.248 + 42.301,44 = 53.549,44 \text{ litros/mês.}$$

4.2 Determinação da área de contribuição

Para a determinação da área de contribuição foi feita uma divisão em toda cobertura do projeto conforme o Apêndice B, para facilitar os cálculos devido a área conter vários recortes em sua extensão.

A Tabela 6 demonstra os resultados obtidos por meio da Equação (1). Grande parte da cobertura é caracterizada pelo modelo platibanda.

Tabela 6 - Áreas de contribuição.

Área	a (m)	h (m)	b (m)	Área total (m ²)
Área 1	-	-	-	-
Área 2	-	-	-	-
Área 3	3,3	0,8	8,52	31,5
Área 4	3,5	0,8	6,3	24,6
Área 5	3,8	0,8	7,3	30,7
Área 6	3,63	0,8	6,3	25,4
Área 7	0,76	0,8	5,55	6,4
Área 8	-	-	-	-
Área 9	-	-	-	-
Área 10	8,7	0,8	10,98	99,9
Área 11	6,95	0,8	20,75	152,5
Área 12	8,7	0,8	20,75	188,8
Área 13	5,28	0,8	11,45	65,0
Total				624,8

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 7 - Áreas das platibandas.

Área de platibanda	a (m)	b (m)	Área total (m ²)
Área 1	-	-	-
Área 9	-	-	-
Área 10	0,80	10,98	4,39
Área 10	0,80	8,70	3,48
Área 11 e 12	0,80	18,40	7,36
Área 11	0,80	6,95	2,78
Total			18,01

Fonte: (A autora, 2016).

Algumas áreas da edificação foram desprezadas para efeito de cálculo e viabilidade do sistema, devido a somatória das áreas contribuintes já atenderem a demanda de água para a implantação do sistema e também por ser um local destinado para sala de música em que foi observado a ausência de aparelhos sanitários e equipamentos hidráulicos. Para chegar ao resultado total foi feito a soma dos dois dados finais da tabela acima conforme a equação a seguir:

$$Área_{totaldecontribuição} = 624,8 + 18,01 = 642,81m^2$$

4.3 Determinação da vazão da área de contribuição

Com os dados da área de contribuição e da intensidade pluviométrica é possível ter uma vazão preliminar do projeto utilizando a Equação (2) a seguir:

$$Q = \frac{164,66 \times 642,81}{60} = 1764,08l/mim$$

Com as médias pluviométricas mensais houve a possibilidade de ser feito uma análise do volume máximo e mínimo que a área de contribuição pode captar durante o ano, bem como o seu volume médio mensal que será utilizado para o dimensionamento do reservatório, como mostra a Tabela 8:

Tabela 8 - Volume médio mensal de água de chuva captada pela área de contribuição.

Mês	Média (mm)	Área (m ²)	Coefficiente	Volume (litros)
Jan	277	642,81	0,95	169.155
Fev	136	642,81	0,95	83.051
Mar	191	642,81	0,95	116.638
Abr	74	642,81	0,95	45.190
Mai	43	642,81	0,95	26.259
Jun	33	642,81	0,95	20.152
Jul	17	642,81	0,95	10.381
Ago	15	642,81	0,95	9.160
Set	65	642,81	0,95	39.694
Out	94	642,81	0,95	57.403
Nov	192	642,81	0,95	117.249
Dez	227	642,81	0,95	138.622
Volume Anual de água pluvial (L)				832.953
Volume Médio Mensal (L)				69.413

Fonte: (A autora, 2016).

4.4 Verificação do sistema de calhas existentes

Para a verificação das calhas existentes foram dimensionadas de acordo com cada área de contribuição:

- Calha 1

Área:

$$A_{contribuição} = A_{10} + A_{11} + A_{12} + A_{platibanda}$$

$$A_{platibanda} = (4,39 + 3,48 + 7,36 + 2,78) = 18,01 m^2$$

$$A_{contribuição} = 99,9 m^2 + 152,5 m^2 + 188,8 m^2 + 18,01 m^2 = 459,21 m^2$$

Vazão:

$$Q = \frac{164,66 \times 459,21}{60} = 1260,22 \text{ l/mim}$$

Seção:

$$b = 2h \rightarrow \text{Seção ideal}$$

$$h = \left(\frac{Q}{75614,37 \cdot i^{0,5}} \right)^{3/8} = \left(\frac{1260,22/60}{75614,37 \cdot 0,005^{0,5}} \right)^{3/8} = 0,12 = 12 \text{ cm}$$

$$h = 12 + \frac{2}{3} \cdot 12 = 20 \text{ cm}$$

$$\boxed{\text{Seção} = 20 \times 40 \text{ cm}}$$

Mediante ao resultado obtido será necessário a alteração da calha, devido aos vazamentos em épocas de chuvas.

4.5 Dimensionamento de calhas

- Calha 2

Área:

$$A_{\text{contribuição}} = A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7$$

$$A_{\text{contribuição}} = 31,5 \text{ m}^2 + 24,6 \text{ m}^2 + 30,7 \text{ m}^2 + 25,4 \text{ m}^2 + 6,4 \text{ m}^2 = 118,6 \text{ m}^2$$

Vazão:

$$Q = \frac{164,66 \times 118,6}{60} = 325,47 \text{ l/mim}$$

Seção:

De acordo com a Tabela 2 o diâmetro que se enquadra é de 125 mm com 1 % de inclinação.

- Calha 3

Área:

$$A_{contribuição} = A_{13}$$

$$A_{contribuição} = 65 \text{ m}^2$$

Vazão:

$$Q = \frac{164,66 \times 65}{60} = 178,38 \text{ l/mim}$$

Seção:

De acordo com a Tabela 02 o diâmetro que se enquadra é de 100 mm com 1 % de inclinação.

4.6 Verificação do condutor vertical

Condutor Vertical 1:

$$1260,22 = 0,019 \cdot 0,3^{5/3} \cdot D^{8/3} \rightarrow D = 136,44 \text{ mm}$$

$$D_{comercial} = 200 \text{ mm}$$

4.7 Dimensionamento dos condutores verticais

Condutor Vertical 2:

$$325,47 = 0,019 \cdot 0,3^{5/3} \cdot D^{8/3} \rightarrow D = 82,12 \text{ mm}$$

$$D_{comercial} = 100\text{mm}$$

Condutor Vertical 3:

$$178,38 = 0,019 \cdot 0,3^{5/3} \cdot D^{8/3} \rightarrow D = 65,54 \text{ mm}$$

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

4.8 Dimensionamento dos condutores horizontais

Trecho CP-01 a CP-02

$$Q_{cv2} = 325,47 \text{ l/min}$$

∅ 100mm e Inclinação 2,0%.

Trecho CP-02 a CP-03

$$Q_{cv2} = 325,47 \text{ l/min}$$

∅ 100mm e Inclinação 2,0%.

Trecho CP-03 a CP-04

$$Q_{cv2} = 325,47 \text{ l/min}$$

∅ 100mm e Inclinação 2,0%.

Trecho CP-04 a CP-05

$$Q_{cv2} = 325,47 \text{ l/min}$$

∅ 100mm e Inclinação 2,0%.

Trecho CP-05 a CP-06

$$Q_{cv2} + Q_{cv1} = 325,47 + 1260,22 = 1585,69 \text{ l/min}$$

∅ 200 mm e Inclinação 1,0%.

Trecho CP-06 a CP-07

$$Q_{cv2} + Q_{cv1} + Q_{cv1} = 325,47 + 1260,22 + 178,38 = 1764,07 \text{ l/min}$$

∅ 200mm e Inclinação 1,0%.

Trecho CP-07 a CP-08

$$Q_{cv06.07} = 1764,07 \text{ l/min}$$

∅ 200mm e Inclinação 1,0%.

4.9 Dimensionamento da caixa de areia

Vazão:

$$Q = \frac{1764,07}{60000} = 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$$

Área:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0,029 \times 1,5}{0,3} = 0,15 \text{ m}^2$$

Altura:

$$\frac{B}{H} = 1,5 = \frac{0,15}{1,5} = 0,10 \text{ m}$$

Comprimento:

$$L = \frac{H \times V_1}{V} = \frac{0,10 \times 0,30}{0,032} = 1 \text{ m}$$

Área 2:

$$A = \frac{Q}{V_1} = \frac{0,029}{0,3} = 0,1 \text{ m}^2$$

Base/ Largura:

$$B = \frac{B \times H}{H} = \frac{0,15}{0,10} = 1,5 \text{ m}$$

Altura 2:

$$BL = 0,2 \text{ a } 0,25 \text{ m} \quad BL_{\text{adotado}} = 0,20 \text{ m}$$

Volume diário:

$$V_{Rd} = S_s \times V_d = 0,0001 \times 0,029 \times 864000 = 0,25 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Volume critico:

$$V_{CR} = V_{RD} \times \text{Dias de autonomia} = 0,25 \times 3 = 0,75 \text{ m}^3$$

Altura 3 :

$$C = \frac{V_{CR} \times \text{Coef. seg.}}{B \times L} = \frac{0,75 \times 1,5}{1,5 \times 1} = 0,75 \text{ m}$$

4.10 Dimensionamento do reservatório

Tabela 9 – Cálculo do reservatório pelo método de Rippl.

Mês	Chuva média (mm)	Área de Captação (m ²)	Volume de chuva (m ³)	Volume necessário (m ³)	Déficit (m ³)	Diferença Acumulada (m ³)
Jan	277	642,81	169	53,6	-115,555452	-
Fev	136	642,81	83	53,6	-29,451052	-
Mar	191	642,81	117	53,6	-63,0378745	-
Abr	74	642,81	45	53,6	8,410457	8,41
Mai	43	642,81	26	53,6	27,3412115	27
Jun	33	642,81	20	53,6	33,4479065	33,4
Jul	17	642,81	10	53,6	43,2186185	43
Ago	15	642,81	9	53,6	44,4399575	44,43
Set	65	642,81	40	53,6	13,9064825	13,9
Out	94	642,81	57	53,6	-3,802933	-
Nov	192	642,81	117	53,6	-63,648544	-
Dez	227	642,81	139	53,6	-85,0219765	-
Total						170,14

Fonte: (A autora, 2016).

Conforme os dados da Tabela 9, usando o Método de rippl será necessário um reservatório de aproximadamente 170 m³ para atender a demanda.

4.11 Rede de distribuição

O dimensionamento da rede de distribuição foi realizado de acordo as Tabelas 10 a 18, sendo possível verificar as pressões disponíveis em cada ponto de utilização.

Tabela 10 - Somatório de pesos em relação ao barrilete 3.

Coluna	Contribuição	Peso
AF1	Banheiro	vaso sani. 32
AF2	Banheiro	vaso sani. 32
AF3	Banheiro	vaso sani. 32
AF4	Banheiro	vaso sani. 32
Total		128

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 11- Determinação do diâmetro do barrilete 3.

MMP- colunas ou promudas e barriletes - Jmáx. 8% Nbr				
Vazão (M³/S)	const.	J (m/m)	φ mm	φ mm
0,00339	0,000865	0,08	47,46	50

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 12 - Somatório de pesos em relação ao barrilete 1.

Coluna	Contribuição	Peso	
AF5	banheiro	mictório	2,8
AF6	banheiro	mictório	2,8
AF7	banheiro	mictório	2,8
AF8	banheiro	mictório	2,8
Total			11,2

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 13 - Determinação do diâmetro do barrilete 1.

MMP- colunas ou promudas e barriletes - Jmáx. 8% Nbr				
Vazão (M³/S)	const.	J (m/m)	φ mm	φ mm
0,00100	0,000865	0,08	30,30	40

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 14 - Somatório de pesos em relação ao barrilete 2.

Coluna	Contribuição	Peso	
AF9	banheiro	vaso sani.	32
AF10	banheiro	vaso sani.	32
AF11	banheiro	vaso sani.	32
Total			96

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 15 - Determinação do diâmetro do barrilete 2.

MMP- colunas ou promudas e barriletes - Jmáx. 8% Nbr				
Vazão (M³/S)	const.	J (m/m)	φ mm	φ mm
0,00294	0,000865	0,08	45,01	50

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 16 - Somatório de pesos em relação a AF12.

Coluna	Contribuição	Peso	
AF12	Jardim	torneira	0,4
		Total	0,4

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 17- Determinação do diâmetro da AF12.

MMP- colunas ou promudas e barriletes - Jmáx. 8% Nbr				
Vazão (M³/S)	const.	J (m/m)	φ mm	φ mm
0,00019	0,000865	0,08	16,40	20

Fonte: (A autora, 2016).

Tabela 18 - Pressões disponíveis em cada ponto.

Trecho	Peso	Q(L/s)	ϕ mm	V(m/s)	J (m/M)	Comprimento			Hf	Pressão Disp. Mca	
						Tubo	Leq	Total		M	J
BAR 1.1	11,2	1,0	40	1,3	0,021	2,3	9,4	11,7	0,25	0,0	2,0
BAR 1.2	11,2	1,0	40	1,3	0,021	1,7	3,2	4,9	0,10	2,0	1,9
BAR 1.3	11,2	1,0	40	1,3	0,021	0,5	3,2	3,7	0,08	1,9	1,9
BAR 1.4	11,2	1,0	40	1,3	0,021	4,9	7,3	12,2	0,26	1,9	1,6
AF5	8,4	0,9	40	1,1	0,017	2,7	7,1	9,8	0,16	1,6	4,1
BAR 1.5	8,4	0,9	40	1,1	0,017	0,4	7,3	7,7	0,13	1,6	1,5
AF6	8,4	0,9	40	1,1	0,017	2,7	7,1	9,8	0,16	1,5	4,0
BAR 1.6	5,6	0,7	40	0,9	0,012	0,4	7,3	7,7	0,09	1,5	1,4
AF7	5,6	0,7	40	0,9	0,012	2,7	7,1	9,8	0,11	1,4	4,0
BAR 1.7	2,8	0,5	40	0,6	0,006	0,4	7,3	7,7	0,05	1,4	1,3
AF8	2,8	0,5	40	0,6	0,006	2,7	7,1	9,8	0,06	1,4	4,0
BAR 2.1	96,0	2,9	50	5,9	0,049	2,3	10,4	12,7	0,62	0,0	1,7
BAR 2.2	96,0	2,9	50	5,9	0,049	8,4	3,4	11,8	0,57	1,7	1,1
BAR 2.3	96,0	2,9	50	5,9	0,049	1,6	7,6	9,2	0,45	1,1	2,3
AF9	96,0	2,9	50	5,9	0,049	2,7	7,5	10,2	0,50	2,3	4,5
BAR 2.4	64,0	2,4	50	4,8	0,034	0,9	7,6	8,5	0,29	2,3	2,0
AF10	64,0	2,4	50	4,8	0,034	2,7	7,5	10,2	0,35	2,0	4,3
BAR 2.5	32,0	1,7	50	3,4	0,019	1,0	3,4	4,4	0,08	2,0	1,9
AF11	32,0	1,7	50	3,4	0,019	2,7	7,5	10,2	0,19	1,9	4,4
BAR 3.1	128,0	3,4	50	6,8	0,062	2,3	10,4	12,7	0,79	0,0	1,5
BAR 3.2	128,0	3,4	50	6,8	0,062	2,2	3,4	5,6	0,35	1,5	1,2
BAR 3.3	128,0	3,4	50	6,8	0,062	0,3	7,6	7,9	0,49	1,2	0,7
AF1	128,0	3,4	50	6,8	0,062	2,7	7,5	10,2	0,64	0,7	2,7
BAR 3.4	96,0	2,9	50	5,9	0,049	0,9	7,6	8,5	0,41	0,7	1,2
AF2	96,0	2,9	50	5,9	0,049	2,7	7,5	10,2	0,50	1,2	3,4
BAR 3.5	64,0	2,4	50	4,8	0,034	0,9	7,6	8,5	0,29	1,2	0,9
AF3	64,0	2,4	50	4,8	0,034	2,7	7,5	10,2	0,35	0,9	3,2
BAR 3.6	32,0	1,7	50	3,4	0,019	0,9	3,4	4,3	0,08	0,9	0,8
AF4	32,0	1,7	50	3,4	0,019	2,7	7,5	10,2	0,19	0,8	3,3
AF12	0,4	0,2	20	0,1	0,031	43,2	10,5	53,7	1,67	0,0	6,6

Fonte: (A autora, 2016).

4.12 Sistema elevatório

- Vazão = 0,000205 m³/s
- Período de funcionamento = 24 horas

$$\phi_{\text{recalque ABNT}} = 1,2 \times \sqrt{Q} = 1,2 \times \sqrt{0,000205} = 0,017\text{m} = 17\text{mm}$$

Adota-se o diâmetro comercial de 20 mm, para recalque. Já o de sucção é um diâmetro comercialmente maior que o de recalque, sendo assim adotado o de 25 mm.

Perda de carga na canalização de sucção:

- Válvula de pé e crivo = 13,3 m
- Cotovelo de 90° = 1 x 1,5 = 1,5 m
- Comprimento equivalente = 14,8
- Comprimento do tubo = 5,7 m
- Comprimento total = 20,5 m

$$HF = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \times L = \frac{10,641}{140^{1,85}} \times \frac{0,000205^{1,85}}{0,025^{4,87}} \times 19,3 = 0,21\text{m}$$

Perda de carga na canalização de recalque:

- Válvula de retenção = 2,7 m
- Cotovelo de 90° = 4 x 1,2 = 4,8 m
- Registro de gaveta (aberto) = 0,2 m
- Saída de canalização = 0,9 m
- Comprimento equivalente = 8,6 m
- Comprimento do tubo = 50,5 m
- Comprimento total = 59,1 m

$$HF = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \times L = \frac{10,641}{140^{1,85}} \times \frac{0,000205^{1,85}}{0,020^{4,87}} \times 59,1 = 1,90\text{ m}$$

Altura Manométrica:

$$H_{man} = H_g + \Sigma HF = (1+5,7+1,90+0,21) = 8,81\text{m}$$

Potência do Motor:

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{man}}{75 \times \eta} = \frac{1000 \times 0,000205 \times 8,81}{75 \times 0,50} = 0,05\text{cv}$$

$$+20\% \text{ de coef. de segurança} = 0,06 \text{ CV}$$

A bomba centrífuga comercial escolhida foi da DANCOR CAM -2.

5 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS

5.1 Rede de distribuição

Na rede de distribuição as tubulações e conexões secundárias deveram ser de PVC rígido, marrom, soldável, da marca Tigre, ou similar de mesma qualidade, sendo os barriletes e colunas variando de diâmetros de 50mm a 40mm conforme detalhada no projeto no Apêndice A e B e os registros de gaveta serão da marca DECA, linha 1502, seguindo os diâmetros especificados em projeto e atendendo os parâmetros normativos da NBR 5626 (ABNT, 1998).

As tubulações e conexões internas das colunas de água e sub-ramais de saída serão executadas através de ligações por meio de adesivos plásticos, limpando suas superfícies lixadas com solução limpadora eliminando impurezas e gorduras, distribuindo uniformemente o adesivo com um pincel ou o bico da própria bisnaga nas superfícies das tubulações, encaixando as partes e removendo qualquer excesso de adesivo. Por ser uma obra de adaptação a uma construção já existente será necessário a realização de cortes nas paredes para o assentamento das tubulações, para em seguida ser realizado o reparo nas paredes.

Os registros de gaveta soldáveis serão colocados de modo que a tubulação esteja alinhada, cortando o tubo no esquadro, desmontando as porcas de união do registro sendo observado o posicionamento correto das peças para a sua montagem obedecendo ao sentido do fluxo, limpando as superfícies a serem soldadas para a aplicação do adesivo.

5.2 Reservatórios

Devido a demanda de água do sistema ser alta, foi necessário se optar por um reservatório inferior, que será feito in loco, em que foi estimado as paredes de concreto armado com largura de trinta centímetros, com o Fck de 20 Mpa, com aço CA-50 no qual terá sete metros de largura e sete de comprimento por três e meio de profundidade. Será realizada a escavação manual com cento e setenta metros cúbicos de vala para o posicionamento do reservatório.

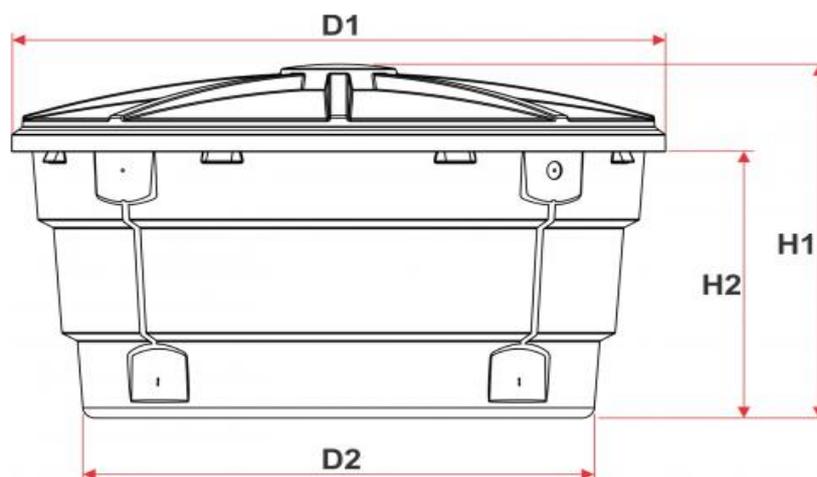
Já os reservatórios destinados apenas para elevar a água até a rede de distribuição será em polietileno de média densidade da marca tigre com as especificações de acordo com a Figura 18, sendo elevado a 2,3 metros para garantir as pressões máximas e mínimas exigidas pela NBR5626 (ABNT, 1998). Essa elevação será feita em alvenaria em tijolos comuns e uma

laje com dez centímetros de altura, nas laterais serão feitas paredes de um metro para a proteção dos reservatórios contra intempéries climáticas e sua cobertura será em telha de fibrocimento.

Os reservatórios serão assentados na superfície horizontal plana sob a laje elevada, isenta de qualquer irregularidade e materiais que possam danificar o fundo dos reservatórios. As perfurações deverão ser feitas nos rebaixos planos do lado de fora do reservatório por meio de serra corpo ou brocas para a colocação das tubulações de entrada e saída.

Figura 17 -Especificações da caixa d'agua tigre de 1000 litros.

Capacidade (Litros)	D1	D2	h1	h2
1000L	1440,0	1145,7	951,4	775



Fonte: (TIGRE, 2016).

5.3 Sistema elevatório

O sistema elevatório é composto por tubulações em PVC rígido marrom soldáveis e conexões de fabricação TIGRE ou SIMILAR com diâmetro de sucção de 25mm e de recalque de 20mm detalhado no Apêndice A. A bomba centrífuga escolhida para o projeto foi na marca DANCOR de acordo com a Figura 19.

Sua instalação será realizada por um profissional da área atendendo todas as diretrizes apresentadas no projeto, que irá estabelecer outros materiais e serviços elétricos necessários para que a bomba venha desenvolver suas funcionalidades, sendo necessário a utilização de

uma conexão de redução de diâmetro na entrada da bomba devido ao diâmetro de sucção ser menor.

Figura 18 - Especificações técnicas da bomba.

Modelo	Pot. (cv)	Sucção (bsp)	Elevação (bsp)	Diâmetro rotor (mm)	AMT máx. (mca)	Altura Manométrica Total em metros de Coluna de Água (mca) Não estão incluídas as perdas por atrito									
						2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,8	8,8	9,8	10,7	11,6
Monofásico	110V ou 220V	3/4"	3/4"	89,0	11,8	Vazão (m ³ /h)									
CAM-2						3,06	2,86	2,6	2,34	2,04	1,78	1,46	1,13	0,81	0,40

Fonte: DANCOR, 2016.

5.4 Condutor horizontal

Os condutores horizontais serão de PVC branco da série normal da marca Tigre, ou similar de mesma qualidade, seguindo diâmetros definidos em projeto no Apêndice C atendendo a NBR 5688 (ABNT, 1999). Para a execução dos condutores horizontais será realizado a união dos tubos através da bolsa tipo dupla ação sendo necessária a marcação da profundidade da bolsa na ponta do tubo, em seguida fazer a limpeza da ponta e a bolsa do tubo e colocar o anel de borracha na virola da bolsa. Após colocar o anel na virola (canaleta), aplicar a pasta lubrificante no anel e na ponta do tubo, sem usar óleo ou graxa, que poderão atacar o anel de borracha. Encaixar a ponta chanfrada do tubo no fundo da bolsa, recuar 5 mm tendo como referência a marca previamente feita na ponta do tubo.

Todas as aberturas no terreno para instalação das canalizações horizontais, só poderão ser aterradas após o proprietário constatar o estado dos tubos, das juntas, das proteções e caimentos das tubulações e seu preenchimento deverá ser feito em camadas sucessivas de 10 cm, bem apiloadas e molhadas, e isentas de entulhos, pedras, etc. Os caimentos das canalizações deverão obedecer as indicações contidas no projeto, sendo necessário a escavação manual de 4,36 m³ de terra.

5.5 Calhas e condutores verticais

Os materiais das calhas serão de aço galvanizado e PVC branco da série normal da marca Tigre, ou similar de mesma qualidade, atendendo a NBR 5688 (ABNT, 1999), sendo de seção quadrada de 25x40 cm e semicircular de 125mm e 100mm detalhados no Apêndice C. Os condutores verticais serão de e PVC branco rígido da Tigre ou marca Similar com

diâmetros de 100mm, 200mm e 75mm, deverão ser fixos com braçadeiras a cada um metro e meio, em paredes, lajes ou vigas, a distância entre apoios deverá respeitar as recomendações dos fabricantes sendo vertical 2,00m.

Para a execução dos condutores verticais será realizado a união dos tubos através da bolsa tipo dupla ação sendo necessária a marcação da profundidade da bolsa na ponta do tubo, em seguida fazer a limpeza da ponta e a bolsa do tubo e colocar o anel de borracha na virola da bolsa. Após colocar o anel na virola (canaleta), aplicar a pasta lubrificante no anel e na ponta do tubo, sem usar óleo ou graxa, que poderão atacar o anel de borracha. Encaixar a ponta chanfrada do tubo no fundo da bolsa, recuar 5 mm tendo como referência a marca previamente feita na ponta do tubo.

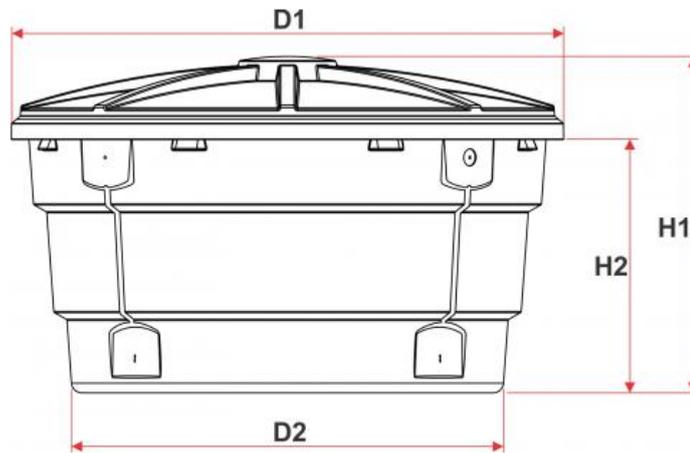
A calha em aço galvanizado será executada pelo próprio fornecedor do material, instalada por meio de furadeira com parafusos para a sua fixação na área de cobertura.

5.6 Descarte das primeiras águas e filtragem

Para o descarte das primeiras águas será instalada uma caixa de água de 500 litros antes do filtro com material em polietileno de média densidade da marca tigre com as especificações de acordo com a Figura 20, no qual será enterrado, em sua volta será feita paredes em concreto armado com largura estimada de vinte centímetros. No fundo da caixa será feito um furo para colocação de um tubo que irá descartar a água da caixa. Na entrada do tubo será adaptado um dispositivo para liberar uma pequena vazão incapaz de interferir no abastecimento do reservatório.

Figura 19 - Especificações da caixa d'agua tigre de 500 litros.

Capacidade (Litros)	D1	D2	h1	h2
500L	1212,0	978,3	729,2	583,6



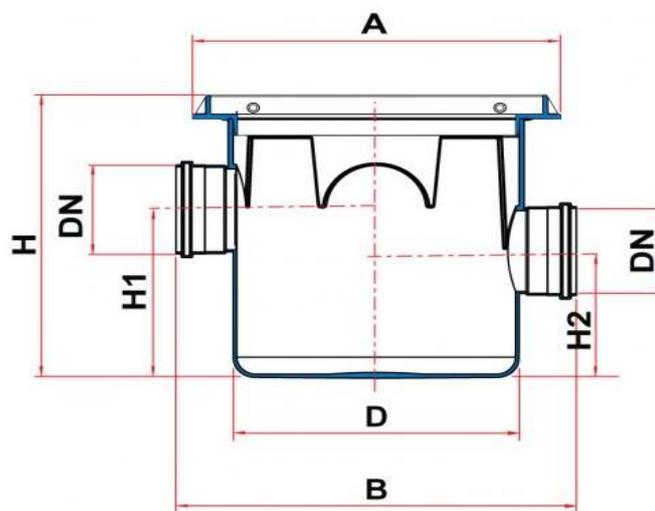
Fonte: (TIGRE, 2016).

5.7 Caixa de inspeção

As caixas de inspeção serão do modelo DN 100 da marca tigre em PVC na cor cinza conforme as especificações na Figura 21 e também em alvenaria de tijolo comum maciço com dimensões de 60x60 cm e altura variando com a declividade imposta mostrado no Apêndice C, moldadas in loco , seguindo todas as dimensões e cotas de assentamentos descritos em projeto.

Figura 20- Especificações da caixa de areia tigre.

Bitola	A	B	D	DN	H	H1	H2
100	388	420	300	100	348	201	151



Fonte: (TIGRE, 2016).

Sua instalação será realizada através da montagem das partes da caixa aplicando adesivo plástico entre elas, encaixando manualmente as peças, empurrando até encostar no fundo da bolsa, em seguida colocar a grelha de PVC ao porta-tampa da caixa antes de concretar ao redor, depois os tubos devem ser ligados na caixa, quando houver a necessidade, para ajustar a profundidade, utilizar o prolongador. Por fim fazer o reaterro lateral sendo que em volta da caixa deve ser muito bem compactado em camadas de 20 em 20 cm para garantir o perfeito apoio do porta-tampa, fazer o acabamento do piso em volta do porta-tampa com a tampa instalada, para evitar sua deformação lateral.

Na execução da caixa de inspeção em alvenaria, o primeiro passo a ser feito e a escavação do poço destinado à instalação da mesma; regularização e compactação do fundo, o lançamento e espalhamento do concreto, constituindo o fundo da caixa, suas paredes serão executadas em alvenaria de tijolos sendo internamente chapiscadas e assentadas com argamassa cimento, ajustando a entrada e saída das tubulações de acordo com os diâmetros descritos no projeto.

Em seguida fazer o preparo das formas e sua colocação seguindo o tempo de cura do concreto, para depois serem retiradas. Sua tampa será de concreto lacrado com argamassa.

6 QUANTITATIVO DE MATERIAIS E ESTIMATIVA DE CUSTO

os tipos de materiais e peças a serem utilizadas e a quantidade necessária afim Com base no projeto realizado foi possível levantar de se obter a estimativa de custo, sendo este realizado através da composição do preço unitário, no qual foi utilizado a TCPO (2010) e a tabela SINAPI (2016), exceto as calhas e a instalação elétrica da bomba que foi feito um orçamento com um profissional da cidade de Paraguaçu, como é mostrado na Tabela 19 e o levantamento quantitativo de materiais na Tabela 20.

Tabela 19 - Planilha de composição de preço unitário.

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço Unit.		Preço Total	
1	Reservatórios enterrados					R\$	70.607,74
1.1	Escavação manual em solo de 1ª Categoria	m ³	207	R\$	12,60	R\$	2.608,20
1.2	Apiloamento de fundo de vala com maço de 30 kg	m ²	19,76	R\$	16,17	R\$	319,52
1.3	Lastro de concreto	m ²	19,76	R\$	24,66	R\$	487,28
1.4	Reaterro manual de vala	m ³	2,5	R\$	42,91	R\$	107,28
1.5	Armadura de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 8,0 mm, corte e dobra na obra	kg	3804	R\$	7,44	R\$	28.301,76
1.6	Concretagem	m ³	47,55	R\$	307,34	R\$	14.614,02
1.7	Colocação de formas	m ²	110,6	R\$	67,68	R\$	7.485,41
1.8	Impermeabilização	m ²	164,28	R\$	54,93	R\$	9.023,90
1.9	Tampa	m ²	54,76	R\$	139,89	R\$	7.660,38
2	Movimentação de terra					R\$	61,88
2.1	Escavação manual de valas p/ tubulações	m ³	2	R\$	30,94	R\$	61,88
3	Materiais Hidráulicos para rede coletora					R\$	3.637,46
3.1	Tubo PVC para rede coletora DN 100 MM	m	41	R\$	21,63	R\$	886,71
3.2	Tubo PVC para rede coletora DN 200 MM	m	35	R\$	63,42	R\$	2.219,66
3.3	Tubo PVC para rede coletora DN 75MM	m	6	R\$	19,71	R\$	118,25
3.4	Joelho de 90 - 100mm	unid.	2	R\$	19,58	R\$	39,17
3.5	Joelho de 90 - 200mm	unid.	2	R\$	112,45	R\$	224,91
3.6	Joelho de 90 - 75mm	unid.	2	R\$	9,89	R\$	19,78
3.7	Caixa de inspeção DN 100	unid.	5	R\$	25,79	R\$	128,97
4	Calhas					R\$	4.720,00
4.1	Calha aço galvanizado 25x40	vb	1	R\$	3.450,00	R\$	3.450,00
4.2	Calha semicircular-125mm	vb	1	R\$	670,00	R\$	670,00
4.3	Calha semicircular-100mm	vb	1	R\$	600,00	R\$	600,00

Fonte: (A Autora, 2016).

Continuação Tabela 19: Planilha de composição de preço unitário.

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço Unit.	Preço Total
5	Rede de Distribuição				R\$ 4.106,75
5.1	Tubo PVC marrom soldável -50 mm	m	44	R\$ 25,79	R\$ 1.134,98
5.2	Tubo PVC marrom soldável - 40 mm	m	22	R\$ 20,49	R\$ 450,75
5.3	Tubo PVC marrom soldável -20 mm	m	42	R\$ 8,55	R\$ 358,98
5.4	Joelho de 90 marrom soldável - 50mm	unid.	13	R\$ 9,26	R\$ 120,42
5.5	Joelho de 90 marrom soldável - 40mm	unid.	8	R\$ 8,18	R\$ 65,44
5.6	Joelho de 90 marrom soldável - 20mm	unid.	10	R\$ 3,27	R\$ 32,72
5.7	Te de saída bilateral - 50mm	unid.	5	R\$ 12,44	R\$ 62,20
5.8	Te de saída bilateral - 40mm	unid.	3	R\$ 11,51	R\$ 34,53
5.9	Registro de Gaveta - 50 mm	unid.	13	R\$ 82,79	R\$ 1.076,21
5.10	Registro de Gaveta - 40 mm	unid.	5	R\$ 66,23	R\$ 331,13
5.11	Registro de Gaveta - 20 mm	unid.	1	R\$ 48,57	R\$ 48,57
5.12	Execução de rasgo em alvenaria para passagem de tubulação diâmetro 32 mm (1/2") a 50 mm(1")	m	30	R\$ 6,53	R\$ 195,90
5.13	ENCHIMENTO DE RASGO em alvenaria com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4 com adição de 150 kg de cimento, para tubulação 0 15 mm (1/2") a 25 mm (1') - m	m	30	R\$ 4,57	R\$ 137,10
5.14	CORTE em concreto para passagem de tubulação para pisos e lajes 30A 50 MM	m	2,5	R\$ 21,00	R\$ 52,50
5.15	CORTE em concreto para passagem de tubulação para pisos e lajes 15 A 25 MM	m	0,5	R\$ 10,70	R\$ 5,35
6	Reservatórios				R\$ 1.405,97
6.1.1	Reservatório Fibra 1000L	unid.	2	R\$ 516,78	R\$ 1.033,57
6.1.2	Reservatório Fibra 500L	unid.	1	R\$ 372,40	R\$ 372,40
7	Sistema Elevatório				R\$ 2.088,71
7.1	Conjunto moto Bomba	pc	1	R\$ 487,40	R\$ 487,40
7.2	Instalação elétrica	vb	1	R\$ 650,00	R\$ 650,00
7.3	Tubo PVC marrom soldável -25 mm	m	6	R\$ 9,65	R\$ 57,91
7.4	Tubo PVC marrom soldável -20 mm	m	54	R\$ 8,55	R\$ 461,54
7.5	Joelho de 90 marrom soldável - 25mm	unid.	41	R\$ 6,33	R\$ 259,61
7.6	Joelho de 90 marrom soldável - 20mm	unid.	1	R\$ 3,27	R\$ 3,27
7.7	Válvula de retenção - 20 mm	unid.	1	R\$ 104,88	R\$ 104,88
7.8	Pé e crivo- 25 mm	unid.	1	R\$ 64,10	R\$ 64,10

Fonte: (A Autora, 2016).

Continuação Tabela 19: Planilha de composição de preço unitário.

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço Unit.		Preço Total	
8	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolos					R\$	307,22
8.1.1	Caixa de inspeção em alvenaria, tijolo comum maciço revestido internamente com argamassa de cimento e areia sem peneirar, traço: 1:3 -	m ²	2	R\$	53,12	R\$	106,23
8.1.2	Caixa de inspeção em alvenaria - escavação manual com apiloamento do fundo	m ³	1	R\$	49,90	R\$	49,90
8.1.3	Tampa de concreto	m ²	1,08	R\$	139,89	R\$	151,08
CUSTO TOTAL DA OBRA						R\$	86.935,73

Fonte: (A Autora, 2016).

Tabela 20- Quantitativos de materiais.

Materiais	Unid.	Quantidade
Calha aço galvanizado 25x40	m	35
Calha semicircular-125mm	m	13
Calha semicircular-100mm	m	12
Bocal-75mm	unid.	1
Bocal-100mm	unid.	1
Bocal-200mm	unid.	1
Suporte para calha	unid.	27
Tubo PVC para rede coletora DN 100 MM	m	41
Tubo PVC para rede coletora DN 200 MM	m	35
Tubo PVC para rede coletora DN 75MM	m	6
Joelho de 90 - 100mm	unid.	2
Joelho de 90 - 200mm	unid.	2
Joelho de 90 - 75mm	unid.	2
Caixa de inspeção DN 100	unid.	5
Tubo PVC marrom soldável -50 mm	m	44
Tubo PVC marrom soldável -40 mm	m	22
Tubo PVC marrom soldável -20 mm	m	42
Joelho de 90 marrom soldável - 50mm	unid.	13
Joelho de 90 marrom soldável - 40mm	unid.	8
Joelho de 90 marrom soldável - 20mm	unid.	10
Te de saída bilateral - 50mm	unid.	5
Te de saída bilateral - 40mm	unid.	3
Registro de Gaveta - 50 mm	unid.	13
Registro de Gaveta - 40 mm	unid.	5
Registro de Gaveta - 20 mm	unid.	1
Reservatório Fibra 1000L	unid.	2
Reservatório Fibra 500L	unid.	1
Conjunto moto Bomba	pc	1
Tubo PVC marrom soldável -25 mm	m	6
Tubo PVC marrom soldável -20 mm	m	54
Joelho de 90 marrom soldável - 25mm	unid.	41
Joelho de 90 marrom soldável - 20mm	unid.	1
Válvula de retenção - 20 mm	unid.	1
Pé e crivo- 25 mm	unid.	1
Caixa de inspeção em alvenaria,	unid.	3
Solução limpadora para PVC rígido	unid.	1
Adesivo para tubo de PVC	unid.	2
Fita de vedação para tubos e conexões	unid.	4
Adaptador soldável com flange 40 mm	unid.	1
Adaptador soldável com flange 25 mm	unid.	2
Adaptador soldável com flange 50 mm	unid.	2
Pasta lubrificante para tubos em PVC	unid.	2

Fonte: (A autora, 2016).

7 CONCLUSÃO

A proposta de instalar um sistema de aproveitamento de água da chuva vem da necessidade de preservar o meio ambiente em que vivemos, demonstrando que a água pluvial na qual muita das vezes é descartada sem utilidade alguma, possui a possibilidade de ser reaproveitada para usos não potáveis, podendo gerar economia no orçamento da edificação em um período estimável.

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um projeto de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis para a escola Centro Educacional Fazendo Acontecer – CEFA, sendo este alcançado, no qual foram definidos todos os componentes do projeto, como o dimensionamento de calhas, condutores, reservatórios, redes de distribuição, consumo médio mensal, destinação da água captada, entre outros. Apenas a viabilidade econômica não realizada, apenas uma estimativa de materiais.

De acordo com as análises e cálculos realizados, o telhado da edificação possui uma grande capacidade de coleta de água o que resulta em um alto volume de água captada que atende a demanda para a utilização da mesma para fins não potáveis, como descargas e irrigação.

Por meio dos dados analisados os meses de fevereiro, de abril até outubro possuem volumes menores do que a demanda destinada para o aproveitamento da água da chuva o que não impede a implantação do sistema.

Este trabalho mostrou ser viável tecnicamente a implantação de um sistema de aproveitamento da água da chuva, ressaltando que não foi feito nenhum tipo de consideração á período de retorno do investimento, pois não era o objetivo do trabalho. Sendo assim conclui-se que com essa vazão, muitos litros de água potável não serão mais utilizados, contribuindo em muito para a preservação de rios, poços e lagos, além de dar uma visão mais sustentável à empresa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. Out.

_____. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, ABNT, 1989. Dez.

_____. **NBR 5626: Instalações prediais de água fria**. Rio de Janeiro, ABNT, 1998. Set.

_____. **NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, ABNT, 1992. Set.

_____. **NBR 5688: Sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação - Tubos e conexões de PVC, tipo DN – Requisitos**. Rio de Janeiro, ABNT, 1999. Set.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. **Manual de Hidráulica**. 8ª Ed. São Paulo: Blucher, 2012.

CIESIELSKI, João Vitor Rosset. **Dimensionamento de uma nova estação de tratamento de efluentes domésticos da Central de Abastecimento do Paraná – CEASA/PR**, Curitiba. Trabalho de graduação apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tuiuti do Paraná, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. Curitiba, 2011.

COSAGUA, Concessionária de Saneamento Básico Ltda. Paraguaçu, 2016.

DANCOR. **Industria mecânica**. Disponível em: < <http://www.dancor.com.br/dancor-site-novo/public/produtos>>. Acesso em: 18 out. 2016.

GAVIÃO, Gustavo. **Projeto arquitetônico**. Paraguaçu: 2002.

PROCAFÉ, Fundação Procafé. Disponível em : <<http://www.fundacaoprocafe.com.br/>>. Acesso em: 19 out, 2016.

SINAPI. Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil. **Preço de insumos**. Minas Gerais, abril, 2016. Disponível em:

<http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648> .Acesso em 28 out 2016.

TCPO – Tabela de composição de preços para orçamento. 14 ed. São Paulo, Pini, 2012.

TIGRE, Catálogo Predial Água Fria Predial. Disponível em <<http://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-agua-fria.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2016.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2ª Ed. São Paulo: Rubenal Hermano Santos, 2003.

APÊNDICE A - Projeto detalhado em AutoCAD.

APÊNDICE B - Projeto detalhado em AutoCAD.

APÊNDICE C - Projeto detalhado em AutoCAD.

ANEXO A – Tabelas Parâmetros de Engenharia para estimativas da demanda de água.

Tabela 01- Parâmetros de Engenharia para estimativas da demanda residencial de água.

Uso Interno	Unidades	Parâmetros		
		Inferior	Superior	Mais provável
Gasto mensal	m ³ /pessoa/mês	3	5	5
Número pessoas na casa	Pessoa	2	5	3
Descarga na bacia	Descarga/pessoa/dia	4	6	5
Volume de descarga	Litros/descarga	6,8	18	9
Vazamento bacias sanitárias	Porcetagem	0	30	9
Frequencia de banho	Banho/pessoa/dia	0	1	1
Duração de banho	Minutos	5	15	7,3
Vazão dos chuveiros	Litros/banho	0,08	0,3	0,15
Uso da banheira	Banho/pessoa/dia	0	0,2	0,1
Volume de água	Litros/banho	113	189	113
Máquina de lavar pratos	Carga/pessoa/dia	0,1	0,3	0,1
Volume de água	Litro/ciclo	18	70	18
Máquina de lavar roupa	Carga/pessoa/dia	0,2	0,37	0,37
Volume de água	Litro/ciclo	108	189	108
Torneira da cozinha	Minuto/pessoa/dia	0,5	4	4
Vazão da torneira	Litros/segundo	0,126	0,189	0,15
Torneira de banheiro	Minuto/pessoa/dia	0,5	4	4
Vazão da torneira	Litros/segundo	0,126	0,189	0,15

Fonte: (TOMAZ, 2003).

Tabela 02 - Parâmetros de engenharia para estimativas da demanda residencial de água potável para uso externo.

Uso externo	Unidades	Valores
Casas com piscina	Porcetagem	0,1
Gramado ou jardim	Litros/dia/m ²	2
Lavagem de carros	litros/lavagem/carro	150
Lavagem de carros frequencia	Lavagem/mês	4
Mangueira. De jardim 1/2"x 20m	Litros/dias	50
Manutenção de piscina	litros/dia/m ²	3
Perdas p/ evaporação em piscina	Litros/dias/m ²	5,75
Reenchimento de piscinas	Anos	10
Tamanho da casa	m ²	30 a 450
Tamanho do lote	m ²	125 a 750

Fonte: (TOMAZ, 2003).

ANEXO B – Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização.

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

Fonte: (NBR 5626:1998).

