

N. CLASS. M 551.577  
CUTTER T23/P  
ANO/EDIÇÃO 2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS-MG**

**GESTÃO DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E TECNOLOGIA – GEAT**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANDRÉ DE BRITO TAVARES**

**PROJETO DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA A ESCOLA**

**BRILHO DO SABER EM PARAGUAÇU-MG**

**VARGINHA  
2015**

**Grupo Educacional UNIS**

**ANDRÉ DE BRITO TAVARES**

**PROJETO DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA A ESCOLA**

**BRILHO DO SABER EM PARAGUAÇU-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

**VARGINHA  
2015**

**ANDRÉ DE BRITO TAVARES**

**PROJETO DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA A ESCOLA  
BRILHO DO SABER EM PARAGUAÇU-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

Aprovado em \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

---

Prof.<sup>a</sup> Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Junior

---

Engenheira Ana Paula Figueiredo

OBS.:

Primeiramente a Deus, aos meus familiares e amigos e a todos aqueles que, de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho que é de grande importância na minha vida. O meu sincero muito obrigado.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela benção da vida.

À minha querida mãe Lourdes de Brito Souza, pelo apoio e ensinamentos.

À minha esposa Jussara de Fátima Carvalho Tavares e minha filha Helena Maria de Carvalho Tavares, que sempre estiveram presentes em minha trajetória.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram.

Aos meus colegas de faculdade que sempre estiveram do meu lado.

À minha orientadora Ivana Prado Vasconcelos que me orientou no desenvolvimento deste trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial a todos os funcionários da escola Brilho do Saber pelas informações e apoio.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

## RESUMO

A água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida. Questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. As técnicas de aproveitamento de água pluvial são soluções sustentáveis que contribuem para o uso racional da água, proporcionando a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. Este trabalho teve como objetivo principal desenvolver um projeto de aproveitamento de água da chuva para a escola Brilho do Saber em Paraguaçu. 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**

*Water is a limited natural resource, essential to life. Questions about the conservation and preservation of water resources are being increasingly highlighted today. The rainwater utilization techniques are sustainable solutions that contribute to rational use of water, providing the conservation of water resources for future generations. This work aimed to develop a rainwater utilization project for Saber Brightness school in Paraguaçu. First began research on websites, standards and technical literature in general, in order to acquire the theoretical concepts necessary for the development of the project. Later went to the collection of rainfall data in the study area, existing systems at the school were analyzed, the company visits and interviews with employees and directors for a better analysis of the situation, thereby determining the potential uptake of water Showers coverage. The next step was to measure and verify: the rails, vertical and horizontal conductors, the choice of filter, the 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, Rainwater, School, Project*



## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                             | <b>11</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>                              | <b>13</b> |
| 2.1 Objetivo Geral.....                              | 13        |
| 2.2 Objetivos Específicos.....                       | 13        |
| <b>3 BREVE DIAGNÓSTICO.....</b>                      | <b>14</b> |
| 3.1 Apresentação e descrição do local de estudo..... | 14        |
| 3.2 Análises de dados da edificação.....             | 15        |
| <b>4 MEMORIAL DESCRITIVO.....</b>                    | <b>16</b> |
| 4.1 Determinação do consumo de água.....             | 16        |
| 4.2 Dados pluviométricos e meteorológicos.....       | 16        |
| 4.3 Área de cobertura contribuinte.....              | 18        |
| 4.4 Determinação da vazão pluvial.....               | 19        |
| 4.5 Dimensionamento de calhas e condutores.....      | 19        |
| 4.5.1 Calhas.....                                    | 19        |
| 4.5.2 Condutores verticais.....                      | 20        |
| 4.5.3 Condutores horizontais.....                    | 20        |
| 4.6 Filtro.....                                      | 21        |
| 4.7 Reservatório.....                                | 22        |
| 4.8 Rede de distribuição.....                        | 22        |
| 4.9 Sistema elevatório.....                          | 23        |
| <b>5 MEMORIAL DE CÁLCULO.....</b>                    | <b>25</b> |
| 5.1 Determinação do consumo de água.....             | 25        |
| 5.2 Área de cobertura contribuinte.....              | 25        |
| 5.3 Determinação da vazão pluvial.....               | 25        |
| 5.4 Dimensionamento de calhas.....                   | 26        |
| 5.5 Dimensionamento dos condutores verticais.....    | 26        |
| 5.6 Dimensionamento dos condutores horizontais.....  | 26        |
| 5.7 Reservatório.....                                | 27        |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>5.8 Rede de distribuição.....</b> | <b>28</b> |
| <b>5.9 Sistema elevatório.....</b>   | <b>29</b> |
| <b>6-ESTIMATIVA DE CUSTOS.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>7 CONCLUSÃO.....</b>              | <b>33</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>              | <b>34</b> |
| <b>ANEXO A.....</b>                  | <b>36</b> |
| <b>ANEXO B.....</b>                  | <b>37</b> |
| <b>APÊNDICE.....</b>                 | <b>38</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A água é considerada o principal recurso natural, sendo indispensável para o desenvolvimento dos seres vivos e de inúmeras atividades humanas como: comerciais, industriais, agrícolas e culturais. Entretanto, a água tem sido degradada intensamente por essas atividades, gerando crise no abastecimento. Apesar da água doce ainda ser encontrada em grande quantidade no planeta, em algumas regiões do mundo, suprir a demanda de água já está se tornando um problema em função do acelerado crescimento populacional, principalmente urbano.

O aproveitamento da água de chuva para consumo não potável está ganhando ênfase em várias partes do mundo, sendo considerado um meio simples e eficaz para reduzir o grave problema de escassez de água para consumo. Para esse uso não potável pode-se suprir em grande parte a demanda da população utilizando o método de captação e aproveitamento de água da chuva. A água coletada da chuva pode ser utilizada em torneiras de jardins, descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, calçadas e automóveis.

Este trabalho iniciou-se através 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, porém com a utilização de novas tecnologias que viabilizem a implantação do sistema. Algumas diretrizes foram seguidas a fim de solucionar problemas na implementação do sistema de aproveitamento de água, como as vantagens e desvantagens; a situação do aproveitamento do Brasil e no mundo; alguns tipos de sistemas adotados, 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 escola Brilho do Saber, sendo os custos dispensados devido à complexidade no seu cálculo.

O aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis pode ser uma solução para a redução do consumo dessa água potável, além de servir como uma medida não estrutural de drenagem urbana. Uma escola que implante o sistema de aproveitamento da água de chuva, certamente estará contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes da sua relação com o meio ambiente, pois a educação ambiental vivenciada na prática é muito mais



significativa. Os alunos podem verificar o funcionamento do sistema implantado e a água pode ser utilizada para a irrigação, para limpeza de pátios ou descargas de vasos sanitários. Todos podem se beneficiar com o aproveitamento da água de chuva, pois a escola lucra com a economia de água, os alunos serão incentivadores do processo na sociedade e a natureza será preservada.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um projeto de aproveitamento de água de chuva na edificação da escola Brilho do Saber, situada no município de Paraguaçu-MG.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar e dimensionar as principais partes que integram o sistema de aproveitamento de água de chuva (área de captação, componentes de transporte: calhas, condutores, e reservatório);
- Diagnosticar as condições existentes para o desenvolvimento do projeto a ser proposto.
- Realizar o estudo hidrológico da região onde está inserido o empreendimento;
- Estudar as metodologias disponíveis de aproveitamento de água da chuva;
- Descrever o empreendimento onde será desenvolvido o estudo;
- Definir o uso que será dado a água da chuva captada.

### 3 BREVE DIAGNÓSTICO

#### 3.1 Apresentação e descrição do local de estudo

A escola Brilho do Saber está situada no bairro Jardim Bela Vista em Paraguaçu na Rua Treze de Maio, número 113, conforme mostram as figuras 01 e 02. Suas atividades foram iniciadas no ano de 2015 com dois turnos e aproximadamente 120 alunos, 30 funcionários e possui um terreno de 1985,88m<sup>2</sup> e 740m<sup>2</sup> de área construída.

Figura 01: Fachada da escola Brilho do Saber



Fonte: Autoria própria (06/05/2015)

Figura 02: Vista do campo de futebol e playground



Fonte: Autoria própria (06/05/2015)



### 3.2 Análises de dados da edificação

Uma análise preliminar levantou dados em relação à edificação e constatou que a mesma não possui calhas e nem outro tipo de recurso para captação de águas pluviais sendo que toda essa água é lançada na superfície e direcionada para a galeria da rua, como mostra a Figura 03 a seguir.

Figura 03: Vista lateral da escola Brilho do Saber



Fonte: Autoria própria (06/05/2015)



## **4 MEMORIAL DESCRITIVO**

### **4.1 Determinação do consumo de água**

Através de um estudo e entrevista com a direção da escola levantaram-se alguns dados como o consumo médio de água que é de  $180\text{m}^3$  por mês. Isto representa um custo mensal de R\$ 1.106,00 sem contar a tarifa de esgoto que é de 80% sobre a tarifa da água, como mostrado no Anexo B. Daí surge à possibilidade de implantar um sistema de aproveitamento de águas pluviais sem gerar grandes custos e mudanças na edificação.

A utilização da água pluvial captada que será destinada a irrigação do campo de futebol e playground que juntos somam uma área de  $480\text{m}^2$  e limpeza dos pátios com área total de  $268\text{m}^2$ .

O resultado é apresentado no item 5.1.

### **4.2 Dados pluviométricos e meteorológicos**

O município de Paraguaçu não possui posto pluviométrico, logo foram utilizados dados de intensidade pluviométrica que a ABNT (1989) disponibiliza para a cidade de Caxambu por ser mais próxima da cidade em estudo, com um período de retorno de 5 anos e  $I = 137\text{ mm/h}$ , sendo a duração da precipitação fixada em cinco minutos.

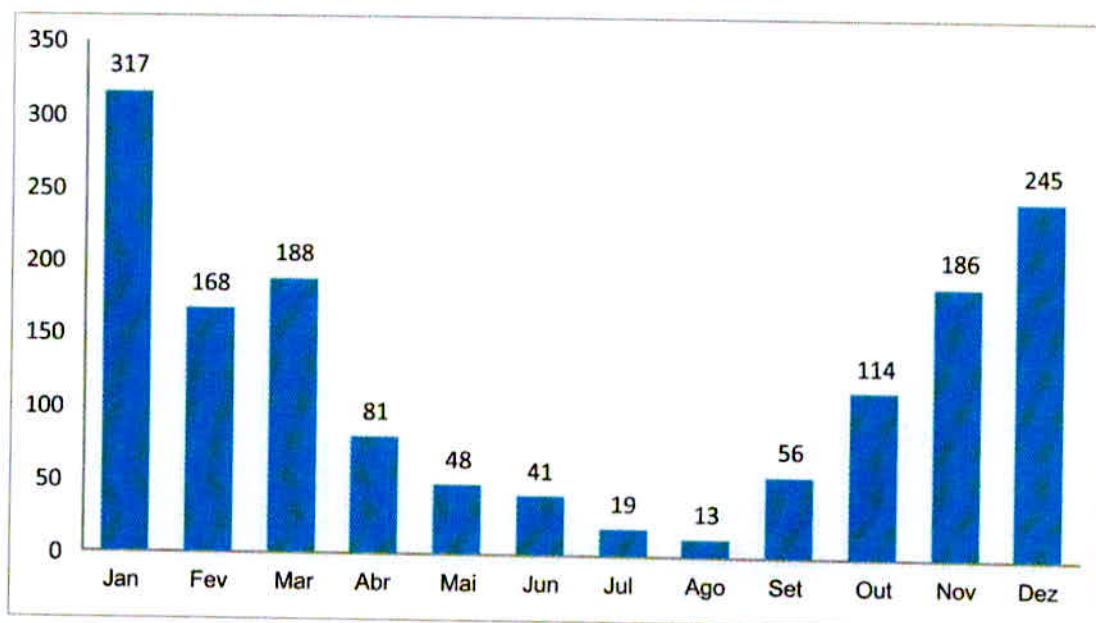
Foram também obtidos índices pluviométricos mensais de chuva do período de 2004 a 2013 da estação pluviométrica da Fundação Procafé como pode ser visto na Tabela 01, localizada em Varginha - MG. Disponibilizados os índices pluviométricos, foi possível obter as médias mensais pluviométricas apresentadas no gráfico da Figura 04. Estas médias foram utilizadas no cálculo do dimensionamento do reservatório de aproveitamento da água pluvial.

Tabela 01: Média mensal pluviométrica em mm da cidade de Varginha-MG

| Mês   | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Média |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Jan   | 293  | 466  | 157  | 437  | 263  | 263  | 199  | 339  | 335  | 420  | 317   |
| Fev   | 303  | 71   | 183  | 70   | 342  | 207  | 141  | 91   | 49   | 222  | 168   |
| Mar   | 101  | 183  | 306  | 46   | 290  | 233  | 117  | 261  | 185  | 161  | 188   |
| Abr   | 156  | 83   | 10   | 38   | 200  | 68   | 18   | 93   | 85   | 61   | 81    |
| Mai   | 73   | 116  | 21   | 67   | 35   | 42   | 15   | 6    | 34   | 72   | 48    |
| Jun   | 65   | 71   | 9    | 5    | 36   | 44   | 17   | 20   | 111  | 36   | 41    |
| Jul   | 33   | 39   | 4    | 23   | 1    | 21   | 11   | 1    | 23   | 30   | 19    |
| Ago   | 2    | 27   | 16   | 0    | 35   | 37   | 0    | 12   | 1    | 1    | 13    |
| Set   | 26   | 69   | 103  | 0    | 81   | 121  | 84   | 2    | 29   | 46   | 56    |
| Out   | 190  | 115  | 103  | 110  | 135  | 91   | 126  | 121  | 47   | 106  | 114   |
| Nov   | 196  | 150  | 267  | 201  | 249  | 124  | 225  | 110  | 140  | 200  | 186   |
| Dez   | 291  | 324  | 261  | 190  | 252  | 343  | 176  | 226  | 225  | 166  | 245   |
| Total | 1729 | 1714 | 1440 | 1187 | 1919 | 1594 | 1129 | 1282 | 1264 | 1521 | 1478  |

Fonte: Fundação Procafé, 2015

Figura 04: Média mensal em mm da estação



Fonte: Fundação Procafé, 2015

### 4.3 Área de cobertura contribuinte

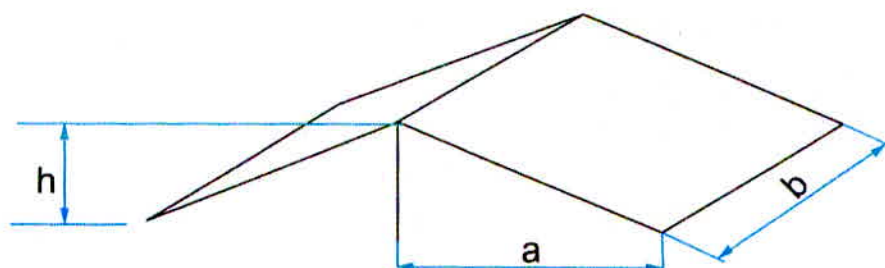
Uma análise cautelosa e precisa de projeto, levantaram-se os dados necessários de área e da inclinação do telhado principal, sendo estes números fundamentais para o cálculo do volume de água pluvial captada.

Área de telhado (análise detalhada) = 20m x 40m = 800m<sup>2</sup>

Inclinação do telhado de aço galvanizado (análise detalhada) = 10%

Com os dados anteriores, é possível fazer o cálculo da área de contribuição, que é diferente da área de telhado, por isso é utilizado à equação 01, obtida na ABNT 1989, como mostra a Figura 05.

Figura 05: Área de contribuição – Superfície inclinada



Fonte: Adaptado, (ABNT, 1989)

$$\text{Área} = \left( a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad (01)$$

Sendo:

Área – Área em metros quadrados

*a* – Menor dimensão (Largura)

*b* – Maior dimensão (Comprimento)

*h* – Altura do telhado

Assim obtêm-se a área de contribuição, que é considerada apenas para um dos lados do telhado, que no caso, será a única área utilizada, pois o volume de água pluvial nesta parte já supriu a demanda.

Resultado apresentado no item 5.2.



#### 4.4 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 02, retirada da ABNT 1989.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (02)$$

Sendo:

Q – Vazão em litros por minuto

I – Intensidade pluviométrica

A – Área de contribuição

Resultado apresentado no item 5.3.

#### 4.5 Dimensionamento de calhas e condutores

##### 4.5.1 Calhas

Com a vazão de projeto é possível dimensionar as calhas semicirculares utilizando da Tabela 02 que fornece as capacidades de calhas semicirculares, usando coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$  para alguns valores de declividade. Os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler, com lâmina de água igual à metade do diâmetro interno.

Tabela 02: Tabela de capacidade das calhas

| Diâmetro Interno (mm) | Vazões (L/min) |       |       |
|-----------------------|----------------|-------|-------|
|                       | Declividade    |       |       |
|                       | 0,5 %          | 1,0 % | 2,0 % |
| 100                   | 130            | 183   | 256   |
| 125                   | 236            | 333   | 466   |
| 150                   | 384            | 541   | 757   |
| 200                   | 829            | 1167  | 1634  |

Fonte: ABNT(1989)

Resultado apresentado no item 5.4.

#### 4.5.2 Condutores verticais

Para o cálculo dos condutores verticais foi utilizado a fórmula de Uniform Plumbing Code na equação 03 a seguir e também a Tabela 03 que determina o diâmetro a ser utilizado.

$$Q = 0,019 \times R s^{\frac{5}{3}} \times D^{\frac{8}{3}} \quad (03)$$

Onde:

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 o dimensionamento dos condutores verticais foi feito com emprego da Tabela 03 que fornece o diâmetro do condutor e o valor máximo da área de telhado drenada pelo tubo.

Tabela 03: Determinação do diâmetro

| Diâmetro (mm) | Vazão (L/s) | Área de cobertura (m <sup>2</sup> ) |
|---------------|-------------|-------------------------------------|
| 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 5.5.

#### 4.5.3 Condutores horizontais

Para o projeto, a área do telhado foi dividida em várias áreas de captação e com os valores das vazões de cada área foram possíveis ser calculados os diâmetros e inclinações das tubulações trecho a trecho como mostra na folha de desenho 1.1, no Apêndice, e utilizando-se da Tabela 04.

Tabela 04: 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 | 5.800 |
| 8 | 300                       | 3.820     | 5.380 | 7.500 | 10.800 | 3.500     | 4.930 | 6.960 | 9.870 | 3.230     | 4.550 | 6.420 | 9.110 |

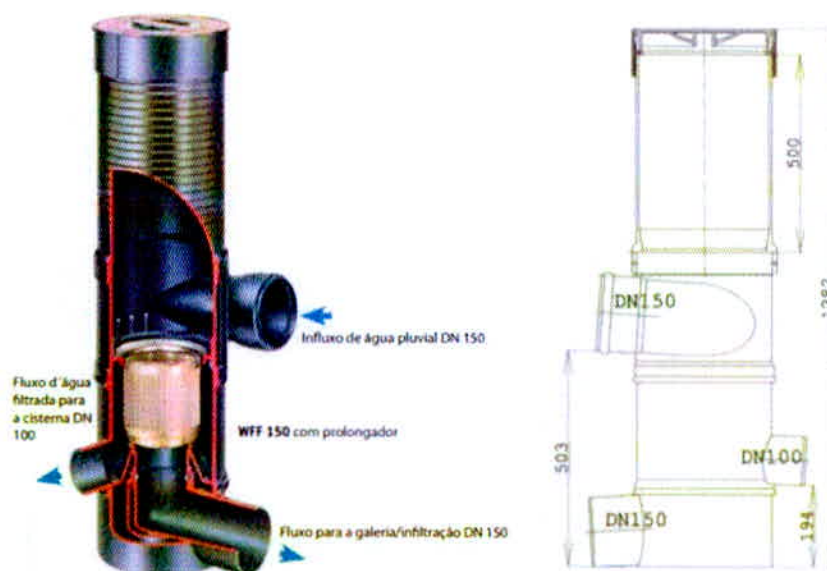
Fonte: ABNT (1989)

Resultado apresentado no item 5.6.

#### 4.6 Filtro

Segundo Werneck (2006), existem no mercado diversos tipos equipamentos de várias marcas destinados à filtragem das águas pluviais, desde uma simples separação de grandes detritos até uma retenção mais refinada de impurezas mínimas, vindo a escolha do projetista. Através da área de captação do projeto foi possível a escolha ideal de um modelo de filtro, com um tubo de extensão (prolongador) para ajuste da tampa de inspeção ao nível do solo, como mostra a Figura 06.

Figura 06: Filtro de água de chuva



Fonte: Aquastock, 2015



#### 4.7 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 Rippl obtido pela seguinte equação 04:

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (04)$$

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

Onde:

$S(t)$  - é o volume de água no reservatório em um determinado intervalo de tempo;

$Q(t)$  - é volume de chuva aproveitável em um determinado intervalo de tempo;

$D(t)$  - Demanda ou consumo em um determinado intervalo de tempo;

$V$  - é o volume do final do reservatório;

$C$  - é o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de run off.

$V = \sum S(t)$ , somente para valores  $S(t) > 0$

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

Resultado apresentado no item 5.7.

#### 4.8 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 5626/1998 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 e pela equação 05:

$$Q = 0,3 \sqrt{\sum P} \quad (05)$$

Onde:

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



0,3 = coeficiente de descarga, l/s

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

Esta rede tem a finalidade de abastecer seis torneiras, todas próximas a edificação, que necessitarão de seu uso. Com o traçado da rede mostrado na folha de desenho 1.2, no Apêndice, foi possível verificar a pressão disponível no ponto de utilização mais distante do reservatório.

Resultado apresentado no item 5.8.

#### 4.9 Sistema elevatório

Segundo Azevedo Netto (1998), sistema elevatório é um conjunto de tubulações que tem por objetivo transportar água ou outro fluido de pontos de cotas mais baixos, para outro mais alto, utilizando-se para tal injeção de energia.

Para que fosse possível ter uma rede de distribuição de água pluvial atendendo a edificação, foi colocado um reservatório superior com capacidade de 7.000 litros, mas para que a água chegasse até este, foi necessário o cálculo de sistema elevatório, com implantação de moto bombas.

O dimensionamento foi dado seguindo as equações apresentadas por Azevedo Netto (1998):

Equação 06: Cálculo do diâmetro da unidade de recalque de acordo com as horas de funcionamento do conjunto moto bomba, segundo NBR 5626/1998.

Equação 07: Cálculo da perda de carga de acordo com o comprimento da tubulação e perdas localizadas (delimitadas no Anexo A, de acordo com seu diâmetro), segundo Hazen-Williams.

Equação 08: Cálculo da Potência – Motor Bomba

$$\Phi \text{ recalque ABNT} = 1,3 \times X^{0,25} \times \sqrt{Q} \quad (06)$$

$$HF = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \times L = \quad (07)$$

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{man}}{75 \times \eta} \quad (08)$$

Sendo

$Q$  – Vazão de sucção = 0,000236 m<sup>3</sup>/s

$X$  – Horas de funcionamento da bomba = 1 hora

$C$  – Coeficiente Hazen-Williams = PVC - 140

$D$  – Diâmetro em metros

$P$  – Potência da bomba em cavalos

$\gamma$  – Peso específico da água = 1000 kg/m<sup>3</sup>

$H_{man}$  – Altura Manométrica em metros

$\eta$  – Rendimento da bomba = 50%

Será adotado no sistema: uma vazão de sucção de 0,000236 m<sup>3</sup>/s, sendo que para encher o reservatório superior seja necessários uma hora de funcionamento do moto bomba; a tubulação será de PVC.

Resultado apresentado no item 5.9 e na folha de desenho 1.1 no Apêndice.

## 5 MEMORIAL DE CÁLCULO

### 5.1 Determinação do consumo de água

Com os dados totais das áreas foi possível chegar a um consumo mensal que será gasto com a irrigação sendo feita em dois dias na semana e a limpeza de pátios três vezes na semana.

Área total do campo e playground = 480m<sup>2</sup>

Consumo para rega de jardim = 2 l/m<sup>2</sup>xdia

Quantidade de dias = 8 vezes ao mês

$$480 \times 2 \times 8 = 7.680 \text{ l/mês}$$

Área total dos pátios = 268m<sup>2</sup>

Consumo para limpeza de pátios = 2 l/m<sup>2</sup>xdia

Quantidade de dias = 12 vezes ao mês

$$268 \times 2 \times 12 = 6.432 \text{ l/mês}$$

Total de 14.112 litros por mês

### 5.2 Área de cobertura contribuinte

O telhado foi dividido em várias áreas de captação como mostra na folha de desenho 1.3, no Apêndice.

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right)xb = \left(10 + \frac{1}{2}\right) \times 10 = 105\text{m}^2$$

### 5.3 Determinação da vazão pluvial

$$Q = \frac{I \times A}{60} = \frac{137 \times 105}{60} = 239,75 \text{ l/min}$$

#### 5.4 Dimensionamento de calhas

Com a vazão do projeto que foi de 239,75 l/min e os dados da Tabela 02, foi possível chegar ao diâmetro das calhas para todo o projeto. Foram utilizadas calhas semicirculares com diâmetro de 100 mm e declividade de 2,0%, como mostra na folha de desenho 1.3, no Apêndice.

#### 5.5 Dimensionamento dos condutores verticais

$$Q = 0,019 \times 0,7^{\frac{5}{3}} \times 100^{\frac{8}{3}} = 2260 \text{ l/min}$$

Como a área de cobertura é de 105 m<sup>2</sup> o diâmetro utilizado para todos condutores verticais no projeto será de 100 mm.

#### 5.6 Dimensionamento dos condutores horizontais

Trecho CP-01 a CP-02

$$Q_{cv7} = 239,75 \text{ l/min}$$

∅ 100mm e Inclinação 1,0%

Trecho CP-02 a CP-03

$$Q_{CP1.2} + Q_{cv5} + Q_{cv3} = 239,75 + 239,75 + 239,75 = 719,25 \text{ l/min}$$

∅ 150 mm e Inclinação 1,0%

Trecho CP-03 a CP-08

$$Q_{CP2.3} + Q_{cv1} = 719,25 + 239,75 = 959 \text{ l/min}$$

∅ 200 mm e Inclinação 1,0%

Trecho CP-07 a CP-06

$$Q_{cv8} = 239,75 \text{ l/min}$$

∅ 100mm e Inclinação 1,0%



Trecho CP-06 a CP-05

$$Q_{CP7.6} + Q_{cv6} + Q_{cv4} = 239,75 + 239,75 + 239,75 = 719,25 \text{ l/min}$$

∅ 150 mm e Inclinação 1,0%

Trecho CP-05 a CP-04

$$Q_{CP5.6} + Q_{cv2} = 719,25 + 239,75 = 959 \text{ l/min}$$

∅ 200 mm e Inclinação 1,0%

Trecho CP-04 a CP-08

$$Q_{CP5.4} = 959 \text{ l/min}$$

∅ 200 mm e Inclinação 1,0%

## 5.7 Reservatório

Planilha de cálculo 01: cálculo do reservatório pelo método de Rippl

| Mês | Chuva média (mm) | Área de Captação (m <sup>2</sup> ) | Volume de chuva (m <sup>3</sup> ) | Demanda Constante (m <sup>3</sup> ) | Déficit (m <sup>3</sup> ) | Diferença Acumulada (m <sup>3</sup> ) |
|-----|------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Jan | 317              | 420                                | 106,51                            | 14                                  | - 92,51                   | -                                     |
| Fev | 168              | 420                                | 56,45                             | 14                                  | - 42,45                   | -                                     |
| Mar | 188              | 420                                | 63,17                             | 14                                  | - 49,17                   | -                                     |
| Abr | 81               | 420                                | 27,22                             | 14                                  | - 13,22                   | -                                     |
| Mai | 48               | 420                                | 16,13                             | 14                                  | - 2,13                    | -                                     |
| Jun | 41               | 420                                | 13,78                             | 14                                  | 0,22                      | 0,22                                  |
| Jul | 19               | 420                                | 6,38                              | 14                                  | 7,62                      | 7,84                                  |
| Ago | 13               | 420                                | 4,37                              | 14                                  | 9,63                      | <b>17,47</b>                          |
| Set | 56               | 420                                | 18,82                             | 14                                  | - 4,82                    | 12,65                                 |
| Out | 114              | 420                                | 38,30                             | 14                                  | - 24,30                   | -11,65                                |
| Nov | 186              | 420                                | 62,50                             | 14                                  | - 48,50                   | -60,15                                |
| Dez | 245              | 420                                | 82,32                             | 14                                  | - 68,32                   | -128,47                               |

Fonte: Autoria própria (06/10/2015)

Conforme os dados da planilha 01, usando o Método de Rippl será necessário um reservatório de aproximadamente 17,47 m<sup>3</sup> para atender a demanda.

## 5.8 Rede de distribuição

Com o traçado da rede, foi possível verificar a pressão disponível no ponto de utilização mais distante do reservatório, utilizando-se de planilhas de cálculos foi feita a verificação da pressão no ponto, o que resultou em 2,0 mca, como mostram as Planilhas a seguir.

Planilha de cálculo 02: Cálculo da pressão disponível no ponto de utilização AF06.

| TRECHO   | Res - Barr -1.1 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
|--|-----------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------|--------|-----------------|---|
| PRESSÃO DO PONTO ANTERIOR  | 0               |                  | PRESSÃO GRAVITACIONAL |                           |            |        |                 | 1 |
| SOMA DOS PESOS   | Torn            | Torn             | Torn                  | Torn                      | Torn       | Torn   | Total dos pesos |   |
|  | 0,4             | 0,4              | 0,4                   | 0,4                       | 0,4        | 0      | 2               |   |
| PERDA TOTAL NO TRECHO  | UN mm           |                  |                       |                           |            | UN (m) |                 |   |
| DIAMETRO DO TUBO   | 40              |                  |                       |                           |            | 0,04   |                 |   |
| CONEXÕES E REGISTROS   | QUANT           | COMP EQUIVALENTE | COMPRIMENTOS DO TUBO  |                           |            | TOTAL  | L TOTAL (Mca)   |   |
|  |                 |                  | C1                    | C2                        | C3         |        |                 |   |
| ENTRADA DE TANQUE  | 1               | 0,3              |                       |                           |            |        |                 |   |
| REGISTRO G ABERTO  | 1               | 0,3              |                       |                           |            |        |                 |   |
|  | 0               | 0                | 1                     | 0                         | 0          | 1      | 1,8             |   |
|  | 0               | 0                |                       |                           |            |        |                 |   |
| SOMA DOS COMP EQUIVALENTES   |                 | 0,8              |                       |                           |            |        |                 |   |
| CALCULO DA VAZÃO NO TRECHO   |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $Q = 0,30 \sqrt{\text{SOMA DOS PESOS}}$  | $Q =$           | 0,42             | $Q =$                 | 0,00042 m <sup>3</sup> /s |            |        |                 |   |
| PERDA DE CARGA UNITARIA  |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $J = \frac{0,00085 \times (\text{Calculo de Vazão})^{1,75}}{(\text{Diametro do Trecho})^{4,75}}$ | $J =$           | 0,00466 m/m      |                       |                           |            |        |                 |   |
| CALCULO DA PERDA TOTAL   |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $\Delta H = J \times L_{TOTAL}$  | $\Delta H =$    | 0,01 Mca         |                       |                           |            |        |                 |   |
| CALCULO DA PRESSÃO NO PONTO FINAL  |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $P_A =$  | 0               | 0                | 1                     | -0,01                     | 0,9916 Mca |        |                 |   |
| TRECHO   | Barr - 1.2      |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| PRESSÃO DO PONTO ANTERIOR  | 0,9916          |                  | PRESSÃO GRAVITACIONAL |                           |            |        |                 | 0 |
| SOMA DOS PESOS   | Torn            | Torn             | Torn                  | Torn                      | Torn       | Torn   | Total dos pesos |   |
|  | 0,4             | 0,4              | 0,4                   | 0,4                       | 0,4        | 0      | 2               |   |
| PERDA TOTAL NO TRECHO  | UN mm           |                  |                       |                           |            | UN (m) |                 |   |
| DIAMETRO DO TUBO   | 40              |                  |                       |                           |            | 0,04   |                 |   |
| CONEXÕES E REGISTROS   | QUANT           | COMP EQUIVALENTE | COMPRIMENTOS DO TUBO  |                           |            | TOTAL  | L TOTAL (Mca)   |   |
|  |                 |                  | C1                    | C2                        | C3         |        |                 |   |
| CURVA SOLD. 90°  | 1               | 0,6              |                       |                           |            |        |                 |   |
|  |                 |                  | 5,86                  | 0                         | 0          | 5,86   | 6,46            |   |
| SOMA DOS COMP EQUIVALENTES   |                 | 0,6              |                       |                           |            |        |                 |   |
| CALCULO DA VAZÃO NO TRECHO   |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $Q = 0,30 \sqrt{\text{SOMA DOS PESOS}}$  | $Q =$           | 0,42             | $Q =$                 | 0,00042 m <sup>3</sup> /s |            |        |                 |   |
| PERDA DE CARGA UNITARIA  |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $J = \frac{0,00085 \times (\text{Calculo de Vazão})^{1,75}}{(\text{Diametro do Trecho})^{4,75}}$ | $J =$           | 0,00466 m/m      |                       |                           |            |        |                 |   |
| CALCULO DA PERDA TOTAL   |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $\Delta H = J \times L_{TOTAL}$  | $\Delta H =$    | 0,03 Mca         |                       |                           |            |        |                 |   |
| CALCULO DA PRESSÃO NO PONTO FINAL  |                 |                  |                       |                           |            |        |                 |   |
| $P_B =$  | 0,9916195       | 0                | -0,03                 | 0,9615 Mca                |            |        |                 |   |

| TRECHO   | A-B              |                  |                       |            |      |        |                 |     |
|--|------------------|------------------|-----------------------|------------|------|--------|-----------------|-----|
| PRESSÃO DO PONTO ANTERIOR  | 0,9615           |                  | PRESSÃO GRAVITACIONAL |            |      |        |                 | 0   |
| SOMA DOS PESOS   | Torn             | Torn             | Torn                  | Torn       | Torn | Torn   | Total dos pesos |     |
|  | 0,4              | 0,4              | 0                     | 0          | 0    | 0      | 0,8             |     |
| PERDA TOTAL NO TRECHO  | UN mm            |                  |                       |            |      | UN (m) |                 |     |
| DIAMETRO DO TUBO   | 25               |                  |                       |            |      | 0,025  |                 |     |
| CONEXÕES E REGISTROS   | QUANT            | COMP EQUIVALENTE | COMPRIMENTOS DO TUBO  |            |      | TOTAL  | L TOTAL (Mca)   |     |
|  |                  |                  | C1                    | C2         | C3   |        |                 |     |
| TE SOLD. FLUXO BILATERAL   | 2                | 6,2              |                       |            |      |        |                 |     |
| CURVA SOLD. 90°  | 1                | 0,6              |                       |            |      |        |                 |     |
|  |                  |                  | 1,85                  | 19,5       | 19,5 | 40,65  | 47,45           |     |
| SOMA DOS COMP EQUIVALENTES   |                  | 6,8              |                       |            |      |        |                 |     |
| CALCULO DA VAZÃO NO TRECHO   |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| Q = 0,30   | √ SOMA DOS PESOS | Q = 0,27         | Q = 0,00027 m³/s      |            |      |        |                 |     |
| PERDA DE CARGA UNITÁRIA  |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| $J = 0,00085 \times (\text{Calculo de Vazão})^{1,75} / (\text{Diametro do Trecho})^{4,75}$ |                  | J =              | 0,01947 m/m           |            |      |        |                 |     |
| CALCULO DA PERDA TOTAL   |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| $\Delta H = J \times L_{TOTAL}$  |                  | $\Delta H =$     |                       | 0,92 Mca   |      |        |                 |     |
| CALCULO DA PRESSÃO NO PONTO FINAL  |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| $P_c =$  | 0,96154282       | 0                | -0,92                 | 0,0377 Mca |      |        |                 |     |
| TRECHO   | B-AF 06          |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| PRESSÃO DO PONTO ANTERIOR  | 0,0377           |                  | PRESSÃO GRAVITACIONAL |            |      |        |                 | 2,3 |
| SOMA DOS PESOS   | Torn             | Torn             | Torn                  | Torn       | Torn | Torn   | Total dos pesos |     |
|  | 0,4              | 0                | 0                     | 0          | 0    | 0      | 0,4             |     |
| PERDA TOTAL NO TRECHO  | UN mm            |                  |                       |            |      | UN (m) |                 |     |
| DIAMETRO DO TUBO   | 20               |                  |                       |            |      | 0,02   |                 |     |
| CONEXÕES E REGISTROS   | QUANT            | COMP EQUIVALENTE | COMPRIMENTOS DO TUBO  |            |      | TOTAL  | L TOTAL (Mca)   |     |
|  |                  |                  | C1                    | C2         | C3   |        |                 |     |
| JOELHO 90°   | 1                | 1,2              |                       |            |      |        |                 |     |
|  |                  |                  | 2,3                   | 0          | 0    | 2,3    | 3,5             |     |
| SOMA DOS COMP EQUIVALENTES   |                  | 1,2              |                       |            |      |        |                 |     |
| CALCULO DA VAZÃO NO TRECHO   |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| Q = 0,30   | √ SOMA DOS PESOS | Q = 0,19         | Q = 0,00019 m³/s      |            |      |        |                 |     |
| PERDA DE CARGA UNITÁRIA  |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| $J = 0,00085 \times (\text{Calculo de Vazão})^{1,75} / (\text{Diametro do Trecho})^{4,75}$ |                  | J =              | 0,03064 m/m           |            |      |        |                 |     |
| CALCULO DA PERDA TOTAL   |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| $\Delta H = J \times L_{TOTAL}$  |                  | $\Delta H =$     |                       | 0,11 Mca   |      |        |                 |     |
| CALCULO DA PRESSÃO NO PONTO FINAL  |                  |                  |                       |            |      |        |                 |     |
| $P_D =$  | 0,03768309       | 2,3              | -0,11                 | 2,2304 Mca |      |        |                 |     |

Fonte: Autoria própria (10/10/2015)

## 5.9 Sistema elevatório

- Vazão = 0,000236 m³/s
- Período de funcionamento = 24 horas
- Altura de sucção = 1,25 m
- Altura de recalque = 6,0 m



- Altura geométrica (total) = 6,5 m

$$\begin{aligned} \emptyset \text{ recalque ABNT} &= 1,3 \times X^{0,25} \times \sqrt{Q} = 1,3 \times \left(\frac{1 \text{ hora}}{24 \text{ hora}}\right)^{0,25} \times \sqrt{0,000236} = 0,0090\text{m} \\ &= 10\text{mm} \end{aligned}$$

Adota-se o diâmetro, que no caso é 15 mm para recalque. Já o de sucção é um diâmetro comercialmente maior que o de recalque, sendo assim adotado o de 20 mm.

Perda de carga na canalização de sucção:

- Válvula de pé e crivo = 9,5 m
- Cotovelo de 90° = 1 x 1,2 = 1,2 m
- Canalização de sucção = 2,75 m
- Comprimento virtual = 13,45 m

$$HF = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \times L = \frac{10,641}{140^{1,85}} \times \frac{0,000236^{1,85}}{0,020^{4,87}} \times 16,65 = 0,69\text{m}$$

Perda de carga na canalização de recalque:

- Válvula de retenção = 2,5 m
- Cotovelo de 90° = 2 x 1,1 = 2,4 m
- Registro de gaveta (aberto) = 0,1 m
- Saída de canalização = 0,8 m
- Canalização de recalque = 6,0 m
- Comprimento virtual = 11,8 m

$$HF = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \times L = \frac{10,641}{140^{1,85}} \times \frac{0,000236^{1,85}}{0,015^{4,87}} \times 11,8 = 2,0 \text{ m}$$

Altura Manométrica:

$$H_{man} = H_g + \Sigma HF = (2,75+0,69+6,0+2,0) = 11,44\text{m}$$

Potencia do Motor:

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{man}}{75 \times \eta} = \frac{1000 \times 0,000236 \times 11,44}{75 \times 0,50} = 0,07 = \frac{1}{10} CV$$

As especificações do conjunto de moto-bomba escolhida para o projeto é apresentado conforme mostra a figura 07.

Figura 07: Especificações técnicas da bomba.

| Modelo       | Pot. (cv) | Sucção (pç) | Estrutura (pç) | Diâmetro (mm) | AMT mds. (mca) | Altura Manométrica Total em metros de Coluna de Água (mca) |      |     |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|-----------|-------------|----------------|---------------|----------------|--|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
|              |           |             |                |               |                | Não estão incluídas as perdas por atrito                   |      |     |      |      |      |      |      |      |      |
| Manométrico  |           |             |                |               |                | 2,9  | 3,9  | 4,9 | 5,9  | 6,9  | 7,8  | 8,8  | 9,8  | 10,7 | 11,6 |
| 110V ou 220V |           |             |                |               |                | Vazão (m³/h)   |      |     |      |      |      |      |      |      |      |
| CAM-2        | 1/10      | 3/4"        | 3/4"           | 89,0          | 11,8           | 3,06   | 2,86 | 2,6 | 2,34 | 2,04 | 1,78 | 1,46 | 1,13 | 0,81 | 0,40 |

Fonte: DANCOR, 2015.

## 6-ESTIMATIVA DE CUSTOS

Com base no projeto, foi feita uma estimativa de custos para implementação do sistema na edificação, foi levantado os materiais e custos como mostra a Tabela 05, não levando em conta custos de manutenção e consumo de energia.

Tabela 05: Quantitativos de materiais e custos.

| <b>Material</b>             | <b>Quantidade</b> | <b>Valor</b> |
|-----------------------------|-------------------|--------------|
| Calha semicircular-100mm    | 80 metros         | 1.945,00     |
| Bocal-100mm                 | 8 unidades        | 280,00       |
| Suporte para calha          | 24 unidades       | 145,00       |
| Acoplamento para calha      | 8 unidades        | 44,00        |
| Condutor vertical -100mm    | 36 metros         | 1.620,00     |
| Abraçadeira                 | 24 unidades       | 183,00       |
| Joelho de 90 - 100mm        | 8 unidades        | 120,00       |
| Tubo de PVC -100mm          | 40 metros         | 420,00       |
| Tubo de PVC -150mm          | 40metros          | 1.120,00     |
| Tubo de PVC -200mm          | 24 metros         | 825,00       |
| Filtro                      | 1 unidade         | 1.500,00     |
| Reservatório Fibra 4x3x1,5m | 1 unidade         | 5.600,00     |
| Reservatório 7000l          | 1 unidade         | 2.300,00     |
| Tubo PVC 15mm               | 6 metros          | 11,00        |
| Moto bomba                  | 1 unidade         | 480,00       |
| Tubo PVC 20mm               | 33 metros         | 80,00        |
| Tubo PVC 25mm               | 87 metros         | 250,00       |
| Tubo PVC 40mm               | 7 metros          | 50,00        |
| Cotovelo de 90 - 15mm       | 2 unidades        | 7,00         |
| Cotovelo de 90 - 20mm       | 8 unidades        | 12,00        |
| Cotovelo de 90 - 25mm       | 6 unidades        | 18,00        |
| Cotovelo de 90 - 40mm       | 2 unidades        | 9,00         |
| Registro de Gaveta          | 3 unidades        | 180,00       |
| Válvula de pé               | 1 unidades        | 23,00        |
| válvula de retenção         | 1 unidade         | 25,00        |
| Saída de canalização        | 3 unidade         | 15,00        |
|                             |                   | 17.262,00    |
| <b>Mão de obra</b>          |                   | 5.800,00     |
| <b>Outros materiais</b>     |                   | 1.700,00     |
| <b>TOTAL</b>                |                   | 24.762,00    |

Fonte: Autoria própria (06/10/2015)



## 7 CONCLUSÃO

A água, recurso vital insubstituível e importante fator de produção para diversas atividades, e sua disponibilidade em quantidade e qualidade vêm diminuindo a cada ano. No Brasil, apesar de contar com grande disponibilidade de recursos hídricos, muitas cidades vêm sofrendo com a falta de água, muitas vezes pela falta de conscientização da população sobre a importância da economia e conservação.

Um sistema de coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais é um instrumento importante no controle do balanço hídrico, como medida corretiva e mitigadora do impacto causado ao ciclo hidrológico local pelas atividades humanas, que buscam retardar o escoamento superficial das águas das chuvas intensas, diminuindo os níveis de água máximos das enchentes urbanas, nas vertentes, córregos e canais dos vales receptores das águas pluviais .

O objetivo geral do trabalho que foi desenvolver um projeto de aproveitamento de água da chuva para escola Brilho do Saber foi 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, pois o foco foi na estrutura.

O estudo de caso desenvolvido na edificação aponta para a viabilidade técnica da utilização da água de chuva nas atividades que não necessitam de água potável. Segundo os dados analisados apenas nos meses de junho, julho e agosto o volume potencial das águas pluviais, coletado na cobertura da edificação, é inferior a demanda de água não potável. Aproveitando a água de chuva, a escola poderá reduzir com a não utilização de 14m<sup>3</sup> de água da concessionária, o valor de R\$154,94 ao mês, totalizando por ano uma economia de R\$1.859,28.

Utilizar a água de chuva para fins menos nobres como lavar carros, regar jardins, utilizar em bacias sanitárias, etc., minimiza os problemas de escassez de água doce, as enchentes e a erosões em áreas urbanas. Sensibilizar a população e as empresas sobre a importância da utilização racional da água tratada, aproveitando as águas pluviais, é um ótimo negócio para o consumidor, na diminuição de tarifas, e para o ambiente, que sofre com os períodos de estiagem.

## REFERÊNCIAS

- AQUASTOK. Tecnologia para o aproveitamento de água de chuva. Disponível em: < <http://www.aquastock.com.br/>>. Acesso em: 18 set. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5626: Instalação predial de água fria, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos, 2007.
- COUTO, Vanessa Bacca. **Projeto de aproveitamento da água da chuva para o ginásio de esportes da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Joinville**. Trabalho de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Joinville, 2012.
- DANCOR. Industria mecânica. Disponível em: < <http://www.dancor.com.br/>>. Acesso em: 07 nov. 2015.
- FENDRINCH, R. (2002). **“Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana”**. Tese de doutorado, Curso de Pós-graduação em Geologia Ambiental – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- NETTO, José Martiniano Azevedo. **Manual de hidráulica**. 8. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1998.
- TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento da Água de Chuva Para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis**. Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

- TOMAZ, Plínio. **Livro: Água pague menos. Capítulo 03 – Aproveitamento de água de chuva.** Disponível em:  
<[http://pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro\\_pague\\_menos/capitulo03.pdf](http://pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_pague_menos/capitulo03.pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2015.
  
- PROCAFÉ. Fundação Procafé. Disponível em: < <http://fundacaoprocafe.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2015.
  
- TAVARES, André de Brito. **Projeto de aproveitamento de água da chuva para a escola Brilho do Saber em Paraguaçu.** Parte 1. Trabalho de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Varginha, 2015.
  
- UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Disponível em: < <http://www.unesco.org/new/pt/brasil>>. Acesso em: 18 mar. 2015.
  
- UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**, 2015. Disponível em:<[www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br)>. Acesso em: 10 abr. 2015.
  
- WERNECK, Guilherme Augusto Miguel. **Sistemas de utilização da água da chuva nas edificações: o estudo de caso da aplicação em escola de Barra do Pirai.** Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do título de mestre. Rio de Janeiro, 2006.



ANEXO A- Tabela de Comprimento Equivalente em metros de canalizações de PVC rígido ou cobre. Adaptado, NBR 5626 (ABNT, 1998).

| Comprimento equivalente em metros de canalizações de PVC rígido ou Cobre |                 |                 |              |              |                              |                            |                              |                   |                        |                         |                          |                  |                |                             |                              |                               |      |
|--|-----------------|-----------------|--------------|--------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------|
| Diâmetro<br>Referência   | Cotovelo<br>90° | Cotovelo<br>45° | Curva<br>90° | Curva<br>45° | Tê 90°<br>Passagem<br>Direta | Tê 90°<br>Saida<br>Lateral | Tê 90°<br>Saida<br>Bilateral | Entrada<br>Normal | Entrada<br>de<br>Borda | Saida<br>de<br>Canaliz. | Válvula<br>Pê e<br>Crivo | Válvula Retenção |                | Registro<br>Globo<br>Aberto | Registro<br>Gaveta<br>Aberto | Registro<br>Angular<br>Aberto |      |
|  |                 |                 |              |              |                              |                            |                              |                   |                        |                         |                          | Tipo<br>Leve     | Tipo<br>Pesado |                             |                              |                               |      |
| 15   | 1/2             | 1,1             | 0,4          | 0,4          | 0,2                          | 0,7                        | 2,3                          | 2,3               | 0,3                    | 0,9                     | 0,8                      | 6,1              | 2,5            | 3,6                         | 11,1                         | 0,1                           | 5,9  |
| 20   | 3/4             | 1,2             | 0,5          | 0,5          | 0,3                          | 0,8                        | 2,4                          | 2,4               | 0,4                    | 1,0                     | 0,9                      | 9,5              | 2,7            | 4,1                         | 11,4                         | 0,2                           | 6,1  |
| 25   | 1               | 1,5             | 0,7          | 0,6          | 0,4                          | 0,9                        | 3,1                          | 3,1               | 0,5                    | 1,2                     | 1,3                      | 13,3             | 3,8            | 5,8                         | 15,0                         | 0,3                           | 6,4  |
| 32   | 1.1/4           | 2,0             | 1,0          | 0,7          | 0,5                          | 1,5                        | 4,6                          | 4,6               | 0,6                    | 1,8                     | 1,4                      | 15,5             | 4,9            | 7,4                         | 22,0                         | 0,4                           | 10,5 |
| 40   | 1.1/2           | 3,2             | 1,0          | 1,2          | 0,6                          | 2,2                        | 7,3                          | 7,3               | 1,0                    | 2,3                     | 3,2                      | 18,3             | 6,8            | 9,1                         | 35,8                         | 0,7                           | 17,0 |
| 50   | 2               | 3,4             | 1,3          | 1,3          | 0,7                          | 2,3                        | 7,6                          | 7,6               | 1,5                    | 2,8                     | 3,3                      | 23,7             | 7,1            | 10,8                        | 37,9                         | 0,8                           | 18,5 |
| 60   | 2.1/2           | 3,7             | 1,7          | 1,4          | 0,8                          | 2,4                        | 7,8                          | 7,8               | 1,6                    | 3,3                     | 3,5                      | 25,0             | 8,2            | 12,5                        | 38,0                         | 0,9                           | 19,0 |
| 75   | 3               | 3,9             | 1,8          | 1,5          | 0,9                          | 2,5                        | 8,0                          | 8,0               | 2,0                    | 3,7                     | 3,7                      | 26,8             | 9,3            | 14,2                        | 40,0                         | 0,9                           | 20,0 |
| 100  | 4               | 4,3             | 1,9          | 1,6          | 1,0                          | 2,6                        | 8,3                          | 8,3               | 2,2                    | 4,0                     | 3,9                      | 28,6             | 10,4           | 16,0                        | 42,3                         | 1,0                           | 22,1 |
| 125  | 5               | 4,9             | 2,4          | 1,9          | 1,1                          | 3,3                        | 10,0                         | 10,0              | 2,5                    | 5,0                     | 4,9                      | 37,4             | 17,5           | 19,2                        | 50,9                         | 1,1                           | 25,2 |
| 150  | 6               | 5,4             | 2,6          | 2,1          | 1,2                          | 3,8                        | 11,1                         | 11,1              | 2,8                    | 5,6                     | 5,5                      | 43,4             | 13,9           | 21,4                        | 56,7                         | 1,2                           | 28,9 |

11



## ANEXO B - Tarifas aplicáveis aos usuários da concessionária Cosagua.

**Cosagua Concessionária de Saneamento Básico Ltda.****TABELA DE TARIFAS DE ÁGUA E ESGOTO****VIGÊNCIA A PARTIR DE OUTUBRO DE 2015****DECRETO MUNICIPAL NÚMERO 54 de 30/07/2015**

|   | Consumo m <sup>3</sup> | Valor m <sup>3</sup> | Água      | Esgoto (*) | Total      |
|---|------------------------|----------------------|-----------|------------|------------|
| <b>CATEGORIA RESIDENCIAL - R2</b>                   |                        |                      |           |            |            |
| SERVIÇO ESTIMADO                                    | 20                     | 2,1089               | 42,14     | 33,71      | 75,85      |
| CONSUMO MÍNIMO 15m <sup>3</sup>                     | 15                     | 1,9565               | 29,35     | 23,48      | 52,83      |
| CONSUMO EXCEDENTE AO MÍNIMO                         | 1 - 15                 | 1,9565               | 29,35     | 23,48      | 52,83      |
|   | 16 - 20                | 2,9371               | 14,69     | 11,75      | 26,43      |
|   | 21 - 25                | 3,3815               | 16,91     | 13,53      | 30,43      |
|   | 26 - 30                | 3,7158               | 18,58     | 14,86      | 33,44      |
|   | 31 - 40                | 4,0882               | 40,88     | 32,71      | 73,59      |
|   | 41 - 50                | 4,3912               | 43,91     | 35,13      | 79,04      |
|   | 51 - 75                | 5,0808               | 127,02    | 101,62     | 228,64     |
|   | 76 - 100               | 5,5902               | 139,76    | 111,80     | 251,56     |
|   | 101 - 200              | 6,1487               | 614,87    | 491,90     | 1.106,77   |
|   | 201 - 9.999            | 7,1323               | 69.889,41 | 55.911,53  | 125.800,93 |
| <b>CATEGORIA RESIDENCIAL S/LIGAÇÃO DE ÁGUA - R2</b> |                        |                      |           |            |            |
| SERVIÇO ESTIMADO                                    | 15                     | 1,9565               | 29,35     | 23,48      | 52,83      |
| CONSUMO MÍNIMO 15m <sup>3</sup>                     | 15                     | 1,9565               | 29,35     | 23,48      | 52,83      |
| <b>CATEGORIA PÚBLICA - P</b>                        |                        |                      |           |            |            |
| SERVIÇO ESTIMADO                                    | 20                     | 2,1065               | 42,13     | 33,70      | 75,83      |
| CONSUMO MÍNIMO 15m <sup>3</sup>                     | 15                     | 1,9565               | 29,35     | 23,48      | 52,83      |
| CONSUMO EXCEDENTE AO MÍNIMO                         | 1 - 15                 | 1,9565               | 29,35     | 23,48      | 52,83      |
|   | 16 - 20                | 2,9371               | 14,69     | 11,75      | 26,43      |
|   | 21 - 25                | 3,3815               | 16,91     | 13,53      | 30,43      |
|   | 26 - 30                | 3,7158               | 18,58     | 14,86      | 33,44      |
|   | 31 - 40                | 4,0882               | 40,88     | 32,71      | 73,59      |
|   | 41 - 50                | 4,3912               | 43,91     | 35,13      | 79,04      |
|   | 51 - 75                | 5,0808               | 127,02    | 101,62     | 228,64     |
|   | 76 - 100               | 5,5902               | 139,76    | 111,80     | 251,56     |
|   | 101 - 200              | 6,1487               | 614,87    | 491,90     | 1.106,77   |
|   | 201 - 9.999            | 7,1323               | 69.889,41 | 55.911,53  | 125.800,93 |
| <b>CATEGORIA INDUSTRIAL - I</b>                     |                        |                      |           |            |            |
| SERVIÇO ESTIMADO                                    | 80                     | 2,9359               | 234,87    | 187,90     | 422,77     |
| CONSUMO MÍNIMO 60m <sup>3</sup>                     | 60                     | 2,9570               | 177,42    | 141,94     | 319,36     |
| CONSUMO EXCEDENTE AO MÍNIMO                         | 1 - 60                 | 2,9570               | 177,42    | 141,94     | 319,36     |
|   | 61 - 75                | 2,9570               | 44,36     | 35,48      | 79,84      |
|   | 76 - 100               | 5,5902               | 139,76    | 111,80     | 251,56     |
|   | 101 - 200              | 6,1487               | 614,87    | 491,90     | 1.106,77   |
|   | 201 - 9.999            | 7,1323               | 69.889,41 | 55.911,53  | 125.800,93 |

SEGUNDA PARCELA DO REAJUSTE ANUAL

(\*) Tabela para esgoto tratado 80,00% sobre tarifa de água