

# PROJETO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA IRRIGAÇÃO DE LAVOURA DE CAFÉ

Gisele Aparecida Maia Sousa<sup>1\*</sup>

Geisla Aparecida Maia Gomes Gaspar

## RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade implantar, na fazenda localizada na cidade de Boa Esperança, Minas Gerais, um projeto de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, na irrigação de lavoura de café. Inicialmente, serão apresentados os objetivos da pesquisa, composto por uma análise do local de estudo e pela definição de parâmetros e de condições dos locais existentes, que deixam esclarecidos se há possibilidade de localizar os sistemas adequadamente na lavoura. Serão apresentadas ainda as normativas descritas pela ABNT, cálculos e equações para os respectivos sistemas contendo descrições, especificações de dimensionamentos dos reservatórios, componentes necessários para compor o estudo da proposta do projeto. Após dada a especificação do método utilizado, será realizado através da sua metodologia o diagnóstico, no qual composto pela área de estudo de 59,194 m<sup>2</sup>, com uma intensidade de chuva de 141,50 mm/h, verificou que há necessidade do projeto de aproveitamento de águas pluviais, pois seu volume de água pluvial é necessário para suprir sua demanda mensal, aproximadamente de 1170 m<sup>3</sup>/mês, assim sendo viável a implantação de um reservatório inferior.

**Palavras-chave:** Aproveitamento. Água pluvial. Irrigação da lavoura.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a expansão dos grandes centros urbanos e o crescimento populacional desenfreado, percebe-se a necessidade da utilização de novas técnicas de aproveitamento da

---

<sup>1\*</sup> Breve currículo do autor (Engenharia Civil (Bacharelado em Engenharia Civil, Centro universitário do sul de Minas - Unis). [giselemaia@live.com](mailto:giselemaia@live.com))

Prof. Esp. Geisla Aparecida Maia Gomes. Engenheira Civil, Mestranda em Estatística Aplicada. Docente no centro universitário do Sul de Minas.

água. Uma alternativa em relação ao uso de água para fins não potáveis é o aproveitamento de água da chuva, um recurso natural disponível na maioria das regiões do Brasil. A água da chuva coletada pode ser utilizada em descarga de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, irrigação de terras, entre outros.

A conservação deste recurso é um desafio importante para a humanidade, pois as reservas hídricas estão reduzindo seu volume cada vez mais, gerando assim atualmente uma grande preocupação da sociedade em relação a sua preservação.(MOTA, 1997).

Diante deste cenário, a proposta para o trabalho de conclusão de curso é um projeto de aproveitamento de águas pluviais em irrigação de lavouras de café, situada na região de Boa Esperança MG, tendo como objetivo mostrar se essa reutilização é viável para implantar o projeto de irrigação. Um aspecto a ser abordado é que a lavoura de café não necessita de irrigação para viver de fato. Porém, tendo a irrigação consegue otimizar a produção do fruto. Dessa forma, a planta não sofrerá estresse hídrico, conseguindo fazer todo o controle para dar florada na época certa sendo ela uniforme, e também o enchimento de grãos. Dessa forma, o aproveitamento poderá auxiliar na irrigação e ao mesmo tempo ajudar na reutilização da água pluvial, que geralmente é descartada sem uso.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aproveitamento de água pluvial**

A ideia de aproveitamento da água de chuva está presente em inúmeros países, iniciando em 830 a.C., na antiga região de Moab, próximo de Israel e com o passar dos anos apresenta-se em no Japão, Alemanha, Singapura, China, Holanda, Estados Unidos entre outros que proporcionam a este recurso sua real importância (TOMAZ, 2007).

Segundo May (2004), a viabilidade do uso de água da chuva em edificações é caracterizada pela diminuição da demanda da água fornecida pelas companhias de saneamento, tendo como consequência a diminuição de custos com água potável e a redução do risco de enchentes em caso de chuvas fortes.

De acordo com Leal (2000 apud MAY, 2004), assim funciona o sistema de aproveitamento de água de chuva: a água é coletada de áreas impermeáveis, geralmente telhados. Em seguida, é filtrada e armazenada em reservatórios de acumulação, podendo ser

apoiado, enterrado ou elevado e ser fabricado utilizando-se diversos materiais (concreto armado, blocos de concreto, alvenaria de tijolos, aço, plástico, poliéster, polietileno, etc.), até que seja utilizada.

Com a captação de água de chuva, em pequena ou grande escala, pode-se reduzir significativamente a demanda de água superficial ou subterrânea para irrigação. Esta utilização é especialmente indicada para o ambiente rural, chácaras, condomínios e indústrias. Sistemas completos de captação de água de chuva, capazes de prover água de acordo com a demanda total para uso doméstico, são encontrados principalmente em zonas rurais, por causa do tamanho e da área requerida para a construção dos reservatórios (BRUNET, 2001)

## 2.2 Funcionamento do sistema

Os sistemas tradicionais de captação e aproveitamento de água de chuva são compostos, basicamente, por uma área de captação da água de chuva, que é dirigida a um reservatório por meio de calhas e tubos condutores para então ser direcionada a sistemas de distribuição. Antes de chegar ao reservatório, a água de chuva deve passar por um mecanismo de limpeza para a remoção de impurezas. A água captada e armazenada com o uso desses sistemas pode ter fins múltiplos, tais como utilização em residências, irrigação, entre outros.

O sistema é composto por: área impermeabilizada de captação, calhas e condutores verticais e horizontais, filtro autolimpante, reservatório de descarte da água de limpeza do telhado (água da primeira chuva), reservatório de armazenamento e tratamento da água.

Figura 1: Sistema de aproveitamento de água de chuva



Fonte: Blog AEC web, 2020

Também é necessário realizar o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial, é importante analisar os dados históricos quanto à precipitação no local de estudo, podendo ser encontrados dados anuais, mensais, diários ou até mesmo horários. Com esses dados, é possível estimar o volume de precipitação média da região.

### 2.3 Intensidade de precipitação

Como objetivo principal de estimar a intensidade, a duração e a frequência (IDF) de chuva de um determinado local, é utilizada a seguinte equação padrão, para obter as precipitações para várias regiões do Brasil.

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

Onde:

$I_m$  - é a intensidade máxima média de precipitação, devendo ser expressa em (mm/h);

$T$  - é o período de retorno em anos;  $t$  - é a duração da precipitação em minutos;

$K$  - parâmetro relativo à localidade;  $a$  - parâmetro relativo à localidade;

$b$  - parâmetro relativo à localidade;  $c$  - parâmetro relativo à localidade

### 2.4 Área de contribuição

A área de contribuição analisada junto com os cálculos são descritos pela norma NBR 10844/89 Instalações prediais de água pluvial, que menciona em função das medidas inclinação de telhado e das paredes que interceptam a água da chuva para o aproveitamento.

### 2.5 Vazão de projeto

A vazão de projeto serve para o cálculo de dimensionamento de calhas e condutores (ABNT,1989).

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

Onde:

Q: vazão de projeto, em L/min; I: intensidade pluviométrica, em mm/h;

A: área de contribuição, em m<sup>2</sup>

## 2.6 Calhas e Condutores

Segundo a NBR 10844 (ABNT, 1989, p. 2) a calha é definida como um “canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino”. A norma apresenta três tipos distintos de calhas: a calha de água furtada, a calha de beiral e a calha de platibanda. Os condutores de água são e podem ser divididos em dois grupos: verticais e horizontais.

## 2.7 Método de Dimensionamento do Reservatório

Esse método faz uso de séries históricas de precipitações mensais, utilizando sempre o maior número de dados possíveis. Essas precipitações são transformadas em vazões. O método também faz uso da demanda média, da área de captação e do coeficiente de Runoff ou coeficiente de escoamento superficial para o cálculo do reservatório (PUPP, 2011).

## 2.8 Sistema Elevatório

As bombas são elementos mecânicos que transmitem energia necessária à água, para que esta se eleve de um ponto ao outro no interior de uma tubulação. E em grande parte dos casos, as bombas usadas para o transporte de água são as centrífugas ativadas por motores elétricos, e elas podem ser fabricadas de variados modelos, para que seja calculado todo o conjunto elevatório.

## 2.9 Sistema de distribuição

Para o dimensionamento da coluna, barrilete e do ramal de distribuição serão seguidas as orientações da NBR 5626 (ABNT, 1998) quanto ao procedimento de dimensionamento de tubulações da rede de distribuição. Para estimar a vazão das peças a serem atendidas na edificação será utilizada a equação abaixo.

As NBRs utilizadas serão:

- NBR 5626:1998 Instalação predial de água fria
- NBR 10844:1989 Instalações prediais de águas pluviais

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Localização do estudo

A fazenda em estudo está localizada na cidade de Boa Esperança no sul do estado de Minas Gerais, possui uma população no ano de 2010 de acordo com o IBGE de 38.516 habitantes, onde a área da lavoura estudada possui aproximadamente 59,194 m<sup>2</sup>.

Figura 3: Imagem aérea da cidade de Boa Esperança MG



Fonte: Google Earth Pro

Para um estudo mais aprofundado é importante conhecer o índice pluviométrico do local, para saber se as chuvas na região são abundantes para formar um cenário propício para a reutilização de água pluvial.

### 3.2 Pesquisa

Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica. Depois, foi realizado um estudo de caso para analisar a viabilidade do sistema. Houve abordagem quantitativa e qualitativa na análise dos dados.

Primeiramente foi analisado o índice pluviométrico da cidade, baseado nas séries históricas, segundo, foi comparar o índice com os gastos da fazenda para por fim analisar a quantidade de água que poderia ser reutilizada.

## 4 MEMORIAL DE CÁLCULO

Para o cálculo da demanda constante mensal, é essencial identificar o tipo de uso da água, assim saber a quantidade, a sua frequência de uso e o volume adotado, de acordo com a tabela de demanda de água não potável, assim seguindo a metodologia de Tomaz(2011). Considerado assim para o cálculo de vazão, a demanda de 1.170.000 L/ mês ou 1170 m<sup>3</sup>/mês, bem como o coeficiente de runoff juntamente com o *first flush* de 0,85.

Para a verificação em relação à vazão de contribuição, é necessário fazer o cálculo da intensidade de chuva de acordo com equação 1 e os dados adquiridos pelo software Plúvio.

Figura 4: Software Plúvio

The screenshot displays the Plúvio software interface. On the left, a map of Minas Gerais is shown in blue, with a grid overlay. The coordinates 45°33'57" and 21°05'24" are visible. The top menu includes 'Mapa do Brasil', 'Relatório', and 'Ajuda'. On the right, there is a dropdown for 'Estados' set to 'Minas Gerais'. Below it, a list of 'Estações' includes Acaiaçá, Acesita (Coronel Fabriciano), Aimorés, Aiuruoca, Alto da Boa Vista (Mateus Leme), Andrelândia, Araguari, Araxá, and Ártimo (ANFFI 1). A 'Localidades' list includes Bituri (Jeceaba), Boa Esperança, Boa Família (Muriaé), Boa União de Itabirinha (Itabirinha de Mantena), Boa Vista de Minas (Nova Serrana), Bocaina de Minas, Bocaiuva, Bom Despacho, Bom Jardim de Minas, and Rom. Jesus da Cachoeira (Muriaé). An 'Interpolação' button is located below the localities list. At the bottom, there are buttons for 'Relatório', 'Ajuda', 'Cancelar', and 'Fechar'. A 'Parâmetros da Equação IDF' section contains input fields for K (4291,578), a (0,175), b (31,733), and c (1,025), along with a 'Calcular' button.

Fonte: (PLUVIO, 2020).

Utilizando um tempo de retorno ( $T_r$ ) de 5 anos, duração da precipitação ( $t$ ), igual a 5 minutos e valores colhidos pelo software Plúvio, obtém-se a equação média de chuva indicada pela ABNT (NBR:10844/1989).

$$I_m = \frac{KxTr^a}{(t+b)^c} = \frac{4291,578 \times 5^{0,218}}{(5 + 31,733)^{1,025}} = 141,50 \text{ mm/h}$$

Para efetuar o cálculo das áreas de contribuições deve-se seguir conforme a ABNT-NBR 10844/1989. Assim a melhor equação que se encaixam no tipo da cobertura será a equação b.

Dados do telhado:

a = largura do telhado    b = comprimento do telhado    h = altura da inclinação do telhado

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

Tabela 1: Cálculo das Áreas de Contribuição

Áreas de contribuição				
Áreas	a	b	h	Área (m <sup>2</sup> )
Area 1	9,60	9,52	0,89	95,63
Area 2	9,60	9,52	0,89	95,63
Area 3	9,60	9,52	0,89	95,63
Area 4	9,60	9,52	0,89	95,63

Fonte: (Autoria, 2020).

### 5.3 Dimensionamento Calhas

Para o cálculo da vazão das calhas utilizou-se a equação de Manning-Strickler, conforme as áreas de distribuição por feito pelas calhas, com auxílio da tabela.



Tabela 2: Comparativo de Vazão por Calha

			Ø usado	i
Calha 1	225,52	l/ min	150	0,5
Calha 2	225,52	l/ min	150	0,5
Calha 3	225,52	l/ min	150	0,5
Calha 4	225,52	l/ min	150	0,5

Fonte: (Autora, 2020).

Observam-se que as calhas existentes possuem capacidade suficientes para o transporte das águas pluviais, portanto, não há necessidade de redimensionamento das mesmas. Assim conforme verificado na edificação as calhas semicirculares existentes possuem o diâmetro de 150 mm e 0,5% de inclinação.

#### 5.4 Dimensionamento de Condutor Vertical

Para o cálculo do dimensionamento dos condutores verticais, a vazão encontrada em cada calha para realizar o dimensionamento, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Comparativo de Vazão por Condutor Vertical

Condutor	Ø calculo	Ø determinado
Condutor Vertical 1	71,56713719	100
Condutor Vertical 2	71,56713719	100
Condutor Vertical 3	71,56713719	100
Condutor Vertical 4	71,56713719	100

Fonte : ( Autora, 2020).

Em relação aos condutores verticais, analisados de acordo com a ABNT-NBR 10844/89, percebe-se que os condutores existentes de 100 mm comportam a passagem de vazão sem necessitar de alteração.

#### 5.5 Condutor Horizontal

Para o cálculo das área de contribuição do piso para obter o valor da vazão e poder realizar o dimensionamento da condutor horizontal conforme estabelecido na tabela 4.

Tabela 4: Dimensionamento dos Condutores Horizontais

CONDUTOS HORIZONTAIS			
CH	Vazão (L/min)	Ø determinado	i (%)
CH1	225,52	150	1
CH2	451,05	150	1
CH3	361,79	150	1
CH4	1085,37	150	1

Fonte : ( Autora,2020).

## 5.6 Dimensionamento dos reservatórios

Para o dimensionamento , são seguidas as equações de Rippl, também utilizada a tabela 1 para colher os dados da precipitação mensal e a tabela 5 para recolher dados sobre a demanda constante mensal.

Tabela 5: Dimensionamento do Volume do Reservatório Inferior.

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda constante mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre os volumes da <del>demanda-vol.</del> chuva (m³)	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m³)
Jan	250,47	540	382	76,54	463,46	463,46
Fev.	149,18	540	382	45,59	494,41	946,30
Março	187,03	540	382	57,16	482,84	1429,14
Abr.	65,31	540	382	19,96	520,04	1949,18
Maio	32,45	540	382	9,92	530,08	2479,27
Junho	37,52	540	382	11,47	528,53	3007,80
Julho	11,4	540	382	3,48	536,52	3544,32
Agosto	19,22	540	382	5,87	534,13	4078,44
Set	65,78	540	382	20,10	519,90	4598,34
Out	104,83	540	382	32,04	507,96	5106,31
Nov.	181,8	540	382	55,56	484,44	5590,75
Dez	216,02	540	382	66,02	473,98	6064,73
<b>Total</b>				404,29		6064,73

Fonte: (Adaptado de Tomaz, 2011).

De acordo com a tabela 5, pode-se observar que a capacidade do reservatório inferior será de 6064,73 m³, assim o reservatório escolhido foi tipo concreto armado, com dimensões de 45 por 45 metros , contendo 3 metros de altura, cuja a capacidade é de 6.075.000 litros, correspondente a 6075 m³, de forma para fácil locação com a topografia e o escoamento pluvial por gravidade, assim situado na cota de 785 m .

### 5.6.2 Dimensionamento do Reservatório Superior

O reservatório superior dimensionado visou atender a demanda de água não potável da edificação. Portanto foi considerado o maior dia de consumo, conforme apresentado abaixo.

$$\text{Vol. do reservatório} = 54000/30 \rightarrow \text{aproximadamente } 18000\text{L}$$

Assim foi proposto utilizar um reservatório elevado com capacidade para armazenar 18 mil litros de água não potável. O reservatório será da marca Faz Forte modelo tipo taça metálica coluna seca, onde se encontrara na cota 891,2 m próximo ao galpão.

### 5.7 Sistema elevatório

Sabe-se que o reservatório superior possui um volume de 18 mil litros e determinado que a bomba deverá funcionar por um período de 4 horas por dia, foi possível realizar o dimensionamento do sistema elevatório. Conforme as informações do sistema.

a) Diâmetro recalque e sucção

Seguido a Equação 10.

$$Q = \frac{18000}{86400} \times \frac{24}{4} = \frac{0,00021 \frac{m^3}{s} \times 24}{4} = 0,00126 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\varnothing \text{ recalque} = 1,3 \times \left(\frac{4}{24}\right)^{0,25} \times \sqrt{0,00126} \rightarrow 0,029 \rightarrow 29 \text{ mm}$$

$$\varnothing \text{ recalque usual} = 32 \text{ mm}$$

$$\varnothing \text{ recalque comercial} = 40 \text{ mm}$$

$$\varnothing \text{ sucção usual} = 50 \text{ mm}$$

$$\varnothing \text{ sucção comercial} = 50 \text{ mm}$$

b) Perda de carga na sucção e no recalque

Seguido a equação 11.

Tabela 6: Comprimento equivalente de sucção (D=50mm)

Peça	Qtd.	L equivalente unit. (m)
Valvula de Pé e Crivo	1	18,3
Joelho de 90°	1	2,2
Reg. gaveta aberto	1	0,7
L Equivalente total		21,2
L Tubo		2,10
L Total		23,30

Fonte:AUTOR, 2020

$$H_{fs} = \left( \frac{10,641 * 0,00126^{1,85}}{140^{1,85} * 0,050^{4,87}} \right) * 23,30 \rightarrow 0,25 \text{ m}$$

Tabela 7: Comprimento equivalente de recalque (D=40mm)

Peça	Qtd.	L equivalente unit. (m)
Joelho de 90°	1	2,0
Válvula de retenção	1	7,4
Reg. gaveta aberto	1	0,4
Saída de canalização	1	1,4
L Equivalente total		11,20
L Tubo		139
L Total		150,20

Fonte: AUTOR,2020

$$H_{fr} = \left( \frac{10,641 * 0,00126^{1,85}}{140^{1,85} * 0,040^{4,87}} \right) * 150,20 \rightarrow 4,75 \text{ m}$$

c) Altura Manométrica

Seguido a equação 12

- Hgs = 2,10 m    Hfs = 0,25 m    Hgr = 10,0 m    Hfr = 4,75m
- Hm = 2,1+0,25+10+4,75= 17,10m

### 5.7.1 Especificações Técnicas da Bomba

Através da potência obtida e da tabela de dimensionamento da Scheineider, pôde-se sugerir a utilização de uma motobomba Schneider, elétrica, centrífuga, do modelo BC-98 com altura manométrica máxima de 18,00 m. Contém um rendimento de aproximadamente 15 % de acordo com vazão, e o NPSHr de 1,5 m.c.a de acordo com a vazão ( Dados retirados de acordo com as curvas disponibilizadas pelas fabricante).

Figura 5: Modelo bomba

Modelo	Potência (cv)	Monofásico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m c.a.)	Altura máxima de sucção (m c.a.)	Ø Rotor (mm)	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS - Rotação corrigida para 3500 rpm																		
								Altura Manométrica Total (m c.a.)																		
								2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
								Vazão em m <sup>3</sup> /h válida para sucção de 0 m c.a.																		
BC-98	1/3	x	3/4	3/4	18	8	107	4,5	4,3	4,2	4,1	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,5	2,3	2,0	1,6	1,2			
	1/2	x	3/4	3/4	20	8	107	5,5	5,4	5,2	5,1	4,9	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5	3,2	2,9	2,6	2,3	1,8	1,1	

Fonte: Catalogo Scheneider (2020)

#### d) Potência

Seguido a equação 13.

Rendimento da bomba segundo o fabricante de 15%

$$Pot(cv) = \frac{1000 * 0,00126 * 17,10}{75 * 0,40} = 0,71cv$$

$$Pot comercial = 0,71x 1,5 = 1,07cv$$

#### e) NPSHd

Seguido a equação 14.

NPSDr = 1,5 m.c.a

$$NPSHd = 9,59 - 0,238 - 2,1 - 0,25$$

$$NPSHd = 7,0$$

$$NPSHr = 1,50$$

$$NPSHd > NPSHr \rightarrow OK! Sem Cavitação$$

## **5.10 Materiais**

### **5.10.1 Tubulações e conexões**

Para a instalação dos condutores horizontais foram seguidos conforme estabelecido no projeto em anexo, assim instalados com declividade uniforme, com caixas de inspeção em alvenaria de 0,60 m x 0,60 m, com profundidade variável de acordo com a posição do condutor horizontal e posicionadas a distâncias máximas de 20,0 m, conforme a NBR 15527 (ABNT, 2007). Utilizados tubos de esgoto série leve e junções simples (Y), exceto nas caixas de inspeção, pois a tubulação é ligada diretamente.

Para instalação da rede de distribuição, deverá ser usada tubulações em PVC, pode ser da marca Amanco, Tigre ou similar, com os diâmetros estabelecidos no projeto, o mesmo vale as conexões.

### **5.10.2 Filtros**

Devem ser instalados filtros para água pluvial captada na edificação, que garante grande eficiência, separando a água de chuva de impurezas como folhas, galhos, insetos e musgo, com mínima perda de água e exigência de manutenção mínima.

### **5.10.3 Reservatório**

O reservatório inferior deverá ser fabricado in loco em concreto armado, largura de paredes estimadas em vinte centímetros, concreto Fck 20 MPa, armação em aço CA-50, com dimensões internas de 13 m de largura x 15 m de comprimento x 3,0 m de profundidade.

O reservatório superior deverá ser do tipo taça com coluna seca com capacidade para 18000 litros, da marca AME ou similar de mesma qualidade.

### **5.10.4 Bomba centrífuga**

Para o sistema elevatório deve ser instalada bomba centrífuga da marca SCHEINEDER modelo BC-98 com altura manométrica máxima de 18,00 m. A mesma será instalada acima do reservatório inferior, conforme prescrições apresentadas no projeto técnico. Tal bomba deve atender às especificações deste projeto, com a tubulação de sucção de 25 mm e a de recalque de 20 mm.

### **5.10.5 Escavação**

Para a instalação dos condutores horizontais, da tubulação de recalque do sistema elevatório e da tubulação de distribuição de água pluvial dentro da edificação, deverá ser abertas valas, para a escavação de um total 795 m<sup>3</sup>, lembrado que todo o processo será manual.

### **5.10.2 Serviços**

#### **5.10.2.1 Reservatórios**

Os reservatórios deverão ser instalados nas áreas especificadas em projeto, sendo respeitado um espaço mínimo de 60cm ao seu redor. Deverá ser verificada se a superfície da base prevista em projeto está totalmente nivelada sem a presença de pedras ou pontas que possam danificá-la. Para os furos dos encanamentos deve ser utilizada uma serra-copo compatível com a flange a ser instalada para tubulação especificada em projeto. Na ausência de uma serra-copo poderá ser feito com uma furadeira de broca fina com sucessivos furos sobre uma circunferência pré-marcada na caixa.

#### **5.10.2.2 Condutores horizontais**

Os condutores horizontais que levarão a água do condutor vertical até o sistema de filtragem passarão pela área externa, conforme especificação no projeto, e deverá ser executado de acordo com as cotas e alinhamento especificados em projetos. A união dos tubos será por bolsa tipo dupla ação sendo necessário limpar a ponta e a bolsa do tubo e acomodar 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.

#### **5.10.2.3 Filtragem**

O primeiro filtro será instalado logo após a última caixa de inspeção pluvial, e o segundo filtro logo após a bomba. Eles deverão ser devidamente posicionados conforme projeto.

#### **5.10.2.4 Bomba**

A bomba deverá ser instalada por um profissional capacitado, que deverá determinar as bitolas de fios e disjuntores necessários para a instalação do sistema. Este profissional fará a programação da bomba para funcionar o tempo necessário para abastecer o reservatório superior. O tempo de funcionamento e as cotas de localização e alinhamento estão especificados em projeto.

#### **5.10.2.5 Tubulações e conexões**

As tubulações e conexões dos barriletes, das colunas de água e sub-ramais de saída serão executados de acordo com os diâmetros e cotas de alinhamento especificados no projeto. Após a saída do reservatório, os barriletes se ramificaram sobre o solo até os pontos de água fria.

As colunas de água serão embutidas nas paredes até o ponto de ligação com as torneiras. Após as instalações concluídas os rebocos e pinturas das paredes devem ser refeitos.

As uniões das tubulações deverão ser feitas com o uso de adesivo plásticos, e as pontas dos tubos devem estar perfeitamente limpas. Utilizando uma lixa, deve-se retirar o brilho da ponta onde será feita a união para assim o adesivo fixar melhor. Deverá ser observado se o encaixe ficou perfeito para evitar possíveis vazamentos.

### **6 Custos de implantação**

Através de pesquisa de preços realizada nas planilhas de referências de preços unitários para obras de edificação e infraestrutura do SETOP (Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas) e SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), ambos referentes ao estado de Minas Gerais (sendo considerado a SINAPI de Setembro de 2020 e a SETOP de Agosto de 2020), foi possível estimar o custo para implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial para a lavoura, onde o valor total encontrado é de R\$ 150.707,68 reais.

Tabela 8: Planilha Orçamentária



Planilha Orçamentária para estimativa do custo de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva						
SINAPI		2020/08 SEM DESORERACAO	Fonte:		Versão	
SETOP		2020/06 SEM DESORERACAO	Data:		01/10/2020	
Item	Código	Descrição	Qtde	Unid	Valor unit. R\$	Valor Total
<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>						
1	SETOP TER-ESC-050	ESCAVAÇÃO MANUAL DE TERRA (DESATERRO MANUAL)	546,75	MP	29,52	R\$ 16.140,06
					TOTAL	R\$ 16.140,06
<b>SISTEMA HIDRAULICO PLUVIAL</b>						
3	SINAPI 94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 125 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL	40	M	45,00	R\$ 1.800,00
4	SETOP PLU-CON-005	CONDUTOR VERTICAL DE AP DO TELHADO EM TUBO PVC ESGOTO, INCLUSIVE CONEXÕES E SUPORTES, 75 MM	16	M	45,08	R\$ 721,28
5	COTAÇÃO	JUNÇÃO DE REDUÇÃO PVC ESGOTO 5" (125 MM) X 3" (75 MM)	5	UNID	24,78	R\$ 123,90
6	SETOP PLU-CON-006	CONDUTOR HORIZONTAL DE AP DO TELHADO EM TUBO PVC ESGOTO, INCLUSIVE CONEXÕES E SUPORTES, 125 MM	485,25	M	47,50	R\$ 23.049,38
7	SINAPI 74166/001	CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRE-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H=60CM FORNECIMENTO E INSTALACAO	4	UNID	150,25	R\$ 601,00
					TOTAL	R\$ 26.295,56
<b>SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE AGUA PLUVIAL</b>						
8	SETOP RO-42456	RESERVATORIO INFERIOR 45 m X 45 m C/ 3m Profundidade	6075	MP	12,50	R\$ 75.937,50
9	SETOP EST-FOR-010	FORMA E DESFORMA DE COMPENSADO RESINADO, ESP.10MM, REAPROVEITAMENTO (3X), EXCLUSIVE ESCORAMENTO	552	MP	40,28	R\$ 22.234,56
10	COTAÇÃO	RESERVATORIO ELEVADO DE 18000 L	1	UNID	8500,00	R\$ 8.500,00
11	COTAÇÃO	FILTRO VF1 ACQUASAVE PARA AGUA DE CHUVA	1	UNID	1600,00	R\$ 1.600,00
					TOTAL	R\$ 108.272,06
<b>ESTACAO ELEVATORIA</b>						
12	COTAÇÃO	BOMBA SCHEINER BCS 305 4.0 CV	1	UNID	350,00	R\$ 350,00
13	SETOP HID-TUB-005	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO PVC RIGIDO SOLDÁVEL, AGUA FRIA, DN 40MM, INCLUSIVE CONEXÕES	139	M	24,20	R\$ 3.363,80
14	SETOP HID-TUB-010	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO PVC RIGIDO SOLDÁVEL, AGUA FRIA, DN 50 MM, INCLUSIVE CONEXÕES	2,3	M	32,50	R\$ 74,75
					TOTAL	R\$ 3.788,55
					<b>VALOR ESTIMADO</b>	<b>R\$ 150.707,68</b>

Fonte : Autora, 2020

## 7 Viabilidade do sistema

Com a caracterização de consumo de água não potável e a informação de consumo total atual, pode-se efetuar um estudo para identificar a economia que a implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial poderá oferecer para a lavoura.

A lavoura em si tem um consumo atual de 1170 m<sup>3</sup> mensais de água não potável. Assim com a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva, irá suprir as atividades na lavoura que demanda um alto consumo de água gerando uma economia de 540 m<sup>3</sup> no consumo de água.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível observar que os problemas com escassez de água é uma realidade que tende a piorar com o passar dos anos, podendo levar o sistema de distribuição hídrico a situações críticas. Com o grande avanço tecnológico, o crescimento demográfico desordenado juntamente com o uso

incorreto da água, intensificam esse problema da escassez hídrica. Assim se efetuar uma comparação entre a água potável utilizada mensal pelo consumo utilizado através do reúso, geraria então uma diminuição de 46 % do uso da água potável.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como finalidade apresentar levantamentos e análise para um futuro projeto de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial. Visto que ao implementar o sistema de aproveitamentos de água de chuva, além de ter uma boa visão pelo lado econômico, a lavoura tende a ganhar mais qualidade e produtividade, em relação a seu manejo de adubações, trazendo boas satisfações no lado ambiental, favorecendo uma grande gestão no quesito sustentabilidade.

### **ABSTRACT**

The purpose of this work is to implement, on the farm located in the city of Boa Esperança, Minas Gerais, a project for the use of rainwater for non-potable purposes, in the irrigation of coffee plantations. Initially, the objectives of the subject will be presented, consisting of an analysis of the study site and the definition of parameters and conditions of the existing sites, which make it clear if there is a possibility of locating the systems properly in the field. The regulations described by ABNT, calculations and equations for the respective systems containing descriptions, specifications for reservoir sizing, components necessary to compose the study of the project proposal will also be presented. After specifying the method used, the diagnosis was carried out using its methodology, in which the study area was 59.194 m<sup>2</sup>, with an intensity of rain of 141.50 mm / h, and verified that there is a need for the project to take advantage of rainwater, as its volume of rainwater is necessary to supply its monthly demand, approximately 1170 m<sup>3</sup> / month, thus making it possible to implement a lower reservoir.

Keywords: Utilization. Rainwater. Crop irrigation.

### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS -ABNT.NBR 15527:Água de chuva: **Aproveitamento de coberturas em áreas para fins não potáveis** - Requisitos, 2007.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.NBR 10844: **Instalações prediais de água pluvial**, 1989.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curso de PósGraduação em Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MAY S.; PRADO R. T. A. **Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. CLACS' 04 – I Conferência Latino - Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP. Anais...CD Rom, 2004.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais** , 1989.

NBR 5626: **Instalação predial de água fria**, 1998.

NBR 12214: **Projeto de sistema de bombeamento de água**, 1992.

TOMAZ, Plínio. **A Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água**. Navegar Editora, São Paulo, 2001a.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Plínio Tomaz, 2010. Disponível em: <  
[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro\\_aprov.\\_aguadechuva/Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%205%20dez%202015.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%205%20dez%202015.pdf)>

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis diretrizes básicas para um projeto**. Plínio Tomaz, 2007. Disponível em: <  
[http://abcmac.org.br/files/simposio/6simp\\_plinio\\_agua.pdf](http://abcmac.org.br/files/simposio/6simp_plinio_agua.pdf)>.

## Anexos

## Altimetria do terreno



