

# **DIMENSIONAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**

Jean Vinicius Machado<sup>1\*</sup>

Orientador: Prof. Esp. Luana Ferreira Mendes<sup>2\*\*</sup>

## **RESUMO**

Este trabalho visa demonstrar a importância do aproveitamento de água de chuva na região rural de Monsenhor Paulo, cidade de Minas Gerais e para tanto desenvolve o seguinte tema: “Dimensionamento e orçamentação de um sistema de aproveitamento de água de chuva”. Tal abordagem se justifica pelo fato de que em certas épocas do ano não se tem água para todas as atividades desenvolvidas no meio rural, como, por exemplo, a dessedentação animal. Esse déficit é acentuado pela crescente demanda hídrica decorrente do uso irracional do recurso hídrico e falta da implantação de práticas sustentáveis de abastecimento. O objetivo principal deste estudo é dimensionar e fazer o orçamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma propriedade rural do município de Monsenhor Paulo-MG. E, dentre os demais objetivos específicos estão, estudar a precipitação da região, analisar as variações pluviométricas no decorrer dos anos; determinar o consumo médio por atividade rural desenvolvida e analisar os componentes de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Este propósito foi alcançado através de uma revisão bibliográfica e estudo de caso comparativo. O estudo foi desenvolvido em uma pequena cidade do Sul de Minas, Monsenhor Paulo, em uma área rural onde o percentual de água tem sido um grande problema para os moradores do local. Então, percebe-se a possibilidade de aumentar este fluxo de água para ser usada nas propriedades rurais, aproveitando a água da chuva. A análise desta pesquisa demonstrou a importância deste sistema para esta determinada área, que vem sofrendo com a escassez deste recurso tão vital.

---

<sup>1\*</sup> Jean Vinicius Machado, Acadêmico do 10º Período do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS/MG). E-mail: [jeanvm13@yahoo.com.br](mailto:jeanvm13@yahoo.com.br)

<sup>2\*\*</sup> Prof. Esp. Luana Ferreira Mendes, Engenheira civil, docente no Centro Universitário do Sul de Minas, E-mail: [luana.mendes@professor.unis.edu.br](mailto:luana.mendes@professor.unis.edu.br)

**Palavras-chave:** Aproveitamento de água pluvial. Custos do sistema de aproveitamento. Viabilidade ambiental.

## **1 INTRODUÇÃO**

Analisando o cotidiano da região de Monsenhor Paulo-MG, compreende-se que em certas épocas do ano não se tem água para todas as atividades desenvolvidas no meio rural, como, por exemplo a dessedentação animal, esse déficit é acentuado pela crescente demanda hídrica e decorrente do uso irracional do recurso hídrico e falta da implantação de práticas sustentáveis de abastecimento.

A escassez de água ocorre por vários motivos hidrológicos como a sazonalidade inconstante das chuvas, causada muitas das vezes pelas mudanças climáticas, poluição, desmatamento, entre outras. Além disso, a crise hídrica ainda é agravada pelo uso irracional, falta de adoção de boas práticas e, por consequência agrava ainda mais a situação.

Na propriedade em que o estudo foi desenvolvido, com relação ao consumo de água, a situação é crítica. O abastecimento em sua plenitude era feito por uma única fonte de água potável, obrigando essa a ser utilizada em várias atividades que tolerem águas para fins não potáveis. Por este motivo, em diversos casos, a água disponível não atendia à demanda, causando diversos transtornos e danos econômicos, até mesmo ameaçando a sobrevivência da atividade.

Segundo o projeto de Lei do Senado nº58 (2016 p. 2) no art. 3º “nenhuma água de boa qualidade deverá ser utilizada em atividades que tolerem águas de qualidade inferior, salvo quando houver elevada disponibilidade hídrica”.

Portanto, o objetivo deste estudo é dimensionar e fazer o orçamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma propriedade rural do município de Monsenhor Paulo-MG.

E, dentre os demais objetivos estão, estudar a precipitação da região, analisar as variações pluviométricas no decorrer dos anos; determinar o consumo médio por atividade rural desenvolvida e analisar os componentes de um sistema de aproveitamento de água pluvial.

Portanto, espera-se que o sistema a ser implantado traga benefícios decorrentes, como a redução da utilização de água potável, quando se pode utilizar água não potável,

conscientização da adoção de práticas sustentáveis na comunidade e aproveitamento das instalações existentes de maneira ambientalmente correta.

Compreendendo-se a necessidade do abastecimento como parte essencial para o desenvolvimento de toda a propriedade, e partindo da situação anterior é notória a indispensabilidade de profissionais e pesquisadores. Estes especialistas devem dedicar seus estudos e pesquisas ao dimensionamento e verificação da viabilidade ambiental, buscando melhorar a situação destes locais e implantando medidas sustentáveis para a resolução de problemas locais.

## **2 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL**

A região Sudeste do país possui o maior número de pessoas e empresas, deste modo o consumo hídrico é elevado. Como se vive em uma época de crescente indisponibilidade deste recurso seja pelas mudanças climáticas, ou pela má distribuição, ou degradação da floresta e poluição, necessitou-se incrementar o sistema de abastecimento, implantando alternativas ambientalmente corretas (SILVA RODRIGUES, 1998). Como exemplo tem-se a propriedade rural deste estudo, que, em sua plenitude é dependente de apenas uma fonte que não suporta essa crescente demanda, em certas épocas do ano, ocorrendo o estresse hídrico.

Muitas das atividades desenvolvidas nessa propriedade não necessitam de água potável para sua realização. Segundo a Embrapa (2010), o país não possui nenhuma legislação que determine o padrão de qualidade da água para a dessedentação animal e recomenda que deve ter como base a Resolução n° 357, de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente, esse recomenda uma água que cumpre os padrões de consumo do nível 3.

Deste modo pode-se utilizar água de qualidade inferior, conforme já referido no Projeto de Lei do Senado (BRASIL, 2016, p.2) no art. 3°. Este fator deve ocorrer principalmente, por se viver em tempos de escassez deste recurso natural. Tornando-se pertinente implantar uma solução para manter a produção rural de modo sustentável e minimizar os fatores que levam às perdas.

De acordo com Begelmeier e Kozerski (2015, p.2), a captação e o armazenamento da água de chuva é uma ótima alternativa para minimizar o problema de estiagens severas em algumas épocas do ano. Épocas estas em que toda a população de certa localidade necessita

de determinado volume de água não disponível, para o seu bem estar e para a produção agrícola não cair bruscamente.

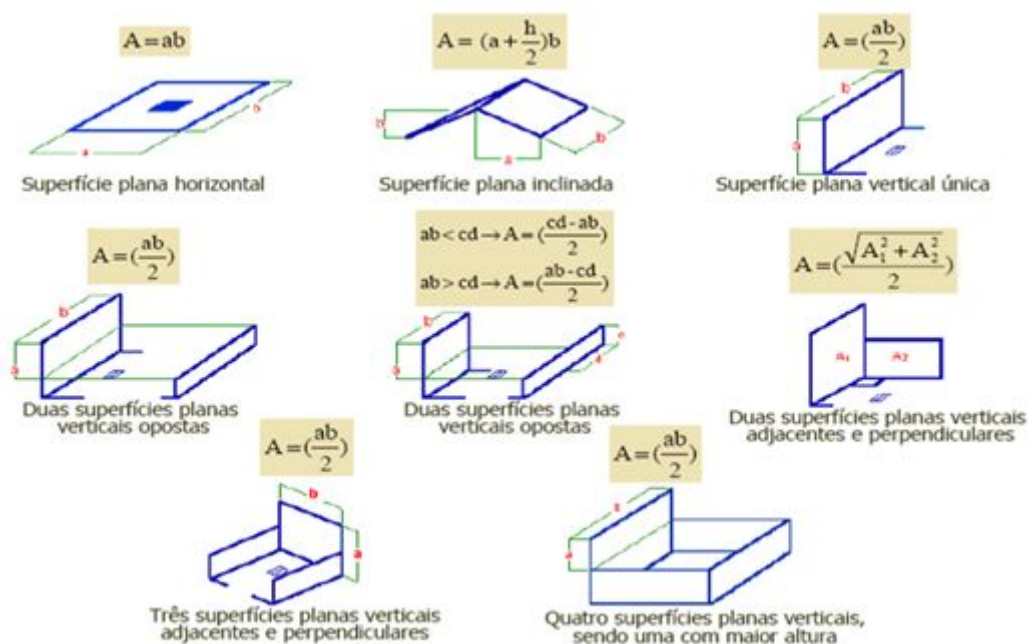
Segundo Guimarães et al (2015, p.3), a conservação da qualidade e quantidade da água do planeta através de práticas de economia, como o uso racional e as fontes alternativas, fazem parte dos princípios da sustentabilidade. Ou seja, esse método de aproveitamento atende não somente à população rural, mas ajuda com a redução do consumo de água potável, garantindo o aumento do volume disponibilizado por cada propriedade para o curso de água.

## 2.2 Elementos do sistema

Para a implantação de um sistema eficiente de aproveitamento de água de chuva, é necessário ter um conhecimento prévio sobre os elementos constituintes, pois um pequeno descuido pode gerar graves consequências e até mesmo inviabilizar o projeto. Desse modo é necessário conhecer as leis pertinentes, suas recomendações, seus elementos constituintes e principalmente a realidade da propriedade em estudo (GUIMARAES et al, 2015; BORGES, 2010; BARROS, 2005; MATTOS, 2006).

O primeiro elemento que deve ser estudado é a área de contribuição que nada mais é do que a superfície impermeável da qual será coletada a água de chuva. Para cada tipo de telhado, a NBR 10844-1989 fornece uma fórmula matemática específica apresentada abaixo:

Figura 01: Área de contribuição



Fonte: Adaptado da NBR 10844

Outra característica importante a ser observada é o coeficiente de runoff que o material do telhado apresenta. De acordo com Tomaz (2010, p. 5) o coeficiente de runoff é representado pela letra C, e ele é o quociente entre a água que escoar superficialmente pelo total de água precipitada em determinada área. De um modo geral, ele é a porcentagem de água aproveitada, sendo as perdas devidas aos diversos fatores, como limpeza do telhado, perdas por evaporação, perdas na autolimpeza entre outras.

Segue abaixo uma tabela com os coeficientes de Runoff médios para alguns tipos de material:

Figura 02: Coeficiente de Runoff médios

<b>MATERIAL</b>	<b>COEFICIENTE DE <i>RUNOFF</i></b>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: (TOMAZ, 2010, p. 5)

Tomaz (2010, p. 5) ainda indica que o melhor valor a ser adotado como coeficiente de runoff é  $C=0,95$  e para a vazão de dimensionamento dos elementos condutores, ainda pode ser considerado unitário.

Para se determinar a vazão de projeto é necessário primeiramente determinar qual a intensidade máxima da chuva para a região. Segundo a norma 10844-1989: “para se determinar a intensidade pluviométrica (I) para fins de projeto, deve ser fixada a duração da precipitação e o período de retorno adequado, com base em dados pluviométricos locais. A duração da precipitação deve ser fixada em 5 minutos” (OLIVEIRA, 2018; 2011; 2004).

A vazão do projeto também fixa os seguintes períodos de retorno, baseados nas características da área a ser drenada:  $T= 1$  ano: para áreas pavimentadas onde empoçamentos possam ser tolerados;  $T= 5$  anos: para coberturas e/ou terraço;  $T= 25$  anos: para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possam ser tolerados (TOMAZ, 2010, p. 5)..

Sendo essa intensidade pluviométrica tabelada na NBR 10844 para muitas cidades, porém para os casos em que a tabela não engloba é possível calcular com o auxílio do programa Pluvio 2.1. Basta entrar com o estado e a cidade, usando o software, ou entrar com a

localização geográfica da propriedade no programa (SIMIONI et al, 2004; PALHARES, 2013; CAVALCANTI, 2007).

A principal forma de caracterização de chuvas intensas é por meio da equação de intensidade e frequência da precipitação, representada por:

$$I = \frac{k.T^a}{(t+b)^c}$$

Sendo:

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

T= período de retorno (anos);

t= duração da precipitação (min);

K, a, b, c= parâmetro relativos à localidade.

Após esse procedimento é possível determinar a vazão de projeto pela fórmula abaixo:

$$Q = \frac{iA}{60}$$

Onde:

Q= vazão de projeto, em L/min;

I= intensidade pluviométrica, em mm/h;

A= área de contribuição em m<sup>2</sup>;

Após a quantificação da vazão de projeto é possível dimensionar a calha que nada mais é que um canal destinado a recolher a água de coberturas, terraços e similares e a conduzir a um ponto de destino que são os condutores verticais. Para essa calha existem algumas recomendações que devem ser analisadas e seguidas, estabelecidas pela Norma ABNT 10844-1989 como:

A inclinação para calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%. As calhas de água-furtada têm inclinação de acordo com o projeto da cobertura; quando não se pode tolerar nenhum transbordamento ao longo da calha, extravasores podem ser previstos como medida adicional de segurança. Nestes casos, eles devem descarregar em locais adequados; em calhas de beiral ou platibanda, quando a saída estiver a menos de 4m de uma mudança de direção, a vazão de projeto deve ser multiplicada pelos coeficientes adequados (ABNT, 10844-1989, p. 39).

Para o dimensionamento desse elemento é utilizada a fórmula abaixo:

$$Q = k \cdot \left(\frac{A}{n}\right) \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Sendo Q a vazão suportada por 2/3 da calha, Rh o raio hidráulico o quociente entre a área molhada e perímetro molhado, i a inclinação da calha em metro por metro e nesse caso a

vazão da calha deve ser maior ou igual ao volume máximo coletado pela superfície, sendo esse dimensionamento feito por tentativas.

### 2.2.1 Condutores

O condutor vertical é um tubo de descida que conduz a água do bocal da calha até o piso, ou até a tubulação de recolhimento de água pluvial. A NBR 10844 estabelece algumas recomendações para o seu dimensionamento:

Os condutores verticais devem ser projetados sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45° e devem ser previstas pontos de inspeção; podem ser colocados externa e internamente ao edifício, dependendo de considerações de projeto, do uso e da ocupação do edifício e do material dos condutores; o diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é de 70mm (ABNT, NBR 10844).

O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos seguintes dados:

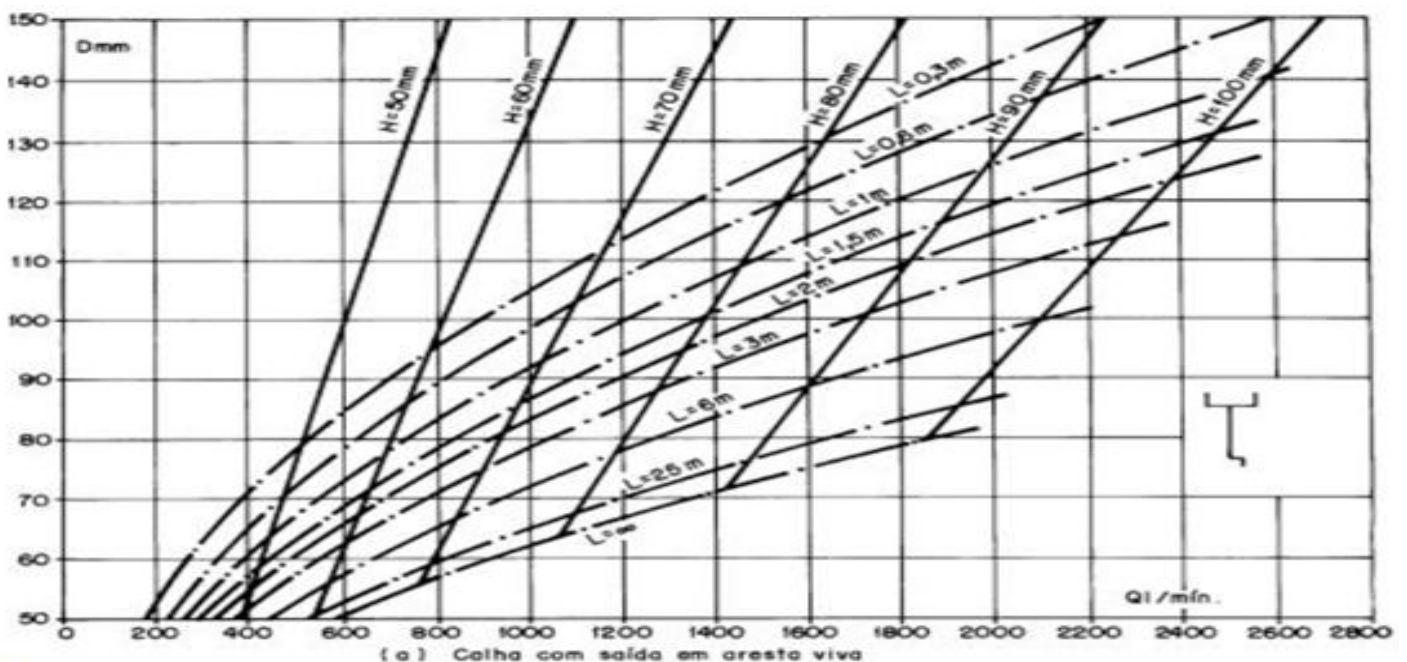
Q= vazão de projeto, em L/min;

H= altura da lâmina de água na calha, em mm;

L= comprimento do condutor vertical, em m.

A norma 10844/1989 disponibiliza o ábaco abaixo para o seu dimensionamento:

Figura 03: Dimensionamento de condutores verticais com calhas de aresta viva



Já o condutor horizontal é um canal ou tubulação horizontal destinada a recolher e conduzir águas pluviais até locais de destino. Segundo a norma os condutores horizontais devem ter:

Declividade uniforme, sendo no mínimo 0,5%; escoamento com lâmina de água a uma altura  $h=2/3$  do diâmetro interno; desvio devem ser feitos com curva de 90° raio longo ou curva de 45°; prever peças de inspeção ou caixa de areia: - mudança de direção; - a cada 20m; - interligação com outros condutores (NBR 10844).

Para o esse dimensionamento utiliza-se uma tabela fornecida pela NBR 10844:

Tabela 01: Capacidade de condutores horizontais com altura da lâmina líquida igual a 2/3 do diâmetro da seção circular com vazão em litro/minuto.

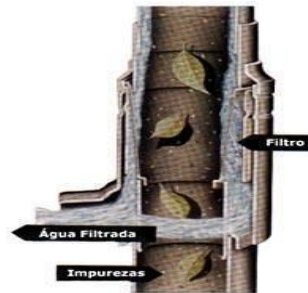
Diâmetro (D) (mm)	n= 0,011				n=0,012				n=0,013			
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: adaptada ABNT NBR 10844/89

Em busca de se obter uma água de melhor qualidade são adotadas medidas como a instalação de peneira de proteção que é um dispositivo que tem por finalidade reter impurezas de determinada dimensão. Segundo Tomaz (2010, p. 17) “existem no Brasil peneiras de boa qualidade com diâmetro nominal de 0,27mm, mas que também não retém o first flush que 90% têm diâmetro de 0,06mm”. Essa peneira de boa qualidade além de reter boa parte das impurezas ainda impossibilita a entrada de mosquitos e pequenos animais e este fato é benéfico ao sistema.



Figura 04: Dispositivo aquastock para auto limpeza da água de chuva



Fonte: Aquastock

Esse *First flush* é um reservatório das primeiras águas de chuva que se destina a separar e descartar as primeiras águas que fazem a lavagem da atmosfera, do telhado, das calhas e das tubulações. Esse reservatório é dividido em três partes: reservatório temporário para descarte das primeiras águas de chuva; saída para descarte das águas do reservatório; válvula de entrada. Segundo a NBR 15527/07 na ausência de dados deve ser utilizada uma precipitação de 2mm para a limpeza das instalações de recolhimento.

### 2.2.3 Reservatório

Segundo várias literaturas o método mais aplicado para o dimensionamento de um reservatório é o de Rippl. Segundo Tomaz (2010, p. 9) no método de Rippl, utilizam-se séries históricas de precipitações e estas são transformadas em vazões que alimentam o reservatório em cada mês. Tomaz (2010, p. 9) também aponta que, de forma a facilitar o cálculo, é comum se formularem séries sintéticas, ou seja, elaboradas a partir de uma série histórica de precipitação, que pode ser em base diária ou mensal.

Sendo que para esse dimensionamento deve ser determinada a demanda média mensal de água pluvial, a área da superfície de captação e o coeficiente de Runoff, de acordo com as necessidades estabelecidas em projeto. Em seguida, aplica-se o método de Rippl utilizando-se as precipitações médias mensais em um período de janeiro a dezembro, para o cálculo em base mensal, utilizando a seguinte equação:

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

Sendo:

$$Q(t) = C.P(t).A$$

Onde:

S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t) é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D(t) é a demanda ou consumo no tempo t;

C é o coeficiente de escoamento superficial;

Por fim, a capacidade do reservatório de água pluvial recomendada, é dada por:

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

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

Segundo Amorim et al (2008, p. 55) o método consiste na determinação do volume, com base na área de captação e na precipitação registrada. Deve-se também considerar que nem toda a água precipitada é armazenada e assim, correlacionar tal volume ao consumo mensal da edificação, que pode ser constante ou variável.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Buscando atingir o objetivo deste trabalho, a metodologia implantada foi a qualitativa. Segundo Martins (2004) a pesquisa qualitativa é definida como um processo que dá ênfase na análise, realizando uma exploração minuciosa de dados. Desse modo o pesquisador é o instrumento principal e todos os dados são recolhidos por situações, documentos e estudo de caso.

Para elucidar a teoria estudada, foi desenvolvido um estudo de caso em uma propriedade rural da cidade de Monsenhor Paulo MG, sendo um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, onde se buscou minimizar o consumo de água potável, conscientizar a população, empresas, profissionais e incentivando a sociedade agrícola para a implantação do sistema ecológico de aproveitamento de água pluvial. Esse sistema foi concebido por meio do dimensionamento de Rippl que se iniciou com o estudo do consumo, área de captação existente, precipitação, calhas, condutores e reservatório.

O galpão para esse recolhimento tem uma área total de cobertura de 537,264m<sup>2</sup>, sendo que foi desenvolvido o seu projeto (figura 06) para um melhor entendimento do sistema como um todo.

Figura 06: Área de captação



Fonte: o autor

Quanto ao desenvolvimento do projeto de captação de água de chuva foi utilizado o softwares Autocad para desenhos técnicos, Sketchup para representação de desenho tridimensional das dependências do galpão igual exemplificado acima, Excel para elaboração de planilhas e o programa pluvio para a determinação dos parâmetros para o cálculo da intensidade pluviométrica máxima. Para a aquisição de dados das séries históricas de intensidade de chuva foi utilizado o site da Hidroweb.

Na fase final do trabalho foi realizado o orçamento com consulta de preços através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil (SINAP; BRASIL, 2005).

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Para o cálculo da área de telhado foi utilizada a fórmula da superfície inclinada especificada em NBR 10844/1989. Com o auxílio dela e com os parâmetros chegou-se no valor especificado abaixo:

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \cdot B$$

$$A = \left(8,5 + \frac{1,72}{2}\right) \cdot 28,7 = 268,632 \text{ m}^2$$

A área de contribuição por água do galpão é de 268,632 m<sup>2</sup>, deste modo a área de contribuição total é de 537,264m<sup>2</sup>. Para efetuar o dimensionamento de vários elementos é necessário saber qual a intensidade máxima precipitada na região. Essa intensidade é obtida através da união do programa pluvio com uma fórmula especificada em norma. Segue abaixo os cálculos:

$$I = \frac{k.T^a}{(t+b)^c}$$

$$I = \frac{5619,095.5^{0,217}}{(5+31,337)^{1,066}} = 172,98\text{mm/h}$$

Ou seja, a intensidade máxima de projeto para calhas e condutores será de 172,98 mm/h.

Inicialmente foi calculada a vazão de projeto para cada água do telhado, com o objetivo de dimensionar a calha do galpão. Seguem abaixo os resultados obtidos:

$$Q = \frac{iA}{60}$$

$$Q = \frac{172,98.268,632}{60} = 774,46\text{L/min}$$

Pode-se chegar à conclusão que a vazão máxima total disponível pelo galpão é de 1548,92 L/min.

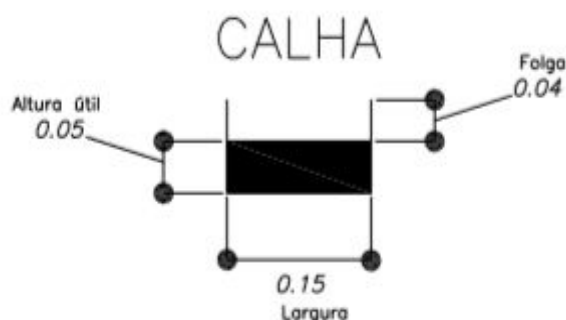
Em cada lado do telhado será implantada duas calhas, uma para cada 134,316m<sup>2</sup> de área de contribuição. Essa calha galvanizada contará com dois condutores verticais, logo a vazão máxima suportada por esse elemento será de 193,615 L/min, esse dimensionamento foi efetuado por tentativa, sempre buscando a melhor relação entre a largura, vazão necessitada, altura útil e altura total sendo que a diferença entre essas duas alturas é considerada para evitar possíveis transbordamentos. Segue abaixo o resultado obtido:

$$Q = k. \left(\frac{A}{n}\right). Rh^{\frac{2}{3}}. i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 6000. \left(\frac{0,0075}{0,011}\right). 0,03^{\frac{2}{3}}. 0,005^{\frac{1}{2}} = 279,288\text{L/min}$$

Como a vazão suportada pela calha é maior que a vazão de projeto ela é recomendada para essa finalidade. Segue abaixo o desenho da mesma:

Figura 07: Calha



Fonte: o autor

Após essa etapa foi calculado o condutor vertical, para seu dimensionamento é necessário alguns dados, como altura da lâmina de água, vazão de projeto e comprimento vertical. Todas essas informações são extraídas de um ábaco (figura 03), deste modo o condutor vertical que melhor se relacionou com o projeto foi o de 75 mm, acima do diâmetro mínimo recomendado pela norma que é de 70 mm.

Depois do dimensionamento do tubo vertical e da calha chega-se no tubo horizontal, para esse componente foi adotada uma declividade de 1%, visto que a altura da coluna de água no reservatório é algo benéfico ao sistema. Relacionando o valor da vazão de projeto com a tabela 01 de capacidade de condutores horizontais, foi possível chegar à conclusão que uma tubulação de 150 mm irá suportar a vazão total de um lado do galpão.

Como a área de recolhimento de água é uma superfície que fica em contato com o ambiente externo, grande quantidade de partículas se acumulam e com a força de arraste da água elas vão para a tubulação. No caso deste projeto será adotado além de um filtro aquastock, um reservatório para as primeiras águas, visto que elas são as que retêm maior quantidade de resíduos. Segundo a norma na falta de um estudo mais detalhado é recomendado desviar 2 mm de precipitação para esse fim.

Deste modo o reservatório deve ter uma capacidade de 2 litros por metro quadrado de área de contribuição. Correlacionando os valores pode-se chegar ao resultado de um reservatório de 1074,53 litros, como não existe um reservatório com essa capacidade será

implantado uma caixa de 1500 litros, porém o volume será ajustado de acordo com a necessidade, modificando a altura disponível.

Depois dessa etapa a água será conduzida para um reservatório, que é de extrema importância, pois ele que irá abastecer os respectivos locais de consumo por todo o ano. A capacidade do reservatório depende diretamente do consumo da propriedade. Na localidade a demanda foi identificada no curral de leite, banheiro dos funcionários, curral de suíno e para dessedentação dos bovinos para corte. O sítio também conta com 2 funcionários que utiliza em média duas vezes por dia o banheiro da propriedade, sendo que o consumo médio de um sistema sanitário com caixa acoplada é de 6 litros por descarga. A demanda no curral de leite é para dessedentação animal, neste local encontra-se 4 vacas lactantes e 4 bezerros lactante a pasto, segundo EMBRAPA 2010 o consumo médio para esses animais é de respectivamente 64 litros e 12 litros diários. Já o curral de suínos é composto por 3 animais de 96 a 156 dias de idade, na fase terminal sendo que seu consumo médio é de 8,5 litros diário por animal, os bovinos de corte são um total de 4 animais sendo sua massa de até 370 kg, tendo um consumo médio diário de 40 litros por animal dia.

Com base nessas informações foi elaborada uma tabela para quantificar o consumo mensal. Segue a tabela abaixo:

Tabela 04: Consumo da propriedade

<b>Consumo da propriedade Galanti</b>					
Animal	Número de animais	Consumo médio (L/dia)	Consumo diário por classificação (L/dia)	Consumo diário total (L)	Consumo mensal (L)
Vaca em lactação	4	64	256	489,5	14685
Bezerro lactante	4	12	48		
Bovino para corte	4	40	160		
Suíno (fase terminal)	3	8,5	25,5		

Fonte: o autor.

Com base nas informações anteriores foi desenvolvida uma planilha para o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.

Tabela 05: Dimensionamento do reservatório

Mês	Chuvas médias mensais (mm)	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Precipitação de limpeza (2mm)	Coefficiente de escoamento superficial	Volume coletado (m <sup>3</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada (m <sup>3</sup> )	Volume útil do reservatório (m <sup>3</sup> )
-----	----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	--	-----------------------------------	---------------------------	---------------------------------------	---

Janeiro	155,8999939	537,264	2	0,9	74,41643	14,685	-59,731434	36,2893128
Fevereiro	241,6000061	537,264	2	0,9	115,8556	14,685	-101,17061	
Março	111,4000015	537,264	2	0,9	52,89901	14,685	-38,214014	
Abril	25,29999995	537,264	2	0,9	11,26643	14,685	3,41857394	
Mai	31,29999924	537,264	2	0,9	14,16765	14,685	0,51734869	
Junho	0	537,264	2	0,9	0	14,685	14,685	
Julho	10,69999981	537,264	2	0,9	4,206777	14,685	10,478223	
Agosto	17,5	537,264	2	0,9	7,494833	14,685	7,1901672	
Setembro	75,80000305	537,264	2	0,9	35,68508	14,685	-21,000076	
Outubro	45,09999847	537,264	2	0,9	20,84047	14,685	-6,1554698	
Novembro	146,3999939	537,264	2	0,9	69,82283	14,685	-55,137826	
Dezembro	220,3999939	537,264	2	0,9	105,6046	14,685	-90,919609	
Total de p (mm)	1081,39999							

Fonte: o autor

O volume de água útil necessária para esse sistema é de aproximadamente 36,3 mil litros. Neste caso serão utilizadas duas caixas de 20 mil litros de fibra de vidro, porém sempre passam algumas partículas pelo sistema de filtro e essas se acumulam no fundo do reservatório, tornando esse volume impróprio para a utilização, segundo algumas referências utilizam-se 30 cm de descarte (volume morto). Por essa peculiaridade optou-se pela utilização de duas caixas de 20 mil litros.

Depois do dimensionamento de todos os componentes é necessário estudar o preço do sistema. Para isso utilizou-se como base o SINAPI, segue abaixo um resumo deste orçamento:

Tabela 06: Orçamento

<b>Calha em chapa de aço galvanizado número 24, desenvolvimento de 33 cm, incluso transporte vertical AF_06/2016</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			37,9051
QUANTIDADE (M)	58	TOTAL GERAL	2198,4958
<b>Tubo PVC DN 75 mm para drenagem-fornecimento e instalação</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			13,644
QUANTIDADE (M)	8	TOTAL GERAL	109,152
<b>Joelho 90 graus, PVC, serie R, água pluvial, DN 75 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de encaminhamento. AF_12/2014</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			14,6761
QUANTIDADE (M)	2	TOTAL GERAL	29,3522
<b>Joelho 45 graus, PVC, serie R, água pluvial, DN 75 mm, junta elástica, fornecido e instalado em condutores verticais de água pluvial. AF_12/2014</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			11,5801
QUANTIDADE (M)	16	TOTAL GERAL	185,2816
<b>Tubo PVC rígido DN 150 para drenagem- fornecimento e instalação</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			32,898
QUANTIDADE (M)	66,5	TOTAL GERAL	2187,717
<b>Adaptador com flange e anel de vedação, PVC, soldável, DN 50mmx1 1/2, instalado em reservatório de água de edificação que possua reservatório de fibra/fibrocimento fornecimento e instalação. AF_06/2016</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			23,1007

QUANTIDADE (M)	5	TOTAL GERAL	115,5035
<b>Caixa de 1500 litros de fibra de vidro com tampa</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			568,74
QUANTIDADE (M)	1	TOTAL GERAL	568,74
<b>Caixa de 20.000 litros de fibra de vidro com tampa</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			5.192,43
QUANTIDADE (M)	2	TOTAL GERAL	10384,86
<b>Tê 75 mm para 150 mm</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			36,96
QUANTIDADE (M)	8	TOTAL GERAL	295,68
<b>Tê 150 mm para 150 mm</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			57,90
QUANTIDADE (M)	2	TOTAL GERAL	115,8
<b>Registro de para águas das primeiras chuvas</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			205,38
QUANTIDADE (M)	1	TOTAL GERAL	205,38
<b>Filtro para as águas das primeiras chuvas</b>			
<b>TOTAL POR UNIDADE</b>			256,00
QUANTIDADE (UNID)	8	TOTAL GERAL	2048,00
<b>Custo total do sistema de aproveitamento de água pluvial</b>			<b>18443,962</b>

Fonte: o autor.

Chegou-se ao valor de aproximadamente R\$ 18.443,96 reais. Um valor considerável, mas que vai trazer consigo vários benefícios.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No momento atual se torna pertinente resgatar a questão que resultou nessa pesquisa acadêmica: é viável a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva na propriedade Galanti em Monsenhor Paulo-MG?

Como pode observar ao longo do referencial teórico, o sistema de aproveitamento hídrico possui diversos componentes que devem ser dimensionados. Sendo esse dimensionamento específico para cada propriedade, levando em conta a área de captação, consumo e a precipitação da localidade.

Com essa correta interpretação de dados o sistema pode trazer consigo vários benefícios como o aproveitamento de uma fonte até então desconsiderada, aproveitamento das instalações existentes, redução no consumo de energia elétrica e água potável e a diminuição dos impactos causados pela escassez hídrica. De modo geral ele possibilita uma melhor qualidade de vida para aquela organização rural.

Mesmo este sistema de captação de água possuindo um valor mais elevado em relação a um sistema de bombeamento convencional é oportuno considerar as características hídricas da propriedade, pois essa prática de aproveitamento sustentável pode ser o único meio



alternativo que ajuda a garantir uma atividade até então afetada constantemente pela sazonalidade inconstante das chuvas.

Como sugestão para pesquisas futuras poderia ser realizado um estudo sobre a implantação de bomba submersa solar para possibilitar a utilização desse recurso em locais de maior cota e também a implantação desse sistema no sanitário de escolas do estado, buscando economizar recursos ao longo prazo, sendo uma referência de boas práticas e se atentando para a realidade do Brasil.

### ***DIMENSIONING AND BUDGETING OF A RAINWATER HARVESTING HARVESTING SYSTEM***

#### ***ABSTRACT***

*This work aims to demonstrate the importance of the use of rainwater in the rural region of Monsenhor Paulo, Minas Gerais, and for this reason it develops the following theme: "Dimensioning and budgeting of a rainwater harvesting harvesting system". Such an approach is justified by the fact that at certain times of the year there is no water for all activities developed in the rural environment, such as animal watering. This deficit is accentuated by the increasing water demand due to the irrational use of water resources and the lack of sustainable supply practices. The main objective of this study is to size and budget a rainwater harvesting system at a rural property in the municipality of Monsenhor Paulo-MG. And, among the other specific objectives are, to study the precipitation of the region, to analyze the pluviometric variations over the years; determine the average consumption per developed rural activity and analyze the components of a rainwater harvesting system. This purpose will be achieved through a bibliographic review and comparative case study. The study will be developed in a small town in the south of Minas Gerais, Monsenhor Paulo, in a rural area where the percentage of water has been a major problem for the locals. Then, it is possible to increase this flow of water to be used in rural properties, taking advantage of rainwater. The analysis of this research demonstrated the*

*importance of this system for this dimensioned area, which has been suffering from the scarcity of this vital resource.*

**Keywords:** *Rainwater harvesting. Costs of the system of utilization. Environmental feasibility.*

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR. 10844**: aproveitamento de águas de chuva. São Paulo, 2007.

AMORIM, S. V. de; PEREIRA, D. J. de A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Porto Alegre: Ambiente Construído, v.8, n.2, p. 53-66, abr/jun, 2008.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios) Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2005. Vol.II. 221p.

BEGELMEIER, F. A.; KOZERSKI, C. E. **Aproveitamento de água da chuva em zonas rurais**: captação e reservação. XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento de 24 a 29 de maio. Poços de Caldas: 45<sup>a</sup>. Assembleia da ASSEMAE, 2015.

BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**. Revisão José Simão Neto e Walter Costa Filho. 6. Ed. revista e ampliada. São Paulo: Blücher, 2010.

BRASIL. **Projeto de Lei do Senado n. 58**. Disciplina o abastecimento de água por fontes alternativas. Brasília: Senado Federal, 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução 353**. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Aproveitamento de água pluvial**. Brasília: DF, 2005.

CAVALCANTI, R. **Mitos da água**. São Paulo: Editora Cultrix, 2007.

EMBRAPA. **Tabela de dessedentação animal**. Ministério a Agricultura. Brasília: DF, 2010.

GUIMARÃES, B. V. C; SOUZA, E. B. de; ABREU, A. M. A; DONATO, S. L. R; ASPIAZU, J. **Captação e aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e potáveis**. ENCICLOPEDIA BIOSFERA. Centro Científico Conhecer: Goiânia, v.11, n.21, p. 2926, 2015.

MARTINS, Heloisa Helena T. de Sousa. **Metodologia qualitativa de pesquisa**. Educação e pesquisa, São Paulo, v.30, n2, p.289-300, maio/ago.2004.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obra**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2006.

OLIVEIRA, S. M. **Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências uni-familiares**: estudo de caso em Palhoça/SC. 2004. 149 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira. **Metodologia Científica**: um manual para a realização de pesquisas em administração. Catalão – GO: UFG, 2011.

OLIVEIRA, P.A. **Uso racional da água na suinocultura**. Embrapa, Concórdia, Disponível [http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf\\_doc/7-PauloArmando\\_agua.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/7-PauloArmando_agua.pdf) 2004. Acesso em 18 de ago. de 2018.

PALHARES, J. C. **Consumo de água na produção animal**. São Paulo: São Carlos, Embrapa, 2013.

SILVA RODRIGUES, E. **Os cursos da água na história**: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos. 1998. 166f. Tese (Doutorado) - Fundação Oswaldo Cruz/Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1998.

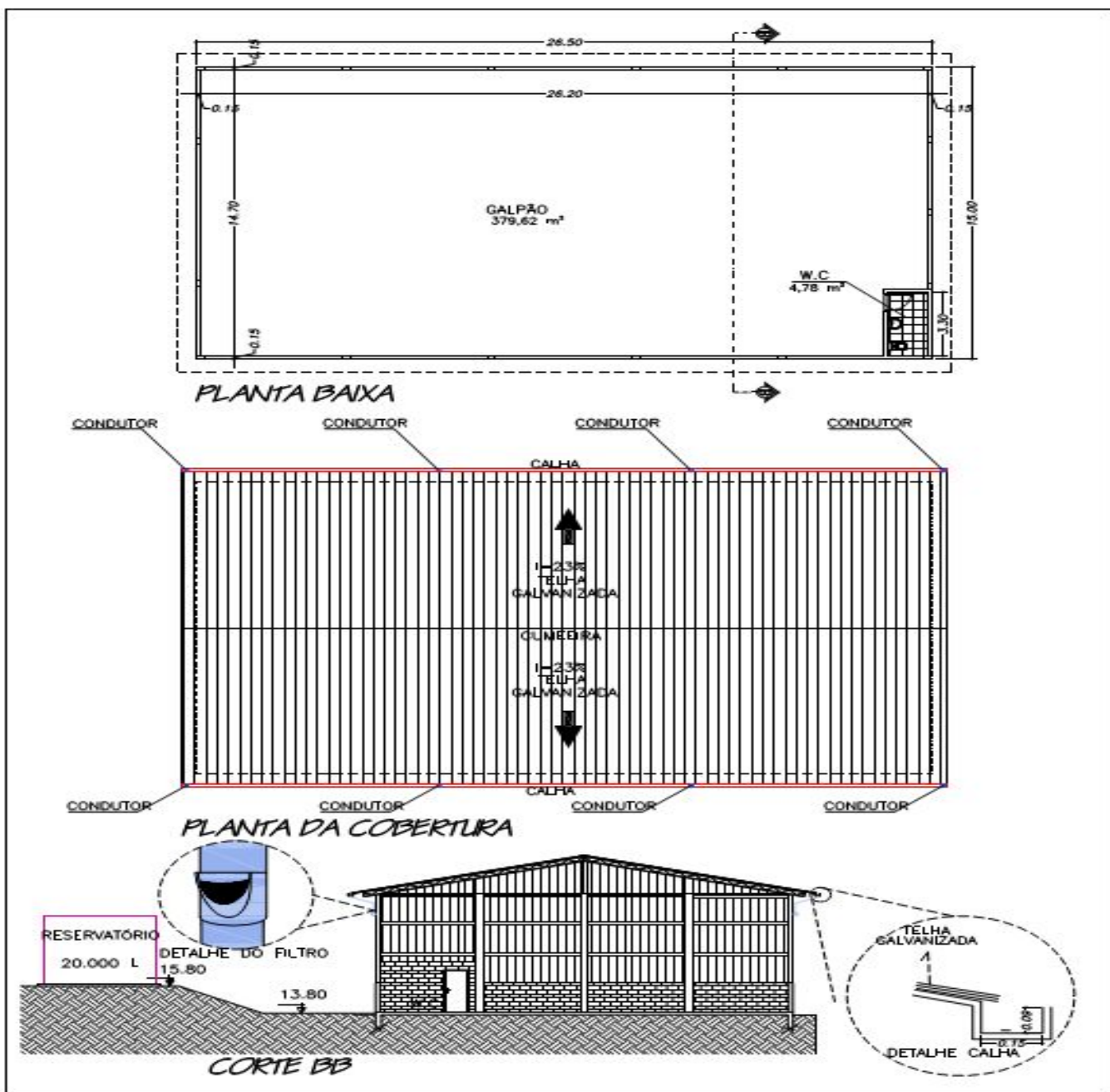
SIMIONI, W. I.; GHISI E.; GÓMEZ L. A. Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos combustíveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ANTAC, 2004. 1 CD-ROM.

SINAPI: **Metodologias e Conceitos**. Brasília: CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. 2017.

**Índices da Construção Civil**. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_648](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648)>. Acesso em: 22 de janeiro de 2019.

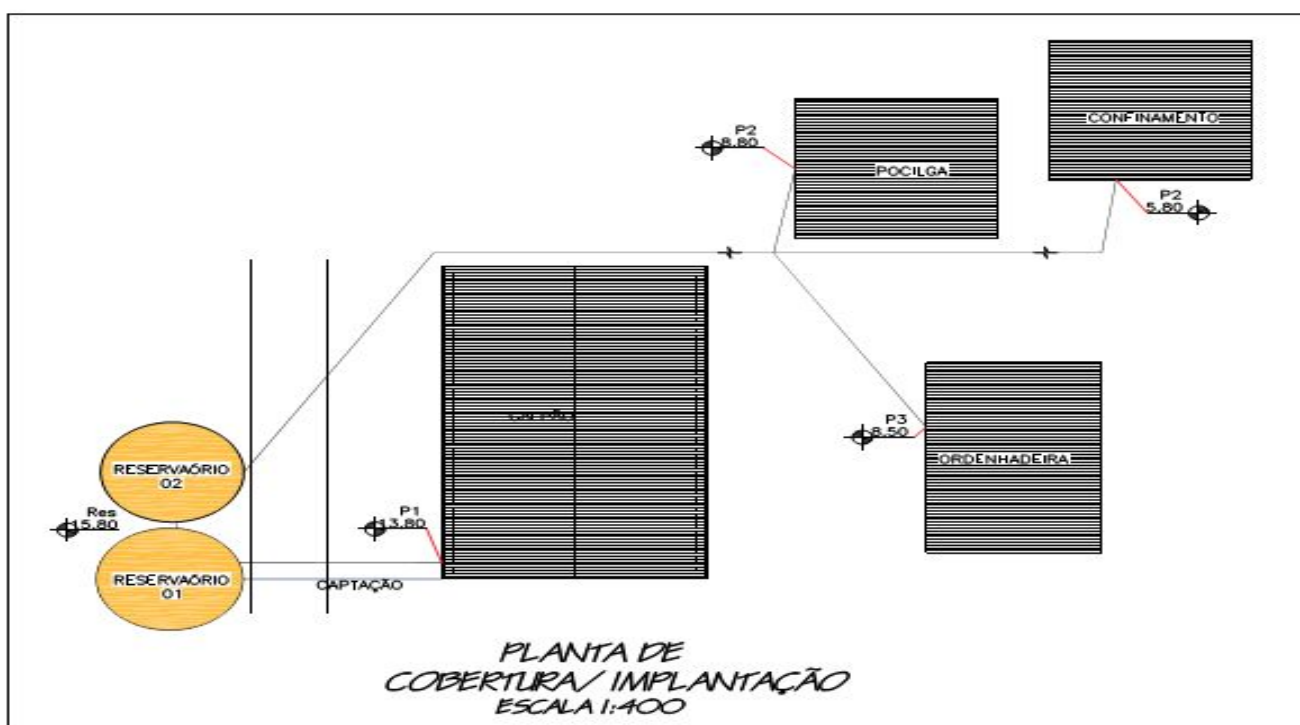
TOMAZ, P. **Aproveitamento de água da chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2. ed. São Paulo: Navegar, 2010.

**ANEXO A- PLANTA BAIXA**



Fonte: o autor

## ANEXO B – LOCAIS DE UTILIZAÇÃO



Fonte: o autor.