

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR – MG**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CAROLINE REZENDE SILVA GONTIJO**

**ELABORAÇÃO DE UM PROJETO EM SUSTENTABILIDADE QUANTO AO**  
**USO DE ÁGUAS PLUVIAIS: UM ESTUDO DE CASO**

**FORMIGA – MG**  
**2016**

CAROLINE REZENDE SILVA GONTIJO

ELABORAÇÃO DE UM PROJETO EM SUSTENTABILIDADE QUANTO AO  
USO DE ÁGUAS PLUVIAIS: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR – MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Ms. Samuel de Oliveira

FORMIGA – MG

2016

Caroline Rezende Silva Gontijo

ELABORAÇÃO DE UM PROJETO EM SUSTENTABILIDADE QUANTO AO  
USO DE ÁGUAS PLUVIAIS: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
de Produção do UNIFOR – MG, como  
requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia de  
Produção.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Ms. Samuel de Oliveira  
Orientador

---

Prof. Carlyle Garcia Ribeiro  
UNIFOR-MG

Formiga, 17 de novembro de 2016.

## **AGRADECIMENTO**

Quero agradecer primeiramente a Deus, por nunca me deixar desistir em meio às dificuldades e obstáculos e por me proporcionar a oportunidade de realizar meu sonho de ser Engenheira de Produção.

Agradeço aos meus pais e minha irmã pelas palavras de incentivo, carinho e compreensão e pela força que me dão para concretizar meus sonhos.

Ao meu orientador Prof. Ms. Samuel de Oliveira, pela paciência e pelos conhecimentos que ajudaram no meu crescimento intelectual e pessoal, e contribuíram para a realização desse trabalho.

Agradeço também a todos que estiveram próximos a mim nesse período, colaborando tanto para meu conhecimento quanto me apoiando com palavras de incentivo e carinho.

## RESUMO

A água é um recurso vital para o homem e para o planeta, por isso técnicas de preservação e conservação fazem-se necessárias, devido à possível escassez. Assim, métodos de aproveitamento de água pluvial são meios sustentáveis que ajudam na redução do consumo de água encanada. Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade de implantar um sistema de captação da água pluvial em um clube de recreação na cidade de Bambuí – MG, através de índices pluviométricos da cidade, média de consumo da água fornecida pela empresa de abastecimento e os gastos eminentes desse consumo. A partir dos dados coletados, foi possível estudar a possibilidade de comprar ou construir o reservatório subterrâneo para armazenar a água captada, por meio de orçamentos diferentes. Observou-se que apesar do investimento alto para a instalação desse sistema, é viável a utilização desse procedimento, pois possibilitaria determinada independência do local de estudo quanto a água tratada, ocasionando a redução dos custos.

Palavras-chave: Captação de água pluvial. Aproveitamento da água pluvial. Clube de recreação.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Gráfico climático de Bambuí.....	31
Gráfico 2 - Precipitação pluviométrica (mm).....	32
Gráfico 3 - Consumo mensal de água (m <sup>3</sup> ) .....	33
Gráfico 4 - Gastos com água encanada (R\$).....	33
Figura 1 - Planta do local de estudo.....	28
Figura 2 - Planta do local de estudo (lado direito).....	29
Figura 3 – Planta do local de estudo (centro).....	29
Figura 4 – Planta do local de estudo (lado esquerdo).....	30
Figura 5 – Planta da área de implantação do sistema de captação .....	35

## **LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1 – Gastos com a implantação do sistema (compra do reservatório) ..... 36
- Tabela 2 – Gastos com a implantação do sistema (construção do reservatório) . 37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
<b>5.1</b>	<b>Viabilidade da reutilização de água para vasos sanitários.....</b>	<b>14</b>
<b>5.2</b>	<b>Análise técnica e econômica da captação e reuso de águas pluviais em residências de Formiga – MG .....</b>	<b>14</b>
<b>5.3</b>	<b>Reúso da água pluvial: uma abordagem sustentável em edificações residenciais.....</b>	<b>14</b>
<b>5.4</b>	<b>Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos .....</b>	<b>15</b>
<b>5.5</b>	<b>Captação e aproveitamento de água da chuva.....</b>	<b>15</b>
<b>5.6</b>	<b>Aproveitamento de água das chuvas e reutilização de águas cinzentas.....</b>	<b>15</b>
<b>5.7</b>	<b>Estudo do aproveitamento da água de chuva em condomínio residencial no município de Itapoá – SC.....</b>	<b>16</b>
<b>5.8</b>	<b>Análise da viabilidade de reaproveitamento de água pluvial para utilização em vasos sanitários.....</b>	<b>16</b>
<b>5.9</b>	<b>Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.....</b>	<b>17</b>
<b>5.10</b>	<b>Estudo da qualidade da água de chuva para consumo não potável em edificações.....</b>	<b>17</b>
<b>5.11</b>	<b>Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado .....</b>	<b>18</b>
<b>5.12</b>	<b>Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis .....</b>	<b>18</b>
<b>5.13</b>	<b>Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN .....</b>	<b>19</b>
<b>5.14</b>	<b>Gestão de águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da cidade do samba .....</b>	<b>19</b>



<b>5.15 Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100 m<sup>2</sup> de cobertura.....</b>	<b>20</b>
<b>6 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
<b>6.1 Recursos Hídricos.....</b>	<b>21</b>
<b>6.2 Captação da água.....</b>	<b>21</b>
<b>6.3 Reciclagem da água.....</b>	<b>22</b>
<b>6.4 Métodos de aproveitamento da água.....</b>	<b>23</b>
<b>6.5 Gestão de projetos.....</b>	<b>24</b>
<b>6.6 Viabilidade econômica.....</b>	<b>25</b>
<b>7 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>7.1 Descrição e características da empresa.....</b>	<b>26</b>
<b>7.2 Coleta de dados.....</b>	<b>26</b>
<b>7.3 Técnicas e métodos.....</b>	<b>26</b>
<b>8 ANÁLISE E RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>9 CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Muito se diz sobre a preservação ambiental, preocupação já existente há algum tempo. Entretanto, nunca houve tamanha importância como nos dias atuais. O conceito de sustentabilidade tornou-se um tema a ser pensado e praticado no mundo inteiro e em todas as classes sociais. Dentro desse contexto, cresce a atenção quanto a um recurso vital para o ser humano e para o planeta. A água, devido a essa relevância, desperta à população para a possibilidade de uma redução da oferta hídrica mundial. Novas metodologias e novas técnicas tendo a água como objeto de estudo visando evitar a falta desse recurso são fundamentais, devido ao grande desperdício, poluição e mudanças climáticas.

A crescente demanda por água tratada tem feito do reuso planejado de água um tema atual e de grande importância, principalmente na nova política nacional de recursos hídricos. (MACHADO, 2004)

A água pluvial é considerada um recurso hídrico desperdiçado, que pode ajudar caso haja falta de água potável. Com a captação e o uso correto, a água da chuva pode ser uma alternativa para diminuir a dependência da água oriunda de tratos na rede pública, e posteriormente reduzindo os custos.

Diante disso, a busca por novos mecanismos para preservação da água tratada torna-se crucial. Assim, é necessário analisar a melhor forma de captação de águas pluviais, a maneira correta de implantação desse sistema, bem como a viabilidade e impactos acarretados.

Ao analisar referências bibliográficas, métodos de captação e explorar o local estudo, pode-se escolher a melhor alternativa para implantar o sistema de captação, de modo a otimizar ao máximo o espaço disponível, para que, desta forma, colete-se o maior número de água visando atender a demanda no menor tempo possível, a longo prazo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a viabilidade na implantação de um sistema de captação e aproveitamento da água pluvial em um clube recreativo.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar uma revisão bibliográfica dos principais trabalhos da área;
- Analisar os principais métodos de captação de água e utilização de águas pluviais;
- Descrever o local da implantação no local de estudo proposto;
- Elaborar um sistema adequado de captação da chuva no local de estudo;
- Verificar a viabilidade de implantação do sistema proposto.

### 3 JUSTIFICATIVA

A busca por fontes alternativas de água é uma forma de se dispor de diferentes formas de obtenção da mesma, evitando a dependência de uma única fonte e, em uma situação de emergência, problemas graves de abastecimento. A dependência de um abastecimento de água baseado somente na retirada em rios e lagos pode deixar a população exposta a problemas sérios na ocorrência de eventos naturais ou contaminações por produtos químicos ou nocivos para a saúde humana. (WERNECK, 2007).

Devido à possibilidade de uma escassez de água potável, ocasionada pelas mudanças climáticas e poluição, é de vital importância a busca por novas formas de conseguir sua reposição. Desse modo, a utilização da água pluvial pode ser usada para diminuir a dependência da água tratada, e, conseqüentemente os custos com ela.

Este trabalho justifica-se pela importância acadêmica e ambiental, pois será uma efetiva contribuição para a elaboração de um sistema de captação da água pluvial, bem como os impactos que o mesmo pode acarretar no local de estudo, as possíveis vantagens e eventuais custos.

#### **4 PROBLEMA**

É viável a captação e utilização da água pluvial para reduzir o consumo de água tratada na rede pública de abastecimento?

## **5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **5.1 Viabilidade da reutilização de água para vasos sanitários**

Em um estudo sobre a viabilidade de reutilização de água para vasos sanitários, realizado por Marcos B. Rezende Mota, Marina Dastre Manzanares, Rafael Augusto Lima Silva e publicado pela Revista Ciências do Ambiente On-Line, utilizou-se um reservatório terrestre para receber a água do chuveiro, uma peneira com sistema de filtro de areia para retirar a sujeira da água, uma bomba centrífuga de água de ¼CV bivolt que eleva a água para o reservatório superior e este por sua vez interligado ao vaso sanitário. Assim, possibilitando a economia de 30% no consumo de água. Calculou-se todos os gastos necessários para desenvolver o sistema e conclui-se que é eficaz para casas com consumo médio acima de 25m<sup>3</sup>.

### **5.2 Análise técnica e econômica da captação e reuso de águas pluviais em residências de Formiga – MG**

Na análise técnica e econômica da captação e reuso de águas pluviais em residências de Formiga – MG, realizada por Cássio Reis da Silva, estudante do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, comparou-se os diferentes tipos de telhados para captação da água pluvial, realizando o dimensionamento hidráulico e materiais, bem como custos e análise econômica. Pelo estudo do índice pluviométrico, foi possível estimar a produção média de água pluvial e a demanda por água não potável. Ao dimensionar o reservatório de água, concluiu-se que o telhado convencional de madeira é o mais adequado, no entanto, a captação de água pluvial não é viável para a edificação estudada.

### **5.3 Reúso da água pluvial: uma abordagem sustentável em edificações residenciais**

A estudante de Engenharia Civil Maria Lúcia Glueck Vaz, pesquisou sobre a viabilidade de implantar um sistema de captação de águas pluviais em uma residência unifamiliar. Para isso, avaliou-se o índice pluviométrico da cidade de Formiga – MG e a metragem da residência. O estudo apontou uma economia relevante, que pode compensar o investimento do sistema de captação, por alguns meses do ano.

#### **5.4 Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos**

O trabalho realizado por M. Valente Neves, E. Bertolo e S. Rossa focou na possibilidade de redução dos volumes utilizados em vasos sanitários, aproveitando a água da chuva e de banhos para esse fim. Fez-se um estudo sobre o volume adequado para limpeza de sanitários e modelos onde esse consumo possa ser menor. Já Bertolo (2006) analisa o aproveitamento da água das chuvas em moradias. Rossa (2006) estuda sobre o reuso da água de chuveiros, bem como sua análise econômica.

#### **5.5 Captação e aproveitamento de água de chuva**

Neste trabalho, realizado por Eduardo Cohim, Ana Garcia e Asher Kiperstok, avaliou-se o potencial de aproveitamento de água de chuva em cinco municípios baianos, com regimes pluviométricos distintos. Com os resultados encontrados, concluiu-se que a captação de águas pluviais, para fins não potáveis, é uma alternativa viável, direcionando a água coletada para consumos mais nobres. No entanto, é necessária uma avaliação quanto à viabilidade e eficiência do atendimento a que será destinada, observando as características locais, evitando a implantação de um projeto inadequado.

#### **5.6 Aproveitamento de água das chuvas e reutilização de águas cinzentas**

Em um estudo realizado por Jorge Henrique De Oliveira Verdade, aluno da Universidade do Porto, abordou-se os temas de aproveitamento e reutilização da água. Parte do estudo desenvolve-se sobre a análise de

Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), onde buscou-se a otimização em termos de capacidade. Considerando a capacidade do reservatório, o autor verificou qual o volume de água pluvial que deseja aproveitar, assim, fez-se um cálculo de custo/benefício para avaliar o investimento e o rendimento. O programa realizado pelo autor permitiu o aproveitamento da água pluvial para rega.

Inicialmente, estudou-se o uso de águas pluviais na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, considerando apenas a limpeza de vasos sanitários e mictórios.

Em um segundo estudo, a água da chuva foi usada para limpeza de sanitários, mictórios e regar dos relvados. Para a limpeza de sanitas, utilizou-se também água de chuveiros, o que apontou ser uma alternativa viável.

### **5.7 Estudo do aproveitamento da água de chuva em condomínio residencial no município de Itapoá – SC**

Este estudo, realizado por Fabiano Cândido Da Silva, buscou analisar a viabilidade da implantação de um sistema de captação de água pluvial para fins não potáveis. Analisou-se os dados pluviométricos da cidade de Itapoá- SC e de demanda do Condomínio Residencial estudado. Depois disso, consultou-se a ABNT NBR 15527:2007 e métodos de dimensionamento de reservatório para água da chuva. Concluiu-se que o sistema implantado é viável e, complementarmente o sistema existente, com intuito de redução dos gastos com a conta de água.

### **5.8 Análise da viabilidade do reaproveitamento de água pluvial para utilização em vasos sanitários**

O intuito do trabalho, realizado por Tasianny Da Costa Alves, é analisar a viabilidade do reaproveitamento de água pluvial em vasos sanitários, assim aumentando a economia de água potável. A implantação do sistema de captação foi na unidade do posto de saúde do Jardim Panorama na cidade de Ubiratã-Pr. Para a análise, levantou-se a média de atendimento diário e das



contas de águas, para saber o consumo entre outubro/2011 e março/2012, bem como o gasto de água em cada vaso sanitário, de banheiros femininos e masculinos. O resultado apontou que o posto de saúde teria uma economia média mensal de 41,39% de água potável. No entanto, o retorno do investimento será em longo prazo.

### **5.9 Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**

Devido à preocupação atual quanto ao uso racional da água, é maior a procura por métodos eficientes para a redução desse consumo. Dentre as soluções, encontra-se a o aproveitamento da água pluvial, pois além de reduzir o consumo da água tratada, funciona como uma medida não estrutural para a drenagem urbana. Dentro desse estudo, o dimensionamento do reservatório é fundamental para a viabilidade econômico-financeira. Entre os objetivos do trabalho, realizado por Simar Vieira de Amorim e Daniel José de Andrade Pereira estavam em apresentar métodos de dimensionamento do reservatório, aplicar os métodos em um estudo de caso, e fazer uma comparação entre eles. Utilizou-se o edifício AT6, localizado no Campus São Carlos da Universidade Federal de São Carlos, como estudo. Os métodos para dimensionar o reservatório foram o método de Rippl (analítico e gráfico), o método de consideração do período dos dias consecutivos sem chuva (simplificado e com análise estatística), o método de análise de simulação de um reservatório com capacidade suposta e os métodos práticos (brasileiro, alemão, inglês e australiano).

### **5.10 Estudo da qualidade da água de chuva para consumo não potável em edificações**

Este estudo, realizado por Simone May e Racine T. A. Prado, tem como finalidade analisar a qualidade da água da chuva para consumo não potável, na cidade de São Paulo. Com base em um sistema experimental, instalado no Centro de Técnicas de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade

de São Paulo, fez-se análises da composição química, física e bacteriológica para caracterizar a água pluvial e verificar a necessidade de tratamento antes de ser usado, para não haja riscos à saúde dos usuários. As amostras de água foram coletadas em dois pontos: no telhado do edifício e no reservatório. De acordo com os estudos, é necessário o descarte da água coletada entre os primeiros 15 a 20 minutos de chuva, para que se faça a limpeza do telhado, devido à concentração de poluentes encontrados no mesmo. O estudo aborda o uso da água pluvial nas edificações em bacias sanitárias.

### **5.11 Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado**

Em um estudo realizado por José Carlos Mierzwa, Ivanildo Hespanhol, Maurício Costa Cabral da Silva e Luana Di Beo Rodrigues, com base nos dados pluviométricos, área de cobertura para captação e demanda de água, analisou-se o potencial de aproveitamento da água pluvial para utilização no processo produtivo de uma empresa do ABCD paulista. Apresentou-se opções para diferentes demandas e volumes de reservatórios, de acordo com o custo de implantação. Este estudo possibilitou um novo critério de dimensionamento de reservatórios para armazenar a água pluvial aproveitada em empreendimentos urbanos. Neste método, priorizou-se ao máximo a captação da água pluvial em períodos mais chuvosos, contribuindo para a redução da demanda de água tratada.

### **5.12 Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis**

No trabalho realizado por Celso Augusto Guimarães Santos, Klissia Magno, Mellyne Palmeira, Renan Dantas, Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga, analisou-se o consumo de água em condomínios horizontais, de modo a verificar a possibilidade de armazenar e aproveitar a água pluvial, com fins não potáveis. Para isso, foi necessário quantificar a demanda de consumo de água nos condomínios horizontais e os usos da água através do estudo de caso no condomínio Cabo Branco Residence Privê. Também foi verificada a qualidade

da água captada, além de um questionário para certificar a aceitação dos moradores quanto ao sistema de captação e a utilização da água pluvial para fins não potáveis. A análise mostra uma grande aceitação dos condomínios e a implantação do sistema é contribuição a sociedade, bem como a redução de custos com a empresa de abastecimento de água. O projeto esclarece a importância da água para a sobrevivência, enfatizando que a redução da água potável gera preocupações futuras e desperta a busca por iniciativas para diminuir o consumo *per capita*.

### **5.13 Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN / RN**

Este estudo, realizado por Diogo Robson Monte Fernandes, Vicente Batista de Medeiros Neto e Karen Maria da Costa Mattos, aborda que devido ao problema de escassez de água de boa qualidade, a busca por novas formas de captação, armazenamento e aproveitamento da água ganha destaque. Assim, surge o sistema de aproveitamento da água pluvial, como uma das mais importantes soluções para melhor gestão do uso da água. A fim de verificar a viabilidade econômica quanto à implantação do sistema de captação e aproveitamento, realizou-se um estudo de caso na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Ao término do estudo, comprovou-se a viabilidade econômica da implantação, por meio de ferramentas matemáticas.

### **5.14 Gestão de águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da cidade do samba**

Em um estudo realizado por Heitor Viola aponta que o crescimento contínuo populacional e a mudança nos padrões de consumo, necessitam de uma gestão adequada. A gestão de recursos hídricos, mais precisamente da água, destaca-se como o tema a ser planejado, pois a água é indispensável, priorizando a água pluvial, pois repõe os níveis de água subterrânea e superficial, além de ser responsável por perdas humanas e materiais durante eventos esporádicos. Focou-se em usar micro reservatórios de retenção e

aproveitamento, pois é uma técnica de aproveitamento de mitigação, até mesmo de prevenção dos impactos ocasionados pela mudança do uso do solo, avaliando a viabilidade e os impactos do micro reservatório.

#### **5.15 Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100m<sup>2</sup> de cobertura**

No estudo feito por Leandro Roncato Pereira, Antônio Pasqualetto e Marco Y. M. Minami, atualmente, diversos países passam por problemas com a escassez de água, oriunda do desenvolvimento desordenado das cidades, o crescimento populacional, juntamente com o aumento da demanda de água pela indústria e agricultura, causando o esgotamento das reservas naturais. Na busca para uma solução desse problema, é preciso reformular o sistema de abastecimento de água tratada e clorada para todos os fins, tanto para higiene pessoal quanto para lavar calçadas e carrear dejetos. Para usos não potáveis, buscou-se alternativas, como o reuso da água através da precipitação, que traz benefícios, tais como a redução do consumo de água potável e controle de enchentes.

## **6 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **6.1 Recursos Hídricos**

Recursos Hídricos são águas subterrâneas ou superficiais disponíveis para uso. Em várias regiões, atualmente, há escassez desse recurso, gerando problemas no abastecimento.

Pode-se dizer que o Brasil é um país privilegiado em termos de recursos hídricos, pois possui a maior disponibilidade hídrica do planeta, composta por grandes bacias hidrográficas. No entanto, as águas não são distribuídas de maneira uniforme no território brasileiro, sendo a Amazônia a mais privilegiada e alguns trechos do litoral Sudeste, relegando o último lugar ao Nordeste (MIRANDA; GOMES; DA SILVA, p. 44, 2006).

Segundo Rebouças (2004) em termos hidrológicos, o Brasil é um país-continente. Já em termos pluviométricos, cerca de 90% do território recebe chuvas entre 1000 e acima de 3000 mm/ano. Somente em parte do semi-árido do Nordeste, onde há rochas de idade pré-cambriana, as chuvas são escassas e irregulares. Os rios do Nordeste têm regime temporário, isto é, secam em períodos de que não tem precipitações.

### **6.2 Captação de água**

Segundo Gonçalves (2006) a captação de água pluvial é uma prática exercida por diversas civilizações e culturas ao longo dos anos. Passando pelo Oriente, Oriente Médio, Europa, e Incas, Maias e Astecas na América Latina, é possível identificar dispositivos de coleta e armazenagem de água pluvial há mais de 2.000 anos.

Ainda segundo o autor países como a China, Índia, Sri Lanka, já se coletavam a água da chuva para distintas finalidades. Há relatos de um sistema integrado de manejo de água pluvial há 2.000 anos, no deserto de Negev. Durante o período romano, essa prática era usada em diversas regiões, como na ilha da Sardenha e norte da África. As casas romanas coletavam água da chuva como fonte de água para beber e usos domésticos.

A captação de água da chuva, além de contribuir para o uso racional da água minimiza o impacto das precipitações pluviais, podendo

assim, em regiões de maior impermeabilização dos solos, ser enquadrada no conceito de medida não-estrutural da drenagem urbana de Canholi (1995), o qual descreve tal medida como toda e qualquer ação que busca reduzir os danos ou conseqüências das inundações não por intervenções constituídas por obras, mas fundamentalmente pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação dos sistemas de apoio à conscientização da população à manutenção dos diversos componentes do sistema de drenagem e outros. (FERNANDES; NETO; MATTOS, 2007)

De acordo com a Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (2008), devido à escassez de água em quase todo o mundo, é necessário diminuir essa crise com todas as hipóteses possíveis, como por exemplo, a captação de águas pluviais. Na captação de água da chuva, a água é desviada e transportada até um reservatório. Essa água tem várias utilidades, dentre elas o uso doméstico, industrial e agrícola.

### **6.3 Reciclagem da água**

De acordo com Viola (2008) o aproveitamento da água pluvial é um método que supre a necessidade de água e conserva a água potável. Há vários benefícios do uso da água da chuva dentre eles: menor uso de água tratada, redução entropia (custos energéticos de transporte e tratamento), maior segurança hídrica, atenuação da captação de água em mananciais.

Nos últimos anos, tem-se observado o desenvolvimento de novas tecnologias referentes ao manejo de recursos hídricos. Com isso, observa-se novas expansões no uso de técnicas de aproveitamento de água de chuva, tanto em regiões onde já eram utilizadas, como em locais onde eram desconhecidas. (PETRY;BOERIU, 2000)

Para Mancuso e Santos (2003, p. 22) “o reúso de água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente.”

Pode-se dizer que um sistema de aproveitamento de água de chuva é um sistema descentralizado e alternativo de suprimento de água visando entre outros a conservação dos recursos hídricos reduzindo a demanda e o consumo de água potável. (GONÇALVES, 2006, p. 84)

Segundo Macêdo (2007) o armazenamento de águas da chuva captadas nas coberturas de edificações, residências e indústrias, contribuem para o controle de cheias urbanas e para a redução de água fornecida pelas empresas de saneamento.

#### 6.4 Métodos de aproveitamento de água

A água da chuva armazenada em cisternas não serve para usos potáveis. No entanto, pode-se utilizar em descargas, limpeza de ruas e quintais e em máquinas de lavar. (ÁGUA BRASIL, 2015)

Segundo Gonçalves (2006) autores relatam o aproveitamento de água de chuva por meio de cisternas para armazenagem e posteriormente, consumo humano e animal em regiões com precipitação média anual de 350 mm. Em muitos lugares esta técnica é uma fonte importante de água para irrigação, limpeza de vasos sanitários e lavagem de roupas.

Relataram que o sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser aplicado na lavagem de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, sistemas de controle de incêndio, lavagem de veículos, lavagem de pisos e ainda na irrigação de jardins. Nas indústrias e estabelecimentos comerciais, a água de chuva pode ser utilizada para resfriamento de telhados e máquinas, climatização interna, lavanderia industrial, lava jatos de caminhões, carros e ônibus e limpeza industrial. (SOARES *et al*, 1999)

Nosé (2008) *apud* Vaz (2015) afirma que há várias aplicações da água coletada. A reutilização engloba utilização industrial; irrigação de plantações, jardins, parques e campos de futebol; sistemas aquáticos para decoração, como chafariz e quedas d'água. Pode ser usada também em combate a incêndios e limpeza de ruas, quadras e veículos.

Em muitos países, o armazenamento da água da chuva inicialmente objetivou a sua retenção na parcela, para controle de cheias e inundações, ou para mitigar a falta de um abastecimento regular de água; e posteriormente seu uso foi sendo estendido para os mais diversos fins. Este é o caso do Japão onde em muitas cidades se pratica o aproveitamento da água da chuva em larga escala. Exemplos como estádios e os gigantescos domos de ginásio com áreas de captação da ordem de milhares de m<sup>2</sup>, utilizam esta água para descarga de sanitários e no sistema de ar condicionado. (GONÇALVES, 2006, p. 79)

De acordo com Amorim e Pereira (2008) a água coletada pode ser aproveitada na indústria, no comércio e em edificações residenciais para descarga de bacias sanitárias, rega de jardins, lavagem de carros, pisos e piscinas e em processos industriais na construção civil, como por exemplo, na formação do concreto.

Macêdo (2007) afirma que a água pluvial coletada em telhados pode ser utilizada em como descarga de banheiros e rega de jardins, contribuindo para a redução do consumo de água residencial.

## **6.5 Gestão de projetos**

Para Heldman (2009) projeto é temporário e suas datas de início e fim são bem definidas. Além disso, um projeto só termina quando atende aos objetivos e metas das partes interessadas.

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. A natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos. O término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando o projeto é encerrado porque os seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixa de existir. (PMBOK, 2014, p.3)

Segundo Gido e Clements (2007) projeto é um esforço para cumprir determinado objetivo por intermédio de um conjunto de tarefas inter-relacionadas e utilização de recursos eficazmente. A gestão de projetos quer dizer: planejar o trabalho e executar o plano. Primeiramente, precisa-se estabelecer um plano e, posteriormente, implementá-lo para atingir o objetivo do projeto.

Projeto é um empreendimento com características próprias, tendo princípio e fim, conduzido por pessoas, para atingir metas estabelecidas dentro dos parâmetros de prazo, custo e especificações". (MENEZES, 2009, p. 8)

De acordo com Kerzner (2006) projeto trata-se de um empreendimento com metas bem definidas, que utiliza recursos e trabalha sobre pressões de prazos, custos e qualidade. São atividades exclusivas de uma empresa.

Um projeto é um empreendimento temporário ou uma sequência de atividades com começo, meio e fim programados; que tem por



objetivo fornecer um produto singular e dentro de restrições orçamentárias. (MAXIMIANO, 2002, p. 26).

Conforme Côrrea e Côrrea (2012) projeto é um agrupamento finito e único de atividades inter-relacionadas, idealizadas para produzir um resultado definido dentro de um tempo determinado, utilizando uma alocação de recursos. É, portanto, definido por seus resultados, tempo e recursos.

## **6.6 Viabilidade econômica**

Conforme Silva (2015) o reuso da água pluvial é capaz de conservar água e energia. Na estação de tratamento de água, o bombeamento e operações correlatas da distribuição entre os reservatórios, há um gasto de energia.

Ainda segundo o autor, há uma discussão quanto ao aproveitamento da água pluvial, devido ao fato de chuvas serem sazonais, tornando esse método inviável. No entanto, estudos estão sendo realizados sobre o tema.

A viabilidade econômica tem com objetivo determinar o período de retorno dos gastos com a implantação dos sistemas de aproveitamento de água da chuva, ou seja, determina-se o período de retorno do investimento realizado. Para isso é preciso contabilizar os custos de implantação, incluindo material e mão de obra, e custos com despesas de operação e manutenção do sistema. (GONÇALVES, 2006, p. 131).

De acordo com Jabbour, Pereira e Lima (2015) a viabilidade econômica e financeira visa identificar quais são as vantagens esperadas em determinado investimento para compará-los com os investimentos e custos associados ao mesmo, com intuito de verificar a viabilidade de implementação.

Segundo Zago, Weise e Hornburg (2009) a análise de investimentos é uma técnica que busca apontar os benefícios desejados para colocá-los em comparação com os custos relacionados ao mesmo, a fim de constatar sua viabilidade de implantação.

## **7 MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho trata-se de uma metodologia descritiva, embasada em uma pesquisa bibliográfica pautada em um estudo de caso.

Para Gil (2002) a pesquisa descritiva tem como finalidade a descrição de características de uma população, fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis. Utiliza técnicas padronizadas de coleta de dados.

“Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2005 p. 32).

Segundo Oliveira (2011) *apud* Yin (2001) o estudo de caso é uma pesquisa profunda e exaustiva de fatos objetos.

### **7.1 Descrição e características do local de estudo**

Este trabalho foi realizado em um clube recreativo, situado no centro-oeste mineiro. São mais de 40 anos de existência em pleno funcionamento, marcados pelo desenvolvimento de atividades esportivas, sociais, educacionais e culturais.

### **7.2 Coleta de dados**

Realizou-se a coleta de dados através de relatórios dos índices pluviométricos e do *layout* do local de estudo.

### **7.3 Técnicas e métodos**

Os dados foram analisados através do referencial teórico e da revisão bibliográfica, que permitiram analisar e expor as características do sistema de captação da água pluvial, de acordo com as seguintes etapas:

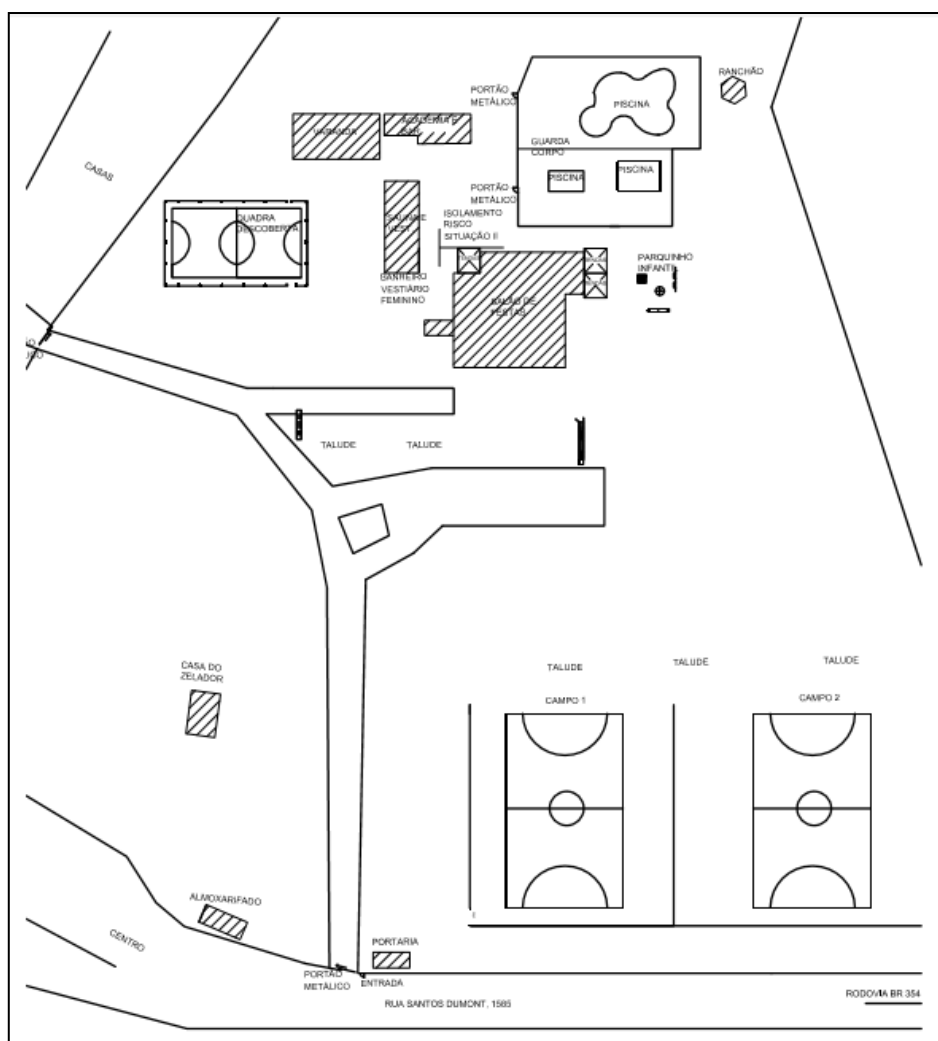
- 1- Coleta-se os índices pluviométricos da cidade e os índices de consumo e gastos com água tratada durante o período de estudo.

- 2- Calcula-se a média pluviométrica mensal do município, a média de consumo e a média com gastos, de acordo com os dados coletados no método 1.
- 3- Escolhe-se uma construção ou área com telhado que permita a instalação do sistema de captação da água pluvial, a partir das médias calculadas no método 2.
- 4- Define-se o local para instalação do reservatório de acordo com a planta do local de estudo, que armazena a água coletada, posicionando-o perto da região de captação e da caixa d'água central.
- 5- Escolhe-se a finalidade para utilização da água captada.
- 6- Analisa-se a simulação da viabilidade do sistema projetado.

## 8 ANÁLISE E RESULTADOS

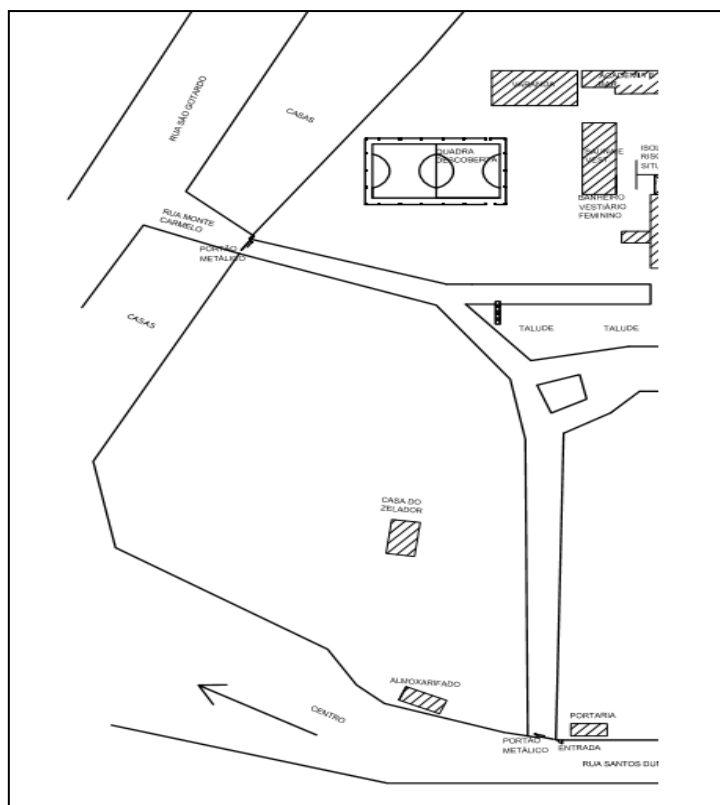
O local de estudo consiste em um clube de recreação como mostra a FIG. 1, situado na cidade de Bambuí. Possui uma área de 56 670 m<sup>2</sup> e toda água utilizada no recinto para limpeza, banheiros e piscinas é proveniente da rede ou do poço artesiano. Nas figuras 2, 3 e 4, é possível ter uma visão melhor de toda área disponível para aplicação do sistema de captação, bem como todo o espaço acessível do local de estudo.

Figura 1 – Planta do local de estudo



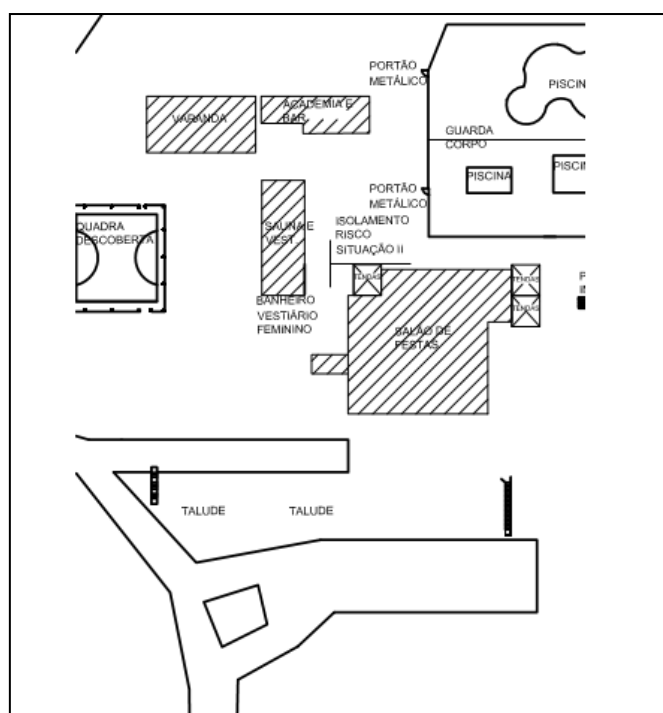
Fonte: autor (2016)

Figura 2 – Planta do local de estudo (lado direito)



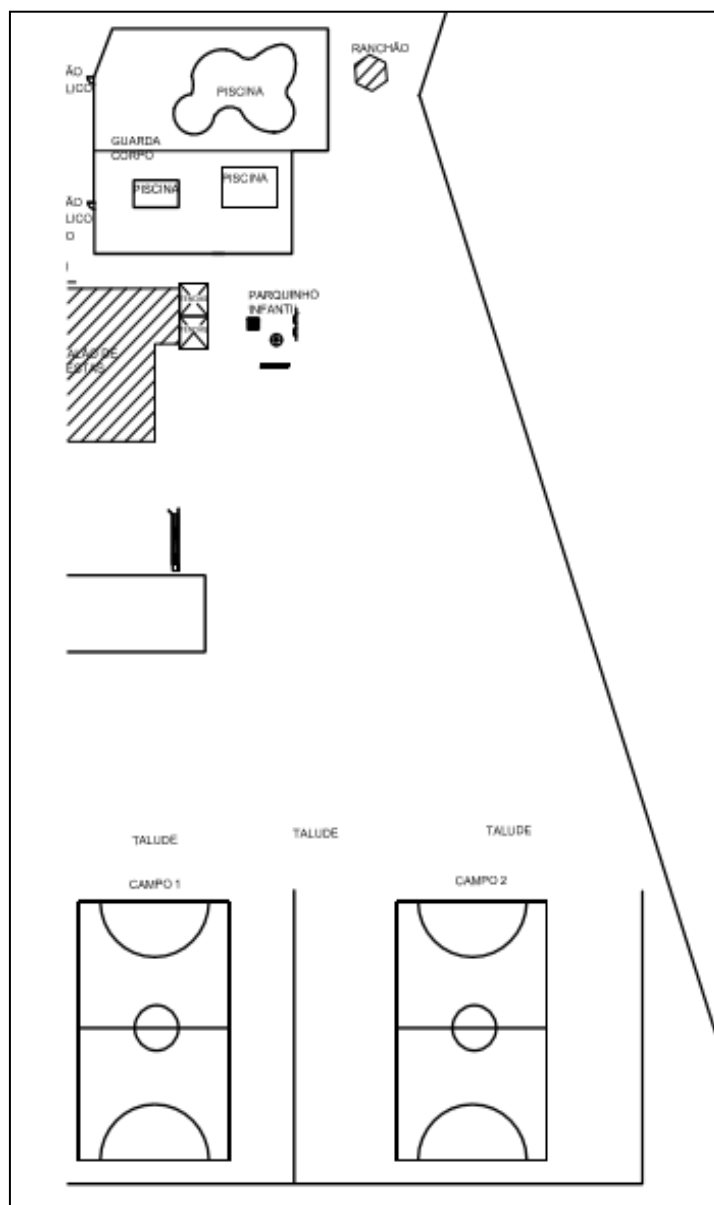
Fonte: autor (2016)

Figura 3 – Planta do local de estudo (centro)



Fonte: autor (2016)

Figura 4 – Planta do local de estudo (lado esquerdo)

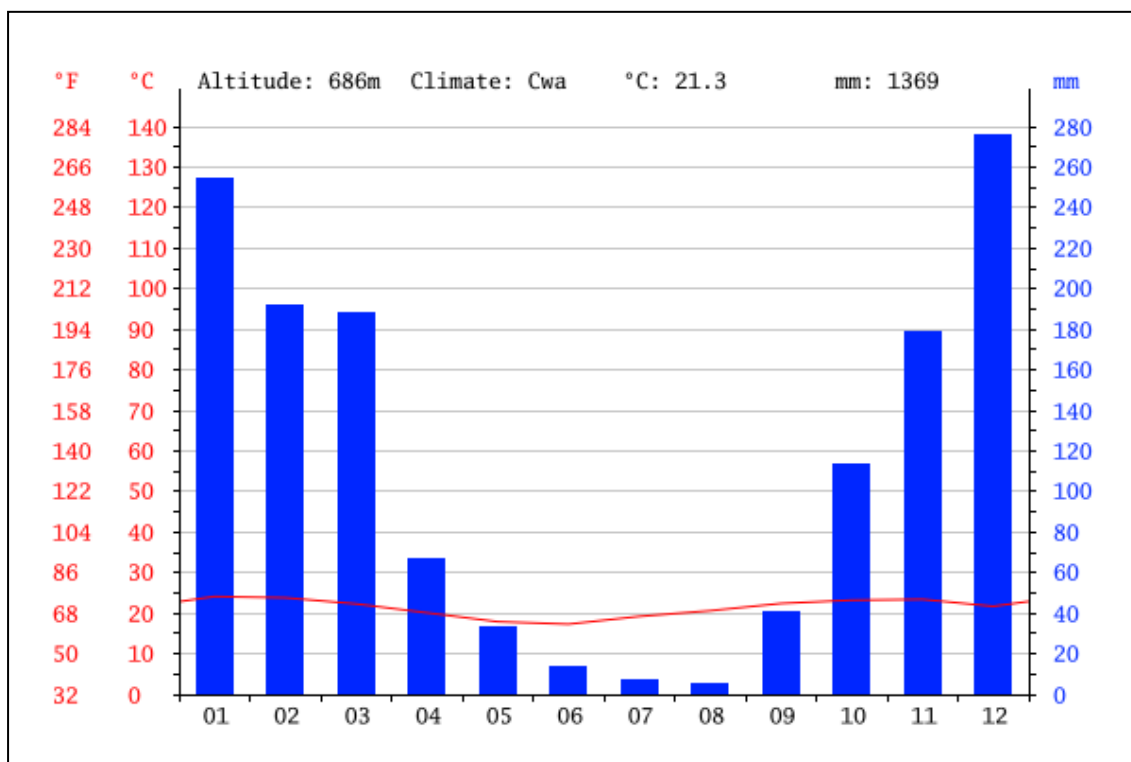


Fonte: autor (2016)

A pesquisa foi realizada no município de Bambuí, situado a  $20^{\circ} 1' 17''$  S de latitude e  $45^{\circ} 57' 39''$  W de longitude e 725 metros de altitude, pertence ao estado de Minas Gerais, com área de aproximadamente 1 455,8 km<sup>2</sup>. A cidade possui um clima subtropical úmido (ou tropical de altitude), com estação seca no inverno. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima de Bambuí é *Cwa*. Apesar de chover muito pouco durante os meses de inverno na região, podem ocorrer alterações devido a passagens de fortes frentes frias.

Através do gráfico de temperatura e precipitação a seguir, pode-se notar que 5 mm é a precipitação do mês Agosto, que é o mês mais seco e apresentando uma média de 276 mm, o mês de Dezembro é o mês de maior precipitação, dados importantes para instalar o sistema de captação, pois não há precipitação durante o ano todo. Por isso precisa-se captar a maior quantidade de água possível, a fim de utilizá-la por um período maior de tempo.

Gráfico 1 - Gráfico climático de Bambuí



Fonte: Climate-data (2016)

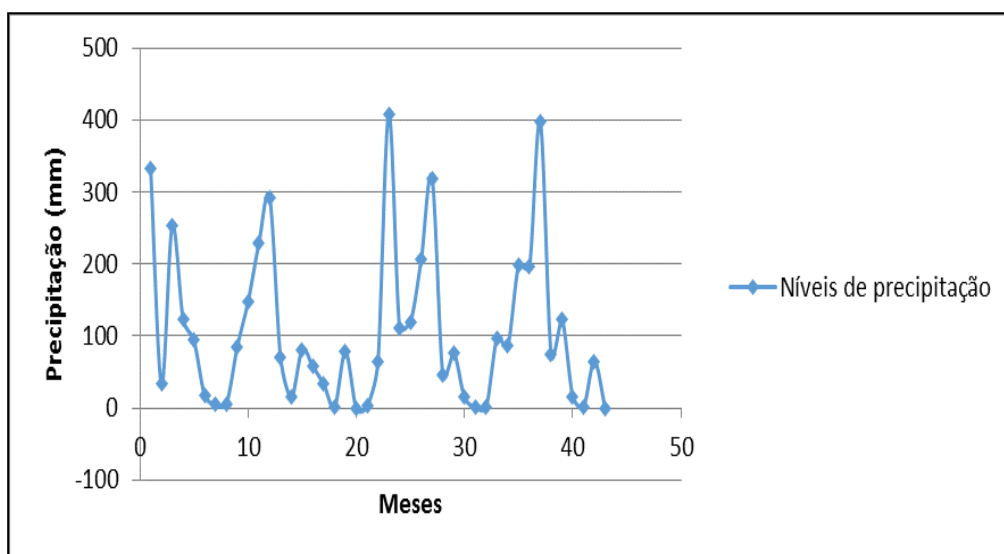
A precipitação pluviométrica possui uma grande importância entre pesquisadores e estudiosos, sendo ela caracterizada como uma variável climatológica de relevância para a região tropical. Devido sua importância, vários métodos para sua caracterização foram desenvolvidos, com intuito de entender seus impactos, sua intensidade suas tendências e também sua duração.

Para a caracterização das precipitações pluviais, são utilizadas técnicas estatísticas (análise de componentes principais – ACP, análise de agrupamento séries de Fourier, análise harmônica, distribuições de probabilidade e técnica

de Wavelet), Sensoriamento Remoto (SR) e também Modelagem Atmosférica (MA) para auxiliar nas análises meteorológicas e climáticas.

Dessa forma, o presente trabalho obteve seus dados quanto a precipitação pluviométrica da cidade, através do INMET, que é o Instituto Nacional de Meteorologia, durante o período de 01/01/2013 até 31/07/2016, sendo esses dados representados no GRAF. 2 a seguir:

Gráfico 2 – Precipitação pluviométrica (mm)

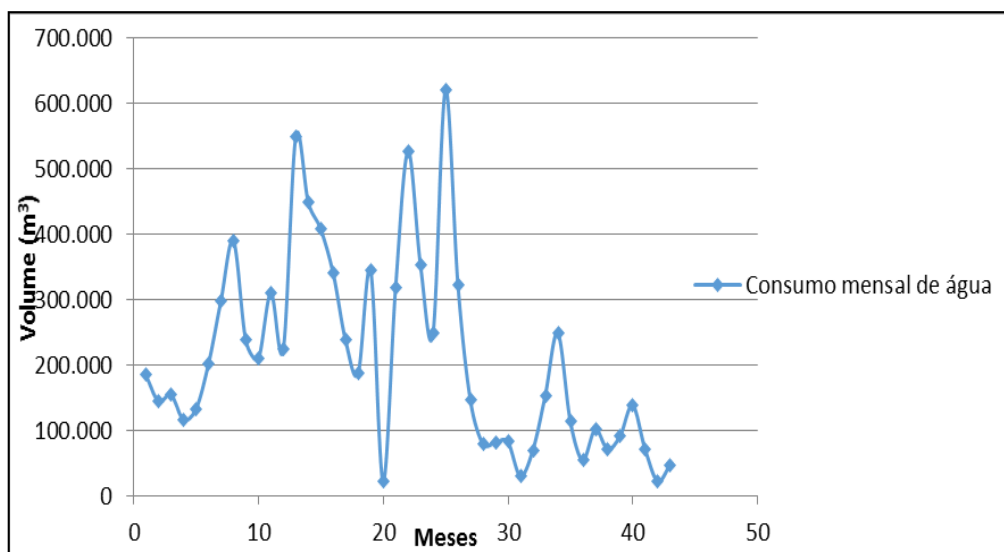


Fonte: autor (2016)

A partir dos dados analisados, no período já citado, obteve-se a média de precipitação, cujo valor corresponde a 106,4674 mm, tendo o ano de 2013 os maiores índices pluviométricos.

Foram coletados também os dados de consumo da água encanada no local de estudo, fornecidos pela Copasa, que é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais, durante o período de 01/01/2013 até 31/07/2016, como mostra o GRAF. 3:



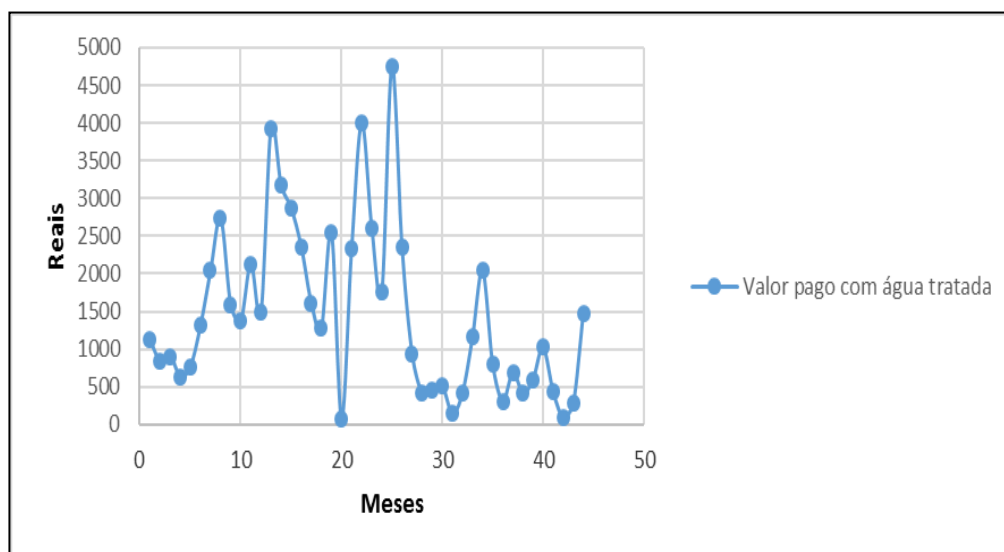
Gráfico 3 – Consumo mensal de água (m<sup>3</sup>)

Fonte: autor (2016)

Após análise do Gráfico 3, concluiu-se que o ano com maior consumo de água tratada foi 2014, devido às altas temperaturas registradas. Obteve-se a média geral de consumo, que foi de 213 093,00 m<sup>3</sup> de água.

Antes de optar pela melhor escolha de reservatório, verificou-se os gastos com água encanada no período estudado, fornecidos pela Copasa, como mostra o GRAF. 4, e calculou-se a média de despesas, que é de R\$ 1472,46 por mês.

Gráfico 4 – Gastos com água encanada (R\$)



Fonte: autor (2016)

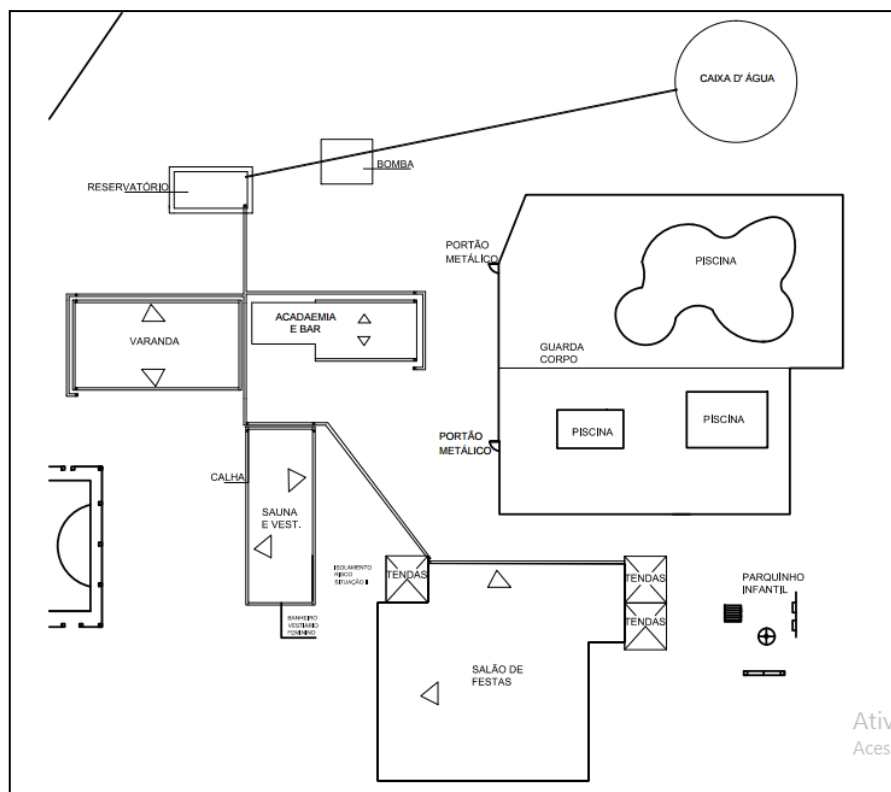
Para a captação da água pluvial, propôs-se o uso de calhas de 100mm, pois possuem uma vazão com o fluxo de água melhor, em todas as áreas demarcadas, próximas do local de implantação do reservatório e que atendem as necessidades de captação, como mostra a FIG. 2, resultando em 129 metros de calha, que levam a água coletada para o reservatório subterrâneo. Esse reservatório pode ser construído, com capacidade de 6750 litros, ou comprado, cuja capacidade é de 5000 litros. A capacidade do reservatório de ambos foi calculada a partir da média geral de consumo e do período analisado.

A água coletada sai do reservatório subterrâneo em direção à caixa d'água central, com o auxílio de uma bomba. Caso o reservatório subterrâneo exceda sua capacidade, há um tubo para escoamento do fluido excedente para seu lado exterior.

Utilizará a chuva captada em todas as atividades do local, sendo elas: limpeza, irrigação dos campos e jardins, banheiros e piscinas. Nos períodos onde há ausência de precipitação pluviométrica, os funcionários podem acionar um registro que será instalado na caixa d'água geral e que possibilita o uso da água tratada ou do poço.

Devido a fatores biológicos, nos quais o solo necessita da água para o aumento da sua umidade e elevação do lençol freático, não se instalou calhas em todos os prédios do local de estudo. No entanto, a captação de águas pluviais resulta na diminuição de custos, bem como na redução de desperdícios da água potável, além de reaproveitar de forma sustentável um tipo de água que seria desperdiçada, na ausência de um sistema de captação.

Figura 5 – Planta da área de implantação do sistema de captação



Fonte: autor (2016)

Analisou-se quatro orçamentos para a implantação do sistema de captação, com base nos gráficos 1, 2, 3 e 4, a fim de escolher a melhor alternativa que, possibilite um investimento com retorno rápido, redução dos custos com água encanada e maior aproveitamento da água coletada.

O primeiro estudo foi quanto à viabilidade de comprar o reservatório subterrâneo com capacidade de 5000 litros, como indica a TAB. 1. Nessa tabela também estão os gastos com os materiais para a implantação do sistema de captação, inclusive a bomba utilizada para levar a água do reservatório subterrâneo até a caixa d'água central, e o custo com a mão de obra necessária.

O segundo estudo é quanto a viabilidade de construir o reservatório subterrâneo com capacidade de 6750 litros, ou seja, 3 metros de comprimento; 1,5 metro de largura e 1,5 metro de altura. A TAB. 2 apresenta os gastos com os materiais de construção do reservatório, incluindo a mão de obra. Evidencia também os gastos de implantação do sistema de captação e a mão de obra necessária.

Tabela 1 - Gastos com implantação do sistema de captação (compra do reservatório)

Quantidade	Unidade	Material	Orçamento 1		Orçamento 2		Orçamento 3		Orçamento 4	
			Valor unitário	Total	Valor unitário	Total	Valor unitário	Total	Valor unitário	Total
1		reservatório Forte Leve 5000 LT	-	R\$ 1.300,00	-	R\$ 2.320,00		R\$ 2.126,18	-	R\$ 2.056,00
		pedreiro	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00		R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00
1		registro Deca 1'	R\$ 42,50	R\$ 42,50	R\$ 57,20	R\$ 57,20	R\$ 48,80	R\$ 48,80	R\$ 59,90	R\$ 59,90
2		adaptadores tigre 1'	R\$ 1,50	R\$ 3,00	R\$ 1,50	R\$ 3,00	R\$ 1,39	R\$ 2,78	R\$ 1,90	R\$ 3,80
18	metros	tubo 32mm	R\$ 4,00	R\$ 72,00	R\$ 26,10	R\$ 469,80	R\$ 32,75	R\$ 589,50	R\$ 8,90	R\$ 160,20
2		junção 100mm (T)	R\$ 10,00	R\$ 20,00	R\$ 17,60	R\$ 35,20	R\$ 19,92	R\$ 39,84	R\$ 15,90	R\$ 31,80
1		joelho 45° 100mm	R\$ 5,00	R\$ 5,00	R\$ 6,50	R\$ 6,50	R\$ 8,23	R\$ 8,23	R\$ 4,40	R\$ 4,40
33		joelho 90° 100mm	R\$ 4,00	R\$ 132,00	R\$ 5,30	R\$ 174,90	R\$ 7,39	R\$ 243,87	R\$ 4,40	R\$ 145,20
12		tubos de 6m (100mm)	R\$ 45,00	R\$ 540,00	R\$ 49,90	R\$ 598,80	R\$ 54,73	R\$ 656,76	R\$ 8,90	R\$ 106,80
66		anel de 100mm	R\$ 2,00	R\$ 132,00	R\$ 15,00	R\$ 990,00	R\$ 1,28	R\$ 84,48	R\$ 2,20	R\$ 145,20
33		luva de 100mm	R\$ 4,00	R\$ 132,00	R\$ 4,20	R\$ 138,60	R\$ 5,62	R\$ 185,46	R\$ 4,50	R\$ 148,50
1		lixa 100mm	R\$ 1,50	R\$ 1,50	R\$ 1,30	R\$ 1,30	R\$ 1,00	R\$ 1,00	R\$ 1,30	R\$ 1,30
1		cola pincel	R\$ 10,50	R\$ 10,50	R\$ 9,90	R\$ 9,90	R\$ 8,50	R\$ 8,50	R\$ 17,90	R\$ 17,90
22		calha 100mm (6m)		R\$ 348,00		R\$ 348,00		R\$ 348,00		R\$ 348,00
4		joelho soldável 32mm	R\$ 1,50	R\$ 6,00	R\$ 1,80	R\$ 7,20	R\$ 1,68	R\$ 6,72	R\$ 2,20	R\$ 8,80
1		tubo 75 mm	R\$ 42,00	R\$ 42,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 52,80	R\$ 52,80	R\$ 7,90	R\$ 7,90
		implantação de tubos	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00
		bomba	-	R\$ 450,00	-	R\$ 450,00	-	R\$ 450,00	-	R\$ 450,00
		Total		R\$ 8.236,50		R\$ 10.655,40		R\$ 9.852,92		R\$ 8.695,70

Fonte: autor (2016)

Tabela 2 - Gastos com implantação do sistema de captação (construção do reservatório)

Quantidade	Unidade	Material	Orçamento 1		Orçamento 2		Orçamento 3		Orçamento 4	
			Valor unitário	Total	Valor unitário	Total	Valor unitário	Total	Valor unitário	Total
185		bloco 0,20	R\$ 2,20	R\$ 407,00	R\$ 2,32	R\$ 429,20	R\$ 2,00	R\$ 370,00	R\$ 2,70	R\$ 499,50
6		barra de ferro 3/8	R\$ 30,00	R\$ 180,00		-	R\$ 34,30	R\$ 205,80	R\$ 35,90	R\$ 215,40
6		barra 5.0	R\$ 8,00	R\$ 48,00	R\$ 8,95	R\$ 53,70	R\$ 8,75	R\$ 52,50	R\$ 9,90	R\$ 59,40
2	kg	arame pré cozido G18	R\$ 8,00	R\$ 16,00	R\$ 8,00	R\$ 16,00	R\$ 7,00	R\$ 14,00	R\$ 8,90	R\$ 17,80
1	kg	arame de forma G14	R\$ 8,00	R\$ 8,00	R\$ 6,50	R\$ 6,50	R\$ 7,00	R\$ 7,00	R\$ 8,90	R\$ 8,90
20		sacos de cimento	R\$ 16,50	R\$ 330,00	R\$ 17,50	R\$ 350,00	R\$ 19,80	R\$ 396,00	R\$ 18,33	R\$ 366,60
1,5	metros	areia grossa	R\$ 95,00	R\$ 142,50	R\$ 107,00	R\$ 160,50	R\$ 90,00	R\$ 135,00	R\$ 99,90	R\$ 149,85
1,5	metros	areia brita	R\$ 80,00	R\$ 120,00	R\$ 83,40	R\$ 125,10	R\$ 90,00	R\$ 135,00	R\$ 77,00	R\$ 115,50
0,5	metros	areia fina	R\$ 135,00	R\$ 67,50	R\$ 105,00	R\$ 52,50	R\$ 102,00	R\$ 51,00	R\$ 99,90	R\$ 49,95
5	sacos	cal	R\$ 7,50	R\$ 37,50	R\$ 7,70	R\$ 38,50	R\$ 6,50	R\$ 32,50	R\$ 7,45	R\$ 37,25
		pedreiro	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00
1		registro Deca 1'	R\$ 42,50	R\$ 42,50	R\$ 57,20	R\$ 57,20	R\$ 48,80	R\$ 48,80	R\$ 59,90	R\$ 59,90
2		adaptadores figre 1'	R\$ 1,50	R\$ 3,00	R\$ 1,50	R\$ 3,00	R\$ 1,39	R\$ 2,78	R\$ 1,90	R\$ 3,80
18	metros	tubo 32mm	R\$ 4,00	R\$ 72,00	R\$ 26,10	R\$ 469,80	R\$ 32,75	R\$ 589,50	R\$ 8,90	R\$ 160,20
2		junção 100mm (T)	R\$ 10,00	R\$ 20,00	R\$ 17,60	R\$ 35,20	R\$ 19,92	R\$ 39,84	R\$ 15,90	R\$ 31,80
1		Joelho 45° -100mm	R\$ 5,00	R\$ 5,00	R\$ 6,50	R\$ 6,50	R\$ 8,23	R\$ 8,23	R\$ 4,40	R\$ 4,40
33		Joelho 90° -100mm	R\$ 4,00	R\$ 132,00	R\$ 5,30	R\$ 174,90	R\$ 7,39	R\$ 243,87	R\$ 4,40	R\$ 145,20
12		tubos de 6m (100mm)	R\$ 45,00	R\$ 540,00	R\$ 49,90	R\$ 598,80	R\$ 54,73	R\$ 656,76	R\$ 8,90	R\$ 106,80
66		anel de 100mm	R\$ 2,00	R\$ 132,00	R\$ 15,00	R\$ 990,00	R\$ 1,28	R\$ 84,48	R\$ 2,20	R\$ 145,20
33		luva de 100mm	R\$ 4,00	R\$ 132,00	R\$ 4,20	R\$ 138,60	R\$ 5,62	R\$ 185,46	R\$ 4,50	R\$ 148,50
1		lixa 100mm	R\$ 1,50	R\$ 1,50	R\$ 1,30	R\$ 1,30	R\$ 1,00	R\$ 1,00	R\$ 1,30	R\$ 1,30
1		cola pincel	R\$ 10,50	R\$ 10,50	R\$ 9,90	R\$ 9,90	R\$ 8,50	R\$ 8,50	R\$ 17,90	R\$ 17,90
22		calha 100mm (6m)		R\$ 348,00		R\$ 348,00		R\$ 348,00		R\$ 348,00
4		Joelho soldável 32mm	R\$ 1,50	R\$ 6,00	R\$ 1,80	R\$ 7,20	R\$ 1,68	R\$ 6,72	R\$ 2,20	R\$ 8,80
1		tubo 75 mm	R\$ 42,00	R\$ 42,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 52,80	R\$ 52,80	R\$ 7,90	R\$ 7,90
		implantação de tubos	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00	-	R\$ 2.500,00
		bomba	-	R\$ 450,00	-	R\$ 450,00	-	R\$ 450,00	-	R\$ 450,00
Total				R\$ 8.293,00		R\$ 9.567,40		R\$ 9.125,54		R\$ 8.159,85

Fonte: autor (2016)

A partir da análise das tabelas anteriores, nota-se que construir o reservatório subterrâneo é a opção mais barata. No entanto, levaria mais tempo para a implantação do sistema de captação. Por isso, pode-se optar pela compra do reservatório, com o propósito de começar a captação da água pluvial previamente.

Para uma análise melhor quanto a escolha do tipo de reservatório, calculou-se a viabilidade financeira pelo Método *Paybak* simples de acordo com a Equação 1, que consiste no tempo que o investidor precisa para recuperar o que investiu.

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Fluxo de caixa}} \quad (1)$$

Assim, calculando o *Payback* a partir dos orçamentos mais baratos do reservatório e do fluxo de caixa anual do local de estudo, obtém-se:

- Compra do reservatório: *payback* de 0,01056 ano.
- Construção do reservatório: *payback* de 0,01046 ano.

Em virtude da alta receita do local de estudo, é possível quitar os custos com a implantação do sistema de captação em menos de um ano.

A água pluvial recolhida, será utilizada na limpeza do local, bem como nos banheiros e na jardinagem, fazendo com que o investimento feito na implantação desse sistema seja viável, pois os gastos serão saldados em pouco tempo.

Para os meses onde o reservatório permanecer cheio, ou seja, meses com grandes índices pluviométricos, haverá total independência do local de estudo em relação à água fornecida pela companhia de saneamento. Já nos meses sem índices pluviométricos ou com baixos níveis haverão gastos com água tratada. Assim, os custos com água encanada são proporcionais a presença ou ausência de água pluvial.

Corroborou-se, portanto, que as vantagens do aproveitamento da água pluvial são inúmeras e acessíveis a todos. Os benefícios gerados são reais e é necessário o incentivo a políticas de incentivo para instalação de sistemas de captação da água da chuva.

## **9 CONCLUSÃO**

Devido ao grande desperdício de água potável, aproveitar a água pluvial tem sido uma forma bem importante de ajudar na sustentabilidade. Analisando quanto a viabilidade técnica do aproveitamento da água pluvial, constatou-se que com a implantação de um sistema de captação é possível dar um destino melhor para a água coletada. Ao término desse trabalho, conclui-se que a instalação de um sistema de captação da água pluvial é viável para o local estudado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Tasianny da Costa. **Análise da viabilidade do reaproveitamento de água pluvial para utilização em vasos sanitários**. 2012. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Materiais De Construção) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Campo Mourão, 2012.

AMORIM, Silmar Vieira de; PEREIRA, Daniel José de Andrade. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

BRASIL. Programa Água Brasil. **Como armazenar e utilizar a água da chuva**. Disponível em: <<http://www.blogaguabrasil.org.br/agua/como-armazenar-e-utilizar-a-agua-da-chuva/>>. Acesso em: 16 abr, 2016.

BRASIL. Climate-data. **Clima: Bambuí**. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/24989/>. Acesso em: 27 ago, 2016.

BRASIL. INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 17 set, 2016.

BRASIL. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. Disponível em: < <http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>. Acesso 22 out, 2016.

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios**. Disponível em: <[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/publicacoes/pub\\_art74.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art74.pdf)>. Acesso em: 23 abr, 2016.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.



FERNANDES, Diogo Robson; NETO, Vicente Batista de Medeiros; MATTOS, Karen Maria da Costa. **Viabilidade econômica do uso da água da chuva:** um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN / RN. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 27., 2007, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu, 2007.

GIDO, Jack; CLEMENTS, James P. **Gestão de projetos.** São Paulo: Thomson Learning, 2007.

GIL, A. C. **Como classificar as pesquisas.** In: Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas; 2002. p. 41-57.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Uso Racional da Água em Edificações.** Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

HELDMAN, Kim. **Gerência de projetos.** 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa. **Engenharia de produção:** minidicionário acadêmico. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.

KERZNER, Harold. **Gestão de projetos:** as melhores práticas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Águas & Águas.** Belo Horizonte: CRQ – MG, 2007.

MACHADO, C.J.S. 2004. **Reúso da água doce:** A crescente demanda por água tratada tem feito do reúso planejado de água um tema atual e de grande importância, principalmente na nova política nacional de recursos hídricos. Revista Eco 21, Ano XIV, Edição 86.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reúso de água.** São Paulo: Manole. 2003.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MAY, Simone; PRADO, Racine T. A. Estudo da qualidade da água de chuva para consumo não potável em edificações. In: **CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**, 1, 2004, São Paulo. São Paulo: 18-21 julho 2004.

MENEZES, Luís César. **Gestão de projetos**. 2009. Disponível em: <  
[http://www.catho.com.br/curso/elearning/biblioteca/g\\_projetos/textodeapoio.pdf](http://www.catho.com.br/curso/elearning/biblioteca/g_projetos/textodeapoio.pdf)>  
Acesso em: 28 out, 2016.

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo; SILVA, Maurício Costa Cabral da; RODRIGUES, Luana Di Beo. **Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado**. 2007, 37 p.

MIRANDA, Antonio Carlos de; GOMES, Haroldo Pereira; SILVA, Márcia Oliveira de. **Recursos Hídricos: a gestão das águas, a preservação da vida**. São Paulo: All Print Editora, 2006.

MOTA, Marcos B. Rezende; MANZANARES, Marina Dastre; SILVA, Rafael Augusto Lima. Viabilidade de reutilização de água para vasos sanitários. 2006. Revista Ciências do Ambiente On-Line. Vol. 2.

NEVES, M. Valente; BERTOLO, E.; ROSSA, S. Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos. In: Jornadas de Hidráulica Recursos Hídricos e Ambiente, 1., 2006, Porto. Porto, 2006.

\_\_\_\_\_. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. Project Management Institute. 5ª Ed. São Paulo: Saraiva. 2014.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. 72 p. Catalão: UFG, 2011.

PEREIRA, Leandro Roncato; PASQUALETTO, Antônio; MINAMI, Marco Y. M. **Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100m<sup>2</sup> de cobertura.** 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

PETRY, B.; BOERIU, P. **Environmental Impact Assessment. Water Quality Management Strategies for Sustainable Use of Water Resources 2000.** International Institute for Infrastructure, Hydraulic and Environmental Engineering. 2000.

REBOUÇAS, Aldo. **Uso inteligente da água.** São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

SANTOS, Celso Augusto Guimarães; MAGNO, Klissia; PALMEIRA, Mellyne; DANTAS, Renan; BRAGA, Isabelle Yruska de Lucena Gomes. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis.** Disponível em: <[http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex\\_xienid/x\\_enex/ANAIS/Area5/5CTDECPEX02.pdf](http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area5/5CTDECPEX02.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2016.

SILVA, Cássio Reis da. **Análise técnica e econômica da captação e reuso de águas pluviais em residências de Formiga – MG.** 2015. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Formiga – UNIFOR – MG, Formiga, 2015.

SILVA, Fabiano Cândido da. **Estudo do aproveitamento da água de chuva em condomínio residencial no município de Itapoá – SC.** 2014. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Especialização em Construções Sustentáveis) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Curitiba, 2014.

SOARES, D. A. F. et al. **Considerações a respeito da reutilização das águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1999. Anais. Vitória: ABRH, 1999. p.7. 1 CD – ROM.

TORRES, Oswaldo Fadigas Fontes. **Fundamentos da engenharia econômica e da análise econômica de projetos**. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

VAZ, Maria Lúcia Glueck. **Reúso da água pluvial: uma abordagem sustentável em edificações residenciais**. 2015. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Formiga – UNIFOR – MG. Formiga, 2015.

VERDADE, Jorge Henrique de Oliveira. **Aproveitamento de água das chuvas e reutilização de águas cinzentas**. 2008. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Do Porto, Porto, 2008.

VIOLA, Heitor. **Gestão de águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da cidade do samba**. 2008. 398 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

WERNECK, G. A. M., 2007, **Sistemas de utilização da água da chuva nas edificações**: o estudo de caso da aplicação em escola de Barra do Piraí. Dissertação de M.Sc., FAU/PROARQ/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZAGO, Camila Avozani; WEISE, Andreas Dittmar; HORNBURG, Ricardo André. **A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas**. Disponível em:  
<[http://www.convibra.com.br/2009/artigos/142\\_0.pdf](http://www.convibra.com.br/2009/artigos/142_0.pdf)> Acesso em: 28 out, 2016.