

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA CIVIL

ERICK LUIZ GODOY FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE
UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO BAIRRO
SANTA RITA, NO MUNICÍPIO DE MONSENHOR PAULO-MG**

**Varginha
2016**

ERICK LUIZ GODOY FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE
UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO BAIRRO
SANTA RITA, NO MUNICÍPIO DE MONSENHOR PAULO-MG**

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior.

**Varginha
2016**

ERICK LUIZ GODOY FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE
UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO BAIRRO
SANTA RITA, NO MUNICÍPIO DE MONSENHOR PAULO-MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, UNIS-MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

Orientador

Prof. Esp. Luana Ferreira Mendes

Marina Santos Tavares

OBS:

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades.
A minha namorada, Mariana, que me ajudou, auxiliando na pesquisa de campo deste trabalho e pela consciência de entender minha ausência nos momentos dedicados aos estudos.
A todos os meus familiares e amigos que sempre estarão presente em minha vida.
E ao meu orientador, Leopoldo, pelo suporte e pelas suas orientações e incentivos.

RESUMO

A viabilidade do uso de água de chuva é caracterizada pela diminuição da demanda de água fornecida pelas concessionárias de água, no caso do município de Monsenhor Paulo, pela COPASA, tendo como consequência a diminuição de custos com água potável e a redução do risco de enchentes em caso de chuvas fortes ou prolongadas. No processo de captação de água de chuva, são utilizadas as áreas dos telhados, desprezando a primeira água de chuva que cai sobre o telhado, pois essa água apresenta um grau de contaminação bastante elevado. A água de chuva coletada através de calhas e condutores é armazenada em reservatórios, essa água deverá ser utilizada somente para consumo não potável, como em bacias sanitárias, em rega de jardins e lavagem de veículos. Este trabalho trata do estudo da viabilidade técnica e econômica de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva. A viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, área de captação e demanda. O reservatório de água de chuva é o componente de maior custo do sistema, por isso deve ser projetado de acordo com as necessidades dos usuários e com a disponibilidade pluviométrica da região do estudo para dimensioná-lo da maneira correta, sem inviabilizar o sistema. Baseado nos resultados encontrados pode-se enfim realizar o estudo da viabilidade técnica e econômica do sistema através do tempo de retorno do investimento. Neste estudo foi possível avaliar que, para uma residência de 3 a 4 pessoas e com área de 150 m² a 200m², o projeto de aproveitamento de água de chuva se torna viável tecnicamente e economicamente.

Palavras-chaves: Aproveitamento de Água de Chuva. Viabilidade Econômica. Diminuição de Custos.

ABSTRACT

The viability of rain water use is characterized by decreased water demand provided by water utilities in the case of the city of Monsignor Paul, COPASA, resulting in the reduction of costs with drinking water and reducing the risk of floods in case of heavy or prolonged rains. In the process of rainwater catchment, areas of roofs are used, despising the first rainwater that falls on the roof, because the water has a very high degree of contamination. The rainwater collected by gutters and conductors is stored in reservoirs, the water should be used only for non-potable consumption, such as toilets in garden watering and car washing. This work deals with the study of the technical and economic feasibility of implementation of rainwater utilization system. The viability of the system basically depends on three factors: rainfall, capture and demand area. The rainwater tank is the largest cost component of the system, so it should be designed according to the needs of users and the availability of rainfall in the study area to scales it the right way, without derail the system. Based on the findings can finally conduct the study of the technical and economic feasibility of the system through the return on investment of time. In this study it was possible to evaluate that, for a residence of 3 to 4 people and with an area of 150 m² to 200m², the rainwater utilization project becomes technically and economically feasible.

Keywords: Rainwater Utilization. Economic viability. Cost reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Sistema de Fluxo Total.....	16
Figura 02 – Sistemas com Derivação.....	17
Figura 03 – Sistemas com Volume de Retenção	18
Figura 04 – Sistemas com Infiltração	18
Figura 05 – Localização de Monsenhor Paulo na região de MG	28
Figura 06 – Imagem por satélite do Bairro Santa Rita.....	29
Figura 07 – Entrevista com dos residentes do Bairro em estudo.....	36
Figura 08 – Fotografia do histórico de consumo da conta de água	37
Figura 09 – Faixas de consumo de água pela COPASA.....	37
Figura 10 – Questionário preenchido.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões.	14
Tabela 2 - Regiões do Brasil com áreas em km ² e população.	14
Tabela 3 - Desagregação da água em uma residência.	21
Tabela 4 - Parâmetros de qualidade de água para uso não potável.	25
Tabela 5 - Frequência de manutenção.	26
Tabela 6 - Média de precipitação mensal para Monsenhor Paulo em milímetros (mm).	29
Tabela 7 - Divisão de áreas e de residências do Bairro Santa Rita.	30
Tabela 8 - Tarifas cobradas pela concessionária na categoria residencial.	32
Tabela 9 - Preços de cisterna.	33
Tabela 10 - Resultados obtidos para o potencial de captação de água de chuva.	35
Tabela 11 - Resultado obtido para equação do método de Rippl.	39
Tabela 12 - Resultados dos volumes de água pluvial com o método prático australiano.	41
Tabela 13 - Resultados dos volumes do reservatório com o método prático australiano.	42
Tabela 14 - Comparação dos volumes obtidos.	42
Tabela 15 - Demanda mensal não potável.	43
Tabela 16 - Resultado do volume mensal de chuva captada pelas diferentes áreas de captação.	44
Tabela 17 - Volume do reservatório para área de captação de 50m ²	44
Tabela 18 - Volume do reservatório para área de captação de 50m ²	45
Tabela 19 - Volume do reservatório para área de captação de 150m ²	45
Tabela 20 - Volume do reservatório para área de captação de 200m ²	46
Tabela 21 - Volume de reservatório em m ³ segundo método de Rippl.	46
Tabela 22 - Orçamento estimado para os reservatórios.	47
Tabela 23 - Valor pago e economia gerada.	48
Tabela 24 - Tempo de retorno em anos do investimento.	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.2 Objetivo	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Justificativa	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Disponibilidade Hídrica no Mundo	13
2.2 Água Doce no Brasil	13
2.3 Aproveitamento de Água de Chuva no Brasil	14
2.4 Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva	16
2.4.1 Tipos de Sistemas.....	16
2.4.1.1 Sistema de Fluxo Total	16
2.4.1.2 Sistema com Derivação	17
2.4.1.3 Sistema com Volume de Retenção	17
2.4.1.4 Sistema com Infiltração	18
2.5 Componentes de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva	18
2.5.1 Área de Captação	19
2.5.2 Calhas e Condutores.....	19
2.5.3 By Pass	19
2.5.4 Peneiras.....	19
2.5.5 Reservatórios.....	20
2.5.6 Extravasor	20
2.5.7 Bomba fotovoltaica	20
2.6 Previsão do Consumo de Água não Potável	21
2.7 Dimensionamento do Reservatório	21
2.7.1 Método de Rippl.....	21
2.7.2 Método da simulação.....	22
2.7.3 Método Azevedo Neto.....	23
2.7.4 Método prático alemão	23
2.7.5 Método prático inglês	24
2.7.6 Método prático australiano	24
2.8 Qualidade da Água de Chuva	25
2.9 Pesquisa de campo	26
2.10 Plano de Manutenção	26
2.10 Viabilidade Econômica	26
3 METODOLOGIA	28
3.1 Local de Estudo	28
3.2 Dados Hidrológicos da Região	28
3.3 Estimativa da Área Média de Captação de Água de Chuva	29
3.4 Potencial de Captação	30
3.5 Reservatório	30
3.6 Pesquisa de Campo	30
3.6.1 Número médio de habitante por residência	31
3.6.2 Levantamento do consumo médio de água potável	31
3.6.3 Levantamento da demanda de água não potável.....	31

3.7 Tarifas Aplicadas pela Concessionária de Água	32
3.8 Simulação dos Custos para a Implantação do Sistema de Captação de Água de	32
3.8.1 Reservatório de polietileno	33
3.8.2 Mão de obra utilizada	33
3.8.3 Tubulação	34
3.8.4 Sistema Fotovoltaico	34
3.8.5 Manutenção do Sistema.....	34
3.9 Cálculo do Tempo de Retorno	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1 Área de Captação	35
4.2 Potencial de Captação	35
4.3 Número de Habitantes por Residência	35
4.4 Consumo Médio de Água Potável.....	35
4.5 Cálculo da Demanda de Água não Potável.....	38
4.6 Dimensionamento de reservatório segundo Método de Rippl	39
4.7 Dimensionamento de reservatório segundo Método da simulação.....	40
4.8 Dimensionamento de reservatório segundo Método Azevedo Neto.....	40
4.9 Dimensionamento de reservatório segundo Método prático Alemão	40
4.10 Dimensionamento de reservatório segundo Método prático inglês	41
4.11 Dimensionamento de reservatório segundo Método prático australiano	41
4.12 Comparação dos diferentes Métodos.....	42
4.13 Método de Cálculo de Reservatório Adotado.....	42
4.14 Dimensionamento dos Reservatórios pelo Método de Rippl.....	43
4.15 Orçamento para a Implantação do Sistema de Captação de Água de Chuva	47
4.16 Simulação do Valor Cobrado Pela Concessionária e Economia Gerada	47
4.17 Tempo de Retorno.....	48
6 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE A – Série Histórica Pluviométrica de Monsenhor Paulo (1969/1999)	54
APÊNDICE B – Resultado Fonal da Pesquisa de Campo	56
APÊNDICE C – Questionário	59
APÊNDICE D – Estimativa Orçamentária para a Instalação do Sistema de Aproveitamento de água de Chuva	60

1 INTRODUÇÃO

Água, recurso essencial e de suma importância para a manutenção da vida no planeta, e devido a isso deve ser utilizada conscientemente e racionalmente. Sem ela a atmosfera, o clima, a vegetação, a fauna e todos os seres vivos não existiriam. A água é, portanto, um recurso natural renovável e com essencial consideração para o desenvolvimento dos ecossistemas. Além de ser também um dos principais fatores do desenvolvimento, e considerada um bem econômico, pois a sua escassez pode paralisar uma região. Trata-se de um bem vital e deve ser protegida, conservada e bem utilizada. (TOMAZ, 2003)

Entretanto, devido ao grande avanço no setor tecnológico e a grande expansão demográfica têm gerado diversas atividades humanas que contribuem para uma maior demanda de uso de água, com isso, a qualidade da água disponível para captação encontra-se comprometida em vários lugares, devido a vários tipos de poluição. Fator este, que afeta os principais rios, lagos e represas, onde a maioria da população vive, encaminhando a problemas de saúde, e a falta na oferta dos recursos hídricos disponíveis.

Em virtude da escassez da água potável, um sistema já vem sendo utilizado: a coleta, reservação e utilização de água de chuva, nos centros urbanos e rurais, para uso não potável, como a lavagem de roupas, irrigação de jardins, limpeza de pisos e pátios, descarga de vasos sanitários e reserva de incêndio, entre outras utilidades. Em diversos países no mundo esse sistema já vem sendo bastante utilizado. (TOMAZ, 2003)

A captação de água de chuva é uma prática ambientalmente sustentável, pois além de reservar a água para uso, o que preserva a água potável para fins onde ela se faz realmente necessária, também recolhe a água que escoaria pelas vias, impedindo alagamentos nas cidades. (PHILIPPI, 2003)

Atualmente vem-se buscando a prática de aproveitamento de água pluvial no Brasil, o grande problema está na viabilidade de implantação do sistema. Este trabalho pretende abordar a utilização da água pluvial em uma residência para fins onde sua potabilidade não é necessária. Além disso, avaliar a economia no consumo de água potável se implantado o sistema de captação de água de chuva. Será apresentado um estudo de caso para o município de Monsenhor Paulo, situado no Sul de Minas Gerais.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo da viabilidade técnica e econômica do projeto de aproveitamento de água de chuva.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar índices pluviométricos, conforme séries históricas e fazer o cálculo da média pluviométrica mensal do município de Monsenhor Paulo;
- Levantar a área média de telhado e número médio de habitantes por residência;
- Caracterizar os tipos de uso não potáveis onde a água de chuva possa ser utilizada;
- Calcular e adotar o melhor volume do reservatório pelos diferentes métodos de dimensionamento apresentados pela NBR 15527/07;
- Estimar custos das atividades e serviços de implantação do projeto;
- Realizar o cálculo do tempo de retorno do investimento.

1.3 Justificativa

De acordo com May (2004), as informações a respeito do risco de escassez de água no mundo vêm gerando uma preocupação e conseqüentemente uma conscientização cada vez maior da população com relação à utilização desse recurso. A água potável encontrada na natureza é um recurso essencial para a manutenção da vida no nosso planeta, sendo um meio primordial para a existência dos seres vivos. No entanto esse recurso tem se tornado cada vez mais escasso, devido ao crescimento populacional exacerbado e desordenado, que é a principal causa do aumento do consumo de água, principalmente nos grandes centros urbanos.

Desta forma, justifica-se este trabalho pelo fato de que o aproveitamento da água de chuva, um sistema pouco utilizado em pequenas cidades como Monsenhor Paulo, poderá apresentar uma grande contribuição à natureza e ao bolso da população. Evitando desperdícios com água potável, e contribuindo para diminuir os problemas de escassez dos recursos hídricos, além de tornar o município mais sustentável.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Disponibilidade Hídrica no Mundo

Segundo Philippi (2003) o crescimento demográfico, associado ao conjunto das atividades humanas, cada vez mais diversificado, vem exigindo atenção maior às necessidades de uso de água para as mais diversas finalidades.

A água é um recurso finito e um tema bastante discutido nos últimos anos, segundo pesquisas será previsto à sua falta para a população mundial. É pertinente ressaltar que:

No mundo 97,5% da água é salgada. A água doce somente corresponde aos 2,5% restantes. Porém 69,9% da água doce estão congelados nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas. (TOMAZ, 2003)

Ainda Tomaz (2003), afirma que de toda água doce disponível no mundo, 29,9% é água subterrânea, somente 0,266% dessa água corresponde aos rios, lagos e reservatórios.

Nosso planeta é dividido em cinco continentes, e a água doce está concentrado em sua maioria no continente Asiático e na América do Sul, sendo o Brasil o país com maior disponibilidade hídrica.

O Brasil apresenta uma vazão média de 177.900 m³/s, enquanto toda a América do Sul apresenta média de 334.000 m³/s, ou seja, corresponde a 53% desta vazão. O Brasil, em relação ao mundo, possui 12% da produção hídrica da superfície (TOMAZ, 2003).

2.2 Água Doce no Brasil

May (2004), afirma que o Brasil é um país onde há um desequilíbrio entre a oferta e a necessidade de água, ou seja, onde está concentrada a maior disponibilidade hídrica, é também onde se encontra a menor densidade demográfica e vice-versa.

Podemos verificar a distribuição de água no Brasil na tabela 1.

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões.

Regiões do Brasil	Vazão (km³/s)	Porcentagem (%)
Norte	3845,5	68,5
Nordeste	186,2	3,3
Sudeste	334,2	6,0
Sul	365,4	6,5
Centro-Oeste	878,7	15,7
Total	5610	100

Fonte: Tomaz (2003)

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), a área em km² e população do Brasil, no ano de 2010 estão contidas na tabela 2.

Tabela 2 - Regiões do Brasil com áreas em km² e população.

Regiões do Brasil	Área (km²)	População 2010	Porcentagem da População (%)
Norte	3.853.397,20	15.800.000	8,29
Nordeste	1.554.257,00	53.081.950	27,85
Sudeste	924.511,30	80.364.410	42,16
Sul	576.409,60	27.300.000	14,32
Centro-Oeste	1.604.850,00	14.058.094	7,38
Total	8.513.425,10	190.604.454	100,00

Fonte: Adaptado, IBGE (2010)

De acordo com os dados das tabelas apresentadas, pode-se observar que a região Norte tem 68,5% da água de todo Brasil, embora sua população seja de apenas 8,29% de toda população Brasileira.

E que no Sudeste a população chega a 42,16% do total, com disponibilidade de apenas 6% de água doce disponível.

2.3 Aproveitamento de Água de Chuva no Brasil

Conforme Neto (2013 apud Bregalda, 2014), no Brasil, o uso de água de chuva já ocorre há muitos anos, porém a captação em cidades, visando o aproveitamento em usos diversos, ainda é modesto. Já existe um amplo conhecimento tecnológico no Brasil, que deve

ser aplicado para o aproveitamento de água de chuva, a fim de melhorar a relação de custo/benefício, maximizar a segurança sanitária dos sistemas e assegurar uma boa qualidade da água.

O Brasil é um país privilegiado, pois encontra em seu território a maior reserva de água doce do mundo. Sendo no Rio Amazonas, Paraná e São Francisco. Porém a distribuição não é igualitária, pois em regiões como nordeste, que vive um grande período de seca, a água torna-se necessária. Pesquisas mostram diversas maneiras de economizar esse recurso natural, tais como o aproveitamento da água de chuva.

Segundo Nogueira (2003 apud Deves, 2008), a água da chuva é considerada pela legislação brasileira como esgoto, pois ela usualmente vai dos telhados, e dos pisos para as bocas de lobo, onde carrega impurezas dissolvidas ou arrastadas para um rio que pode ser o local de captação de água para tratamento e posterior consumo.

Pesquisas realizadas afirmam que somente as primeiras águas das chuvas carregam dejetos, ácidos e impurezas, porém na medida em que ela cai, vai perdendo essas impurezas tornando uma água que pode ser aproveitada.

Os objetivos do manejo das águas pluviais em áreas urbanas são basicamente três: Quantidade de água, qualidade, preservação do meio ambiente. (TOMAZ, 2011)

O aproveitamento de águas pluviais é uma forma econômica e eficaz que pode garantir mais abundância aos seres vivos, podendo melhorar as questões comumente de enchentes no Brasil, e além dessas vantagens é um processo acessível e barato. Ressalta Tomaz que:

Ainda Tomaz (2011), diz que na prática podemos controlar enchentes e também a qualidade das águas pluviais, sendo que isto se pode chamar de critério unificado. Um reservatório de detenção estendido é um exemplo moderno de aplicação do critério unificado, pois além do controle de enchentes, melhora a qualidade das águas pluviais usando basicamente a sedimentação.

Existe uma norma brasileira específica que fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, que é a NBR 15527 de 2007.

Em Lavras - MG, há uma lei que determina que todos os projetos de prédios residenciais e industriais precisam ter um sistema de aproveitamento de água de chuva. Essa medida foi tomada devido aos mananciais de abastecimento de água apresentar níveis muitos baixos. (G1, 2015)

Acredita-se que a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva em regiões urbanas e rurais torna-se viável pelas questões de sustentabilidade e pela consciência do racionamento de água potável.

2.4 Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva

Para o aproveitamento de água de chuva deve-se considerar para seus diferentes sistemas, as vantagens e desvantagens, as previsões de consumo, seus componentes, a qualidade, o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de Runoff, o dimensionamento do reservatório, o plano de manutenção e a sua viabilidade econômica.

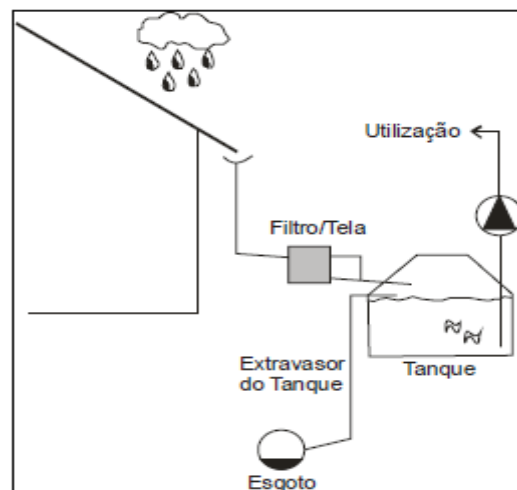
2.4.1 Tipos de Sistemas

Atualmente existem diferentes maneiras para captar a água da chuva, cada sistema possui sua especialidade. Destacam-se alguns desses sistemas, conforme serão apresentados nos próximos itens.

2.4.1.1 Sistema de Fluxo Total

Esse sistema consiste em conduzir o fluxo total de água de chuva para um tanque de armazenamento, passando por uma tela ou um filtro, o extravasamento para o sistema de drenagem ocorre somente quando o tanque está cheio. Conforme figura 1.

Figura 1 - Sistema de fluxo total.

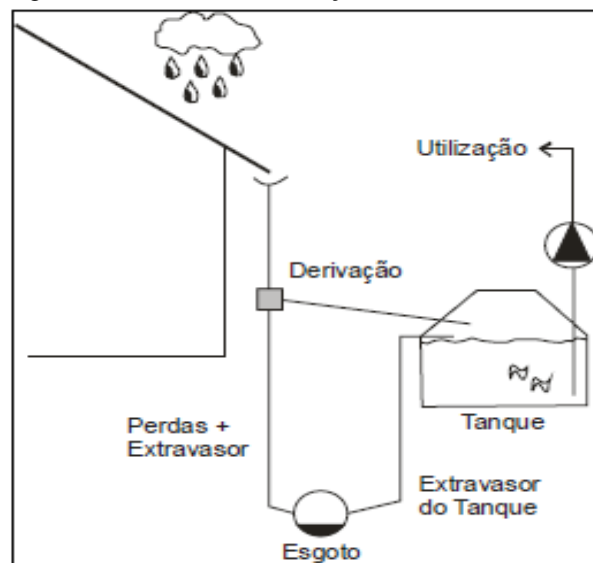


Fonte: Herrmann e Schmida (1999) apud Bregalda (2014)

2.4.1.2 Sistema com Derivação

Esse sistema também denominado autolimpante, possui uma derivação instalada no condutor vertical após a calha que direciona o descarte da primeira água de chuva (first flush) para o sistema de drenagem. Na maioria dos casos, instala-se um filtro ou tela na derivação. Equivalente ao sistema anterior, a água da chuva que transborda do tanque de armazenamento é extraviada para o sistema de drenagem. Conforme figura 2.

Figura 2 - Sistema com derivação.

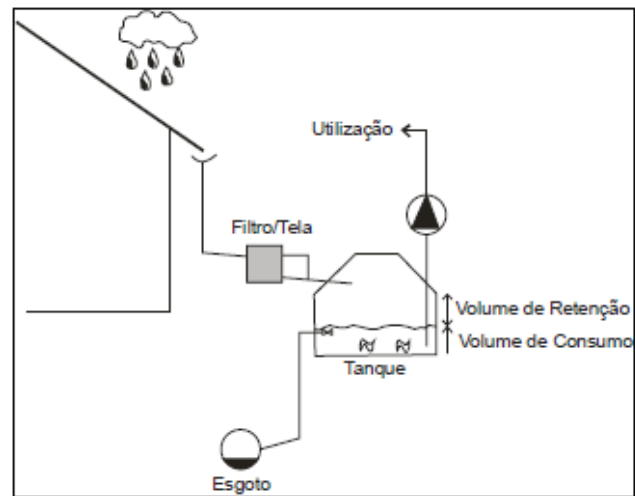


Fonte: Herrmann e Schmida (1999) apud Bregalda (2014)

2.4.1.3 Sistema com Volume de Retenção

Nesse sistema o tanque de armazenamento apresenta um volume adicional para retenção dos excessos de água pluviais, a fim de suprir a demanda que se tem na edificação e ao mesmo tempo evitar inundações. Conforme figura 3.

Figura 3 - Sistema com volume de retenção.

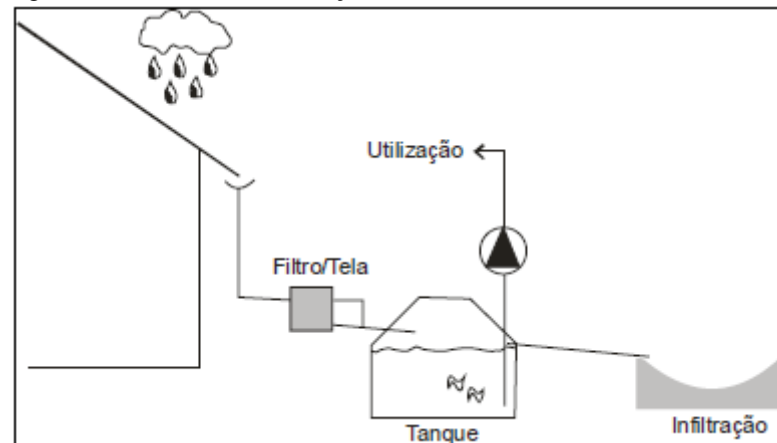


Fonte: Herrmann e Schmida (1999) apud Bregalda (2014)

2.4.1.4 Sistema com Infiltração

Nesse sistema o excesso de escoamento de água de chuva coletada é direcionado para um filtro ou tela, e logo após encaminhada para um local de infiltração no solo, ao invés de ser conduzido para a rede de drenagem, auxiliando na recuperação do balanço hídrico original. Conforme figura 4.

Figura 4 - Sistema com infiltração.



Fonte: Herrmann e Schmida (1999) apud Bregalda (2014)

2.5 Componentes de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva

De acordo com Tomaz (2003), para o aproveitamento de água de chuva são primordiais alguns componentes, sendo eles: área de captação, calhas e condutores, by pass, peneira, reservatório, extravasor.

2.5.1 Área de Captação

São as coberturas das edificações, que podem ser de diversos tipos, entre elas: telhas cerâmicas, de fibrocimento, de zinco, de ferro galvanizado, de concreto armado, de plástico, revestido com manta asfáltica ou lajes impermeáveis.

Conforme a NBR 10844/89, no cálculo da área de contribuição, deve-se considerar a inclinação da cobertura e às paredes que interceptem água da chuva que será drenada pela cobertura.

2.5.2 Calhas e Condutores

Segundo a NBR 10844/89, as calhas e condutores horizontais e verticais tem a função de coletar a água proveniente da chuva e direcioná-la a um tanque de armazenamento, filtro e/ou sistema de drenagem. Os dimensionamentos são baseados em vazões de projeto para determinado período de retorno e intensidade pluviométrica.

Para a captação da água de chuva pode-se utilizar calhas e condutores de PVC ou metálicos.

2.5.3 By Pass

Os primeiros minutos de chuva, a água contém sujeiras provenientes dos telhados e podem ser removidas manualmente com uso de tubulações, as quais podem ser desviadas dos reservatórios ou automaticamente através de dispositivo autolimpante em que não necessita realizar nenhuma operação.

De acordo com a NBR 15527/07, pode-se ser instalado um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial (first flush), recomendando-se que este dispositivo seja automático.

2.5.4 Peneiras

Segundo a NBR 15527/07 deve instalar dispositivos para remoção de detritos, e que se pode utilizar para esse fim as grades e telas, desde que atendam à ABNT NBR 12213.

Segundo Tomaz (2003), para remover o material em suspensão, usa-se peneiras com telas de 0,2 mm a 1,0 mm.

2.5.5 Reservatórios

Tomaz (2003), diz que os reservatórios podem ser apoiados, enterrados ou elevados em relação ao solo. Quanto ao material, podem ser de alvenaria, plásticos ou de concreto armado.

De acordo com a NBR 15527/07, os reservatórios devem atender à ABNT NBR 12217. E devem ser considerados no projeto o uso de extravasor, dispositivos de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

Ainda sobre a NBR 15527/07, o volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base nos critérios técnicos e ambientais. Além disso, a água de chuva reservada deve ser protegida da incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam eventualmente adentrar o reservatório.

2.5.6 Extravasor

Segundo Tomaz (2003), deve-se ser instalado no reservatório um extravasor (ladrão) para direcionar o excesso da água de chuva para a rede de drenagem ou para um local de infiltração no solo. O extravasor deve possuir dispositivos que evite a entrada de pequenos animais.

2.5.7 Bomba fotovoltaica

O sistema de bombeamento fotovoltaico de água é semelhante aos sistemas convencionais, com a diferença que o acionamento do motor da bomba é feito por um conjunto de módulos fotovoltaico. Neste caso, não há necessidade de consumo de energia elétrica. (ALVARENGA,2010)

De acordo com Sá (2010) para fins residenciais apenas um painel fotovoltaico é suficiente para suprir as necessidades energéticas do bombeamento de água.

2.6 Previsão do Consumo de Água não Potável

De acordo com Syed (1994 apud Tomaz 2003), cita a desagregação da água em uma residência na tabela 3.

Tabela 3 - Desagregação da água em uma residência.

Tipos de uso da água	Porcentagem
Descargas nas bacias sanitárias	41%
Banho e lavagem de roupa	37%
Cozinha - água para beber e cozinhar	2 a 6%
Cozinha - lavagem de pratos	3 a 5%
Lavanderias	0 a 6%
Limpeza e arrumação geral na casa	4%
Rega de jardim com Sprinkler	3%
Lavagem de carros	1%
Total	100%

Fonte: Syed (1994 apud Tomaz 2003)

Observa-se que o gasto de água não potável em bacias sanitárias é o maior responsável pelo consumo de água potável em uma residência. Uma substituição no consumo de água potável nas bacias sanitárias por água de chuva pode gerar uma economia média de 41%.

Além das bacias sanitárias, outras atividades como lavagem de carros, lavagem de passeios, quintais, rega de jardins, também podem ser substituídas pelas águas pluviais.

2.7 Dimensionamento do Reservatório

Para o cálculo do dimensionamento dos reservatórios de água de chuva a NBR 15527/07 estabelece seis métodos, sendo da escolha do projetista analisar qual destes mais se encaixa ao projeto. São eles:

2.7.1 Método de Rippl

Neste método pedem-se usar séries históricas tanto mensais, como diárias.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

(Equação 01)

$$Q_{(t)} = C \times \text{Precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{Área de Captação}$$

(Equação 02)

Onde:

$S_{(t)}$ – é o volume de água no reservatório em um determinado intervalo de tempo;

$Q_{(t)}$ – é o volume de chuva aproveitável em um determinado intervalo de tempo;

$D_{(t)}$ – Demanda ou consumo em um determinado intervalo de tempo;

V – é o volume final do reservatório;

C – é o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *Runoff*.

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

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

2.7.2 Método da simulação

Neste método a evaporação da água deve ser desconsiderada. Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)}$$

(Equação 03)

$$Q_{(t)} = C \times \text{Precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{Área de Captação}$$

(Equação 04)

Onde:

$S_{(t)}$ – é o volume de água no reservatório em um determinado intervalo de tempo;

$S_{(t-1)}$ – é o volume de água no reservatório em um determinado intervalo de tempo, menos 1 (um);

$Q_{(t)}$ – é o volume de chuva aproveitável em um determinado intervalo de tempo;

$D_{(t)}$ – é a demanda ou consumo em um determinado intervalo de tempo;

V – é o volume final do reservatório;

C – é o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *Runoff*.

Sendo que: $0 \leq S_{(t)} \leq V$

Nota considerada pela norma: Para este método, duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório esta cheio no inicio da contagem do tempo “t”, os dados históricos são representativos para as condições futuras.

2.7.3 Método Azevedo Neto

Neste método o volume de chuva é obtido pela equação 5:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

(Equação 05)

Onde:

P – é a precipitação média anual, que deve ser expressa em milímetros (mm);

T – é o número de meses que chove muito pouco ou seca;

A – é a área de coleta ou área contribuinte, que deve ser expressa em metros quadrados (m²);

V – é o volume de água do reservatório e aproveitável, que deve ser expressa em litros (L).

2.7.4 Método prático alemão

Neste método adota-se 6% do volume anual de consumo ou de precipitação aproveitável, composto de um método empírico, este se torna o menor valor do volume do reservatório.

$$V_{adotado} = \min(V; D) \times 0,06 \text{ (6\%)}$$

(Equação 06)

Onde:

V – é o volume aproveitável de água de chuva anual, que deve ser expressa em litros (L);

D – é a demanda anual de água não potável, que deve ser expressa em litros (L);

$V_{adotado}$ – é o volume de água do reservatório, que deve ser expressa em litros (L).

2.7.5 Método prático inglês

Neste método o volume de chuva é obtido pela equação 7:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

(Equação 07)

Onde:

P – é a precipitação média anual, que deve ser expressa em milímetros (mm);

A - é a área de coleta ou área contribuinte, que deve ser expressa em metros quadrados (m²);

V – é o volume de água da cisterna e aproveitável, que deve ser expressa em litros (L).

2.7.6 Método prático australiano

Neste método o volume de chuva é obtido pela equação 8:

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

(Equação 08)

Onde:

C - é o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *Runoff*, mais usual 0,80;

P – é a precipitação média mensal, que deve ser expressa em milímetros (mm);

I – é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, mais usual é 2 mm;

A - é a área de coleta ou área contribuinte, que deve ser expressa em metros quadrados (m²);

Q – é o volume mensal produzido pela chuva.

O volume do reservatório deste método é calculado baseando-se em tentativas, até que sejam empregados valores aprimorados de confiança e volume do reservatório.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$$

(Equação 09)

Onde:

Q_t – é o volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

V_t – é o volume de água que está no tanque no fim do mês t ;

V_{t-1} – é o volume de água que está no tanque no início do mês t ;

D_t – é a demanda mensal.

2.8 Qualidade da Água de Chuva

Conforme a NBR 15527/07, os padrões de qualidade da água não potável em um sistema de aproveitamento de água de chuva, devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista. Como mostra na tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de qualidade de água para uso não potável.

Parâmetros	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre *	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT **, para usos menos restritivos <15 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ***
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

* No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

** uT é a unidade de turbidez.

*** uH é a unidade Hazen.

Fonte: NBR 15527/07

Não se aconselha de maneira alguma efetuar a conversão de água de chuva em água potável em áreas urbanas. A água de chuva somente deverá ser usada para fins não potáveis. Mas caso se faça esta opção, o tratamento adequado deverá atender à Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde.

O descarte da primeira chuva (first flush) é considerado um tratamento simplificado da água de chuva. (PHILIPPI, 2006).

2.9 Pesquisa de campo

De acordo com Gonsalvez (2001), a pesquisa de campo é um tipo de ferramenta utilizada que pretende buscar informações diretamente com a população, exigindo do pesquisador um encontro mais direto. O pesquisador precisa ir ao local onde ocorre o estudo e reunir um conjunto de informações a serem documentadas.

Segundo Barros & Lehfeld (2000), uma forma de obter uma confiabilidade na coleta de dados, é por meio de entrevista semiestruturada junto aos sujeitos que significa um procedimento formal de se obter informações por meio da fala do entrevistado. Estabelece uma conversa amigável que visa buscar o levantamento de dados que possam ser utilizados em análise qualitativa, selecionando os aspectos mais relevantes de um problema de pesquisa.

Ainda Barros & Lehfeld (2000), para a realização da entrevista, aplica-se um formulário, com perguntas fechadas e abertas, ou ambos, com a finalidade do levantamento das informações.

2.10 Plano de Manutenção

Conforme especificação da NBR 15527/07, devem ser realizadas manutenções preventivas em todo o sistema de aproveitamento de água de acordo com um determinado período de tempo, como demonstra a tabela 5, que estabelece os critérios adequados de revisão.

Tabela 5 - Frequência de manutenção

Componente	Frequencia de manutenção
Dispositivo de descarte de detrios	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza Mensal
Calhas, condutos verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: NBR 15527/07

2.10 Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade econômica visa principalmente, determinar o período de retorno dos investimentos realizados com a implantação dos sistemas de aproveitamento de

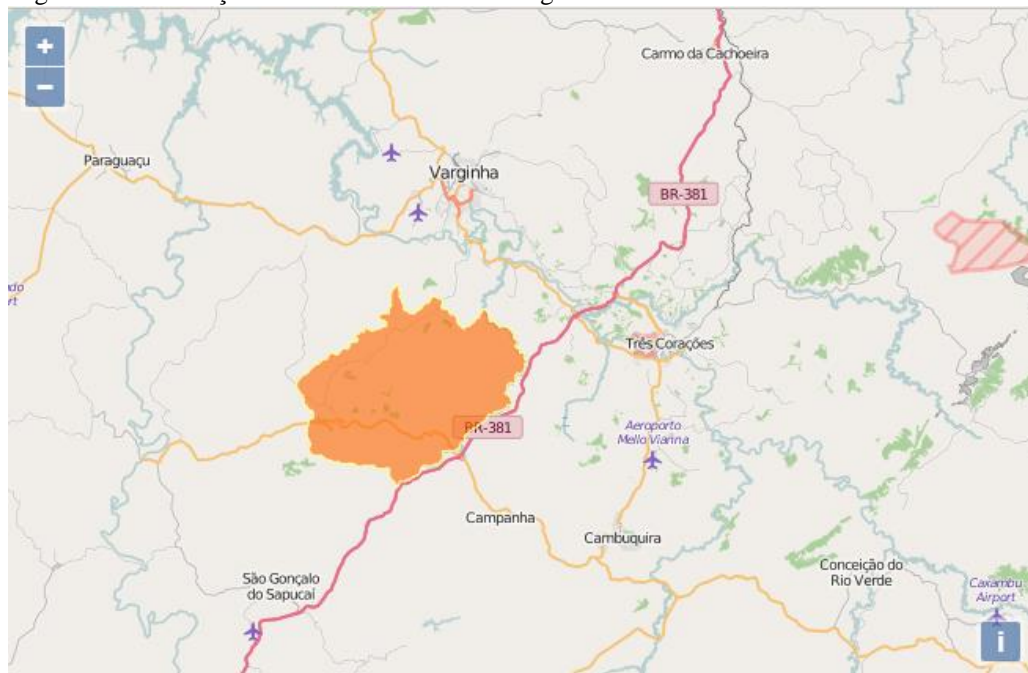
água da chuva. Constitui basicamente em um somatório dos custos com implantação, incluindo os materiais, a mão de obra, despesas operacionais e de manutenção do sistema, e a partir disso contabiliza-se os benefícios gerados pela economia de água potável na edificação (PHILIPPI, 2006).

3 METODOLOGIA

3.1 Local de Estudo

O estudo foi feito no Bairro Santa Rita, situada no município de Monsenhor Paulo-MG, conforme figura 5. Com uma população de 8.161 habitantes de acordo com o censo 2010 e população estimada para o ano de 2015 de 8.628 habitantes. O município possui uma área de 216.540 km². (IBGE, 2016)

Figura 5 - Localização de Monsenhor Paulo na região de MG.



Fonte: IBGE (2016)

Monsenhor Paulo localiza-se na região centro-sul do estado de Minas Gerais, situado a 322 km de Belo Horizonte, 292 km de São de Paulo e 388 km do Rio de Janeiro.

3.2 Dados Hidrológicos da Região

Foram utilizados os dados históricos consistidos dos anos de 1969 a 1999 de precipitação pluviométrica que a ANA (Agência Nacional das Águas) nos traz através do site da Hidroweb da estação, código 2145017, localizada na cidade de Monsenhor Paulo-MG.

A partir dos dados coletados, foi possível obter a média de chuva mensal para o município em estudo conforme tabela 6.

Tabela 6 - Média de precipitação mensal para Monsenhor Paulo em milímetros (mm).

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
245,73	161,13	175,82	72,35	44,04	32,35	19,50	27,63	72,69	113,72	167,72	248,18

Fonte: Hidroweb (2016)

Observa-se pelos dados da tabela 6, que é possível discriminar o ano hidrológico. Inicia-se o período chuvoso no mês de outubro e vai até março. Os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro têm índices pluviométricos baixas, tornando este, período de estiagem, e são os meses onde o sistema de reservação de água de chuva irá garantir uma regularização de vazão.

De acordo com os dados obtidos, o índice pluviométrico total anual para o município de Monsenhor Paulo é de 1380,86 mm de chuva.

3.3 Estimativa da Área Média de Captação de Água de Chuva

Uma das variáveis para o calculo do reservatório da água de chuva é o tamanho da área de captação. Para este trabalho serão considerados telhados constituídos de telha cerâmica. Uma estimativa da área média de telhado no Bairro Santa Rita foi feito, através de imagens captadas por satélite do programa Google Earth conforme figura 6.

Figura 6 - Imagem por satélite do Bairro Santa Rita.



Fonte: Google Earth (2016)

A área total do Bairro Santa Rita é de 27.795,58 metros quadrados e totaliza 72 residências que são divididos em 3 quadras, conforme tabela 7.

Tabela 7 - Divisão de áreas e de residências do Bairro Santa Rita.

Quadra	Área (m ²)	N ^a Residência
1	9.165,67	17
2	9.262,42	28
3	9.367,49	27
Total	27.795,58	72

Fonte: O autor.

3.4 Potencial de Captação

Dado a coleta dos índices pluviométricos, material do telhado e a área contribuinte, é possível determinar o quanto de água pode ser captado, pela equação 10:

$$Q_t = \text{Coeficiente de Runoff} * \text{Precipitação da chuva} * \text{Área de captação}$$

(Equação 10)

3.5 Reservatório

Segundo Amorim e Pereira (2008) apud Couto (2012), os métodos práticos, por serem menos complexos e de fácil aplicação, são mais indicados em residências unifamiliares ou em pequenos estabelecimentos, enquanto o Método de Rippl e de Análise de Simulação são mais indicados para projetos maiores, como por exemplo, em indústrias. Entretanto, não existe nenhuma restrição na aplicação de qualquer método a diferentes edificações.

Serão calculados os reservatórios com todos os seis métodos apresentados pela NBR 15527/07. Sendo analisado posteriormente, aquele que apresentar um melhor parâmetro de custo benefício, será escolhido na implantação do projeto.

3.6 Pesquisa de Campo

Para se ter maior precisão nos dados de projeto, foi realizada a pesquisa de campo no local de estudo, para levantar informações essenciais para o desenvolvimento deste trabalho com a população residente do Bairro Santa Rita.

A pesquisa de campo contou com a elaboração de um questionário padrão, com um total de dez perguntas, sendo elas:

- 1) Total de moradores na residência?
- 2) Qual o consumo médio mensal de água na sua residência?
- 3) Com qual frequência lava-se roupa na semana?
- 4) Com qual frequência lava-se o carro na semana?
- 5) Com qual frequência lava-se o piso na semana?
- 6) Com qual frequência rega-se o jardim na semana?
- 7) Possui outras fontes de água em sua residência?
- 8) Se sim, que outra fonte de água possui em sua residência?
- 9) Em que atividade(s) é(são) utilizada(s)?
- 10) Sua residência já ficou sem água alguma vez ?

Com o questionário aplicado no local, foi possível chegar ao número de habitante, ao consumo de água potável e a demanda de água não potável por residência.

3.6.1 Número médio de habitante por residência

O número de habitante por residência foi através da questão número 1 do questionário. Será feito a média dos moradores de todas as residências e posteriormente será arredondado o valor encontrado uma casa para cima.

3.6.2 Levantamento do consumo médio de água potável

O levantamento do consumo de água potável foi através da questão número 2 do questionário, que possibilitará chegar a um consumo médio mensal de água utilizada da concessionaria (COPASA) por habitante.

3.6.3 Levantamento da demanda de água não potável

A demanda de água não potável por residência se deu pelo levantamento do consumo de água potável, através do questionário, e posteriormente aplicado às somas das

porcentagens das diferentes atividades da demanda de água não potável, para o uso em descargas sanitárias, lavagem de carros, rega de jardins e limpeza de pisos, da tabela 3.

3.7 Tarifas Aplicadas pela Concessionária de Água

Para a cidade de Monsenhor Paulo, Minas Gerais, os dados alusivos às tarifas pagas pelo consumo de água será referentes à COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). As tarifas utilizadas referem-se ao tratamento de água e do esgoto gerado, uma vez que a água em si não é cobrada. A tabela 8 apresenta as faixas de consumo e consequentemente as tarifas vigentes da COPASA que enquadram na classe de consumo residencial sem tarifa social.

Tabela 8 - Tarifas cobradas pela concessionária na categoria residencial.

Categorias	Faixas	Tarifas			Unidade
		Água	EDC	EDT	
Residencial	Fixa	14,15	7,08	12,74	R\$/mês
	0 a 5 m ³	0,74	0,38	0,67	R\$/m ³
	>5 a 10 m ³	2,788	1,395	2,51	R\$/m ³
	>10 a 15 m ³	5,839	2,92	5,256	R\$/m ³
	>15 a 20 m ³	6,82	3,411	6,138	R\$/m ³
	>20 a 40 m ³	7,158	3,58	6,442	R\$/m ³
	>40 m ³	12,056	6,028	10,85	R\$/m ³

Fonte: Adaptado COPASA

- Água – coluna 1

- EDC: esgoto dinâmico com coleta – coluna 2

-EDT: esgoto com coleta e tratamento – coluna 3

Para a cidade de Monsenhor Paulo, a tarifa cobrada é somente para a de água e EDT.

3.8 Simulação dos Custos para a Implantação do Sistema de Captação de Água de Chuva

Para a simulação dos custos de implantação do sistema, serão levados em consideração os seguintes itens: Custo do reservatório de polietileno; Custo da mão-de-obra; Custo da tubulação; Custo do sistema fotovoltaico (bomba + painel) e Manutenção do sistema.

Em pesquisa feita no município de Monsenhor Paulo, na etapa de escavação e remoção de solo, os custos dessas atividades não serão considerados, pois a oferta de terra na cidade é pequena e a demanda é grande. Por essa razão a prefeitura faz a escavação e remoção do solo em troca do próprio solo escavado, destinando em áreas de seu interesse.

Para os condutores verticais e horizontais, observou-se que a maioria das residências estudadas, apesar de não terem um sistema de aproveitamento de água de chuva, possuem estes componentes instalados, logo, para a análise da composição dos custos, estes componentes não foram considerados no cálculo da viabilidade econômica.

3.8.1 Reservatório de polietileno

Para avaliar o custo do reservatório de polietileno para armazenamento de água de chuva, realizou-se uma pesquisa de mercado na região, a fim de encontrar os modelos e preços disponíveis. O valor considerado foi a média dos preços encontrados.

As cisternas encontradas já são equipadas com filtro, extravasor e demais acessórios. Os valores com seus respectivos volume estão apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Preços de cisterna.

Volume Cisterna (L)	Preço (R\$)
2500	945,9
5000	1797,9
10000	3440,9
15000	4950,9
20000	7200,9
25000	12490

Fonte: O autor

3.8.2 Mão de obra utilizada

O cálculo da mão de obra utilizado foi estimado em dias de serviço. Para a regularização da vala onde será instalado o reservatório, estimou-se dois dias de um ajudante (R\$ 50,00/dia). Para a instalação de toda parte hidráulica, estimou-se um dia de serviço de um bombeiro (R\$ 200,00/dia).

3.8.3 Tubulação

De acordo com Oliveira (2015), para a estimativa do material hidráulico utilizado em residências unifamiliares, para a instalação de um sistema simples de aproveitamento de água de chuva, adota-se uma média de 30 metros de tubulação, 10 conexões e 2 registros.

3.8.4 Sistema Fotovoltaico

O conjunto fotovoltaico constitui-se de uma bomba da marca Neosolar, modelo Shurflo 2088 tipo superfície flutuante e um painel solar de 150 Wp. A bomba é capaz de vencer uma altura de 14,0 metros e bombear até 2910 litros de água por dia. O orçamento realizado já inclui a instalação no valor de R\$ 1129,06.

3.8.5 Manutenção do Sistema

De acordo com TOMAZ (2007), para ocorrer um bom funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva a área de captação deve estar sempre limpa, impermeabilizada, livre de fissuras e vegetações, o sistema de filtragem deve ser colocado antes de a água entrar no reservatório de armazenamento, o tanque deve ser todo lacrado a fim de impedir a entrada de qualquer iluminação para evitar o crescimento e a proliferação de algas e microrganismos, e a entrada também de animais, a limpeza de todos os componentes do sistema deve ser feita periodicamente. Estima-se que o custo da manutenção de um sistema de aproveitamento de água de chuva gira em torno de R\$ 1.040,00 ao longo do ano.

3.9 Cálculo do Tempo de Retorno

O *payback* é um método muito simples de análise econômica do capital investido em uma obra, a partir dele se consegue elaborar um análise para determinar se o projeto será aceito ou rejeitado, não sendo recomendado como critério de seleção de varias alternativas mutualmente exclusivas ou projetos independentes (TOMAZ, 2012). O período de retorno do investimento (p) é calculado, com a relação entre o total do investimento (G) e o lucro anual médio (L) gerado pelo projeto.

$$p = \frac{G}{L}$$

Onde: p é dado em anos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Área de Captação

Foram verificadas 72 residências no local, distribuídas ao longo de 3 (três) quadras. Com o auxílio do software Google Earth, foi possível estimar a área da cobertura de cada residência conforme figura 5, onde foi possível chegar a uma área média de captação de 118,23 m².

4.2 Potencial de Captação

Segundo Tomaz (2003), o coeficiente de escoamento superficial para telhados cerâmicos é de 0,80.

Aplicando a equação 10 para os meses de janeiro a dezembro, pode-se chegar ao potencial de captação de água de chuva em m³, obtendo-se a tabela 10.

Tabela 10 - Resultados obtidos para o potencial de captação de água de chuva.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	245,73	161,13	175,82	72,35	44,04	32,35	19,50	27,63	72,69	113,72	167,72	248,18
VOLUME CHUVA (m³)	23,24	15,24	16,63	6,84	4,17	3,06	1,85	2,62	6,88	10,76	15,86	23,47

Fonte: O autor.

4.3 Número de Habitantes por Residência

Com a pesquisa de campo, na questão de número 1 do questionário foi possível chegar ao número médio de 2,99 de habitantes por residência. Para fins de cálculo esse valor foi arredondado uma casa pra cima, ficando assim com 3 habitantes por residência.

4.4 Consumo Médio de Água Potável

Para obter uma informação consistente e precisa do consumo de água potável, foi preciso fazer uma pesquisa de campo com os residentes do Bairro em estudo.

Essa pesquisa de campo consistiu numa entrevista, através de um questionário padrão com perguntas abertas e fechadas para levantar os dados pertinentes à demanda e consumo de água em cada residência.

Na figura 7, podemos ver como foi a entrevista com um dos residentes do Bairro Santa Rita.

Figura 7 - Entrevista com um dos residentes do Bairro em estudo.



Fonte: O autor

Na questão de número 2 do questionário, pergunta-se qual é o consumo de água potável na residência, a maioria das pessoas entrevistadas não soube dizer com exatidão qual era o consumo.

Para resolver esse impasse, a solução encontrada foi pedir para essas pessoas a última conta de água, com o intuito de chegar a um número exato do consumo de água potável mensal dos últimos 12 meses. Então para tornar a entrevista mais rápida, a coleta dos dados junto à conta de água foi feita a partir de fotografias conforme figura 8.

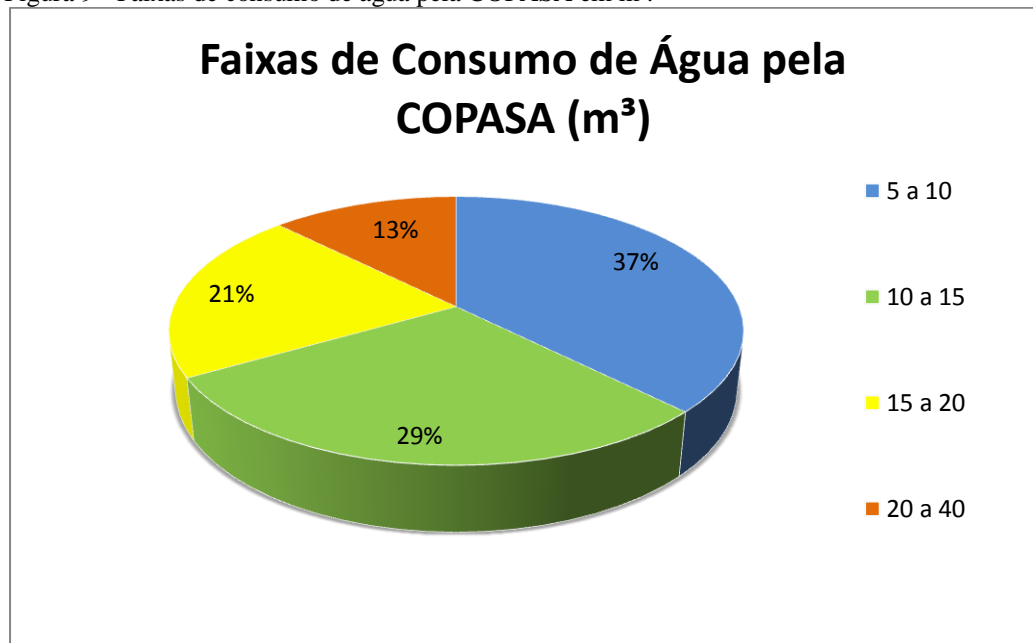
Figura 8 - Fotografia do histórico de consumo na conta de água.

HISTÓRICO DE CONSUMO				
	Volume Faturado Litros	Dias entre medições	Média Diária Litros	Faixas de consumo em 1.000 litros
Mar/2016	41.000	31	1.322	MINIMO
Fev/2016	37.000	29	1.275	6 A 10
Jan/2016	40.000	32	1.250	10 A 15
Dez/2015	34.000	30	1.133	15 A 20
Nov/2015	34.000	29	1.172	20 A 40
Out/2015	40.000	32	1.250	40 A 99999
Set/2015	38.000	29	1.310	
Ago/2015	33.000	30	1.100	SOMA
Jul/2015	42.000	33	1.272	
Jun/2015	38.000	29	1.310	
Mai/2015	43.000	32	1.343	
Abr/2015	40.000	29	1.379	

Fonte: COPASA (2016)

Sabendo-se o consumo total de água mensal fornecido pela concessionária em cada residência dos últimos 12 meses, pode-se chegar um consumo médio de 152,00 litros de água por habitante por dia.

A cobrança do fornecimento de água potável pela concessionária (COPASA) é dividida em faixas de consumo. Com os dados de consumo de água potável da população, pode-se chegar à faixa correspondente de cada residência, que está ilustrada na figura 9.

Figura 9 - Faixas de consumo de água pela COPASA em m³.

Fonte: O autor

Observa-se que a maioria das residências analisadas está dentro da faixa mínima de consumo de água potável fornecida pela COPASA.

4.5 Cálculo da Demanda de Água não Potável

Para o cálculo da demanda de água não potável foi preciso que todas as questões do questionário fossem respondidas, podemos ver como foi respondido um dos questionários na figura 10.

Figura 10 - Questionário preenchido.

Questionário para demanda de água não potável residencial.

1. Total de moradores na residência ? 4
2. Qual o consumo médio mensal de água na sua residência ? 7-10
3. Com qual frequência lava-se roupa na semana ? 1
4. Com qual frequência lava-se o carro na semana ? 1
5. Com qual frequência lava-se o piso na semana ? 1
6. Com qual frequência rega-se o jardim na semana ? 2
7. Possui outras fontes de água em sua residência ?
 sim
 Não
8. Se sim, que outra de fonte de água possui em sua residência?
 Reuso de água
 Uso da água de chuva
 outro. Qual ? _____
9. Se sim, em que atividade é(são) utilizada(s)? Rega - Lavagem
10. Sua residência já ficou sem água alguma vez ? comos, e piso
 Sim. Quantos dias? 1
 Não.

Fonte: O autor

Com todas as questões do questionário respondidas, conciliado com a tabela 3 deste trabalho, foi possível estimar a porcentagem de água não potável utilizada em cada residência, tendo por finalidade de seu uso em descargas sanitárias, limpeza de pisos, lavagens de carros e rega de jardins, que foi de 42,9% do consumo total de água potável.

Com o número médio de habitantes, consumo médio de água potável e a porcentagem de água não potável numa residência, pode-se calcular a demanda mensal de água não potável. Sendo:

$$\begin{aligned} \text{Demanda Mensal} &= 3 \text{ habitantes} \times 152,00 \text{ litros/hab/dia} \times 30 \text{ dias} \times 0,429 \\ \text{Demanda Mensal} &= 5.868,72 \text{ litros (5,87 m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Todas as 72 residências participaram dessa pesquisa de campo. Muitas pessoas contribuíram para que seus dados fossem demonstrados neste trabalho.

Desse total, Duas residências já possuíam um sistema de aproveitamento de água de chuva, observou-se nestes casos que o consumo de água potável nessas residências foi bem inferior ao da média calculada.

4.6 Dimensionamento de reservatório segundo Método de Rippl

Para o método de Rippl serão utilizadas as séries históricas mensais e volume mensal de captação encontrada conforme tabela 10. A área de captação utilizada será de 118,23 m².

Para o cálculo de S_t , a demanda mensal de água não potável será de 5,67 m³.

Aplicando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se a tabela 11.

$$S_t = D_t - Q_t$$

Tabela 11 - Resultado obtido para equação do método de Rippl.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	23,24	15,24	16,63	6,84	4,17	3,06	1,84	2,61	6,88	10,76	15,86	23,47
VOLUME RESERV (m³)	-17,37	-9,37	-10,76	-0,97	1,70	2,81	4,03	3,26	-1,01	-4,89	-9,99	-17,60

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se:

$$\begin{aligned} V &= \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0 \\ V &= 1,70 + 2,81 + 4,03 + 3,26 \end{aligned}$$

$$V = 11,80 \text{ m}^3$$

4.7 Dimensionamento de reservatório segundo Método da simulação

O objetivo deste trabalho é encontrar o melhor método de cálculo de reservatório apresentado pela NBR 15527/07, ou seja, encontrar o volume de reservatório de água pluvial mais conveniente para o uso doméstico. Uma vez que o método da simulação deve partir de um volume de reservatório previamente estabelecido, tal método será desconsiderado para fins de cálculo.

4.8 Dimensionamento de reservatório segundo Método Azevedo Neto

A precipitação média anual, para o cálculo deste método, será de 1380,86 mm. O período de estiagem nesta região vai de abril até setembro conforme mostrado na tabela 6 deste trabalho, portanto 6 meses. Aplicando a equação, temos:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

$$V = 0,042 \times 1380,86 \times 118,23 \times 6$$

$$V = 41.141,29 \text{ litros (41,14 m}^3\text{)}$$

4.9 Dimensionamento de reservatório segundo Método prático Alemão

Para o cálculo do reservatório por este método a precipitação média anual será de 1380,86 mm. O valor da demanda mensal utilizada para os cálculos será de 5870 litros.

Para o cálculo do volume anual precipitado:

$$\text{Volume anual precipitado}(V) = 1.380,86 \times 118,23$$

$$\text{Volume anual precipitado}(V) = 163.259 \text{ litros}$$

Para o cálculo do volume anual de consumo:

$$\text{Volume anual de consumo}(D) = 5.870 \times 12$$

$$\text{Volume anual de consumo}(D) = 70.440 \text{ litros}$$

Aplicando-se a equação do método:

$$C = \min(V; D) \times 0,06$$

$$C = 70.440 \times 0,06$$

$$C = 4.226 \text{ litros} = 4,23 \text{ m}^3$$

4.10 Dimensionamento de reservatório segundo Método prático inglês

Aplicando a equação deste método, utilizando precipitação anual de 1380,86 temos:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

$$V = 0,05 \times 1.380,86 \times 118,23$$

$$V = 8.162,95 \text{ litros (8,16 m}^3\text{)}$$

4.11 Dimensionamento de reservatório segundo Método prático australiano

Para este método, serão utilizadas as séries históricas mensais encontradas. A demanda mensal considerada será de 5870 litros. A área de captação será de 118,23 m². O coeficiente de escoamento será de 0,8 e o valor de I será o recomendado pela NBR 15527/07 que é de 2 mm.

Para a equação, obtêm-se os resultados dos volumes de água pluvial mensal conforme tabela 12:

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

Tabela 12 - Resultados dos volumes de água pluvial com o método prático australiano

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	245,73	161,13	175,82	72,35	44,04	32,35	19,50	27,63	72,69	113,72	167,72	248,18
VOLUME CHUVA (m³)	23,05	15,05	16,44	6,65	3,98	2,87	1,66	2,42	6,69	10,57	15,67	23,28

Fonte: O autor.

Para a equação, obtêm-se o volume do reservatório conforme tabela 13:

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$$

Tabela 13 - Resultados dos volumes do reservatório com o método prático australiano.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	23,05	15,05	16,44	6,65	3,98	2,87	1,66	2,42	6,69	10,57	15,67	23,28
VOLUME RES. (m³)	17,18	26,36	36,93	37,72	35,82	32,83	28,61	25,17	25,98	30,68	40,48	57,90

Fonte: O autor.

Portanto, o volume de reservatório adotado é de 57,90 m³.

4.12 Comparação dos diferentes Métodos

O comparativo entre os métodos de cálculo de reservatório apresentados e seus respectivos volumes resultantes, estão disposto na tabela 14:

Tabela 14 - Comparação dos volumes obtidos.

Método	Rippl	Simulação	Azevedo Neto	Prático Alemão	Prático Inglês	Prático Australiano
Volume	11,80	-	41,14	4,23	8,16	57,90

Fonte: O autor.

Observa-se que há uma discrepância muito grande nos resultados obtidos, variando o volume do reservatório de 4,23 m³ à 57,90 m³.

4.13 Método de Cálculo de Reservatório Adotado

Após analisar as variáveis presentes caracterizadas no município de Monsenhor Paulo, adotou-se como a melhor solução, o Método de Rippl. Tal método se mostrou viável, pois garante uma regularização de armazenamento. O método de Rippl é um método de cálculo que garante uma vazão constante durante o período mais crítico de estiagem de nossa região.

A partir da escolha do método de cálculo de reservatório mais apropriado, será feita uma análise da viabilidade técnica e econômica de um sistema de captação de água de chuva.

Para isso, as variáveis, como habitantes por residência e área de captação serão combinadas com a finalidade de se obter o ponto ideal de implantação do sistema.

4.14 Dimensionamento dos Reservatórios pelo Método de Rippl

Conforme determinado, o melhor método de cálculo estudado foi o método de Rippl. Sendo assim, as diferentes variáveis presentes para o dimensionamento de reservatório serão combinadas, gerando diferentes tamanhos de reservatório. As variáveis presentes são: demanda em função do número de habitantes na residência e área de captação.

Para a realização deste trabalho, foi utilizados valores de 1 a 6 para o número de habitantes por residência, conforme variação do estudo de caso feito. Para a área de captação, utilizou-se um intervalo de 50 m² a 200 m², com incremento de 50 m².

Para o cálculo da demanda de 1 a 6 pessoas, utilizou-se a porcentagem de água para uso não potável de 42,9%. A variação da demanda de água conforme o número de habitante está disposto na tabela 15.

Tabela 15 - Demanda mensal não potável.

N ^o de Habitantes	Demanda Média	Demanda n potável
1	4,56	1,96
2	9,12	3,91
3	13,68	5,87
4	18,24	7,82
5	22,80	9,78
6	27,36	11,74

Fonte: O autor.

Para o cálculo de reservatório, utilizou-se a demanda média mensal não potável variando de 1 a 6 pessoas, uma vez que esta será substituída pela água de chuva. Em seguida, dimensionou-se o reservatório para as seguintes áreas de captação: 50 m², 100 m², 150 m² e 200 m².

Para facilitar os cálculos, foi utilizado três etapas para o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.

Na primeira etapa foi utilizada a equação de volume de chuva mensal para os meses de janeiro a dezembro para as diferentes áreas de captação, conforme tabela 16. Utilizando um coeficiente de escoamento superficial para telhados cerâmicos de 0,80.

Tabela 16 - Resultado do volume mensal de chuva captada pelas diferentes áreas de captação.

ÁREA TELHADO (m ²)	MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	MÉDIA (mm)	245,73	161,13	175,82	72,35	44,04	32,35	19,50	27,63	72,69	113,72	167,72	248,18
50	VOLUME CHUVA (m ³)	9,83	6,45	7,03	2,89	1,76	1,29	0,78	1,11	2,91	4,55	6,71	9,93
100		19,66	12,89	14,07	5,79	3,52	2,59	1,56	2,21	5,82	9,10	13,42	19,85
150		29,49	19,34	21,10	8,68	5,28	3,88	2,34	3,32	8,72	13,65	20,13	29,78
200		39,32	25,78	28,13	11,58	7,05	5,18	3,12	4,42	11,63	18,20	26,84	39,71

Fonte: O autor.

Na segunda etapa foi calculado, para as diferentes áreas de captação, o volume do reservatório nos meses de janeiro a dezembro, de acordo com a demanda mensal de água não potável para 1 a 6 habitantes por residência, conforme tabela 12, coluna três.

Para área de captação de 50 m², temos a tabela 17.

Tabela 17 - Volume do reservatório para área de captação de 50m².

N ^o HAB. POR RESID.	MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	VOLUME CHUVA (m ³)	9,83	6,45	7,03	2,89	1,76	1,29	0,78	1,11	2,91	4,55	6,71	9,93
1	VOLUME RESERV (m ³) PARA 50 m ²	-7,87	-4,49	-5,08	-0,94	0,19	0,66	1,18	0,85	-0,95	-2,59	-4,75	-7,97
2		-5,92	-2,53	-3,12	1,02	2,15	2,62	3,13	2,81	1,00	-0,64	-2,80	-6,01
3		-3,96	-0,58	-1,16	2,97	4,11	4,57	5,09	4,76	2,96	1,32	-0,84	-4,06
4		-2,00	1,38	0,79	4,93	6,06	6,53	7,04	6,72	4,92	3,28	1,12	-2,10
5		-0,05	3,34	2,75	6,89	8,02	8,49	9,00	8,68	6,87	5,23	3,07	-0,15
6		1,91	5,29	4,70	8,84	9,98	10,44	10,96	10,63	8,83	7,19	5,03	1,81

Fonte: O autor.

Para área de captação de 100 m², temos a tabela 18.

Tabela 18 - Volume do reservatório para área de captação de 100m².

N ^o HAB. POR RESID.	MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	VOLUME CHUVA (m ³)	19,66	12,89	14,07	5,79	3,52	2,59	1,56	2,21	5,82	9,10	13,42	19,85
1	VOLUME RESERV (m ³) PARA 100 m ²	-17,70	-10,93	-12,11	-3,83	-1,57	-0,63	0,40	-0,25	-3,86	-7,14	-11,46	-17,90
2		-15,75	-8,98	-10,15	-1,88	0,39	1,32	2,35	1,70	-1,90	-5,19	-9,51	-15,94
3		-13,79	-7,02	-8,20	0,08	2,35	3,28	4,31	3,66	0,05	-3,23	-7,55	-13,99
4		-11,83	-5,07	-6,24	2,04	4,30	5,24	6,26	5,61	2,01	-1,27	-5,59	-12,03
5		-9,88	-3,11	-4,28	3,99	6,26	7,19	8,22	7,57	3,97	0,68	-3,64	-10,07
6		-7,92	-1,15	-2,33	5,95	8,21	9,15	10,18	9,53	5,92	2,64	-1,68	-8,12

Fonte: O autor.

Para área de captação de 150 m², temos a tabela 19.Tabela 19 - Volume do reservatório para área de captação de 150m².

N ^o HAB. POR RESID.	MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	VOLUME CHUVA (m ³)	29,49	19,34	21,10	8,68	5,28	3,88	2,34	3,32	8,72	13,65	20,13	29,78
1	VOLUME RESERV (m ³) PARA 150 m ²	-27,53	-17,38	-19,14	-6,73	-3,33	-1,93	-0,38	-1,36	-6,77	-11,69	-18,17	-27,83
2		-25,58	-15,42	-17,19	-4,77	-1,37	0,03	1,57	0,60	-4,81	-9,73	-16,21	-25,87
3		-23,62	-13,47	-15,23	-2,81	0,58	1,99	3,53	2,55	-2,85	-7,78	-14,26	-23,91
4		-21,66	-11,51	-13,27	-0,86	2,54	3,94	5,48	4,51	-0,90	-5,82	-12,30	-21,96
5		-19,71	-9,55	-11,32	1,10	4,50	5,90	7,44	6,47	1,06	-3,87	-10,35	-20,00
6		-17,75	-7,60	-9,36	3,06	6,45	7,86	9,40	8,42	3,01	-1,91	-8,39	-18,04

Fonte: O autor.

Para área de captação de 200 m², temos a tabela 20.

Tabela 20 - Volume do reservatório para área de captação de 200m².

N ^o HAB. POR RESID.	MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	VOLUME CHUVA (m ³)	39,32	25,78	28,13	11,58	7,05	5,18	3,12	4,42	11,63	18,20	26,84	39,71
1	VOLUME RESERV (m ³) PARA 200 m ²	-37,36	-23,82	-26,17	-9,62	-5,09	-3,22	-1,16	-2,46	-9,67	-16,24	-24,88	-37,75
2		-35,40	-21,87	-24,22	-7,66	-3,13	-1,26	0,79	-0,51	-7,72	-14,28	-22,92	-35,80
3		-33,45	-19,91	-22,26	-5,71	-1,18	0,69	2,75	1,45	-5,76	-12,33	-20,97	-33,84
4		-31,49	-17,96	-20,31	-3,75	0,78	2,65	4,70	3,40	-3,81	-10,37	-19,01	-31,88
5		-29,54	-16,00	-18,35	-1,79	2,73	4,61	6,66	5,36	-1,85	-8,41	-17,05	-29,93
6		-27,58	-14,04	-16,39	0,16	4,69	6,56	8,62	7,32	0,11	-6,46	-15,10	-27,97

Fonte: O autor.

Na última etapa foi utilizada a equação do método de Rippl que soma todos os valores positivos do volume do reservatório.

Aplicando esta equação, temos todos os volumes de reservatório para as diferentes combinações, conforme tabela 21. Para os valores onde o volume do reservatório resultou em um valor menor que a demanda mensal não potável, o valor adotado foi igual ao valor da demanda mensal de água não potável.

Tabela 21 - Volume de reservatório em m³ segundo método de Rippl.

N ^o DE PESSOAS	ÁREA DE CAPTAÇÃO (m ²)			
	50	100	150	200
1	2,88	1,96	1,96	1,96
2	12,73	5,77	3,91	3,91
3	25,79	13,73	8,65	4,89
4	42,77	25,46	16,48	11,54
5	62,33	37,89	26,46	19,36
6	85,61	51,58	38,20	27,46

Fonte: O autor.

Os valores encontrados para os volumes de reservatório são equivalentes para atender toda a demanda não potável que pode ser substituída pela água da chuva.

É possível perceber que quanto maior a área de captação, menor é o volume de reservatório necessário.

Porém, levando em consideração que o estudo de viabilidade se dá para fins residenciais, muito valores encontrados se tornam inviáveis. Qualquer reservatório que possua um volume maior que 15 m³ se tornam inviável para se instalar em uma residência, seja pelo alto custo gerado, seja pela área demandada (OLIVEIRA, 2015).

4.15 Orçamento para a Implantação do Sistema de Captação de Água de Chuva

Utilizando-se o método de Rippl para calcular os diferentes tamanhos de reservatório para cada uma das circunstâncias descritas, foi possível encontrar através das combinações, 24 situações diferentes. Foi realizado um orçamento para todas as combinações cujo volume do reservatório ficou menores ou próximos dos 15 m³.

Todos os cálculos com a estimativa de custo de instalação do sistema de captação de água pluvial em cada uma das situações encontram-se de maneira detalhada no Apêndice D. A tabela 22 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 22 - Orçamento estimado para os reservatórios.

Custos de Implantação do Sistema de Captação de Água de Chuva				
N ^o de Pessoas	Área de Captação (m²)			
	50	100	150	200
1	R\$ 6.316,56	R\$ 3.822,46	R\$ 3.822,46	R\$ 3.822,46
2	R\$ 7.826,56	R\$ 6.316,56	R\$ 4.674,46	R\$ 4.674,46
3	-	R\$ 7.826,56	R\$ 6.316,56	R\$ 4.674,46
4	-	-	R\$ 7.826,56	R\$ 6.316,56
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-

Fonte: O autor.

4.16 Simulação do Valor Cobrado Pela Concessionária e Economia Gerada

A fim de determinar o tempo de retorno para a implantação do sistema, foi necessário calcular a economia gerada ao substituir-se água vinda da concessionária pela água pluvial captada e armazenada.

Para isso, foi calculado o custo de uso de água potável vinda da concessionária COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) de Monsenhor Paulo, para atender toda a demanda necessária, variando de 1 a 6 pessoas por residência. Em seguida, calculou-se a economia gerada substituindo a parcela de 42,9% de água potável por água de chuva.

Os valores utilizados para o cálculo tarifário são os dados referente a classe de consumo residencial sem tarifa social.

Os resultados encontrados para os gastos e economia na conta de água em cada uma das situações em estudo estão apresentados na tabela 23.

Tabela 23 - Valor pago e economia gerada.

Habitantes	Consumo Médio (m ³)	Valor a Pagar (R\$)	Cons. Méd. (m ³) C/ Aprov.	Valor a Pagar (R\$)	Economia (R\$)	Economia
1	4,56	33,32	2,60	30,56	2,76	8,3%
2	9,12	55,77	5,21	35,05	20,72	37,2%
3	13,68	101,26	7,81	48,83	52,43	51,8%
4	18,24	157,89	10,42	65,09	92,80	58,8%
5	22,80	218,78	13,02	93,94	124,84	57,1%
6	27,36	280,79	15,62	123,94	156,85	55,9%

Fonte: O autor.

A coluna 2 representa a média de consumo de água para o número de habitantes por residência. Os valores dessa coluna é para o consumo de 100% de água tratada vinda da concessionária para suprir as necessidades mensais, sem qualquer tipo de reuso ou aproveitamento de água. A coluna 3 corresponde ao valor pago por esse consumo.

A coluna 4 apresenta o valor de consumo de água tratada da concessionária utilizada para suprir as necessidades mensais. Esse valor equivale a 57,10% da demanda mensal, uma vez que os outros 42,90% serão substituídos pela água de chuva armazenada. A coluna 5 refere-se ao novo valor que será pago, referente ao consumo da coluna 4.

A coluna 6 representa a economia gerada com a substituição de água potável por água de chuva onde isso se faz possível. A economia é calculada fazendo-se a diferença entre os valores pagos.

Observa-se que a economia para 4 pessoas é maior do que para 5 e 6 pessoas, isto acontece devido aos diferentes valores cobrado por intervalos de consumo de água da COPASA.

4.17 Tempo de Retorno

Considerando o custo de implantação do sistema de captação de água de chuva, calculou-se o tempo de retorno do investimento em anos para cada uma das situações estudadas.

Este cálculo foi realizado utilizando o método *payback*, conforme tabela 24.

Tabela 24 - Tempo de retorno em anos do investimento.

N ^o de Pessoas	Tempo de Retorno em Anos			
	Área de Captação (m ²)			
	50	100	150	200
1	-	-	-	-
2	31,48	25,41	18,80	18,80
3	-	12,44	10,04	7,43
4	-	-	7,03	5,67
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-

Fonte: O autor.

Para cada área de captação, encontra-se assim, um tempo de retorno do investimento, variando com o número de habitantes. Este tempo de retorno é inversamente proporcional à área de telhado, ou seja, quanto maior a área, menor o tempo de retorno.

Para apenas um morador, não há economia com relação às tarifas da concessionária. Uma única pessoa poderá fazer a implantação do sistema com o intuito de economizar água potável, uma vez que não haverá retorno do investimento.

Além disso, a economia financeira se dá de fato a partir de 3 moradores, devido a limitação de espaço para implantação dos reservatórios maiores que 15 m³, portanto o estudo do tempo de retorno para o número de habitantes maior que 4 não foi possível.

De uma maneira geral, a instalação do sistema de aproveitamento de água de chuva mostrou-se com tempos de retorno relativamente pequenos, levando-se em consideração toda a vida útil da edificação. Além da economia de água como prática sustentável é possível ainda reduzir o valor pago à COPASA.

6 CONCLUSÃO

A água é imprescindível para qualquer ser vivo, desde que disponibilizada em quantidade e em qualidade. Apesar de o país contar com grande disponibilidade de recursos hídricos, verificam-se ainda grandes problemas de falta de água em muitas cidades brasileiras. Sistemas como o aproveitamento de água de chuva contribuem para a conservação de água, seja ela utilizada na indústria, residência ou na agricultura.

Após verificar a disponibilidade média mensal de chuvas no município de Monsenhor Paulo, notou-se que o total de água de chuva que pode ser coletada através da área média de contribuição nas residências é capaz de atender a demanda de água para fins não potáveis.

Foi realizada uma pesquisa de campo através de entrevistas com a população local, que contou com a elaboração e aplicação de um questionário padrão, possibilitando chegar às informações essenciais para realização deste trabalho, tais como ao número médio de 3 habitantes, ao consumo médio de 152,00 litros/habitante/dia de água potável e a demanda média de 42,9% do consumo total de água não potável por residência.

Através deste estudo foi estimado o potencial de economia de água potável obtido por meio da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potável nas residências do Bairro Santa Rita, que foi de 5,87 m³ de água por mês.

De acordo com os cálculos apresentados, os métodos para dimensionamento de reservatórios discriminados pela norma NBR 15527/07 apresentam resultados bem distintos. Sendo assim, o método utilizado que se mostra mais adequado para o dimensionamento do reservatório é o método de Rippl. Tal método se torna eficiente, pois garante uma regularização da água pluvial que é reservada para consumo, reservando a chuva que excede a demanda nos meses chuvosos para os meses onde a captação é menor que a quantidade de água não potável utilizada na residência.

O estudo procurou mostrar a viabilidade da implantação de um sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva. A viabilidade do sistema depende de basicamente três fatores: precipitação, área de captação e demanda. Quanto maiores for a precipitação e a área de captação, menor será o tempo de retorno do investimento.

O reservatório para o armazenamento de água de chuva mostrou ser um dos componentes mais caros do sistema. Além disso, ele exige uma disponibilidade de área para sua implantação, por conta disso, necessita-se calcular seu volume com precisão. Sua disposição no terreno também é importante, a fim de se otimizar o sistema como um todo.

A viabilidade econômica da implantação do sistema de água de chuva se dá a partir de 2 moradores por residência, conforme aumentam o número de habitantes por residência, mais economia o sistema irá proporcionar. Com relação à área de captação, quanto maior for o telhado, menor será o reservatório necessário, uma vez que a água é captada em maior quantidade e em menos tempo, diminuindo o custo final do sistema.

O melhor tempo de retorno encontrado foi de 5,67 anos, para a combinação de 4 habitantes por residência e uma área de captação de 200 m². Para a média das variáveis encontrada no estudo realizado no Bairro Santa Rita, de 3 habitantes por residência e uma área de captação de 118,23 m², o tempo de retorno foi de aproximadamente 10 anos, o que é relativamente pouco considerando toda a vida útil da edificação. Isso mostra que Monsenhor Paulo apresenta condições favoráveis para implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva.

A economia gerada pela implantação do sistema não está ligada apenas à economia tarifária. Poupar a água tratada vinda da concessionária é algo que se faz necessário em dias de escassez dos recursos hídricos. Toda medida ambientalmente sustentável é de grande importância no contexto global que vivemos atualmente.

Para fins residenciais ainda não há nenhum estímulo do poder público para que haja o aproveitamento de água de chuva. Cabe aos moradores que optem por essa prática com o intuito ambiental de economizar água potável e como consequência, reduzir os custos nas tarifas da conta de água.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR n^a 10.844 – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR n^a 15.527/2007. Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.
- BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia**: Um guia para a Iniciação Científica. 2^a Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BREGALDA, Plínio Paravizo. **Projeto de Aproveitamento da Água da Chuva para o Galpão da Empresa Armazéns Gerais Leste de Minas em Varginha**. Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, para obtenção do grau de Bacharel. Varginha, 2014.
- COUTO, Vanessa Bacca. **Projeto de aproveitamento de água da chuva para o ginásio de esportes da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Joinville**. Trabalho de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Joinville, 2012.
- DEVES, Otávio Diel. **Utilização da Água**: Um Estudo do Potencial de Captação da Água das Chuvas e a Importância das Políticas Públicas e da Educação Ambiental. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT12-421-145-20080424085416.pdf>>. Acesso em: 19 de março de 2016.
- G1, Sul de Minas. **Portal de Notícias da Globo**. Lei determina que água da chuva seja reaproveitada em Lavras-MG. Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<http://glo.bo/1M1jLAW>> Acessado em: 06 de maio de 2016.
- GONSALVES, Elisa Pereira. **Conversas Sobre Iniciação á Pesquisa Científica**. Campinas, SP: Alínea Editora, 2001.
- GOOGLE. Google Earth Software. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em: 2 de abril de 2016.
- HIDROWEB. Disponível em: <hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 19 de março de 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE CIDADES. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=314260>>. Acesso em: 19 de março de 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 19 de março de 2016.
- MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre. São Paulo, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

OLIVEIRA, Fernanda. **Estudo da Viabilidade Econômica de Aproveitamento de Água de Chuva para Uso Doméstico não Potável no Município de Varginha-MG**. Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, para obtenção do grau de Bacharel. Varginha, 2015.

PHILIPPI JR, Arlindo (Coo) *et al.* **Reuso de Água**. Pedro Caetano Sanches Mancuso e Hilton Felício dos Santos, editores. Barueri, SP. Manole, 2003.

TOMAZ, Plínio. **Água de Chuva**. 4ª Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011.

TOMAZ, Plínio. **Água de Chuva: Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. São Paulo: Navegar Editora, 2003. 180 páginas.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. Diretrizes básicas para um projeto**. In: 6ª Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva, Belo Horizonte, MG, 2007.

APÊNDICE A – SÉRIE HISTÓRICA PLUVIOMÉTRICA DE MONSENHOR PAULO-MG PERÍODO DE 1969 A 1999													
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
1969	352,3	245,1	157,8	81,7	23,4	39,4	1,3	38,3	17,1	175,6	225,3	161,4	1518,7
1970	196,2	183,8	60,5	123,6	16,2	24,4	28,2	77,6	54,1	51,8	53,4	44,2	914
1971	63,6	57,6	124,8	57,4	29,1	87,8	12,1	0	66,6	189,6	154,6	245,4	1088,6
1972	245,5	264,7	93,4	6,7	24,1	0	60,7	32,6	42,8	164	215,4	134,6	1284,5
1973	95,5	125,7	220,4	92,4	40	15	18,2	10,2	26,8	127,8	121,8	392,6	1286,4
1974	228,2	58,4	216,6	58,7	8	64,5	0	12,6	15,6	81,9	73	240,8	1058,3
1975	214,2	259,8	39	40,4	33,2	0	11,2	0	47,5	93,2	315,8	110,8	1165,1
1976	156,8	139,2	139,8	72,8	57	62,4	63,2	123,2	80,8	122,8	178,6	232,8	1429,4
1977	264,4	0	156,2	67,8	0	8,2	5,2	28,2	144	62,4	187	284	1207,4
1978	172	157,2	265,6	12,2	89,2	35,4	48,4	0	12,6	256,2	474	261,6	1784,4
1979	132,4	165,6	84,2	79	68,2	0	37	73	258,6	71,4	210,8	257,6	1437,8
1980	342,4	57,8	52,6	167,2	4	78	0	33	32,4	74,6	169,4	290,4	1301,8
1981	355,8	50,5	175,3	98,1	2,2	75,5	0	18,6	32,5	210,5	182,2	196,6	1397,8
1982	149,2	88,8	214,1	22,5	20,5	21,6	20,5	48,3	70,9	119	115,5	200,8	1091,7
1983	394,9	130,2	343	82,3	107,8	157,6	28	0	239	110	220,7	309,4	2122,9
1984	133,9	26,4	15,9	57,9	17,3	0	0	59,5	114,7	51,8	206,4	230,9	914,7
1985	435	256,7	286,2	113,7	43,3	11,5	0	6,1	79,8	56,9	199	244,6	1732,8
1986	236,7	296,8	153	27,4	42	3	53,6	85,5	24	35,9	92,1	573,1	1623,1
1987	236,9	152,5	57,7	193,6	76,5	39,5	7,3	8,4	92,6	38,8	104,8	259,9	1268,5
1988	232,1	176,2	97,2	68,3	98,3	29,8	0	0	47,2	167	155,7	132,6	1204,4
1989	274	191,3	166,6	90,7	3,1	16,4	53,3	12,4	98,2	50,5	219,1	386,8	1562,4
1990	136,8	121	221,3	77,9	67,5	0	29,7	83,5	67,1	101,7	127,6	208,6	1242,7
1991	319,3	202,9	408,2	105,6	16,4	0,2	31,4	0	49	138,3	103,7	234,8	1609,8
1992	385,1	253,1	296	98,7	119,3	0	45,1	16,5	141,4	180,8	129,3	304,9	1970,2
1993	274,1	198,3	79,5	72,3	25	50,1	0	3,5	73,4	100,7	76,4	250,2	1203,5
1994	241,6	110,9	362,3	27,1	92,2	14,6	6,4	0	6,7	72,6	107,4	278,5	1320,3

CONTINUAÇÃO APÊNDICE A – SÉRIE HISTÓRICA PLUVIOMÉTRICA DE MONSENHOR PAULO-MG PERÍODO DE 1969 A 1999													
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
1995	224	307	350,3	98,8	56,2	4,4	2,8	0	3	185	49	303,2	1583,7
1996	219,4	175,1	156,4	50	59,3	32,3	1,8	27,5	169,4	94,1	436,6	289,7	1711,6
1997	313,5	109,4	161	79,1	52,4	104,1	15,8	0	49,5	122,1	155,2	206,4	1368,5
1998	149,6	179,5	132,5	13,2	59,6	0,5	1,7	58,1	54,7	184,7	61	227	1122,1
1999	442,3	253,6	163	5,8	14	26,6	21,5	0	41,4	33,6	78,5	199,4	1279,7
MÉDIA	245,7	161,1	175,8	72,4	44,0	32,3	19,5	27,6	72,7	113,7	167,7	248,2	1380,9

APÊNDICE B – RESULTADO FINAL DA PESQUISA DE CAMPO																
Residência	N ^a Pessoas	Abril (m ³)	Maio (m ³)	Junho (m ³)	Julho (m ³)	Agosto (m ³)	Setembro (m ³)	Outubro (m ³)	Novembro (m ³)	Dezembro (m ³)	Janeiro (m ³)	Fevereiro (m ³)	Março (m ³)	Total (m ³)	Total (L/hab.dia)	Água ã Potável (%)
1	4	17	20	17	19	18	18	19	17	17	20	16	18	216	150,00	44,0
2	2	9	9	7	8	8	7	8	10	7	10	9	10	102	141,67	42,5
3	2	10	27	165	10	13	10	11	12	9	10	16	8	301	418,06	44,0
4	5	17	24	16	17	20	17	15	18	17	18	14	15	208	115,56	43,5
5	2	10	12	10	10	10	6	8	9	7	8	9	8	107	148,61	43,5
6	3	12	13	13	13	14	12	16	13	14	14	17	13	164	151,85	44,0
7	3	8	8	7	8	8	8	6	7	7	8	8	9	92	85,19	42,5
8	4	24	22	19	22	21	21	26	23	28	27	25	26	284	197,22	43,5
9	3	9	8	9	8	8	8	8	8	8	8	7	7	96	88,89	42,5
10	4	15	13	9	12	10	12	11	10	14	15	12	12	145	100,69	42,5
11	3	22	23	20	17	19	20	22	16	20	15	18	17	229	212,04	42,5
12	4	12	13	11	11	14	10	12	13	11	12	14	10	143	99,31	41,0
13	3	15	16	15	14	13	15	16	17	14	13	11	12	171	158,33	42,5
14	5	14	14	12	14	12	12	8	22	14	14	14	14	164	91,11	42,5
15	3	12	15	12	13	12	12	12	11	10	9	11	10	139	128,70	44,0
16	2	8	8	7	7	6	7	8	9	8	7	7	7	89	123,61	42,5
17	4	16	15	15	16	17	17	18	16	16	18	19	17	200	138,89	45,0
18	3	14	15	15	14	14	13	13	13	12	11	12	11	157	145,37	41,0
19	2	8	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	94	130,56	41,0
20	2	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	10	9	113	156,94	44,0
21	3	13	14	12	12	11	11	11	10	12	12	11	14	143	132,41	43,5
22	2	11	10	13	14	13	13	15	14	14	12	14	11	154	213,89	45,0
23	2	8	8	8	9	9	9	8	8	8	9	9	9	102	141,67	42,5

CONTINUAÇÃO APÊNDICE B – RESULTADO FINAL DA PESQUISA DE CAMPO																
Residência	N ^a Pessoas	Abril (m ³)	Maior (m ³)	Junho (m ³)	Julho (m ³)	Agosto (m ³)	Setembro (m ³)	Outubro (m ³)	Novembro (m ³)	Dezembro (m ³)	Janeiro (m ³)	Fevereiro (m ³)	Março (m ³)	Total (m ³)	Total (L/hab.dia)	Água ñ Potável (%)
24	2	7	7	7	8	8	6	6	8	8	8	9	9	91	126,39	44,0
25	3	10	12	14	17	13	14	14	16	12	11	10	9	152	140,74	44,0
26	3	12	12	11	10	14	15	15	13	13	13	14	13	155	143,52	45,0
27	5	20	22	21	22	23	24	21	22	26	25	25	24	275	152,78	44,0
28	4	18	18	17	17	16	15	17	18	18	17	17	16	204	141,67	44,0
29	2	9	10	10	10	9	8	8	8	9	9	9	9	108	150,00	44,0
30	2	7	7	7	6	6	6	7	7	6	7	6	7	79	109,72	41,0
31	3	11	10	13	12	12	11	11	10	10	11	11	11	133	123,15	41,0
32	2	9	9	9	8	8	8	9	8	9	8	9	9	103	143,06	42,5
33	3	15	15	14	16	16	15	16	16	17	17	15	14	186	172,22	44,0
34	4	16	16	17	18	18	17	17	18	19	19	16	15	206	143,06	45,0
35	3	10	11	11	11	10	10	11	11	12	12	11	13	133	123,15	44,0
36	2	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	7	6	95	131,94	41,0
37	2	6	6	7	7	7	6	6	8	8	7	7	7	82	113,89	41,0
38	4	17	18	18	17	16	16	16	15	16	17	17	17	200	138,89	45,0
39	4	15	14	14	15	13	13	13	12	15	15	14	13	166	115,28	42,5
40	5	18	21	17	19	16	20	21	22	19	19	18	25	235	130,56	43,5
41	3	12	14	13	13	12	11	11	10	10	14	14	13	147	136,11	45,0
42	4	9	10	8	8	7	7	8	9	9	10	10	8	103	71,53	41,0
43	2	7	7	6	6	6	5	6	7	7	8	8	8	81	112,50	41,0
44	2	8	8	9	9	9	8	8	7	9	11	11	10	107	148,61	43,5
45	3	10	11	9	10	10	11	11	12	11	13	11	9	128	118,52	41,0
46	4	17	16	16	17	16	16	16	15	16	17	16	16	194	134,72	45,0
47	5	22	26	26	24	24	24	25	25	27	27	28	25	303	168,33	44,0
48	6	22	25	24	24	21	21	24	21	23	25	25	24	279	129,17	45,0

CONTINUAÇÃO APÊNDICE B – RESULTADO FINAL DA PESQUISA DE CAMPO																
Residência	Nª Pessoas	Abril (m³)	Maio (m³)	Junho (m³)	Julho (m³)	Agosto (m³)	Setembro (m³)	Outubro (m³)	Novembro (m³)	Dezembro (m³)	Janeiro (m³)	Fevereiro (m³)	Março (m³)	Total (m³)	Total (L/hab.dia)	Água ñ Potável (%)
49	3	14	15	16	11	15	15	14	14	15	16	16	14	175	162,04	42,5
50	3	13	13	11	12	12	11	11	12	14	15	13	11	148	137,04	43,5
51	2	8	8	7	7	7	8	8	9	9	9	8	7	95	131,94	41,0
52	2	10	11	13	12	15	16	14	8	10	11	9	9	138	191,67	43,5
53	2	7	8	7	6	6	6	7	7	7	8	8	7	84	116,67	41,0
54	2	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	75	104,17	41,0
55	3	13	11	15	16	15	14	13	7	11	10	9	9	143	132,41	45,0
56	3	15	12	11	10	10	9	9	8	8	9	7	7	115	106,48	42,0
57	2	18	20	23	17	29	16	9	9	7	11	14	9	182	252,78	43,5
58	1	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	74	205,56	41,0
59	1	6	12	6	6	7	8	6	6	6	6	6	6	81	225,00	41,0
60	3	17	14	13	12	13	16	17	17	16	18	15	14	182	168,52	45,0
61	3	15	12	13	12	14	13	20	20	17	19	19	18	192	177,78	42,5
62	4	15	18	16	17	19	15	15	16	18	16	15	15	195	135,42	41,0
63	1	8	12	8	10	9	9	7	6	10	6	8	8	101	280,56	41,0
64	4	22	25	22	20	25	20	23	23	20	18	21	16	255	177,08	42,5
65	1	6	6	6	6	7	7	6	7	6	6	6	6	75	208,33	42,5
66	4	15	15	16	18	17	18	17	16	16	15	15	16	194	134,72	43,5
67	3	12	9	8	9	9	6	11	10	9	9	8	11	111	102,78	42,0
68	4	41	37	40	34	34	40	38	33	42	38	43	40	460	319,44	41,0
69	4	27	26	27	22	29	27	23	23	26	11	11	13	265	184,03	42,5
70	2	11	12	9	10	11	9	12	11	9	12	9	10	125	173,61	42,5
71	4	28	23	23	19	29	26	26	30	25	25	27	24	305	211,81	43,5
72	2	6	6	6	7	7	6	7	8	8	9	7	6	83	115,28	42,0
MÉDIA	2,99	13,1	13,8	15,0	12,8	13,3	12,8	13,1	13,0	13,1	13,1	13,0	12,4	158,5	152,0	42,9

APÊNDICE C - Questionário

1. Total de moradores na residência? _____
2. Qual o consumo médio mensal de água na sua residência? _____
3. Com qual frequência lava-se roupa na semana? _____
4. Com qual frequência lava-se o carro na semana? _____
5. Com qual frequência lava-se o piso na semana? _____
6. Com qual frequência rega-se o jardim na semana? _____
7. Possui outras fontes de água em sua residência?
 sim
 Não
8. Se sim, que outra de fonte de água possui em sua residência?
 Reuso de água
 Uso da água de chuva
 outro. Qual ? _____
9. Se sim, em que atividade é(são) utilizada(s)? _____
10. Sua residência já ficou sem água alguma vez ?
 Sim. Quantos dias? _____
 Não.

APÊNDICE D – Estimativa orçamentaria para a instalação do sistema de aproveitamento de água de chuva

Reservatório 2,5 m³				
Descrição	Quant.	Unidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
Reservatório 2500 L	1,00	um	945,90	945,90
Reservatório 500 L	1,00	um	179,00	179,00
Tubulação	30,00	m	5,50	165,00
Conexões	10,00	um	2,20	22,00
Registros	2,00	um	20,75	41,50
Regularização Manual	2,00	dia	50,00	100,00
Bombeiro	1,00	dia	200,00	200,00
Bomba+Painel	1,00	um	1129,06	1129,06
Manutenção	1,00	um	1040,00	1040,00
Total			3822,46	

Reservatório 5 m³				
Descrição	Quant.	Unidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
Reservatório 5000 L	1,00	um	1797,90	1797,90
Reservatório 500 L	1,00	um	179,00	179,00
Tubulação	30,00	m	5,50	165,00
Conexões	10,00	um	2,20	22,00
Registros	2,00	um	20,75	41,50
Regularização Manual	2,00	dia	50,00	100,00
Bombeiro	1,00	dia	200,00	200,00
Bomba+Painel	1,00	um	1129,06	1129,06
Manutenção	1,00	um	1040,00	1040,00
Total			4674,46	

CONTINUAÇÃO APÊNDICE D – Estimativa orçamentaria para a instalação do sistema de aproveitamento de água de chuva

Reservatório 10 m³				
Descrição	Quant.	Unidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
Reservatório 10000 L	1,00	um	3440,00	3440,00
Reservatório 500 L	1,00	um	179,00	179,00
Tubulação	30,00	m	5,50	165,00
Conexões	10,00	um	2,20	22,00
Registros	2,00	um	20,75	41,50
Regularização Manual	2,00	dia	50,00	100,00
Bombeiro	1,00	dia	200,00	200,00
Bomba+Painel	1,00	um	1129,06	1129,06
Manutenção	1,00	um	1040,00	1040,00
Total			6316,56	

Reservatório 15 m³				
Descrição	Quant.	Unidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
Reservatório 15000 L	1,00	um	4950,00	4950,00
Reservatório 500 L	1,00	um	179,00	179,00
Tubulação	30,00	m	5,50	165,00
Conexões	10,00	um	2,20	22,00
Registros	2,00	um	20,75	41,50
Regularização Manual	2,00	dia	50,00	100,00
Bombeiro	1,00	dia	200,00	200,00
Bomba+Painel	1,00	um	1129,06	1129,06
Manutenção	1,00	um	1040,00	1040,00
Total			7826,56	