

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA CIVIL

FERNANDA MESQUITA OLIVEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE
CHUVA PARA USO DOMÉSTICO NÃO POTÁVEL NA CIDADE DE VARGINHA**

Varginha

2015

FERNANDA MESQUITA OLIVEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE
CHUVA PARA USO DOMÉSTICO NÃO POTÁVEL NA CIDADE DE VARGINHA**

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

Varginha

2015

FERNANDA MESQUITA OLIVEIRA

ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA USO DOMÉSTICO NÃO POTÁVEL NA CIDADE DE VARGINHA

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

Prof. Dr. Alessandro Ferreira Alves

OBS.:

Dedico este trabalho ao meu amado avô,
Graciano Camilo. O melhor avô do mundo!

Agradeço a Deus pela proteção e bênçãos em minha vida. Agradeço aos meus avós, Elizabeth e Graciano Camilo que me criaram com tanto amor e sempre estiveram comigo sendo exemplo de dedicação e integridade para mim. Agradeço às professoras que me alfabetizaram, pois, sem elas, nenhum outro passo em minha vida acadêmica seria possível. Ao meu orientador, Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior, pela ajuda e orientação ao longo do meu trabalho. Por fim, gostaria de agradecer a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

“Sou um pouco de todos que conheci, um pouco dos lugares que fui, um pouco das saudades que deixei e sou muito das coisas que gostei.” Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

O presente trabalho descreve os métodos utilizados no Brasil para se dimensionar o volume de um reservatório para captação de água pluvial. A escassez de água potável para o ser humano é um tema que está se tornando cada vez mais atual e preocupante. Preservar a água potável para os seus fins mais nobres, como consumo, higiene e preparo de alimentos é algo que está se tornando habitual em todo o mundo. Como local de estudo, foi escolhido o município de Varginha – MG. Para a construção do trabalho foi feita uma revisão bibliográfica específica e estimaram-se variáveis como área de captação de chuva (telhado), índices pluviométricos médios e número médio de habitantes por residência. A partir dos dados obtidos, calculou-se qual seria o método mais viável para o dimensionamento de um reservatório. O método escolhido foi método de Rippl por ser o método que melhor promove a regularização da água armazenada. Em seguida, combinaram-se as diferentes variáveis para a implantação de um sistema de captação de águas pluviais, a fim de se determinar o melhor tempo de retorno.

Palavras-chave: Captação de água de chuva. Reservatório. Varginha.

ABSTRACT

This paper describes the methods used in Brazil to measure the volume of a tank to capture rainwater. The shortage of drinking water for humans is a topic that is becoming increasingly present and worrying. Preserve drinking water for its most noble purposes, such as consumption, hygiene and food preparation is something that is becoming standard throughout the world. MG - as a place of study, the municipality of Varginha was chosen. For the construction of the work, a specific literature review and were estimated variables such as rainfall catchment area (roof), average rainfall and average number of people per household. From the data obtained, we calculated what would be the most viable method for the design of a reservoir. The method chosen was Rippl method. Then combined the different variables for the installation of a rainwater collection system, in order to determine the best turnaround time.

Keywords: *Rainwater capture. Reservoir. Varginha.*

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2.OBJETIVO	13
2.1.Objetivo geral	13
2.2.Objetivos específicos	13
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1.Água doce no mundo	14
3.2.Água doce no Brasil	15
3.3.Aproveitamento de água de chuva na história	16
3.4.Água de chuva para fins urbanos	17
3.5.Sistema de captação de água pluvial	17
3.6.Componentes principais para a captação de água de chuva	18
3.6.1.Área de captação	18
3.6.2.Calhas e condutores.....	18
3.6.3.By Pass.....	18
3.6.4.Peneira.....	18
3.6.5.Reservatório	19
3.6.6.Extravasador	19
3.6.7.Bomba fotovoltaica	19
3.7.Distribuição de consumo de água em uma residência	19
3.8.Qualidade da água armazenada	20
4.METODOLOGIA	23
4.1.Região de estudo	23
4.2.Dados pluviométricos utilizados	23
4.3.Cálculo de amostragem	25
4.4.Estimativa do tamanho médio da área de captação	25
4.5.Estimativa para o número médio de habitantes por domicílio	26
4.6.Dimensionamento dos reservatórios	27
4.6.1.Método de Rippl.....	27
4.6.2.Método da simulação.....	27
4.6.3.Método Azevedo Neto.....	28
4.6.4.Método prático alemão	29
4.6.5.Método prático inglês	29
4.6.6.Método prático australiano	29
4.7.Tarifas aplicadas pela concessionária	31
4.8.Simulação dos custos para a implantação do sistema de captação de água pluvial ...	33

4.8.1.Reservatório de polietileno	33
4.8.2.Escavação mecânica	33
4.8.3.Remoção da terra.....	34
4.8.4.Mão de obra utilizada	34
4.8.5.Tubulação	34
4.8.6.Sistema fotovoltaico	34
4.9.Cálculo do tempo de retorno.....	35
5.RESULTADOS	36
5.1.Cálculo da demanda de água	36
5.2.Dimensionamento de reservatório segundo Método de Rippl	36
5.3.Dimensionamento de reservatório segundo Método da simulação.....	37
5.4.Dimensionamento de reservatório segundo Método Azevedo Neto.....	37
5.5.Dimensionamento de reservatório segundo Método prático alemão.....	37
5.6.Dimensionamento de reservatório segundo o Método prático inglês	38
5.7.Dimensionamento de reservatório segundo o Método prático australiano	38
5.8.Comparação entre os resultados.....	40
5.9.Método de cálculo de reservatório adotado.....	40
5.10.Dimensionamento dos reservatórios pelo método de Rippl	41
5.11.Orçamento para a implantação do sistema de captação de água pluvial	49
5.12.Simulação de tarifa da concessionária e economia gerada	50
5.13.Tempo de retorno do investimento inicial considerando o volume final calculado de reservatório	52
5.14.Tempo de retorno do investimento inicial considerando um reservatório de até 10m³.....	52
6.CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE A- Série Histórica pluviométrica de Varginha 1943-1978.....	61
APÊNDICE B – Imagens para estimativa de área média de telhado	63
APÊNDICE C – Dimensionamento dos reservatórios pelo método de Rippl	65
APÊNDICE D – Estimativa orçamentária para a instalação do sistema de captação de água de chuva.....	83

1. INTRODUÇÃO

A água é de extrema importância para o ser humano, pois representa cerca de 70% de sua massa corporal (MANUSO; SANTOS, 2003). É praticamente impossível imaginar como seria o dia-a-dia das pessoas sem ela. A água se faz necessária em todos os seguimentos da sociedade, desde as finalidades mais nobres como: consumo de alimentos, o consumo próprio, higiene; como também para fins menos nobres e não potáveis: lavar roupa, construção de obras, irrigação de jardins, entre outros.

Devido a essa grande importância, a escassez de recursos hídricos é um problema que vem atormentando toda a população mundial. Apesar de o Brasil ser um país conhecido por sua riqueza em recursos naturais, inclusive a água, a falta dela já afeta grande parte da população. No último período chuvoso brasileiro (que durou de novembro a março de 2014/2015), diversas cidades do Sudeste – região de maior densidade demográfica – ficaram sem água durante determinado momento do dia ou até por mais de 24 horas.

Um sistema de abastecimento ideal deve fornecer água de qualidade ininterruptamente para a população. Entretanto, com o aumento da industrialização e do número de habitantes em si, a disponibilidade de água per capita será cada vez menor. Sendo assim, é necessário encontrar maneiras alternativas de economia de água. Neste contexto, o reuso da água se torna um tema bastante atual, uma vez que se deve preservar a água potável para seus fins mais nobres.

O aumento da eficiência do uso de água irá liberar o suprimento de água para outros usos, tais como o crescimento da população, o estabelecimento de novas indústrias e a melhoria do meio ambiente

O aproveitamento da água de chuva, sem dúvida é uma alternativa simples que gera grande economia de água. Sua destinação para fins não potáveis já é muito utilizada em diversos países do mundo. Dessa forma, uma nova cultura sobre a água e desenvolvimento sustentável precisa ser adquirida pela população. O homem, além de maior usuário de água doce, também é o maior responsável por sua degradação. Por isso, toda e qualquer tecnologia que sirva para a preservação deste recurso tão importante deve ser estudada e abordada pela sociedade.

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 é realmente necessária; também recolhe a água que escoaria pelas vias, impedindo alagamentos nas cidades.

Por esses motivos, a prática de captação e água pluvial está se tornando cada vez mais comum no Brasil. Em outros países do mundo esta já é bastante utilizada com bastante êxito.

O presente 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 construído um sistema de reservação de água da chuva. O presente trabalho também propõe apontar o tempo de retorno do investimento inicial. Será apresentado um estudo de caso para o município de Varginha, situado no sul de Minas Gerais.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de viabilidade da implantação de um sistema de captação de água de chuva em residências no município de Varginha como também determinar o melhor tempo de retorno do investimento.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar estudo pluviométrico do município de Varginha;
- Caracterizar os tipos de uso não potáveis onde a água de chuva possa ser utilizada;
- Apresentar os critérios de dimensionamento de reservatórios que irão receber a água de chuva coletada no telhado;
- Escolher o método de cálculo mais adequado para o dimensionamento de reservatório;
- Calcular economia gerada na conta de água através da implantação do sistema de captação de água pluvial;
- Estimar a captação de água de chuva para diferentes tamanhos de telhado;
- Dimensionar o reservatório de água pluvial através do método adotado para diferentes situações;
- Determinar o custo de implantação de um sistema de captação de água de chuva;
- Determinar o tempo de retorno do investimento.

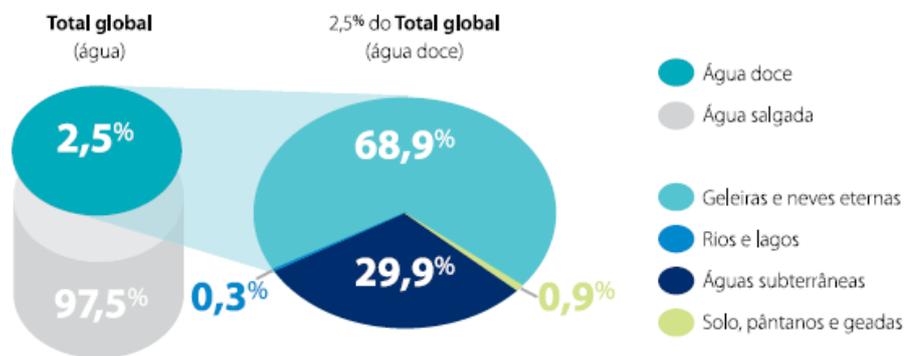
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Água doce no mundo

O volume de água na superfície da Terra é constante. Segundo MEC (2005), cerca de 70% do planeta é constituído de água. Entretanto, de toda a água existente, 97,5% é salgada, ou seja, indisponível para o consumo humano. Da parcela de água doce, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos. A figura 1 a seguir mostra um gráfico que ilustra a distribuição de água doce na superfície da Terra.

Figura 1: Distribuição de água na superfície da Terra

Fonte: (MEC, 2005, p.28)



Dessa forma a água disponível para consumo representa uma parcela muito pequena de toda a água existente. Segundo a UNESCO (apud MEC, 2005), mais de 6 bilhões de pessoas em todo o mundo utilizam cerca de 54% da água doce disponível em rios, lagos e aquíferos.

Uma vez que a quantidade de água é constante, o crescimento populacional faz com que a disponibilidade de água por habitante seja cada vez menor. Segundo Manuso e Santos (2003) O crescimento populacional de 80% nas áreas urbanas por volta de 2025, a população que sofrerá com escassez de recursos hídricos será dez vezes maior do que a atual. Isso faz com que o reuso da água se torne um tema bastante atual e que merece toda atenção

Também segundo Manuso e Santos (2003) o termo água de reuso ganhou notoriedade a partir de 1980, pois foi quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras.

3.2. Água doce no Brasil

Segundo Tomaz (2003) comparando-se o Brasil com a América do Sul, o país apresenta vazão média de 177.900 m³/s, o que equivale a 53% de toda a vazão da América do Sul. Em relação à vazão mundial, o país apresenta uma parcela de 12% da produção hídrica da superfície.

Apesar da riqueza hídrica no país, sua distribuição por regiões é bastante desigual. O quadro 1 a seguir ilustra essa situação:

Quadro 1: Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões

Regiões do Brasil	Vazão (Km ³ /ano)	Porcentagem (%)
Norte	3.845,5	68,5
Nordeste	186,2	3,3
Sudeste	334,2	6,0
Sul	365,4	6,5
Centro – Oeste	878,7	15,7
Total	5610,0	100

Fonte: (TOMAZ, 2003, p. 21)

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a área em km² e a população do Brasil em 1999 estão no quadro 2 a seguir:

Quadro 2: Regiões do Brasil com áreas em km² e população

Regiões do Brasil	Área (km ²)	População 1999	Porcentagem (%)
Norte	3.869.637	12.133.705	7,40
Nordeste	1.561.177	46.289.042	28,23
Sudeste	927.286	69.858.115	42,61
Sul	577.214	24.445.950	14,91
Centro – Oeste	1.612.077	11.220.743	6,85
Total	8.547.403	163.947.554	100

Fonte: (TOMAZ, 2003, p. 21)

De acordo com os dados das tabelas apresentadas, deve-se observar que a região Norte tem 65% da água de todo Brasil, embora a população seja de apenas 7,4% da população de todo

o país. Em contrapartida, a região Sudeste possui a maior parcela da população e apresenta apenas 6% da água disponível. Há, portanto, um desequilíbrio entre a oferta e a necessidade. O problema é ainda acentuado pela poluição dos rios, em consequência da atividade industrial, poluentes e despejos urbanos.

Segundo Murase Makoto (apud Tomaz, 2003) estima-se que pelo meio do século XXI, 60% da população estarão concentradas nas áreas urbanas, principalmente na Ásia, África e América Latina, e aparecerão os problemas de secas e enchentes.

Por suas características climáticas, com predomínio dos climas equatorial e tropical, o Brasil recebe um significativo volume de chuva por ano, que varia de 3.000mm na Amazônia e 1.300mm no centro do País. No sertão nordestino, este índice varia entre 250mm/ano a 600mm/ano (TOMAZ, 2003, p.22).

Segundo Tomaz (2003) é preciso criar uma nova cultura sobre a água de chuva, permitindo uma vida mais harmoniosa. Nas regiões Sul e Sudeste, a urbanização já passou de 60% (em alguns casos, está próxima dos 90%), o que faz com que medidas para o melhor uso e aproveitamento da água sejam tomadas, para que não haja escassez deste bem tão importante.

3.3.Aproveitamento de água de chuva na história

Aproveitamento de água de chuva é tão antigo que não sabemos quando começou. O documento mais antigo que existe é a pedra Moabita datada de 830 a.C. que foi achada na antiga região de Moab perto de Israel.

A pedra é de basalto negro e tem a determinação gravada do rei mesa para a cidade de Qarhoh *“para que cada um de vós faça uma cisterna para si mesmo, na sua casa.”* (TOMAZ, 2007, p.01, grifo do autor).

Na Califórnia, na Alemanha e no Japão são oferecidos financiamentos para a construção de captação de água de chuva. No estado de Hamburgo (Alemanha), é concedido um auxílio financeiro para quem aproveitar a água de chuva, já que esta medida também é capaz de conter picos de enchentes. Também na Alemanha, o aproveitamento de água de chuva é destinado para irrigação de jardins, máquina de lavar, e descarga de bacias sanitárias desde 1980. Nota-se que sempre a água de chuva é utilizada para fins não potáveis. (TOMAZ,2003).

No Brasil, a norma NBR15527:2007 contém os requisitos necessários para o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. A norma especifica condições gerais, reservatórios, bombeamento, qualidade da água e manutenção do sistema.

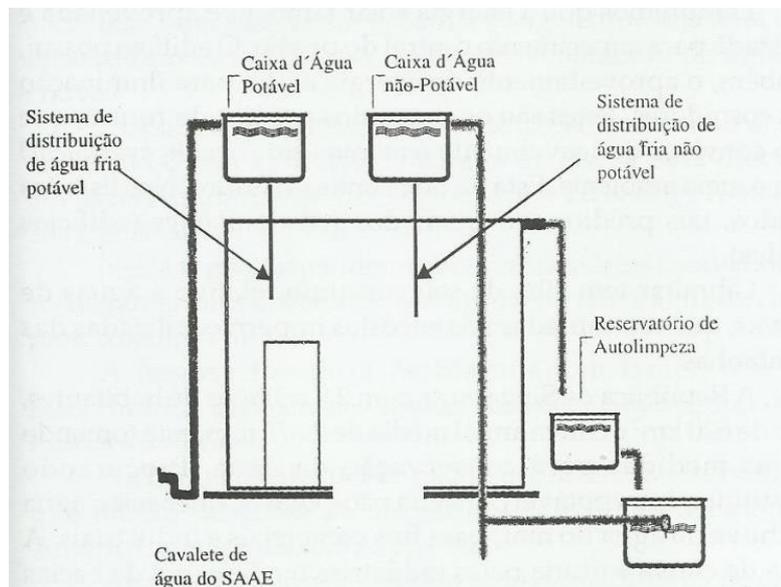
3.4. Água de chuva para fins urbanos

O conceito de aproveitamento de água de chuva abordado no trabalho é voltado para o uso residencial.

Tomaz (2003) diz que países de primeiro mundo como Japão, Estados Unidos e Austrália estão seriamente empenhados no aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. Tais países também se preocupam com o desenvolvimento de pesquisas na área.

A figura 2 a seguir ilustra um esquema de aproveitamento de chuva para fins não potáveis em uma residência que é abastecida por água encanada. A tendência é a construção de um sistema dual de reservação e distribuição de água fria, sendo um para água potável e um para água não potável.

Figura 2: Sistema dual de água fria



Fonte: (TOMAZ, 2003, p. 23)

3.5. Sistema de captação de água pluvial

Segundo May (2004), o sistema de captação de águas pluviais possui o seguinte funcionamento: primeiro, a água é coletada por áreas impermeáveis, no caso, telhado. Em seguida, é filtrada e armazenada em reservatórios. A figura 3 a seguir mostra o esquema de filtro da água vinda do telhado

Figura 3: Esquema de filtro da água vinda do telhado



Fonte : EcoCasa (2015)

3.6. Componentes principais para a captação de água de chuva

Tomaz (2003) diz que os componentes principais para a captação de água de chuva são: área de captação, calhas e condutores, by pass, peneira, reservatório e extravasor.

3.6.1. Área de captação

São os telhados das edificações. Podem ser de telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas plásticas, entre outros. A inclinação do telhado é variável.

3.6.2. Calhas e condutores

As calhas e condutores horizontais e verticais devem atender à NBR 10844:1989. A vazão de projeto, a intensidade pluviométrica e o tempo de retorno (T_r) são determinadas pelo projetista (TOMAZ 2007). Além disso, devem ser instalados dispositivos de remoção de detritos (grades e telas) que atendam à NBR 12213:1992. As calhas e condutores de água pluvial podem ser de PVC ou metálicos.

3.6.3. By Pass

De acordo com Tomaz (2003), a primeira água da chuva contém sujeira advinda dos telhados (poeira, folhas, sujeira de animais, etc.) e pode ser removida manualmente de maneira automática, através de dispositivos de autolimpeza.

3.6.4. Peneira

Também segundo Tomaz (2003), para remover materiais em suspensão, usam-se peneiras com tela de 0,2 a 1,0 mm.

3.6.5. Reservatório

Ainda segundo Tomaz (2003), os reservatórios podem ser apoiados, enterrados ou elevados. Quanto ao material, podem ser de concreto armado, alvenaria ou plásticos.

De acordo com a NBR 15527:2007, o volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base nos critérios técnicos econômicos 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.

3.6.6. Extravasor

O autor Tomaz (2003) também recomenda a instalação de um extravasor (ladrão) no reservatório de água pluvial. O extravasor deve possuir um dispositivo que impeça a entrada de pequenos animais.

3.6.7. Bomba fotovoltaica

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

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

3.7. Distribuição de consumo de água em uma residência

O quadro 3 a seguir mostra o consumo médio de água em cada atividade de uma residência:

Quadro 3: Desagregação de água em uma residência

Tipos de uso da água	Porcentagem
Descargas na bacia sanitária	41%
Banho e lavagem de roupa	37%
Cozinha – água para beber e cozinhar	2 a 6%
Cozinha – lavagem de pratos	3 a 5%
Cozinha – disposição de lixos	0 a 6%
Lavanderias	4%
Limpeza e arrumação geral na casa	3%
Rega de jardim com sprinkler	3%
Lavagem de carros	1%
Total	100%

Fonte: (TOMAZ, 2003, p. 53)

Conforme descrito no quadro, o gasto de água em bacias sanitárias é o maior responsável pelo consumo de água potável em uma residência. Uma substituição nas bacias sanitárias de água potável por água de chuva pode gerar uma economia média de 41% de água tratada. Além dessa vantagem, a água potável será destinada às atividades onde sua potabilidade se faz realmente necessária.

Além disso, outras atividades como rega de jardim, lavagem de carros e lavagem de passeios, quintais também podem ser consideradas no aproveitamento de água da chuva, uma vez que tais atividades não exigem determinada qualidade da água.

3.8. Qualidade da água armazenada

No aproveitamento de água de chuva, são usados os telhados e dependendo dos materiais utilizados em sua confecção, a contaminação poderá ser ainda maior. Exemplos de contaminantes são: fezes de passarinhos, pombas, fezes de ratos e outros animais, bem como poeiras, folhas de árvores, revestimento do telhado, fibrocimento, tintas, etc.

As fezes de passarinhos e outras aves e animais podem trazer problemas de contaminação por bactérias e de parasitas gastro-intestinais. Por este motivo, é aconselhável que a água de lavagem dos telhados, isto é, a primeira água, seja desprezada e jogada fora (TOMAZ, 2003, p.40).

Segundo a NBR 15527:2007, os padrões de qualidade de água devem ser definidos pelo projetista, visando a utilização em questão. Para os usos mais restritivos, a norma apresenta os seguintes parâmetros presentes no quadro 4:

Quadro 4: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^c
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 utilizados outros processos de desinfecção além do cloro, como aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

^a No caso de serem utilizados compostos para desinfecção

^b uT é a unidade de turbidez

^c uH é a unidade Hazen

Fonte: ABNT NBR 15527:2007

Tomaz (2007) não recomenda em hipótese alguma o uso da água de chuva para fins potáveis. O autor ainda diz que no caso de água de chuva para a lavagem de roupas deve-se utilizar de tratamentos específicos que permitam a remoção de parasitas como o *Cryptosporidium parvum*. Neste caso, o autor recomenda o uso de filtros lentos de areia.

Para a manutenção do reservatório, a NBR 15527:2007 especifica as diretrizes de acordo com o quadro 5:

Quadro 5: Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT NBR 15527:2007

4. METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, serão utilizados dados referentes ao município de Varginha. O cálculo de um reservatório para a água de chuva será realizado através dos métodos discriminados na NBR 15527:2007. As variáveis presentes em tais métodos serão calculadas e estimadas. Serão feitos cálculos para obter o índice pluviométrico mensal médio da cidade, assim como o número médio de habitantes por residência, como também a área média de captação de chuva (telhado cerâmico).

Após determinado o melhor método de cálculo de reservatório, esse se manterá constante e as demais variáveis (que possuem valores médios) utilizadas serão alteradas, a fim de se determinar um ponto ótimo para a implantação do sistema de captação de água de chuva. Além disso, os custos para a implantação do sistema serão estimados, juntamente com o tempo de retorno do investimento

4.1.Região de estudo

A cidade de Varginha situa-se no estado de Minas Gerais. Com população de 123.081 habitantes de acordo com o censo 2010 e população estimada para o ano de 2014 (IBGE) de 131.269 habitantes. O município compreende uma área de 395,396 km², Varginha localiza-se em uma região estratégica, estando próxima às principais capitais do país.

4.2. Dados pluviométricos utilizados

A estação pluviométrica utilizada para a coleta de dados foi Usina de Varginha, código 02145018. Sua operadora e responsável é a ANA (Agência Nacional de Águas). A série histórica utilizada foi de 1943 a 1978 (Apêndice A). A partir dos dados coletados, foi possível obter a média de chuva mensal para a cidade de Varginha. O quadro 6 contém as médias mensais obtidas:

Quadro 6: Média de precipitação mensal para Varginha em milímetros (mm).

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
249,03	191,69	155,13	61,45	35,48	21,98	16,66	19,21	43,45	119,89	151,54	228,44

Fonte: Hidroweb

Outros dados obtidos para a análise pluviométrica de Varginha foram as médias mensais de chuvas obtidas pela Fundação Procafé da cidade. As médias obtidas na fundação referem-se à série histórica do período de 1974 a 2013. O quadro 7 apresenta os dados obtidos:

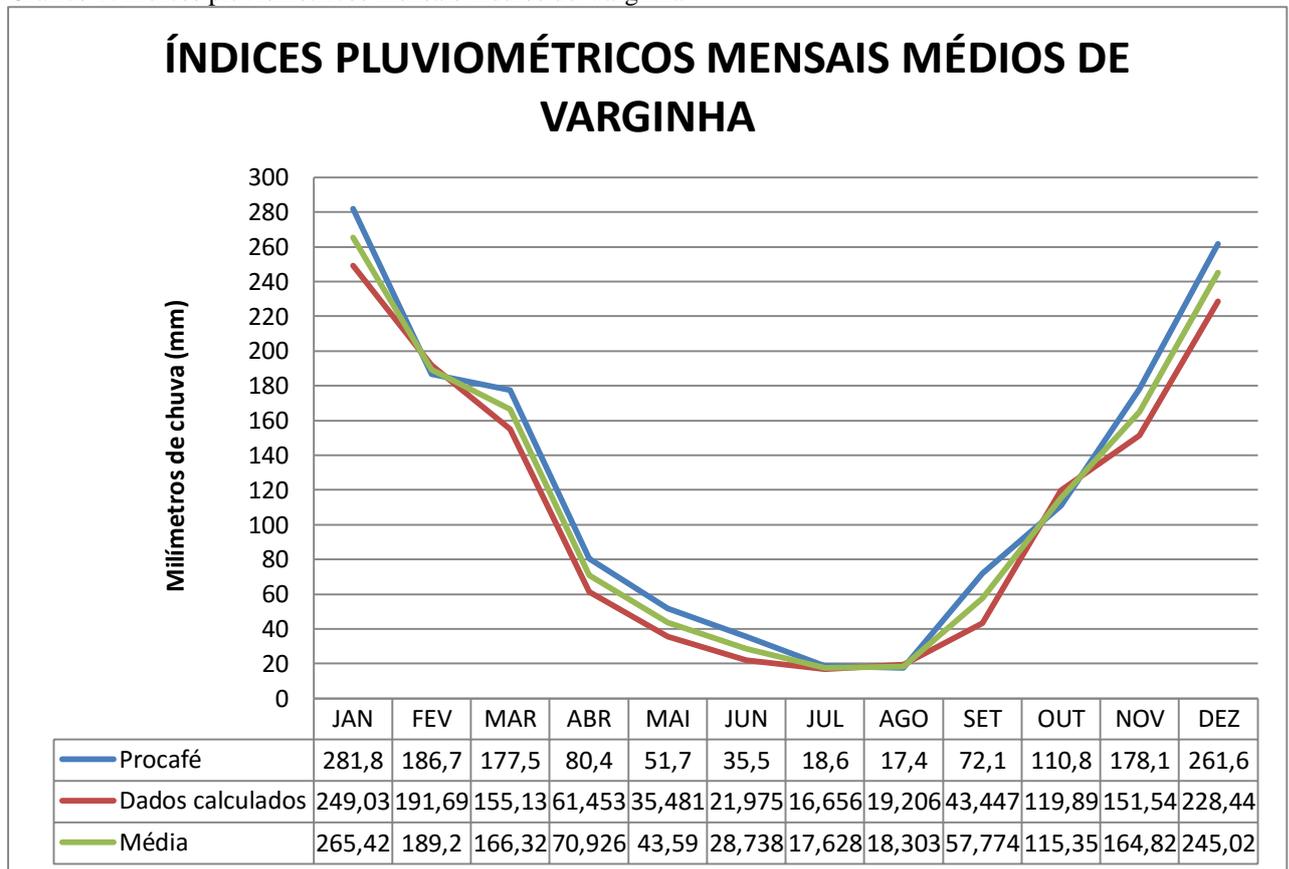
Quadro 7: Média de precipitação mensal para Varginha em milímetros (mm)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
281,8	186,7	177,5	80,4	51,7	35,5	18,6	17,4	72,1	110,8	178,1	261,6

Fonte: Procafé.

Para a utilização nos cálculos, foi obtida a média de ambos os dados encontrados. O gráfico 1 a seguir, apresenta a análise feita:

Gráfico 1: Índices pluviométricos mensais médios de Varginha



Fonte: Hidroweb, Procafé

A partir da análise dos dados da tabela, dando ênfase às médias mensais obtidas, é possível discriminar o ano hidrológico. Segundo a SABESP, o ano hidrológico na região Sudeste inicia-se em outubro, marcando o início do período chuvoso e vai até março. Os meses de abril, maio, junho, julho agosto e setembro têm índices pluviométricos baixos, e serão os meses onde o sistema de reservação de água da chuva irá garantir uma regularização de vazão.

De acordo com os dados obtidos, o índice pluviométrico total anual para o município de Varginha é de 1383,07 mm de chuva.

4.3. Cálculo de amostragem

Muitas vezes, quando é necessário fazer algum levantamento estatístico não é possível conhecer todos os elementos existentes na população em estudo. Para isso, utiliza-se uma amostra que seja a mais representativa possível.

O processo de escolha dos indivíduos que pertencerão a uma amostra é denominado amostragem. A partir daí as conclusões retiradas com relação à amostra são generalizadas para toda a população. Uma das formas de se calcular o tamanho da amostra, se dá pela seguinte equação

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

onde:

n= amostra calculada

N= população

Z= variável normal padronizada associada ao nível de confiança

p= verdadeira probabilidade do evento

e= erro amostral

4.4. Estimativa do tamanho médio da área de captação

Uma das variáveis para o cálculo do reservatório de água de chuva é o tamanho da área de captação. Para o presente trabalho serão considerados telhados constituídos de telha cerâmica. Uma estimativa da área média de telhado na cidade de Varginha será feita através de imagens captadas por satélite do programa Google Earth.

Para o cálculo amostral, utiliza-se a seguinte equação de amostragem:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

Para uma população de 37.523 domicílios existentes no município de Varginha (IBGE) e utilizando um nível de confiança de 95%, a amostra mínima que deve ser analisada para se obter um resultado representativo é de 381 residências.

Foram analisadas 405 residências escolhidas de maneira aleatória (abrangendo diferentes classes econômicas) através de imagens do Google Earth.

Para o cálculo, estimou-se a porcentagem da área ocupada por telhados em uma quadra situada em um bairro residencial qualquer da cidade. Utilizando-se ferramentas do AutoCad, obteve-se o resultado de 45%.

A seguir, aferiu-se a área de outras quadras de outros bairros residenciais quaisquer da cidade. Obtendo-se a área total de quadras, multiplicou-se por 45% e o resultado dividiu-se pelo número de residências existentes em cada uma das quadras. Sendo assim, estimou-se a área média de telhado no município. As imagens utilizadas para cálculo estão no Apêndice B.

$$\text{área média de telhados} = \frac{0,45 \cdot \sum \text{área das quadras}}{n^{\circ} \text{ de residências analisadas}}$$

O quadro 8 apresenta os valores encontrados:

Quadro 8: Estimativa da área média de telhado

Bairro	Área total analisada (m ²)	Área ocupada por telhados (m ²)	Número de residências	Área média de telhados (m ²)
Pinheiros	37.034,70	16.665,615	116	143,67
Boa Vista	54.958,59	24.731,3655	152	162,71
Jardim Corceti	36.768,51	16.545,8295	137	120,78
Total	128.761,80	57.942,81	405	143,07

Fonte: O autor.

4.5. Estimativa para o número médio de habitantes por domicílio

Para estimar o número médio de habitantes por domicílio dividiu-se a população total do município pelo número total de domicílios existentes.

$$\text{número médio hab/dom} = \frac{\text{população total do município}}{\text{domicílios existentes no município}}$$

Utilizando-se a população e o número de domicílios contabilizados no censo 2010 (IBGE 2015) obteve-se

$$\frac{123.081 \text{ habitantes}}{37.523 \text{ domicílios}} = 3,28 \text{ hab/dom}$$

4.6. Dimensionamento dos reservatórios

Para o cálculo de dimensionamento dos reservatórios a norma 15527:2007 estabelece 6 métodos distintos. São eles:

4.6.1. Método de Rippl

Neste método, podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S_t = D_t - Q_t$$

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

$$\text{Sendo que } \sum D_t < \sum Q_t$$

onde:

S_t é o volume de água no reservatório no tempo t ;

Q_t é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

D_t é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

4.6.2. Método da simulação

Neste método, a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito.

$$S_t = Q_t + S_{(t-1)} - D_t$$

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

$$\text{Sendo que } 0 \leq S_t \leq V$$

onde:

S_t é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S_{(t-1)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo $t-1$;

Q_t é o volume de chuva no tempo t ;

D_t é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

NOTA Para este método, duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo “ t ”, os dados históricos são representativos para as condições futuras.

4.6.3. Método Azevedo Neto

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

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

onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

4.6.4. Método prático alemão

Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor do volume do reservatório; 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

$$V_{\text{adotado}} = \text{mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo)} \cdot 0,06$$

$$C = \text{mín}(V; D) \cdot 0,06$$

onde:

V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);

D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);

V_{adotado} é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

4.6.5. Método prático inglês

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação

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

onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

4.6.6. Método prático australiano

O volume de chuva é dado pela seguinte equação:

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

onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,8;

P é a precipitação média mensal;

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

A é a área de coleta;

Q é o volume mensal produzido pela chuva.

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.

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

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.

NOTA Para o primeiro mês, considera-se o reservatório vazio

Quando $(V_{t-1} + Q_t - D) < 0$, então $V_t = 0$

O volume do tanque escolhido será T .

Confiança:

$$P_r = N_r / N$$

onde:

P_r é a falha;

N_r é o número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda, isto é, quando $V_t = 0$;

N é o número de meses considerado, geralmente 12 meses;

$$\text{Confiança} = (1 - P_r)$$

Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90% e 99%.

4.7. Tarifas aplicadas pela concessionária

Para a cidade de Varginha, Minas Gerais, os dados alusivos às tarifas pagas pelo consumo de água serão referentes à COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). As tarifas utilizadas referem-se ao tratamento da água e do esgoto gerado, uma vez que a água em si não é cobrada. O quadro 9 apresenta as tarifas vigentes da COPASA para o mês de novembro do ano 2015.

Quadro 9: tarifas cobradas pela concessionária

TABELA TARIFÁRIA COPASA						
Vigência 05/2015 a 04/2016						
Classe de Consumo	Código Tarifário	Intervalo de Consumo m ³	Tarifas de Aplicação			
			05/2015 a 04/2016			
			ÁGUA	EDC	EDT	
			1	2	3	
Residencial Tarifa Social até 10 m ³	ResTS até 10 m ³	0 - 6	9,56	4,79	8,63	R\$/mês
		> 6 - 10	2,128	1,064	1,915	R\$/m ³
Residencial Tarifa Social maior que 10 m ³	ResTS > 10m ³	0 - 6	10,08	5,05	9,06	R\$/mês
		> 6 - 10	2,241	1,122	2,017	R\$/m ³
		> 10 - 15	4,903	2,451	4,412	R\$/m ³
		> 15 - 20	5,461	2,731	4,916	R\$/m ³
		> 20 - 40	5,487	2,744	4,939	R\$/m ³
> 40	10,066	5,035	9,060	R\$/m ³		
Residencial até 10 m ³	Res até 10 m ³	0 - 6	15,94	7,97	14,38	R\$/mês
		> 6 - 10	2,661	1,330	2,394	R\$/m ³
Residencial maior que 10 m ³	Res > 10m ³	0 - 6	16,80	8,40	15,10	R\$/mês
		> 6 - 10	2,801	1,401	2,520	R\$/m ³
		> 10 - 15	5,447	2,724	4,903	R\$/m ³
		> 15 - 20	5,461	2,731	4,916	R\$/m ³
		> 20 - 40	5,487	2,744	4,939	R\$/m ³
> 40	10,066	5,035	9,060	R\$/m ³		
Comercial	Com	0 - 6	25,79	12,90	23,23	R\$/mês
		> 6 - 10	4,299	2,150	3,871	R\$/m ³
		> 10 - 40	8,221	4,111	7,398	R\$/m ³
		> 40 - 100	8,288	4,142	7,459	R\$/m ³
		> 100	8,329	4,164	7,496	R\$/m ³
Industrial	Ind	0 - 6	27,37	13,69	24,64	R\$/mês
		> 6 - 10	4,562	2,281	4,107	R\$/m ³
		> 10 - 20	7,992	3,996	7,193	R\$/m ³
		> 20 - 40	8,017	4,009	7,215	R\$/m ³
		> 40 - 100	8,095	4,049	7,285	R\$/m ³
		> 100 - 600	8,316	4,157	7,484	R\$/m ³
> 600	8,405	4,202	7,564	R\$/m ³		
Pública	Pub	0 - 6	24,28	12,14	21,87	R\$/mês
		> 6 - 10	4,049	2,025	3,642	R\$/m ³
		> 10 - 20	6,982	3,490	6,283	R\$/m ³
		> 20 - 40	8,439	4,218	7,595	R\$/m ³
		> 40 - 100	8,546	4,274	7,693	R\$/m ³
		> 100 - 300	8,571	4,285	7,713	R\$/m ³
> 300	8,644	4,323	7,780	R\$/m ³		

Fonte: COPASA

- Água - coluna 1
- EDC: esgoto dinâmico com coleta - coluna 2
- EDT: esgoto dinâmico com coleta e tratamento - coluna 3

Para a cidade de Varginha, as tarifas cobradas são a de água e EDT, apenas. Para o presente trabalho, serão utilizadas as tarifas que se enquadram na classe de consumo residencial sem tarifa social, variando de 10m³/mês até acima de 10m³/mês.

4.8. Simulação dos custos para a implantação do sistema de captação de água pluvial

Para a simulação dos custos de implantação do sistema, serão levados em consideração os seguintes itens:

- Custo do reservatório de polietileno;
- Custo da escavação mecânica para instalação do reservatório;
- Custo da remoção de terra proveniente da escavação.
- Custo da mão de obra para regularização manual da instalação do reservatório;
- Custo da tubulação utilizada;
- Custo do sistema fotovoltaico (bomba+painel) já instalado;

4.8.1. Reservatório de polietileno

Para avaliar o custo do reservatório de polietileno para armazenamento de água de chuva, realizou-se uma pesquisa de mercado, a fim de encontrar os modelos e preços disponíveis.

As cisternas encontradas já são equipadas, ou seja, já acompanham filtro, extravasor, e demais acessórios. Os valores e modelos encontrados estão apresentados no quadro 10:

Quadro 10: preços e modelos de cisterna

Cisterna - modelo	Preço
2.500 litros	R\$ 945,90
5.000 litros	R\$ 1.797,90
10.000 litros	R\$ 3.440,90
15.000 litros	R\$ 4.950,90
20.000 litros	R\$ 7.200,90
25.000 litros	R\$ 12.490,00

Fonte: Leroy Merlin

4.8.2. Escavação mecânica

Para a estimativa de custo da escavação mecânica onde será colocado o reservatório, analisou-se o tempo necessário de uso de uma retroescavadeira. Cotou-se o preço da tarefa na cidade de Varginha.

Supondo o solo como comum, sem apresentar qualquer dificuldade para a realização do serviço, estimou-se o tempo necessário para a sua execução. O aluguel da retroescavadeira foi

cotado em R\$ 120,00 por hora. O quadro 11 apresenta o orçamento estimado da escavação mecânica:

Quadro 11: preços e modelos de cisterna

Reservatório	Horas de serviço
2.500 litros	1,5
5.000 litros	2,0
10.000 litros	3,5
15.000 litros	5,5
20.000 litros	7,0
25.000 litros	9,0

Fonte: G. Brito Retroescavadeira

4.8.3. Remoção da terra

Para o cálculo do custo aproximado para a remoção do solo escavado, realizou-se uma cotação do preço do serviço na cidade de Varginha. O preço encontrado do caminhão foi de R\$ 50,00. O caminhão é capaz de carregar 6,0m³ de solo por viagem.

Levou-se em consideração o aumento de volume do solo após sua retirada (empolamento). O índice de empolamento adotado foi de 1,4.

4.8.4. Mão de obra utilizada

O cálculo da mão de obra utilizada foi estimado em dias de serviço. Para a regularização da vala onde será instalado o reservatório, estimou-se dois dias de serviço de um ajudante (R\$ 60,00 cada dia). Para a instalação de toda a parte hidráulica, estimou-se um dia de serviço de um bombeiro (R\$ 200,00).

4.8.5. Tubulação

Para a estimativa do material hidráulico utilizado, adotou-se 30 metros de tubulação e 10 conexões, no total.

4.8.6. Sistema fotovoltaico

O conjunto fotovoltaico constitui-se de uma bomba e um painel da marca Neosolar, modelo SHURFLO. A bomba fotovoltaica é capaz de vencer uma altura de 14,0m e bombear

2.910 litros de água por dia. O orçamento realizado já inclui a instalação do mesmo (R\$ 1035,00).

4.9. Cálculo do tempo de retorno

O cálculo do tempo de retorno do investimento para a implantação do sistema de captação de água de chuva é feito através de uma divisão simples. Divide-se o valor gasto na implantação pelo valor da economia mensal nas tarifas da COPASA. O valor encontrado é dado em meses. Sendo assim:

$$\textit{Tempo de retorno (meses)} = \frac{\textit{custo total}}{\textit{economia mensal}}$$

Para encontrar o valor em anos, basta dividir o tempo de retorno em meses pelos 12 meses do ano:

$$\textit{Tempo de retorno (anos)} = \frac{\textit{tempo de retorno (meses)}}{12}$$

5. RESULTADOS

5.1. Cálculo da demanda de água

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o consumo médio diário de água per capita no estado de Minas gerais é de 159 litros/habitante/dia. Para o presente trabalho, adotar-se-á o valor de 160 litros/habitante/dia.

De acordo com os dados da tabela 3, a porcentagem de água para uso não potável é de 45% (descargas na bacia sanitária, rega de jardim e lavagem de carros). O valor encontrado de habitantes/domicílio é de 3,28. Será utilizado para fins de cálculo 4,0 habitantes/domicílio. Sendo assim:

$$Demanda\ mensal\ fins\ não\ potáveis = 160\ l/hab/dia \cdot 30\ dias \cdot 4\ habitantes \cdot 0,45$$

$$Demanda\ mensal\ fins\ não\ potáveis = 8.640,0\ litros\ (8,64\ m^3)$$

5.2. Dimensionamento de reservatório segundo Método de Rippl

Para o método de Rippl serão utilizadas as séries históricas mensais encontradas. A área de captação utilizada será 143 m²

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

Aplicando-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 12:

$$Q_t = C \cdot Precipitação\ da\ chuva_t \cdot área\ de\ captação$$

Quadro 12: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m ³)	30,36	21,64	19,03	8,11	4,99	3,29	2,02	2,09	6,61	13,20	18,86	28,03

Fonte: O autor.

Para o cálculo de S_t, será utilizada a demanda mensal de 8,64 m³

Aplicando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 13:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 13: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m ³)	30,36	21,64	19,03	8,11	4,99	3,29	2,02	2,09	6,61	13,20	18,86	28,03
VOLUME RESERVATÓRIO (m ³)	-21,72	-13,00	-10,39	0,53	3,65	5,35	6,62	6,55	2,03	-4,56	-10,22	-19,39

Fonte: O autor.

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

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

$$V = 0,53 + 3,65 + 5,35 + 6,62 + 6,55 + 2,03$$

$$V = 24,73 \text{ m}^3$$

5.3. Dimensionamento de reservatório segundo Método da simulação

O objetivo do presente trabalho é encontrar o melhor método de cálculo de reservatório apresentado pela NBR 15527:2007, ou seja, encontrar o volume de reservatório de água pluvial mais conveniente para o uso doméstico no município de Varginha. Uma vez que o método da simulação deve partir de um volume de reservatório previamente estabelecido, tal método será desconsiderado para fins de cálculo aqui descritos.

5.4. Dimensionamento de reservatório segundo Método Azevedo Neto

Para o cálculo do reservatório será utilizada a precipitação média anual 1383,07 mm. O número de meses de pouca chuva é 6, conforme citado anteriormente (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro). Para a equação:

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

$$V = 0,042 \cdot 1383,07 \cdot 6 \cdot 143$$

$$V = 49.840,3 \text{ litros}$$

5.5. Dimensionamento de reservatório segundo Método prático alemão

Para o cálculo do reservatório será utilizada a precipitação média anual 1383,07 mm. O valor da demanda mensal utilizada para os cálculos será 8.640 litros.

Para o cálculo do volume anual precipitado:

$$\text{volume anual precipitado } (V) = \frac{1383,07}{1000} \cdot 143$$

$$\text{volume anual precipitado}(V) = 197,78 \text{ m}^3$$

$$\text{volume anual precipitado}(V) = 197.779,01 \text{ litros}$$

Para o cálculo do volume anual de consumo

$$\text{volume anual de consumo } (D) = 8640 \cdot 12$$

$$\text{volume anual de consumo}(D) = 103.680 \text{ litros}$$

Aplicando-se a equação do método:

$$C = \text{mín}(V; D) \cdot 0,06$$

$$C = 103.680 \cdot 0,06$$

$$C = 6.220,8 \text{ litros } (6,22 \text{ m}^3)$$

5.6. Dimensionamento de reservatório segundo o Método prático inglês

Para o cálculo do reservatório será utilizada a precipitação média anual 1383,07 mm.

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

$$V = 0,05 \cdot 1383,07 \cdot 143$$

$$V = 9.888,95 \text{ litros } (9,89 \text{ m}^3)$$

5.7. Dimensionamento de reservatório segundo o Método prático australiano

Para o Método prático australiano, serão utilizadas as séries históricas mensais encontradas. O demanda mensal considerada é de 8.640,0 litros. A área de captação utilizada será 143 m². O coeficiente de escoamento usado é 0,8 e o valor de I será o recomendado pela norma NBR 15527:2007 (2,0 mm).

Para a equação obtém-se os resultados do quadro 14:

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

Quadro 14: resultados obtidos para equação do Método prático australiano.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	30,13	21,42	18,80	7,89	4,76	3,06	1,79	1,87	6,38	12,97	18,63	27,80

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório obtém-se o quadro 15:

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

Quadro 15: resultados obtidos para equação do Método prático australiano.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	30,13	21,42	18,80	7,89	4,76	3,06	1,79	1,87	6,38	12,97	18,63	27,80
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	21,49	34,27	44,43	43,67	39,79	34,21	27,36	20,58	18,32	22,65	32,64	51,80

Fonte: O autor.

Portanto, o volume de reservatório adotado é:

$$V = 51,80 \text{ m}^3$$

Para o cálculo da confiança dos valores encontrados utiliza-se o número de meses em que o consumo foi maior que a demanda de chuva. Como, não houve nenhum resultado negativo na tabela 15, tem-se:

$$P_r = N_r / N$$

$$P_r = 0 / 12$$

$$P_r = 0$$

Confiança:

$$\text{Confiança} = (1 - P_r)$$

$$\text{Confiança} = (1 - 0)$$

$$\text{Confiança} = 100\%$$

5.8. Comparação entre os resultados

O quadro 16 a seguir apresenta o comparativo entre os métodos de cálculo de reservatório apresentados e seus respectivos volumes resultantes.

Quadro 16: síntese dos volumes resultantes obtidos

Método	Volume (m ³)
Rippl	24,73
Simulação	-
Azevedo Neto	49,84
Prático alemão	6,22
Prático inglês	9,89
Prático australiano	51,80

Fonte: O autor.

5.9. Método de cálculo de reservatório adotado

Após analisar as variáveis presentes caracterizadas no município de Varginha, adotou-se como a melhor solução, a escolha do Método de Rippl. Tal método se mostrou viável, pois ele garante uma regularização de armazenamento. O método de Rippl é um método de cálculo de volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão regularizada constante durante o período mais crítico de estiagem observado.

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, dimensionando-se todos os seus componentes, além do reservatório. Para isto, as variáveis

existentes, como (habitantes por residência e área de captação) serão combinadas com a finalidade de se obter o ponto ideal de implantação do sistema.

5.10. Dimensionamento dos reservatórios pelo método de Rippl

Conforme determinado, o melhor método de cálculo de reservatório encontrado 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 do presente trabalho, foram utilizados valores de 1 a 6 para o número de habitantes por residência. Para a área de captação, utilizou-se um intervalo de 50m² a 200m², com incremento de 25m².

Para o cálculo da demanda de 1 a 6 pessoas ainda de acordo com os dados da tabela 3, a porcentagem de água para uso não potável é de 45% (descargas na bacia sanitária, rega de jardim e lavagem de carros). Para o cálculo do consumo médio de água de 1 a 6 pessoas tem-se:

$$\text{Demanda mensal total} = 160 \text{ l/hab/dia} \cdot 30 \text{ dias} \cdot \text{habitante}$$

$$\text{Demanda mensal fins não potáveis} = 160 \text{ l/hab/dia} \cdot 30 \text{ dias} \cdot \text{habitantes} \cdot 0,45$$

Os resultados obtidos encontram-se no quadro 17:

Quadro 17: demanda mensal não potável

Habitantes	Demanda média mensal total (m ³)	Demanda média mensal não potável que pode ser substituída pela água de chuva(m ³)
1	4,8	2,16
2	9,6	4,32
3	14,4	6,48
4	19,2	8,64
5	24,00	10,80
6	28,8	12,96

Fonte: O autor.

Para o cálculo de reservatório, utilizou-se a demanda média mensal não potável (tabela 17, coluna 3) 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 (telhado): 50m², 75m², 100m², 125m², 150m², 175m² e 200m².

Para 1 pessoa, os cálculos realizados para cada área de captação estão apresentados.

Para o método de Rippl A área de captação utilizada será 50 m².O coeficiente de escoamento superficial adotado para telhados cerâmicos é de 0,80. Aplicando-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 18:

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

Quadro 18: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80

Fonte: O autor.

Aplicando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 19:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 19: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-8,46	-5,41	-4,49	-0,68	0,42	1,01	1,45	1,43	-0,15	-2,45	-4,43	-7,64

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se o resultado no quadro 20:

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

Quadro 20: volume calculado do reservatório pelo método de Rippl

VOLUME CALCULADO RESERVATÓRIO (m³)	4,31
------------------------------------------------------	------

Fonte: O autor.

Para a área de captação de 75 m² e coeficiente de escoamento superficial adotado 0,80, aplica-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 21:

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

Quadro 21: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70

Fonte: O autor.

Utilizando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 22:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 22: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-13,77	-9,19	-7,82	-2,10	-0,46	0,44	1,10	1,06	-1,31	-4,76	-7,73	-12,54

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se o resultado no quadro 23:

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

Quadro 23: volume calculado do reservatório pelo método de Rippl

VOLUME CALCULADO RESERVATÓRIO (m³)	2,60
------------------------------------------------------	------

Fonte: O autor.

Para a área de captação de 100 m² e coeficiente de escoamento superficial adotado 0,80, aplica-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 24:

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

Quadro 24: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60

Fonte: O autor.

Utilizando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 25:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 25: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-19,07	-12,98	-11,15	-3,51	-1,33	-0,14	0,75	0,70	-2,46	-7,07	-11,03	-17,44

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se o resultado no quadro 26:

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

Quadro 26: volume calculado do reservatório pelo método de Rippl

VOLUME CALCULADO RESERVATÓRIO (m³)	1,45
------------------------------------------------------	------

Fonte: O autor.

Para a área de captação de 125 m² e coeficiente de escoamento superficial adotado 0,80, aplica-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 27:

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

Quadro 27: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50

Fonte: O autor.

Utilizando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 28:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 28: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-24,38	-16,76	-14,47	-4,93	-2,20	-0,71	0,40	0,33	-3,62	-9,37	-14,32	-22,34

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se o resultado no quadro 29:

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

Quadro 29: volume calculado do reservatório pelo método de Rippl

VOLUME CALCULADO RESERVATÓRIO (m³)	0,73
------------------------------------------------------	------

Fonte: O autor.

Para a área de captação de 150 m² e coeficiente de escoamento superficial adotado 0,80, aplica-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 30:

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

Quadro 30: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40

Fonte: O autor.

Utilizando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 31:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 31: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-29,69	-20,54	-17,80	-6,35	-3,07	-1,29	0,04	-0,04	-4,77	-11,68	-17,62	-27,24

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se o resultado no quadro 32:

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

Quadro 32: volume calculado do reservatório pelo método de Rippl

VOLUME CALCULADO RESERVATÓRIO (m³)	0,04
------------------------------------------------------	------

Fonte: O autor.

Para a área de captação de 150 m² e coeficiente de escoamento superficial adotado 0,80, aplica-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 33:

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

Quadro 33: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30

Fonte: O autor.

Utilizando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 34:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 34: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-35,00	-24,33	-21,12	-7,77	-3,94	-1,86	-0,31	-0,40	-5,93	-13,99	-20,91	-32,14

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se o resultado no quadro 35:

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

Quadro 35: volume calculado do reservatório pelo método de Rippl

VOLUME CALCULADO RESERVATÓRIO (m³)	0,00
------------------------------------------------------	------

Fonte: O autor.

Para a área de captação de 150 m² e coeficiente de escoamento superficial adotado 0,80, aplica-se a equação para os meses de janeiro a dezembro, obtém-se o quadro 36:

$$Q_t = C \cdot \text{Precipitação da chuva}_t \cdot \text{área de captação}$$

Quadro 36: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20

Fonte: O autor.

Utilizando-se a equação do método de Rippl a seguir para os meses de janeiro a dezembro têm-se os valores do quadro 37:

$$S_t = D_t - Q_t$$

Quadro 37: resultados obtidos para equação do Método de Rippl

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-40,31	-28,11	-24,45	-9,19	-4,81	-2,44	-0,66	-0,77	-7,08	-16,30	-24,21	-37,04

Fonte: O autor.

Para o cálculo do volume do reservatório, tem-se o resultado no quadro 38:

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

Quadro 38: volume calculado do reservatório pelo método de Rippl

VOLUME CALCULADO RESERVATÓRIO (m³)	0,00
------------------------------------------------------	------

Fonte: O autor.

De maneira análoga, foram realizados os cálculos para 2, 3, 4, 5 e 6 pessoas. Os cálculos detalhados podem ser encontrados no Apêndice C.

O quadro 39 apresenta os resultados gerais encontrados para o volume de reservatório em m³. Para os valores onde o volume do reservatório resultou em um valor menor que a demanda mensal não potável, o valor adotado para o reservatório será igual ao valor da demanda mensal não potável.

Quadro 39: volume de reservatórios em m³ segundo método de Rippl

N° de pessoas	Área de captação (m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
1	4,31	2,6	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
2	16,44	11,7	8,62	6,49	5,2	4,32	4,32
3	31,27	24,66	19,92	15,8	12,93	10,76	9,09
4	51,49	39,34	32,88	28,14	23,41	19,96	17,24
5	74,28	56,19	47,42	41,1	36,37	31,63	27,43
6	100,2	77,24	62,54	55,49	49,33	44,59	39,85

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 de chuva.

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

Entretanto, levando em consideração que o estudo de viabilidade se dá para fins residenciais, muitos valores encontrados se tornam inviáveis. Qualquer reservatório que possua um volume maior que 10m³ se torna inviável para se instalar em uma residência, seja pelo custo gerado, seja pela área demandada.

Sendo assim, será realizado o cálculo do tempo de retorno para as situações descritas no quadro 39. Em seguida, será realizado o cálculo do tempo de retorno limitando-se o volume de reservatório para 10m³.

5.11. Orçamento para a implantação do sistema de captação de água pluvial

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, 42 situações diferentes. Para cada uma delas, foi realizado um orçamento.

Todos os cálculos com as estimativas de custo de instalação do sistema de captação de água pluvial em cada uma das situações encontram-se de maneira detalhada no Apêndice D. O quadro 40 apresenta os resultados obtidos:

Quadro 40: orçamento estimado para os reservatórios

Nº de pessoas	Custos de implantação do sistema de captação de água pluvial						
	Área de captação (m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
1	R\$ 4.005,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54
2	R\$ 7.678,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 4.005,54	R\$ 4.005,54	R\$ 4.005,54	R\$ 4.005,54
3	R\$ 14.179,44	R\$ 12.246,44	R\$ 10.158,54	R\$ 7.678,54	R\$ 7.678,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54
4	R\$ 29.607,64	R\$ 18.449,44	R\$ 13.800,34	R\$ 13.800,34	R\$ 15.737,64	R\$ 10.158,54	R\$ 7.678,54
5	R\$ 43.477,64	R\$ 31.695,54	R\$ 29.557,64	R\$ 18.449,44	R\$ 19.748,54	R\$ 13.800,34	R\$ 15.737,64
6	R\$ 57.347,64	R\$ 43.477,64	R\$ 33.568,54	R\$ 31.695,54	R\$ 29.607,64	R\$ 20.537,34	R\$ 18.449,44

Fonte: O autor.

5.12. Simulação de tarifa da concessionária e economia gerada

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

Para isso, será calculado o custo de uso de água potável vinda da concessionária de Varginha, COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) para atender toda a demanda necessária, variando de 1 a 6 pessoas por residência. Em seguida, calculou-se a economia gerada substituindo-se a parcela de 45% (dados da tabela 3) de água potável por água de chuva.

Os valores utilizados para o cálculo tarifário são os dados referentes às classes de consumo residencial até 10m³ e residencial maior que 10m³ apresentados no quadro 9.

O quadro 41 apresenta os resultados encontrados para os gastos e economia na conta de água em cada uma das situações em estudo.

Quadro 41: tarifas e economia gerada

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7
Habitantes	Consumo médio (m ³) sem água de chuva	Tarifa a pagar	Consumo médio (m ³) com aproveitamento	Tarifa a pagar	Economia	Economia
1	4,80	R\$ 30,32	2,64	R\$ 30,32	R\$ 0,00	0,0%
2	9,60	R\$ 48,52	5,28	R\$ 30,32	R\$ 18,20	37,5%
3	14,40	R\$ 98,72	7,92	R\$ 40,03	R\$ 58,70	59,5%
4	19,20	R\$ 148,52	10,56	R\$ 58,98	R\$ 89,54	60,3%
5	24,00	R\$ 198,52	13,2	R\$ 86,30	R\$ 112,22	56,5%
6	28,80	R\$ 248,57	15,84	R\$ 113,65	R\$ 134,92	54,3%

Fonte: O autor.

A coluna 2 representa uma estimativa de consumo de água para o número de habitantes por residência na coluna 1. O valor estimado na coluna 2 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 55% da demanda mensal, uma vez que os outros 45% serão substituídos pela água de chuva armazenada. A coluna 5 refere-se a nova tarifa que será paga, 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 as tarifas pagas. Sendo assim, calculou-se:

$$coluna\ 6 = coluna3 - coluna5.$$

A coluna 7 representa a economia em porcentagem. Ou seja, a proporção da economia gerada em relação ao valor pago antes da utilização da água de chuva.

$$coluna\ 7 = \frac{coluna\ 6}{coluna\ 3}$$

Percebe-se que a economia para 4 pessoas é maior do que para 5 e 6 pessoas, isto acontece devido aos intervalos de consumo de água da COPASA que estão na tabela 9.

A economia de água potável gerada pela implantação do sistema de captação de água de chuva faz com que o intervalo nesta situação, que era de quase 20m³, passe para 10,56m³. Sendo assim, o consumo para 4 pessoas ficou muito próximo de 10m³.

Quando o consumo ultrapassa o volume de 10m³ as tarifas praticamente dobram de valor, encarecendo a conta final. Para se economizar na conta de água é ideal que o consumo fique próximo de 10m³.

5.13. Tempo de retorno do investimento inicial considerando o volume final calculado de reservatório

Considerando o custo de implantação do sistema de captação de água de chuva, mostrado no quadro 40, calculou-se o tempo de retorno do investimento em anos para cada uma das situações estudadas.

Este cálculo foi realizado efetuando-se uma divisão simples do custo do investimento (quadro 40) pela economia gerada (coluna 6 do quadro 41). Em seguida, dividiu-se os resultados encontrados pelos 12 meses do ano. O quadro 42 apresenta os resultados encontrados:

Quadro 42: tempo de retorno em anos do investimento

Nº de pessoas	Tempo de retorno em anos						
	Área de captação (m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
1	-	-	-	-	-	-	-
2	35,16	26,92	26,92	18,34	18,34	18,34	18,34
3	20,13	17,39	14,42	10,90	10,90	8,35	8,35
4	27,56	17,17	12,84	12,84	14,65	9,45	7,15
5	32,29	23,54	21,95	13,70	14,67	10,25	11,69
6	35,42	26,85	20,73	19,58	18,29	12,69	11,40

Fonte: O autor.

5.14. Tempo de retorno do investimento inicial considerando um reservatório de até 10m³

Devido à demanda de área e custos inviáveis para a instalação de reservatórios acima de 10 m³ para fins residenciais, recomenda-se que esse seja o maior volume de reservatório utilizado. O quadro 43 apresenta a nova relação de volumes de reservatório.

Quadro 43: volume de reservatórios em m³ considerando reservatório máximo de 10m³

N° de pessoas	Área de captação (m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
1	4,31	2,6	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
2	10,00	10,00	8,62	6,49	5,2	4,32	4,32
3	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,76	9,09
4	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
5	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
6	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Fonte: O autor.

Sendo assim, a simulação do tempo de retorno do investimento inicial foi feita dividindo-se o custo da implantação do sistema de captação de água de chuva pela economia gerada com o aproveitamento de água utilizando-se reservatório de até 10m³. O quadro 44 mostra os valores do custo de implantação para cada uma das situações do quadro 43.

Quadro 44: orçamento estimado para os reservatórios considerando reservatório máximo de 10m³

N° de pessoas	Custos de implantação do sistema de captação de água pluvial						
	Área de captação (m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
1	R\$ 4.005,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54	R\$ 3.043,54
2	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 4.005,54	R\$ 4.005,54	R\$ 4.005,54	R\$ 4.005,54
3	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54
4	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54
5	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54
6	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54	R\$ 5.878,54

Fonte: O autor.

Considerando-se o novo volume de reservatório, o valor da economia gerada altera-se, uma vez que a demanda não é atendida em sua totalidade para os casos onde o volume de reservatório foi reduzido para 10m³.

Cada área de telhado é capaz de captar um valor máximo que atenda a demanda suficiente para se preencher um reservatório de 10m³. Sendo assim, o quadro 45 apresenta os valores máximos de demanda possíveis para cada área de captação independentemente do número de moradores:

Quadro 45: demanda admissível considerando reservatório máximo de 10m³

	Área de captação						
	50m ²	75m ²	100m ²	125m ²	150m ²	175m ²	200m ²
Demanda mensal máxima (m³) para atender reservatório de 10m³	3,20	4,00	4,60	5,20	5,80	6,30	6,80

Fonte: O autor.

Levando em conta os novos valores de demanda mensal não potável que pode ser substituída pela água de chuva, calculou-se no quadro 46 os valores de economia gerados:

Quadro 46: economia mensal considerando reservatório máximo de 10m³

Nº de pessoas	Economia mensal gerada com a implantação do sistema de captação de água pluvial utilizando reservatório de até 10m ³						
	Área de captação (m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
1	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
2	R\$ 16,18	R\$ 18,20					
3	R\$ 33,12	R\$ 41,40	R\$ 49,19	R\$ 52,22	R\$ 55,26	R\$ 58,69	R\$ 58,69
4	R\$ 33,21	R\$ 41,51	R\$ 47,73	R\$ 53,94	R\$ 60,15	R\$ 65,32	R\$ 70,50
5	R\$ 33,36	R\$ 41,70	R\$ 47,93	R\$ 54,15	R\$ 60,38	R\$ 65,57	R\$ 70,76
6	R\$ 33,37	R\$ 41,71	R\$ 47,96	R\$ 54,22	R\$ 60,47	R\$ 65,69	R\$ 70,90

Fonte: O autor.

O quadro 47 apresenta os valores do tempo de retorno em anos para as situações apresentadas no quadro 43. O cálculo do tempo de retorno em anos foi feito dividindo-se os valores do quadro 43 pela economia apresentada no quadro 46. Em seguida dividiu-se o resultado pelos 12 meses do ano.

Quadro 47: tempo de retorno em anos do investimento considerando reservatório máximo de 10m³

Nº de pessoas	Tempo de retorno em anos						
	Área de captação (m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
1	-	-	-	-	-	-	-
2	30,28	26,92	26,92	18,34	18,34	18,34	18,34
3	14,79	11,83	9,96	9,38	8,87	8,35	8,35
4	14,75	11,80	10,26	9,08	8,14	7,50	6,95
5	14,68	11,75	10,22	9,05	8,11	7,47	6,92
6	14,68	11,75	10,21	9,04	8,10	7,46	6,91

Fonte: O autor.

Ao se estabelecer um volume máximo de reservatório, limita-se o volume máximo de chuva que pode ser aproveitada, limitando também a economia financeira na conta de água.

Para cada área de captação, encontra-se assim, um tempo de retorno do investimento, que pouco varia com 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.

Além disso, a economia financeira se dá de fato a partir de 3 moradores, algo muito próximo da média encontrada no último censo do IBGE, o que evidencia a viabilidade financeira do empreendimento.

De uma maneira geral, a instalação de reservatórios de até 10m³ mostrou-se com tempos de retorno pequenos levando-se em consideração toda a vida útil da edificação. Além da economia da água como prática sustentável, ainda é possível reduzir o valor pago à COPASA.

6. CONCLUSÃO

O aproveitamento de água de chuva é uma prática bastante interessante quando se visa o desenvolvimento sustentável. A disponibilidade hídrica é sempre a mesma, uma vez que a água está inserida em uma dinâmica cíclica. Entretanto, a população mundial cresce com o passar do tempo e isso faz com que haja cada vez menos água disponível por habitante. Neste contexto, é preciso sempre procurar maneiras para se preservar a água, recurso tão vital no planeta. O aproveitamento de água de chuva é uma alternativa muito interessante que é capaz de preservar a água potável para fins específicos, onde sua potabilidade se faz realmente necessária. Além disso, reservar a água da chuva pode também aliviar problemas de drenagem urbana, que geram alagamentos em diversas cidades.

O desenvolvimento desse trabalho mostrou que é possível destinar a água da chuva para fins não potáveis em uma residência, como por exemplo, a descarga sanitária, lavagem de carros e rega nos jardins.

Após verificar a disponibilidade média mensal de chuvas no município de Varginha, notou-se que para uma área média de captação (telhados cerâmicos) nas residências, o total de chuva que pode ser coletado é capaz de atender a demanda para fins não potáveis de 4 moradores. Durante os meses úmidos, é possível coletar e armazenar água suficiente para regularizar o reservatório durante os meses secos.

De acordo com os cálculos apresentados, os métodos para dimensionamento de reservatórios discriminados pela norma brasileira NBR 15527:2007 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 mostra eficiente, pois garante uma regularização da água pluvial que é reservada para consumo. Neste método, há um equilíbrio entre os meses chuvosos e os meses secos, reservando a chuva que excede a demanda 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. Se os três fatores foram altos, o tempo de retorno do investimento é pequeno.

O reservatório para o armazenamento de água de chuva mostrou ser um dos componentes mais caros do sistema. Além disso, ele exige a disponibilidade de área para sua implantação. Daí a necessidade de 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 captação de água pluvial se a partir de 2 habitantes por residência. Conforme aumentam o número de moradores na residência, mais economia o sistema irá proporcionar, comparando-se as tarifas pagas sem o aproveitamento de água de chuva. 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.

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 a necessidade de reservação. Um menor volume de reservatório, possui um menor custo.

O melhor tempo de retorno encontrado foi de aproximadamente 7 anos, o que é pouco, considerando a vida útil da edificação. Além disso, o tempo de retorno encontrado foi para uma residência de 4 moradores e área de captação de 200m². Tais valores são muito próximos aos valores médios, encontrados. Isso mostra que Varginha apresenta condições ideais para que suas residências possam implantar o sistema de captação de água de chuva.

Com relação às residências que indicaram nos cálculos um valor alto para seus volumes de reservatórios, recomenda-se adotar um reservatório máximo de 10m³. Para fins residenciais, instalar um reservatório que seja maior que 10m³ torna-se inviável. Isso se dá pelo fato dos custos elevados e da grande demanda de área necessária. Uma edificação residencial cuja área de captação é de 50m², por exemplo, é incompatível com um reservatório de 75m³, conforme foi indicado nos cálculos. Sendo assim, adotando-se como volume máximo 10m³, o tempo de retorno do investimento diminui consideravelmente, tornando a prática do aproveitamento de chuva mais atraente para a população.

A economia gerada pela implantação do sistema de captação de águas pluviais 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. Qualquer medida ambientalmente sustentável é bem-vinda.

A prática de aproveitamento de água de chuva é algo que ainda não faz parte da cultura dos brasileiros. As normas existentes apenas regulamentam a implantação do sistema. Ainda não é possível encontrar no município de Varginha leis que exijam que essa implantação seja obrigatória nas novas construções, nem leis que incentivem o aproveitamento de água pluvial.

Alguns municípios já estão aprovando leis que incentivem as novas edificações comerciais e multifamiliares a aproveitarem a água de chuva. Para quem o fizer, haverá descontos em impostos da prefeitura.

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

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR nº 10.844 – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR nº 12.214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR nº 15.527:2007. Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR nº 5.626 – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ALVARENGA, Carlos Alberto. Bombeamento de água com energia solar fotovoltaica. Solenerg Engenharia e Comércio Ltda. Belo Horizonte, 2013.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. 160 p.

COPASA. Disponível em www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=2469&sid=274&tpl=section_only. Acesso em 21 set. 2015

ECOCASA. Disponível em: <www.ecocasa.com.br/aproveitamento-de-agua-de-chuva.asp>. Acesso em 03 abr. 2015.

FARIA, Jaqueline Perez Rodrigues. **Estudo da viabilidade econômica do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em residências no município de Itajubá**. Monografia apresentada ao Centro Universitário de Itajubá- FEPI para obtenção do título de bacharel em engenharia civil. Itajubá, 2014.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. Disponível em: <<http://fundacaoprocafe.com.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

G. BRITO RETROESCAVADEIRA Disponível em <<http://www.gbrito.com.br/retroescavadeira/>>. Acesso em: 25 Setembro de 2015.

GOOGLE EARTH 2015 version 7.1.5.1557. Google Inc, 2015.

HIDROWEB. Disponível em: <hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 20 abr de 2015.

IBGE CIDADES. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=317070>>. Acesso em: 10 abr 2015.

LEROY MERLIN. Disponível em www.leroymerlin.com.br/caixas-dagua. Acesso em 15 Setembro de 2015.

MANUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. Reúso de água. 1 ed. Barueri: Manole, 2003. p.576

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificação**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em engenharia. São Paulo, 2004.

NEOSOLAR ENERGIA. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/loja/kit-energia-solar/bomba.html>>. Acesso em: 01 outubro de 2015.

OLIVEIRA, Nancy Nunes de. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos**. Guarulhos, 2008. Disponível em:< <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/15nancy.pdf>>. Acesso em 21 de novembro de 2012.

SÁ, Daniel Augusto Pereira. **Sistemas fotovoltaicos para o bombeamento de água**. Monografia apresentada Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do título de bacharel em engenharia elétrica. Rio de Janeiro, 2010.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. *Cálculo amostral*: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

SABESPE. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=AgenciaNoticias&pub=T&db=&docid=11F98838B2077E54832574D60072A357>>. Acesso em: 10 mai 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>> Acesso em: 08 mai. 2015.

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

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

APÊNDICE A- Série Histórica pluviométrica de Varginha 1943-1978

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA ANUAL
1943	315,2	161,1	196,9	17,6	3,5	6,6	0	20,2	69,7	109,9	97,6	272,2	105,88
1944	204,2	233,7	146	55	4	1	3	0	2	92	118	124	81,91
1945	257,6	365,2	151	79,7	15,6	36,4	5	0	41,8	76,8	256	431,2	143,03
1946	298,4	78,7	176,6	89,5	24,5	19,5	29,8	0	29,8	127,5	128,7	168,6	97,63
1947	270,5	217,9	445,8	36,1	9,8	17	23,2	80,7	51,5	90,6	151,9	263	138,17
1948	235	193,3	235,9	3,2	33,5	11,3	28	0	39,3	86,8	203,2	251	110,04
1949	310,6	222,6	91,1	70,7	26,6	44,7	1,5	5,6	0	94,8	80,5	243,5	99,35
1950	292,4	228,3	142,7	128,8	8,2	7,8	6,5	0	12	85	113,7	91,6	93,08
1951	259,8	58,9	90,7	37,8	8	2,3	0	0,5	0	90,3	157	123,4	69,06
1952	285	152,7	211,6	14	0	49,1	0	9,2	20,7	75,5	158,4	164,1	95,03
1953	138,7	79,6	104,3	65	20,6	36,8	29,1	10,2	38	227,4	151	178,3	89,92
1954	144,6	321,5	104,6	28,7	124,3	16,7	0	0	27,8	89,7	58,6	123	86,63
1955	298,8	129,3	185,7	115,7	19,9	25,7	0	4,3	0	120,9	86,1	261,3	103,98
1956	77	344,6	233,2	34,4	64	52,8	28,2	28,6	59,8	59,1	94,8	373,4	120,83
1957	214,5	224,5	154,5	90,1	81,3	5,3	11,6	0	131,6	76,4	149,6	254,1	116,13
1958	228	129,3	149,7	102,7	113,7	10,6	25,6	10	85,5	261,3	37,5	189,1	111,92
1959	395,2	216,1	283,6	35,3	7,3	0	0	22,2	17,3	89,5	241,6	139	120,59
1960	449,4	258,5	102,8	61,9	27,6	21,5	0	0	22,5	104,4	215,7	352,9	134,77
1961	389,7	302,6	156,6	121,5	60,6	0	0	0	0	68,2	240,4	220,4	130,00
1962	178,7	361,6	144,7	14,3	32,9	15,3	7,3	14,3	56,6	209	168,5	447,2	137,53
1963	166,4	108,2	77,9	16,3	15,3	0	0	0	0	23,2	149	79,1	52,95
1964	302,6	362,4	99,2	32,2	69,4	22	27,2	14	30	167,3	67,2	272,7	122,18
1965	249,7	254,6	168,1	60	53,1	5,5	42	16,6	33	198,7	166	209,6	121,41
1966	351,4	143,2	140,2	20,1	20,1	0,9	2,1	5,7	51,9	148,8	174,2	244	108,55
1967	248,6	126	199,8	30,1	0,7	1,9	0,4	0	10,6	17,1	231	253,7	93,33
1968	136	122,2	122	34,5	6,3	0,2	0	81	35,2	140,2	67	226,9	80,96

1969	156,2	225,9	70,6	26,8	53,9	10,6	0,5	38	12,2	141,9	232,4	140,8	92,48
1970	260	130,9	40,7	81,2	7,5	18,5	42,9	108,4	88,1	122,6	120,6	51	89,37
1971	103,9	61,8	103,7	49,7	19,6	93,8	10,3	0	84	152,4	112	307,8	91,58
1972	198,3	259,8	110,8	77,2	44,4	1,5	93,8	23,5	51	98,3	175,6	260,6	116,23
1973	312,2	131,8	148,8	148,2	50,4	13	32,8	9,4	42,6	152,5	87,4	388,8	126,49
1974	202,6	89,6	247,1	52	6,8	82,2	0	13	43	152,9	68,6	187,2	95,42
1975	310,3	292,8	45,4	58,4	26,4	59,2	10,9	0	72,6	102	258,5	126,8	113,61
1976	144,7	128,6	210	96,4	93,7	48,8	89,9	90	135,6	191,1	148,2	284,7	138,48
1977	300	42,8	142,2	165,4	3,2	19,2	1	86	158	55,2	213,4	269,6	121,33
1978	279	140,4	150,2	61,8	120,6	33,4	47	0	10,4	216,8	275,4	249,4	132,03
MÉDIA MENSAL	249,03	191,69	155,13	61,45	35,48	21,98	16,66	19,21	43,45	119,89	151,54	228,44	107,83

Fonte: Hidroweb.

APÊNDICE B – Imagens para estimativa de área média de telhado



Figura 1: Bairro Boa Vista

Fonte: Google Earth 2015



Figura 2: Bairro Pinheiros

Fonte: Google Earth 2015



Figura 3: Bairro Jardim Corcet

Fonte: Google Earth 2015

APÊNDICE C – Dimensionamento dos reservatórios pelo método de Rippl

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 2 pessoas e área de captação 50m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-6,30	-3,25	-2,33	1,48	2,58	3,17	3,61	3,59	2,01	-0,29	-2,27	-5,48

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	16,44
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 2 pessoas e área de captação 75m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-11,61	-7,03	-5,66	0,06	1,70	2,60	3,26	3,22	0,85	-2,60	-5,57	-10,38

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	11,70
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 2 pessoas e área de captação 100m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-16,91	-10,82	-8,99	-1,35	0,83	2,02	2,91	2,86	-0,30	-4,91	-8,87	-15,28

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	8,62
--------------------------------------------------	------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 2 pessoas e área de captação 125m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-22,22	-14,60	-12,31	-2,77	-0,04	1,45	2,56	2,49	-1,46	-7,21	-12,16	-20,18

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	6,49
--------------------------------------------------	------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 2 pessoas e área de captação 150m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m ³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m ³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40
VOLUME RESERVATÓRIO (m ³)	-27,53	-18,38	-15,64	-4,19	-0,91	0,87	2,20	2,12	-2,61	-9,52	-15,46	-25,08

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m ³)	5,20
---------------------------------------------	------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 2 pessoas e área de captação 175m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m ³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m ³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30
VOLUME RESERVATÓRIO (m ³)	-32,84	-22,17	-18,96	-5,61	-1,78	0,30	1,85	1,76	-3,77	-11,83	-18,75	-29,98

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m ³)	3,91
---------------------------------------------	------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 2 pessoas e área de captação 200m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-38,15	-25,95	-22,29	-7,03	-2,65	-0,28	1,50	1,39	-4,92	-14,14	-22,05	-34,88

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	2,89
--------------------------------------------------	------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 3 pessoas e área de captação 50m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-4,14	-1,09	-0,17	3,64	4,74	5,33	5,77	5,75	4,17	1,87	-0,11	-3,32

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	31,27
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 3 pessoas e área de captação 75m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-9,45	-4,87	-3,50	2,22	3,86	4,76	5,42	5,38	3,01	-0,44	-3,41	-8,22

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	24,66
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 3 pessoas e área de captação 100m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-14,75	-8,66	-6,83	0,81	2,99	4,18	5,07	5,02	1,86	-2,75	-6,71	-13,12

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	19,92
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 3 pessoas e área de captação 125m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-20,06	-12,44	-10,15	-0,61	2,12	3,61	4,72	4,65	0,70	-5,05	-10,00	-18,02

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	15,80
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 3 pessoas e área de captação 150m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-25,37	-16,22	-13,48	-2,03	1,25	3,03	4,36	4,28	-0,45	-7,36	-13,30	-22,92

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	12,93
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 3 pessoas e área de captação 175m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-30,68	-20,01	-16,80	-3,45	0,38	2,46	4,01	3,92	-1,61	-9,67	-16,59	-27,82

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	10,76
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 3 pessoas e área de captação 200m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-35,99	-23,79	-20,13	-4,87	-0,49	1,88	3,66	3,55	-2,76	-11,98	-19,89	-32,72

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	9,09
--------------------------------------------------	------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 4 pessoas e área de captação 50m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-1,98	1,07	1,99	5,80	6,90	7,49	7,93	7,91	6,33	4,03	2,05	-1,16

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	51,49
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 4 pessoas e área de captação 75m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-7,29	-2,71	-1,34	4,38	6,02	6,92	7,58	7,54	5,17	1,72	-1,25	-6,06

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	39,34
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 4 pessoas e área de captação 100m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-12,59	-6,50	-4,67	2,97	5,15	6,34	7,23	7,18	4,02	-0,59	-4,55	-10,96

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	32,88
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 4 pessoas e área de captação 125m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-17,90	-10,28	-7,99	1,55	4,28	5,77	6,88	6,81	2,86	-2,89	-7,84	-15,86

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	28,14
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 4 pessoas e área de captação 150m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-23,21	-14,06	-11,32	0,13	3,41	5,19	6,52	6,44	1,71	-5,20	-11,14	-20,76

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	23,41
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 4 pessoas e área de captação 175m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-28,52	-17,85	-14,64	-1,29	2,54	4,62	6,17	6,08	0,55	-7,51	-14,43	-25,66

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	19,96
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 4 pessoas e área de captação 200m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-33,83	-21,63	-17,97	-2,71	1,67	4,04	5,82	5,71	-0,60	-9,82	-17,73	-30,56

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	17,24
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 5 pessoas e área de captação 50m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	0,18	3,23	4,15	7,96	9,06	9,65	10,09	10,07	8,49	6,19	4,21	1,00

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	74,28
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 5 pessoas e área de captação 75m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-5,13	-0,55	0,82	6,54	8,18	9,08	9,74	9,70	7,33	3,88	0,91	-3,90

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	56,19
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 5 pessoas e área de captação 100m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-10,43	-4,34	-2,51	5,13	7,31	8,50	9,39	9,34	6,18	1,57	-2,39	-8,80

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	47,42
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 5 pessoas e área de captação 125m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-15,74	-8,12	-5,83	3,71	6,44	7,93	9,04	8,97	5,02	-0,73	-5,68	-13,70

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	41,10
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 5 pessoas e área de captação 150m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-21,05	-11,90	-9,16	2,29	5,57	7,35	8,68	8,60	3,87	-3,04	-8,98	-18,60

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	36,37
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 5 pessoas e área de captação 175m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-26,36	-15,69	-12,48	0,87	4,70	6,78	8,33	8,24	2,71	-5,35	-12,27	-23,50

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	31,63
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 5 pessoas e área de captação 200m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-31,67	-19,47	-15,81	-0,55	3,83	6,20	7,98	7,87	1,56	-7,66	-15,57	-28,40

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	27,43
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 6 pessoas e área de captação 50m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	10,62	7,57	6,65	2,84	1,74	1,15	0,71	0,73	2,31	4,61	6,59	9,80
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	2,34	5,39	6,31	10,12	11,22	11,81	12,25	12,23	10,65	8,35	6,37	3,16

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	100,20
--------------------------------------------------	--------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 6 pessoas e área de captação 75m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	15,93	11,35	9,98	4,26	2,62	1,72	1,06	1,10	3,47	6,92	9,89	14,70
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-2,97	1,61	2,98	8,70	10,34	11,24	11,90	11,86	9,49	6,04	3,07	-1,74

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	77,24
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 6 pessoas e área de captação 100m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	21,23	15,14	13,31	5,67	3,49	2,30	1,41	1,46	4,62	9,23	13,19	19,60
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-8,27	-2,18	-0,35	7,29	9,47	10,66	11,55	11,50	8,34	3,73	-0,23	-6,64

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	62,54
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 6 pessoas e área de captação 125m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	26,54	18,92	16,63	7,09	4,36	2,87	1,76	1,83	5,78	11,53	16,48	24,50
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-13,58	-5,96	-3,67	5,87	8,60	10,09	11,20	11,13	7,18	1,43	-3,52	-11,54

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	55,49
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 6 pessoas e área de captação 150m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	31,85	22,70	19,96	8,51	5,23	3,45	2,12	2,20	6,93	13,84	19,78	29,40
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-18,89	-9,74	-7,00	4,45	7,73	9,51	10,84	10,76	6,03	-0,88	-6,82	-16,44

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	49,33
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 6 pessoas e área de captação 175m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	37,16	26,49	23,28	9,93	6,10	4,02	2,47	2,56	8,09	16,15	23,07	34,30
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-24,20	-13,53	-10,32	3,03	6,86	8,94	10,49	10,40	4,87	-3,19	-10,11	-21,34

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	44,59
--------------------------------------------------	-------

Dimensionamento do reservatório para o consumo de 6 pessoas e área de captação 200m²

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA (mm)	265,42	189,20	166,32	70,93	43,59	28,74	17,63	18,30	57,77	115,35	164,82	245,02
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
VOLUME CHUVA (m³)	42,47	30,27	26,61	11,35	6,97	4,60	2,82	2,93	9,24	18,46	26,37	39,20
VOLUME RESERVATÓRIO (m³)	-29,51	-17,31	-13,65	1,61	5,99	8,36	10,14	10,03	3,72	-5,50	-13,41	-26,24

VOLUME FINAL RESERVATÓRIO (m³)	39,85
--------------------------------------------------	-------

APÊNDICE D – Estimativa orçamentária para a instalação do sistema de captação de água de chuva

RESERVATÓRIO 4,31m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	2	hora	R\$ 120,00	R\$ 240,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	2	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 4.005,54			

RESERVATÓRIO 2,60m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 2.500 L	1	unidade	R\$ 945,90	R\$ 945,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	1,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 180,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	1	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 50,00
TOTAL	R\$ 3.043,54			

RESERVATÓRIO 2,16m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 2.500 L	1	unidade	R\$ 945,90	R\$ 945,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECANICA	1,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 180,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	1	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 50,00
TOTAL	R\$ 3.043,54			

RESERVATÓRIO 16,44m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 15.000 L	1	unidade	R\$ 4.950,90	R\$ 4.950,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	5,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 660,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	4	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 200,00
TOTAL	R\$ 7.678,54			

RESERVATÓRIO 11,70m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 10.000 L	1	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 3.440,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	3,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 420,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	3	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 150,00
TOTAL	R\$ 5.878,54			

RESERVATÓRIO 8,62m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 10.000 L	1	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 3.440,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	3,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 420,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	3	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 150,00
TOTAL	R\$ 5.878,54			

RESERVATÓRIO 6,49m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	2	hora	R\$ 120,00	R\$ 240,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	2	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 4.005,54			

RESERVATÓRIO 5,20m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	2	hora	R\$ 120,00	R\$ 240,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	2	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 4.005,54			

RESERVATÓRIO 4,32m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	2	hora	R\$ 120,00	R\$ 240,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	2	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 4.005,54			

RESERVATÓRIO 31,27m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	1	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 7.200,90
RESERVATÓRIO 10.000 L	1	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 3.440,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	11	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.320,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	7	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 350,00
TOTAL	R\$ 14.179,44			

RESERVATÓRIO 24,66m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	1	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 7.200,90
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	9	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.080,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	6	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 300,00
TOTAL	R\$ 12.246,44			

RESERVATÓRIO 19,92m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	1	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 7.200,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	7	hora	R\$ 120,00	R\$ 840,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	5	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 250,00
TOTAL	R\$ 10.158,54			

RESERVATÓRIO 15,80m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 15.000 L	1	unidade	R\$ 4.950,90	R\$ 4.950,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	5,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 660,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	4	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 200,00
TOTAL	R\$ 7.678,54			

RESERVATÓRIO 12,93m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 15.000 L	1	unidade	R\$ 4.950,90	R\$ 4.950,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	5,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 660,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	4	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 200,00
TOTAL	R\$ 7.678,54			

RESERVATÓRIO 10,76m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 10.000 L	1	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 3.440,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	3,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 420,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	3	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 150,00
TOTAL	R\$ 5.878,54			

RESERVATÓRIO 9,09m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 10.000 L	1	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 3.440,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	3,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 420,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	3	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 150,00
TOTAL	R\$ 5.878,54			

RESERVATÓRIO 51,49m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	2	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 24.980,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	18	hora	R\$ 120,00	R\$ 2.160,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	12	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 600,00
TOTAL	R\$ 29.607,64			

RESERVATÓRIO 39,34m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	2	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 14.401,80
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	14	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.680,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	10	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 500,00
TOTAL	R\$ 18.449,44			

RESERVATÓRIO 32,88m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 10.000 L	3	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 10.322,70
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	10,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.260,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	7	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 350,00
TOTAL	R\$ 13.800,34			

RESERVATÓRIO 28,14m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 10.000 L	3	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 10.322,70
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	10,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.260,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	7	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 350,00
TOTAL	R\$ 13.800,34			

RESERVATÓRIO 23,41m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	1	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 12.490,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	9	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.080,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	6	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 300,00
TOTAL	R\$ 15.737,64			

RESERVATÓRIO 19,96m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	1	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 7.200,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	7	hora	R\$ 120,00	R\$ 840,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	5	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 250,00
TOTAL	R\$ 10.158,54			

RESERVATÓRIO 17,24m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 15.000 L	1	unidade	R\$ 4.950,90	R\$ 4.950,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	5,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 660,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	4	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 200,00
TOTAL	R\$ 7.678,54			

RESERVATÓRIO 74,28m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	3	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 37.470,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	27	hora	R\$ 120,00	R\$ 3.240,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	18	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 900,00
TOTAL	R\$ 43.477,64			

RESERVATÓRIO 56,29m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	2	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 24.980,00
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	20	hora	R\$ 120,00	R\$ 2.400,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	13	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 650,00
TOTAL	R\$ 31.695,54			

RESERVATÓRIO 47,42m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	2	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 24.980,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	18	hora	R\$ 120,00	R\$ 2.160,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	11	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 550,00
TOTAL	R\$ 29.557,64			

RESERVATÓRIO 41,10m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	2	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 14.401,80
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	14	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.680,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	10	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 500,00
TOTAL	R\$ 18.449,44			

RESERVATÓRIO 36,37m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	1	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 12.490,00
RESERVATÓRIO 10.000 L	1	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 3.440,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	12,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.500,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	9	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 450,00
TOTAL	R\$ 19.748,54			

RESERVATÓRIO 31,63m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 10.000 L	3	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 10.322,70
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	10,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.260,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	7	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 350,00
TOTAL	R\$ 13.800,34			

RESERVATÓRIO 27,43m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	1	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 12.490,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	9	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.080,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	6	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 300,00
TOTAL	R\$ 15.737,64			

RESERVATÓRIO 100,20m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	4	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 49.960,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	36	hora	R\$ 120,00	R\$ 4.320,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	24	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 1.200,00
TOTAL	R\$ 57.347,64			

RESERVATÓRIO 77,24m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	3	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 37.470,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	27	hora	R\$ 120,00	R\$ 3.240,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	18	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 900,00
TOTAL	R\$ 43.477,64			

RESERVATÓRIO 62,54m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	2	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 24.980,00
RESERVATÓRIO 10.000 L	1	unidade	R\$ 3.440,90	R\$ 3.440,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	21,5	hora	R\$ 120,00	R\$ 2.580,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	14	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 700,00
TOTAL	R\$ 33.568,54			

RESERVATÓRIO 55,49m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	2	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 24.980,00
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	20	hora	R\$ 120,00	R\$ 2.400,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	13	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 650,00
TOTAL	R\$ 31.695,54			

RESERVATÓRIO 49,33m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 25.000 L	2	unidade	R\$ 12.490,00	R\$ 24.980,00
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	18	hora	R\$ 120,00	R\$ 2.160,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	12	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 600,00
TOTAL	R\$ 29.607,64			

RESERVATÓRIO 44,59m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	2	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 14.401,80
RESERVATÓRIO 5.000 L	1	unidade	R\$ 1.797,90	R\$ 1.797,90
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	16	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.920,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	11	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 550,00
TOTAL	R\$ 20.537,34			

RESERVATÓRIO 39,85m³				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR	TOTAL
RESERVATÓRIO 20.000 L	2	unidade	R\$ 7.200,90	R\$ 14.401,80
RESERVATÓRIO 500 L	1	unidade	R\$ 249,90	R\$ 249,90
TUBULAÇÃO	30	m	R\$ 7,30	R\$ 219,00
CONEXÕES	10	unidade	R\$ 4,29	R\$ 42,90
ESCAVAÇÃO MECÂNICA	14	hora	R\$ 120,00	R\$ 1.680,00
REGULARIZAÇÃO MANUAL	2	dia	R\$ 60,00	R\$ 120,00
BOMBEIRO	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00
BOMBA+PAINEL	1	unidade	R\$ 1.035,84	R\$ 1.035,84
RETIRADA DE TERRA	10	caminhão	R\$ 50,00	R\$ 500,00
TOTAL	R\$ 18.449,44			