

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**

**ENGENHARIA CIVIL**

**TAMARA AMABILE ROBERTO FONSECA**

**READEQUAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO DE UM PONTO COMERCIAL NO  
MUNICÍPIO DE VARGINHA/MG**

**Varginha  
2015**

**TAMARA AMABILE ROBERTO FONSECA**

**READEQUAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO DE UM PONTO COMERCIAL NO  
MUNICÍPIO DE VARGINHA/MG**

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

**Varginha  
2015**

**TAMARA AMABILE ROBERTO FONSECA**

**READEQUAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO DE UM PONTO COMERCIAL NO  
MUNICÍPIO DE VARGINHA/MG**

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

Aprovado em     /     /

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

Orientador

---

Prof. Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

---

Prof. Leopoldo Freire Bueno

OBS:

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades.

Aos meus pais Nelson e Aldiméia pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A minha irmã Isabela e meu namorado David que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram entender que o estudo é feito a partir da constante dedicação no presente.

A todos os meus familiares e amigos que sempre vão estar presente na minha vida.

E ao meu orientador Leopoldo pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas orientações e incentivos.

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário” (Albert Einstein)

## RESUMO

O presente trabalho aborda um estudo de um sistema hídrico em um ponto comercial na cidade de Varginha/MG e a possível causa da falta de água no mesmo, onde os problemas com o fornecimento de mesma acarretam diversos prejuízos para a empresa. Como alternativa para a economia de água potável, buscou-se desenvolver também um sistema de aproveitamento de água pluvial e a substituição de equipamentos hidro sanitários. Para o desenvolvimento do trabalho os objetivos eram realizar um diagnóstico do sistema, verificar se o mesmo foi dimensionado corretamente, quantificar os prejuízos gerados devido à falta de água, realizar o levantamento dos índices pluviométricos da cidade, analisar a água pluvial, dimensionar um sistema de água pluvial e verificar os equipamentos hidro sanitários do local. Através dos resultados é possível concluir que a falta de água no ponto comercial é devido ao dimensionamento incorreto do reservatório de água potável e foi possível demonstrar também por meio de alternativas quais soluções podem ser mais viáveis para o consumidor e qual o período de retorno que o mesmo terá para as soluções adotadas.

**Palavras-chaves:** Aproveitamento de água pluvial. Sistema Hídrico. Varginha.

## **ABSTRACT**

*This paper reports a study of a water system in a commercial point in the city of Varginha / MG and the possible cause of the lack of water in it, where problems with the supply of the same lead to many losses for the company. As an alternative to saving drinking water, we sought to develop a rainwater utilization system and the replacement of sanitary hydro equipment. For the development of work objectives were to perform a diagnosis of the system, check that it was correctly sized, quantify the losses generated due to lack of water, to survey the rainfall of the city, analyzing the rainwater, scale a system rainwater, check the health of the local hydro equipment. From the results we conclude that the lack of water in the commercial point is due to the incorrect sizing of the drinking water reservoir and it was possible to demonstrate through alternative which solutions may be more viable for the consumer and what the payback period that the You will have for the solutions adopted.*

**Keywords:** *Rainwater Harvesting. Hydride system. Varginha.*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 .....	24
FIGURA 02 .....	32
FIGURA 03 .....	33
FIGURA 04 .....	33
FIGURA 05 .....	34
FIGURA 06 .....	34
FIGURA 07 .....	66
FIGURA 08 .....	67



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 .....	21
QUADRO 02 .....	23
QUADRO 03 .....	23
QUADRO 04 .....	24
QUADRO 05 .....	29
QUADRO 06 .....	30
QUADRO 07 .....	36
QUADRO 08 .....	37
QUADRO 09 .....	39
QUADRO 10 .....	41
QUADRO 11 .....	41
QUADRO 12 .....	42
QUADRO 13 .....	44
QUADRO 14 .....	45
QUADRO 15 .....	47
QUADRO 16 .....	47
QUADRO 17 .....	48
QUADRO 18 .....	49
QUADRO 19 .....	50
QUADRO 20 .....	52
QUADRO 21 .....	52
QUADRO 22 .....	53
QUADRO 23 .....	54
QUADRO 24 .....	56
QUADRO 25 .....	56
QUADRO 26 .....	57
QUADRO 27 .....	58
QUADRO 28 .....	59
QUADRO 29 .....	60
QUADRO 30 .....	61
QUADRO 31 .....	62
QUADRO 32 .....	63
QUADRO 33 .....	64
QUADRO 34 .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS  
AF – ÁGUA FRIA  
AUTOCAD - desenho auxiliado por computador  
BAR – BARRILETE  
COPASA – COMPANHIA DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS  
ETA'S – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA  
HF – PERDA DE CARGA  
IWA – INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION  
J – PERDA DE CARGA UNITÁRIA  
KM<sup>3</sup> – KILOMETRO(S) CÚBICO  
KPA – KILO PASCAL  
l/min – litro por minuto  
L/S – LITRO(S) POR SEGUNDO  
M – METRO(S)  
M<sup>2</sup> – METRO(S) AO QUADRADO  
MM– MILÍMETRO(S)  
M/S – METRO(S) POR SEGUNDO(S)  
M<sup>3</sup>/S – METRO(S) CÚBICO POR SEGUNDO(S)  
M.C.A – METRO(S) DE COLUNA D'ÁGUA  
PH - potencial Hidrogeniônico  
PLANASA – PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO  
P.JUSANT. – PRESSÃO À JUSANTE  
P.MONT. – PRESSÃO À MONTANTE  
PVC - policloreto de vinil  
Q – Vazão  
SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos geral e específico .....</b>	<b>13</b>
1.1.1 Objetivo Geral .....	14
1.1.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Saneamento Básico .....</b>	<b>15</b>
2.1.1 Definição de Saneamento Básico .....	15
2.1.2 Responsabilidades Do Saneamento Básico .....	16
<b>2.2 Abastecimento de água.....</b>	<b>17</b>
2.2.1 Importância do Abastecimento de Água .....	18
2.2.2 Componentes de um sistema de abastecimento de água .....	18
<b>2.3 Problemas com abastecimento de Água .....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Falta de água no estado de São Paulo .....	19
2.3.2 Falta de água no Município de Varginha e em torno .....	19
<b>2.4 Possíveis causas da falta d'água .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5 Aproveitamento de Águas Pluviais .....</b>	<b>21</b>
2.5.1 Componentes principais para captação de água de chuva .....	22
2.5.1.1 Área de captação.....	22
2.5.1.2 Calhas e Condutores .....	22
2.5.1.3 By Pass .....	24
2.5.1.4 Filtro Volumétrico .....	24
2.5.1.5 Reservatório.....	25
2.5.1.6 Bomba.....	25
2.5.2 Métodos para dimensionamento dos reservatórios.....	25
2.5.2.1 Método de Rippl .....	25
2.5.2.2 Método da simulação.....	26
2.5.2.3 Método Azevedo Neto.....	26
2.5.2.4 Método prático alemão .....	27
2.5.2.5 Método prático inglês .....	27
2.5.2.6 Método prático australiano .....	28
2.5.3 Qualidade de água .....	29
2.5.4 Manutenção do sistema .....	29
<b>2.6 Equipamentos hidro sanitários econômicos e eficientes .....</b>	<b>30</b>
<b>2.7 Período de Retorno.....</b>	<b>31</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Local de Estudo.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Histórico de Consumo de água .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Prejuízos devido à falta de água.....</b>	<b>35</b>
3.3.1 Histórico de falta de água no local de estudo .....	35
3.3.2 Prejuízos que a empresa vem enfrentando .....	36
<b>3.4 Caracterização do problema existente.....</b>	<b>37</b>
<b>3.5 Métodos para obtenção de dados .....</b>	<b>38</b>
3.5.1 Análise do sistema hidráulico .....	38
3.5.2 Dimensionamento do Reservatório de água potável .....	40
<b>3.6 Verificação da quantidade de água gasta através de medições do sistema .....</b>	<b>40</b>
<b>3.7 Índices pluviométricos do município .....</b>	<b>41</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>

<b>4.1 Verificações de dimensionamento do sistema hidráulico.....</b>	<b>43</b>
4.1.1 Ramais, Sub-ramais e Barriletes.....	43
4.1.1.1 Análise de Ramais e Sub-ramais .....	43
4.1.1.2 Análise de Barriletes.....	43
4.1.1.3 Análise da Pressão disponível nas colunas de água fria e barriletes .....	44
4.1.2 Verificação do dimensionamento do Reservatório.....	45
4.1.2.1 Verificação da quantidade de água gasta através das contas da COPASA .....	46
4.1.2.2 Verificação da quantidade de água gasta através de medições do sistema .....	46
<b>4.2 Dimensionamento do reservatório de água potável .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3 Escolha do reservatório de água potável .....</b>	<b>47</b>
<b>4.4 Média dos Índices Pluviométricos.....</b>	<b>47</b>
<b>4.5 Distribuição de Consumo de água na Indústria .....</b>	<b>47</b>
<b>4.6 Análise da água pluvial .....</b>	<b>48</b>
<b>4.7 Dimensionamento do reservatório para aproveitamento de água pluvial .....</b>	<b>48</b>
4.7.1 Dimensionamento do reservatório segundo Método de Rippl .....	49
4.7.2 Dimensionamento do reservatório segundo Método de simulação .....	50
4.7.3 Dimensionamento do reservatório segundo Método Azevedo Neto .....	50
4.7.4 Dimensionamento do reservatório segundo Método prático alemão .....	51
4.7.5 Dimensionamento do reservatório segundo o Método prático inglês .....	51
4.7.6 Dimensionamento do reservatório segundo método prático australiano.....	52
<b>4.8 Comparação entre o dimensionamento dos reservatórios .....</b>	<b>53</b>
<b>4.9 Equipamentos hidro sanitários econômicos .....</b>	<b>54</b>
<b>4.10 Dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial .....</b>	<b>55</b>
4.10.1 Área de Captação.....	55
4.10.2 Calhas e Condutores .....	55
4.10.3 By Pass .....	56
4.10.4 Filtro volumétrico .....	57
4.10.5 Reservatório.....	57
4.10.6 Bomba.....	57
4.10.7 Distribuição da água de chuva para os vasos sanitários .....	58
4.10.7.1 Dimensionamento de ramais e colunas de água pluvial .....	58
4.10.7.2 Dimensionamento dos Barriletes.....	58
4.10.7.3 Análise da pressão disponível na rede .....	59
<b>4.11 Análise da viabilidade dos sistemas .....</b>	<b>59</b>
4.11.1 Substituição do reservatório de água potável .....	60
4.11.2 Substituição dos equipamentos hidro sanitários.....	60
4.11.3 Substituição do Reservatório de água potável e equipamentos.....	60
4.11.4 Implantação do Sistema de Aproveitamento de Água pluvial .....	61
4.11.5 Implantação do sistema de Aproveitamento de Água Pluvial e Substituição dos equipamentos e do reservatório de água potável .....	62
4.11.5.1 Dimensionamento do novo reservatório segundo método de Rippl.....	63
4.11.5.2 Custo para implantação do sistema de Aproveitamento de Água Pluvial, Substituição dos equipamentos e Substituição do reservatório de água potável.....	64
<b>4.12 Custos para a implantação dos sistemas .....</b>	<b>65</b>
<b>4.13 Período de Retorno.....</b>	<b>65</b>
4.13.1 Período de retorno para a troca do reservatório de água potável e substituição dos equipamentos.....	66
4.13.2 Período de retorno para a troca do reservatório de água potável, substituição dos equipamentos e sistema de aproveitamento de água pluvial .....	67
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>69</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A água é de importância para a vida e devido a isso deve ser utilizada conscientemente e racionalmente. Ela tem composição significativa em elementos do ambiente natural e antrópico. A água é, portanto, um recurso natural renovável e com essencial consideração para o desenvolvimento dos ecossistemas. A água é essencial para o consumo humano, e muito utilizado no setor industrial e agropecuário, sendo assim é um bem de importância global.

Por ser tratar de um bem vital ela deve ser protegida, conservada e bem utilizada. O planeta terra é constituído de sua maioria por água.

Um grande problema que vem sendo enfrentado no Brasil é a escassez dos recursos hídricos, isso tem ocorrido devido à expansão demográfica, ao desperdício de água pela população e indústrias e ao descaso das autoridades. As pessoas devem ter a consciência de controlar a utilização da água, para não ocorrer diversos problemas.

Diversos transtornos vêm ocorrendo devido à falta de água, entre eles estão aumento significativo de energia elétrica e alimentos, interrupção de abastecimento de água por meio da Companhia de abastecimento de água. Devido a isso a população deve sempre buscar alternativas para a economia de água.

Devido à grande escassez hídrica que une-se a má utilização da água potável, tanto por meio de concessionárias, quanto por meio dos consumidores finais, aumenta-se a procura por alternativas para amenizar o desperdício de água potável. Tais alternativas podem ser aproveitamento de água pluvial, reuso de água cinza, substituição de equipamentos hidro sanitários, dentre outros. A utilização de água pluvial favorece a redução do consumo de água potável, sendo uma solução simples para um problema que acarreta âmbitos mundiais.

O trabalho demonstrará um estudo de caso que acontece em uma indústria de pães localizada no bairro Parque Rinaldo na cidade de Varginha/MG, onde os problemas com fornecimento de água têm acarretado diversos transtornos para a empresa. Foi possível também buscar meios alternativos para ajudar na economia de água.

## 1.1 Objetivos geral e específico

Para o desenvolvimento do trabalho buscou-se atingir o objetivo geral, através dos objetivos específicos.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é reduzir o consumo de água na Indústria de Pães Sonho Meu localizada no município de Varginha/MG.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Fazer um diagnóstico do sistema onde será realizado o estudo de caso;
- Verificar se o sistema foi dimensionado corretamente;
- Quantificar os prejuízos gerados devido a falta d'água no local de estudo.
- Dimensionar o reservatório de água potável para a Indústria;
- Fazer um levantamento dos índices pluviométricos na cidade de Varginha;
- Realizar uma análise da água pluvial que chega à Indústria de Pães Sonho Meu;
- Verificar qual o melhor método de cálculo para o dimensionamento do reservatório para aproveitamento de águas pluviais;
- Verificar se os aparelhos sanitários são eficientes e econômicos;

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para o desenvolvimento do trabalho, buscou-se definir alguns conceitos tais como saneamento básico, abastecimento de água, problemas com abastecimento de água e sua possível falta, aproveitamento de águas pluviais, os componentes principais para captação de água de chuva, distribuição de consumo de água na indústria, qualidade de água, manutenção do sistema, equipamentos hidro sanitários econômicos e eficientes e o período de retorno para o investimento.

### **2.1 Saneamento Básico**

Para a definição e responsabilidades do saneamento básico foi utilizada a Lei Federal nº 11.445 (2007).

#### **2.1.1 Definição de Saneamento Básico**

Segundo Neto e Santos (2012, p. 57) em 1970 foi criado o primeiro plano brasileiro de saneamento básico, o Plano Nacional de Saneamento (Planasa). Foram elaborados isoladamente por municípios após o Planasa, programas, projetos e até mesmo planos diretores sobre saneamento. A partir do final do século XX, os planos de saneamento básico começaram a se constituir de quatro serviços, o abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos.

Em 5 de Janeiro de 2007, foi criada a Lei federal nº 11.445 que estabelece para o saneamento básico e para política federal de saneamento algumas diretrizes nacionais, essa lei foi de suma importância pois norteou perspectivas para o planejamento, a regulação e execução dos serviços de saneamento básico.

De acordo com o Art. 2º da Lei federal nº 11.445 (2007) os serviços públicos de saneamento básico devem ser prestados seguindo alguns princípios, tais como:

I – Universalização do acesso;

II - Integridade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;



III - Abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; (BRASIL, 2007, p. 1)

De acordo com Neto e Santos (2012, p. 59) a lei federal nº 11.445 (2007) estabelece que saneamento é um conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais.

Segundo o Art. 3º da Lei federal nº 11.445 (2007), os serviços que compõem o saneamento básico são:

- a) Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; (BRASIL, 2007, p. 2)

Segundo Lerípio e Rossetto (2012, p. 23) o saneamento básico tem fundamental importância para manter o equilíbrio ambiental. A gestão do sistema de saneamento básico não apenas significa o abastecimento de água e cobertura de esgoto, mas sim também melhorar a aplicação dos recursos e promover a expansão da rede, melhorando a qualidade de vida da população.

### 2.1.2 Responsabilidades Do Saneamento Básico

Segundo a Lei federal 11.445 (2007), o saneamento básico é de responsabilidade do poder público municipal, ou seja, das prefeituras municipais, elas que devem gerir o

saneamento do seu município. As empresas responsáveis pelo abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, devem fornecer para a população qualidade e quantidade suficiente para atender suas necessidades. As empresas podem ser contratadas pelas prefeituras, estas podem ser por empresa pública, ou através de licitação, por empresas privadas.

Empresas responsáveis pelo saneamento básico devem se responsabilizar pela regularidade e continuidade dos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto.

A empresa prestadora do serviço poderá utilizar mecanismos de cobrança para cobrir custos adicionais decorrentes quando houver escassez ou contaminação dos recursos hídricos, para assim então garantir um equilíbrio financeiro dos serviços prestados e manter a gestão da demanda, conforme Art. 46 da Lei Federal nº 11.445 (2007).

## **2.2 Abastecimento de água**

De acordo com Barros (1995 apud MORAIS, 2011, p.16) um sistema de abastecimento de água é composto por sistemas de redes e instalações hidráulicas, este é realizado para que possa ocorrer o fornecimento de água tratada para a população de uma determinada cidade.

O abastecimento de água deve ser feito com um controle rigoroso, para manter a qualidade adequada, pois quando não ocorre este pode gerar uma dívida social, não conseguindo assim promover o desenvolvimento socioeconômico segundo Heller e Paula (2006 apud MORAIS, 2011, p.16).

O sistema de abastecimento de água quando realizado com uma infra-estrutura planejada, consegue fazer com que ocorra um benefício maior para a população, fazendo com que todas as necessidades destas sejam atendidas.

Para Barros (1995 apud MORAIS, 2011, p. 18) o sistema de abastecimento de água pode ser definido com um conjunto de obras, equipamentos e serviços que são destinados ao abastecimento de água potável de população de um determinado local para os fins de uso doméstico, público, industrial e outros.

O sistema de abastecimento de água tem a função de captar as águas dos mananciais, darem o devido tratamento para que ela possa se tornar potável, e distribuir para todo o município com a qualidade e a quantidade suficiente para os anseios da população.

### 2.2.1 Importância do Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água é importante, pois através dele as pessoas conseguem ter o acesso a uma água de quantidade e qualidade suficiente para que possam satisfazer todas as suas necessidades.

Barros (1995 apud MORAIS, 2011, p. 18) afirma que “A importância do sistema de abastecimento de água pode ser considerada tanto nos aspectos sanitários e sociais quanto nos aspectos econômicos.

### 2.2.2 Componentes de um sistema de abastecimento de água

Para Meneses (2011 apud MORAIS, 2011, p.19) um sistema de abastecimento de água é composto por diversas unidades, tais como: manancial, captação, adução de água bruta e tratada, reservatórios e rede de distribuição.

A primeira unidade é a captação, ela pode ser definida como a água bruta sendo captada em manancial seja ele superficial ou subterrâneo, este manancial deve ser escolhido de acordo com os recursos hídricos da região. A captação deve sempre manter o seu funcionamento.

A segunda unidade é a adução, ela é a fase em que a água que é captada dos mananciais é bombeada até as Estações de Tratamento de Água (ETAs) para que possam receber o tratamento adequado.

A terceira unidade é o tratamento, nessa etapa as águas recebem uma série de processos tanto físicos como químicos para que possam transformar a água bruta em água tratada e com isso possam ser distribuídas para a população.

A quarta etapa é a reservação, nessa etapa a água já tratada é armazenada em reservatório. Os reservatórios são importantes para manter a regularidade do abastecimento em casos de emergência, e para atender a demandas extraordinárias.

A quinta e última etapa é a rede de distribuição, essa é a etapa em que a água já tratada é distribuída para os consumidores finais, sejam eles residenciais, comerciais ou industriais.

## 2.3 Problemas com abastecimento de Água

Vem ocorrendo diversos problemas devido ao abastecimento de água, e com isso buscou-se identificar alguns municípios que vem enfrentando esse problema.

### 2.3.1 Falta de água no estado de São Paulo

Segundo Carla (2014), devido à crise de falta de água que vem ocorrendo no estado de São Paulo, muitas empresas estão direcionando seus investimentos para estados como Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Nordeste, para reduzir assim o uso do mineral. Um exemplo disso são as empresas Coca-Cola e Ambev estas já investiram bilhões de reais em plantas de matérias primas no estado do Paraná.

De acordo com Dezem (2014), a Rhodia, empresa química que pertence à Solvay, interrompeu a sua produção devido à falta de água em São Paulo. A empresa desativou 22 unidades de produção na fábrica da cidade de Paulínia, no estado de São Paulo, pois o rio que é realizado a captação de água está secando, informações esta passadas pelo porta-voz da empresa.

### 2.3.2 Falta de água no Município de Varginha e em torno

Devido à falta de água, vários transtornos vêm ocorrendo no município de Varginha e regiões do sul de Minas.

Segundo Gazeta de Varginha (2014, p. 5) muitos bairros da cidade de Varginha sofreram com o interrompimento do fornecimento de água. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), concessionária responsável pelo saneamento do município explicou em nota que o motivo é a vazão preocupante do Ribeirão Santana, que abastece parcialmente a cidade, e devido também a estiagem que é responsável pelo baixo volume de água do Rio Verde, este que também abastece a cidade.

De acordo com Gazeta de Varginha (2014, p.5) alguns municípios da região também estão sofrendo com a falta de água. Os moradores da cidade de Passos, já enfrentaram rodízio de água, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) que é responsável pelo fornecimento de água da região informou que o motivo é devido aos dois sistemas de captação estar comprometidos com a estiagem. Lavras, também é outra cidade que está sofrendo com a falta de água, a COPASA que também realiza o fornecimento de água pela região informou que devido ao baixo nível dos mananciais, a captação diminuiu e devido a isso tiveram que tomar a medida de interromper o fornecimento de água em alguns bairros, para que não comprometesse o fornecimento da cidade toda em horários pré-estabelecidos. Alguns bairros da cidade de São Lourenço também enfrentaram a crise da falta de água, os moradores chegaram a ficar de 5 a 7 dias sem água, a COPASA, informou que isso ocorreu devido à

diminuição de vazão em cerca de 30% e por isso está perfurando poços artesianos para amenizar o problema.

## **2.4 Possíveis causas da falta d'água**

Segundo Santos (2008, p. 14) um indicador de desempenho operacional das empresas responsáveis pelo saneamento no mundo é o indicador de perdas. As perdas no sistema de abastecimento podem ser consideradas como “a diferença entre o volume de água tratada colocado à disposição da distribuição e o volume medido nos hidrômetros”. Devem ser realizadas manutenções no sistema de abastecimento para verificar se estão ocorrendo perdas no sistema de distribuição.

Para verificar as perdas no sistema devem-se utilizar métodos confiáveis e que concedam parâmetros tais como: vazão, pressão, volume, etc.

De acordo com Santos (2008, p.14), os sistemas de medição de perdas são subdivididos em sistemas de macromedição e de micromedição. O sistema de micromedição pode ser entendido como a medição feita no ponto de abastecimento do consumidor e o sistema de macromedição são medições realizadas no sistema de abastecimento público.

As perdas podem ocorrer devido:

- Vazamentos em tubulações, reservatórios, conexões, entre outros;
- Sistemas funcionando com mau desempenho;
- Descuido da população.

Todo sistema de abastecimento de água pode sofrer com perdas em todas as suas etapas, desde a captação até a distribuição para o consumidor final. Essas perdas podem ser classificadas como reais e aparentes. Santos (2008, p.20) exemplifica esses dois tipos:

- Perdas Reais: São consideradas perdas físicas, e definidas como a perda água através de vazamentos seja nas adutoras, rede de distribuição e reservatórios;
- Perdas Aparentes: São consideradas perdas não físicas, e definidas como a água consumida, porém não contabilizadas, decorrentes de erros de medição de hidrômetro, fraudes, ligações clandestinas.

Segundo Pinto (2012, p. 362) existe a InternationalWaterAssociation (IWA), que é um órgão mundial, que indica conceitos e ferramentas básicas para o controle e redução de perdas. Uma das ferramentas mais eficientes para o controle de perdas é o balanço hídrico,

onde é possível seccionar as causas que são principais e a origem das perdas. O balanço hídrico que é sugerido pela IWA é apresentado no quadro 01.

Quadro 01 - Balanço hídrico IWA

Água que entra no sistema (inclui água importada)	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo faturado medido (inclui exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido (estimado)	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (usos próprios)	Água não faturada
			Consumo não faturado não medido	
	Perdas de Água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraudes)	
			Erros de medição	
		Perdas Reais	Vazamentos em ramais prediais	
			Vazamentos adutoras/ redes de dist.	
		Vazam. E extravasam. Em reservatórios		
		Vazamentos nos ramais		

Fonte: (PINTO, 2012).

## 2.5 Aproveitamento de Águas Pluviais

Segundo Flesch (2008, p. 24), o processo de captação e o processo de armazenagem de água de chuva é uma técnica praticada pela civilização há milhares de anos.

De acordo com May (2004, apud MARINOSKI, 2007, p. 21), existem diversos aspectos positivos no que diz respeito ao aproveitamento de água pluvial, dentre estes aspectos estão, a diminuição dos custos pela utilização de água potável das concessionárias, diminuição de enchentes e preservação do meio ambiente, devido à redução dos recursos hídricos.

Existem diversas outras vantagens segundo Simioni (2004, apud MARINOSKI, 2007, p. 21), dentre elas estão:

- Utilização da estrutura de telhado existente na edificação;
- O baixo impacto ambiental;

- Água com uma qualidade que é aceitável, para fins que não exigem ou exigem de pouco tratamento;
- O sistema de aproveitamento de água pluvial é um complemento para o sistema convencional;
- O sistema de aproveitamento de água pluvial pode ser utilizado como uma reserva de água para situações de emergência, ou quando ocorre a interrupção do abastecimento por meio das concessionárias.

### 2.5.1 Componentes principais para captação de água de chuva

Para a realização de um sistema de captação de água de chuva, devem existir alguns componentes no sistema, tais como: área de captação, calhas e condutores, by pass, filtro volumétrico, reservatório e bomba.

#### 2.5.1.1 Área de captação

Segundo Lima e Machado (2008, p. 31), as áreas de captação de um sistema de captação de água de chuva, geralmente são os telhados de residências, indústrias e comércios. Estes podem ser de telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de zinco, telhas de ferro galvanizado, telhas de concreto armado, telhas de plásticos, telhado plano revestido com asfalto, etc.

#### 2.5.1.2 Calhas e Condutores

De acordo com Tomaz, (2003, p. 29), as calhas e condutores de águas pluviais devem ser de PVC ou metálicos. A declividade mínima para instalações de calhas devem ser de acordo com a NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais (1989). Para o dimensionamento de calhas deve se utilizar a vazão de projeto, conforme NBR 10844 (1989), a mesma pode ser obtida através da fórmula:

$$Q = ( I \times A ) / 60$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

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

A NBR 10844 (1989) determina que o coeficiente de rugosidade para calhas de material plástico, fibrocimento, aço e metais não – ferrosos é 0,011.

Para se determinar qual o diâmetro e qual a declividade que a calha deverá possuir deve se observar o quadro 02, de capacidade de calhas semicirculares com coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$ .

Quadro 02 – Capacidade de calhas semicirculares com coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$  (Vazão em L/mm)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1,0%	2,0%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: (ABNT, 1989).

Para a determinação dos coletores verticais utiliza-se o quadro 03 de Botelho & Ribeiro (1998, apud VASCONCELOS, 2015).

Quadro 03 – Determinação do diâmetro para coletores verticais

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área de cobertura (m <sup>2</sup> )
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7,00	212
150	11,53	348
200	25,18	760

Fonte: (VASCONCELOS, 2015)

Para determinação dos coletores horizontais utiliza-se o quadro 04, segundo NBR 10844 (1989).



Quadro 04 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min)

Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: (ABNT, 1989).

### 2.5.1.3 By Pass

Ainda segundo Tomaz, (2003, p. 29), a primeira chuva possui muita sujeiras vindas do telhado. Estas devem ser removidas antes da água chegar ao reservatório. Portanto essa sujeira deve ser removida manualmente ou através de dispositivos de auto limpeza.

Para Zanella, (2015), é recomendado descartar o primeiro 1 mm de chuva. A cada 1 m<sup>2</sup> de telhado, o descarte da água da primeira chuva deve ser de 1 litro.

### 2.5.1.4 Filtro Volumétrico

Segundo Tomaz, (2003, p. 85), o filtro volumétrico possui um alto grau de eficiência. Ele tem a função de eliminar as sujeiras continuamente.

É Possível observar um esquema de filtragem de água na figura 1, segundo ECO CASA, (2015).

Figura 01 – Filtragem de água, através do filtro volumétrico



Fonte: ( ECO CASA, 2015)

### 2.5.1.5 Reservatório

Segundo Tomaz, (2003, p. 30), os reservatórios podem ser apoiados, enterrados ou elevados. Os materiais dos reservatórios podem ser de concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, alvenaria de bloco armado, de plásticos, de poliéster, etc.

De acordo com a NBR 15527 (2007), o volume do reservatório deve ser dimensionado obedecendo alguns critérios técnicos, econômicos e ambientais.

Segundo a NBR 5626 – Instalação Predial de Água Fria (1998), os reservatórios devem ser limpos e desinfetados, no mínimo uma vez por ano.

### 2.5.1.6 Bomba

Para Dutra, (2008, p. 5), o sistema de bombeamento tem a função de coletar a água do reservatório inferior e transportá-la até o reservatório superior.

## 2.5.2 Métodos para dimensionamento dos reservatórios

A NBR 15527 (2007) estabelece seis métodos para o dimensionamento do reservatório de água de chuva. Os métodos são: método de Rippl, método da simulação, método Azevedo Neto, método prático alemão, método prático inglês e método prático australiano.

### 2.5.2.1 Método de Rippl

De acordo com a NBR 15527 (2007), para utilização deste método as séries históricas podem ser séries históricas mensais ou séries históricas diárias.

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

$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação das chuvas}_{(t)} \times \text{área de captação}$

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

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.

#### 2.5.2.2 Método da simulação

De acordo com a NBR 15527 (2007), para a utilização desse método a evaporação da água não deve ser levada em conta. Aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito, para um determinado mês:

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

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

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 água no reservatório no tempo  $t-1$ ;

$Q_{(t)}$  é o volume de chuva no tempo  $t$ ;

$D_{(t)}$  é o consumo ou demanda no tempo  $t$ ;

$V$  é o volume do reservatório fixado;

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

Para a utilização deste método, devem ser feitas duas hipóteses, a primeira delas é que o reservatório deve estar cheio no início da contagem do tempo “ $t$ ”, e a segunda delas é que os dados históricos são representativos para as condições futuras.

#### 2.5.2.3 Método Azevedo Neto

Segundo a NBR 15527 (2007), para o método de Azevedo Neto, o volume de chuvas é obtido pela seguinte equação:

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

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 (m<sup>2</sup>);

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

#### 2.5.2.4 Método prático alemão

A NBR 15527 (2007) afirma que este é um método empírico, onde se torna o menor valor do volume do reservatório. O volume anual de consumo é de 6% ou o volume anual de precipitação aproveitável é de 6%.

V adotado = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06 (6%)

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

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<sub>adotado</sub> é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

#### 2.5.2.5 Método prático inglês

De acordo com a NBR 15527 (2007), o volume de chuva para esse método é obtido pela seguinte equação:

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

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 (m<sup>2</sup>);

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

#### 2.5.2.6 Método prático australiano

Segundo a NBR 15527 (2007), o volume de chuva para o método prático australiano é obtido pela seguinte equação:

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

Onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P é a precipitação média mensal;

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

A é a área de coleta;

Q é o volume mensal produzido pela chuva.

Para a realização do cálculo do volume do reservatório devem ser utilizado o método de 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.

O reservatório deve ser considerado vazio, para o primeiro mês.

Quando  $(V_{t-1} + Q_t - D_t) < 0$ , então  $V_t$  deve ser considerado igual a 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 à 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 % a 99 %.

### 2.5.3 Qualidade de água

Devem se seguir alguns parâmetros para a qualidade da água de chuva para usos não potáveis. Esses parâmetros podem ser observados no quadro 05 conforme NBR 15527 (2007).

Quadro 05 – Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro Residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção		
<sup>b</sup> uT é a unidade de Turbidez		
<sup>c</sup> uH é a unidade Hazen		

Fonte: ABNT NBR 15527, 2007

### 2.5.4 Manutenção do sistema

De acordo com a NBR 15527 (2007), o sistema de aproveitamento de água de chuva deve sempre estar em dia com as manutenções, estas devem ser de acordo com o quadro 06.

Quadro 06 – 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
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT NBR 15527, 2007

## 2.6 Equipamentos hidro sanitários econômicos e eficientes

De acordo com o Econoágua (2015), os vasos sanitários consomem cerca de 30 a 50 % de água que são utilizados nos banheiros. Os modelos convencionais consomem cerca de 6 a 15 litros de água por cada ciclo de descarga. Já o modelo atual da Econoágua consome cerca de 3 litros de água mais 3 litros de ar por cada descarga, gerando assim uma grande economia pra a empresa.

Para Leite (2014), utilizar a mesma quantidade de água para descarga de resíduos líquidos e sólidos é um desperdício.

Segundo Reis (2014), existem modelos de vasos sanitários que oferecem duplo acionamento que é de acordo com opção de uso que são de três litros de água para resíduos líquidos e de seis litros de água para resíduos sólidos. Essa opção além de ser sustentável, é a mais econômica.

Leite (2014) afirma que sistemas sem o acionamento duplo gastam em média 12 litros de água por cada ciclo de descarga em vasos que possuem caixa acoplada, e cerca de 10 litros de água para vaso com válvula de descarga na parede.

De acordo com Leroy (2015), as torneiras temporizadoras propiciam grande economia de água. Essa torneira possui diferentes mecanismos de acionamento. No mecanismo manual você pressiona o registro para baixo, ele libera a água e depois interrompe o fluxo da mesma. Já os modelos que possuem sensor, a torneira é ligada quando as mãos se aproximam dela e desligadas quando as mãos se afastam delas.

## 2.7 Período de Retorno

Segundo Sella (2011), o período de retorno pode ser definido como sendo a divisão do valor do investimento, pelo valor que será gasto na conta, com a utilização do sistema. A fórmula para o período de retorno é dada pela fórmula abaixo:

$$n = \frac{P}{U}$$

Onde:

n = o número de anos;

P = valor do investimento;

U = Valor da conta de água, subtraindo o valor que será economizado com a utilização do sistema.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse trabalho, foram realizadas diversas etapas, cada qual com suas atividades.

#### 3.1 Local de Estudo

O seguinte trabalho terá como estudo a Indústria de Pães Sonho Meu, localizada no bairro Parque Rinaldo na cidade de Varginha. A indústria de Pães Sonho Meu pode ser observada na figura 02.

Figura 02 – Indústria de Pães Sonho Meu



Fonte: (Autoria Própria, 2015)

O reservatório que foi dimensionado no sistema da indústria de Pães Sonho Meu é de 1.000 Litros, e tem uma altura acima da laje de 75 cm.

Os diâmetros estipulados para barriletes do sistema hidráulico são de 50 mm. Os diâmetros estipulados para todas as colunas, ramais e sub-ramais são de 20 mm e 32 mm.

Os equipamentos hidro sanitários da Indústria de Pães Sonho Meu podem ser observados na figuras 03, 04, 05 e 06.

Figura 03 – Torneira da pia da cozinha



Fonte: (Autoria própria, 2015)

A Indústria de Pães Sonho Meu possui na cozinha uma única pia, e a mesma possui uma torneira em que diversas vezes fica aberta, gerando o desperdício de água, conforme figura 03.

Figura 04 – Torneira do tanque da lavanderia



Fonte: (Autoria Própria, 2015)

A Indústria de Pães Sonho Meu possui na lavanderia uma única torneira no tanque, esta que diversas vezes não é fechada completamente gerando um desperdício de água, conforme pode ser observado na figura 04.

Figura 05 – Torneira dos banheiros



Fonte: (Autoria própria, 2015)

Todos os banheiros da Indústria possuem a torneira conforme figura 05, porém a mesma quando não fechada corretamente pode ocorrer o desperdício de água.

Figura 06 – Vaso com caixa acoplada



Fonte: (Autoria própria, 2015)

Todos os banheiros da Indústria possuem vaso sanitário com caixa acoplada, porém os mesmos não são econômicos e eficientes, pois o ciclo de descarga dos mesmos consome cerca de 10 a 15 litros de água.

### **3.2 Histórico de Consumo de água**

Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizada uma pesquisa em contas de água dos anos de 2013, 2014 e até o mês de abril de 2015, e assim foi possível verificar o histórico de consumo de água na Indústria de Pães. O consumo mensal obtido pode ser observado no anexo A.

Realizando-se uma média nos últimos dez meses em que o consumo foi maior pode-se observar que o consumo mensal da Indústria de Pães é de aproximadamente 1.200 litros por dia.

### **3.3 Prejuízos devido à falta de água**

Devido à falta de água no bairro Parque Rinaldo, a indústria de pães vem sofrendo alguns prejuízos, como por exemplo, falta de água e gastos devido essa falta, conforme apresentados nos próximos itens.

#### **3.3.1 Histórico de falta de água no local de estudo**

Foi verificado a partir de março de 2015, os dias e horários que vem ocorrendo o problema de falta de água na Indústria de Pães. No quadro 07 é possível verificar os dias e horários que ocorrem à falta de água no comércio.

Quadro 07 – Relação Dia/hora de falta de água na Indústria de Pães Sonho Meu

<b>Relação Dia/Hora de falta de água na Indústria de Pães Sonho Meu</b>	
<b>Dia</b>	<b>Horário</b>
02/03/2015	10h até as 12h
04/03/2015	09h até as 12h
09/03/2015	14h até as 17h
10/03/2015	14h até as 15h
13/03/2015	11h até as 14h
17/03/2015	12h até as 22h
19/03/2015	12h até as 18h
24/03/2015	12h até as 20h
25/03/2015	11h até as 20h
27/03/2015	13h até as 14h
30/03/2015	11h até as 12h
31/03/2015	12h até as 20h
01/04/2015	12h até as 22h
02/04/2015	12h até as 20h
06/04/2015	07h até as 12h

Fonte: (Autoria própria, 2015)

### 3.3.2 Prejuízos que a empresa vem enfrentando

Analisando a falta de água, pode se verificar que esta tem acabado no período da tarde, horário este em que a produção de pães na indústria é alta.

Quando ocorre o problema, a utilização da água para fabricação de pães passa a ser através do reservatório da empresa.

A empresa realiza turnos nos seguintes horários:

- 06:00 até as 15:00 hrs
- 12:00 até as 21:00 hrs
- 22:00 até as 06:00 hrs

Devido à utilização da água armazenada no reservatório no período vespertino, os funcionários do período noturno quando vão realizar suas atividades verificam que, a água que é armazenada na caixa não é suficiente para a fabricação dos pães. E devido a isso os responsáveis pela empresa precisam tomar algumas medidas para evitar prejuízos maiores, tais como a perda de pães.

Em virtude da falta de água alguns funcionários precisam realizar horas extras para poder cumprir as tarefas. No período de dois de março a seis de abril em que ocorreu a falta de água na Indústria, a empresa teve um gasto de 69 horas e 31 minutos de horas extras, com uma média de R\$ 9,00 por hora.

Para a fabricação de pães a água precisa estar gelada, e com a sua falta precisa haver a compra de galões de água potável e de gelo. A água comprada deve ser mantida por um determinado tempo na câmara fria, para que possa ficar gelada o suficiente, esse processo faz com que ocorra um gasto a mais com energia elétrica.

No período em que ocorreu a falta de água, a empresa sofreu gastos com galões de água e gelo. Para cada dia de maior falta de água foi realizado a compra de seis galões de água de 20 litros, e quatro barras de gelo. Cada galão custa para a empresa R\$ 20,00, e cada barra de gelo custa R\$ 10,00, foi verificado que cerca de onze dias faltou água num período maior.

É possível observar no quadro 08 os prejuízos que a Indústria de Pães Sonho Meu obteve no período de falta de água.

Quadro 08 – Prejuízos devido à falta de água

Prejuízos devido à falta de água			
Despesas	Quantidade	Valor	Total
Horas Extras	69 Hrs e 31 Min.	R\$ 9,00 por hora	R\$ 623,79
Água (Galão de 20 litros) - 11 dias	6 galões	R\$ 20,00	R\$ 1.320,00
Barras de Gelo - 11 dias	4 Barras	R\$ 10,00	R\$ 440,00
Total			R\$ 2.383,79

Conforme o quadro 08 é possível verificar que a empresa no total teve um prejuízo no valor de R\$ 2.383,79.

### 3.4 Caracterização do problema existente

Para mostrar que existe de fato um problema foram analisados diversos métodos, entre eles:

- Analisar se o sistema hidráulico foi dimensionado corretamente;
- Verificar qual a altura disponível da caixa d'água e se a mesma foi dimensionada corretamente;

### 3.5 Métodos para obtenção de dados

Foram utilizados diversos métodos para obtenção de dados, que caracterizam o problema.

#### 3.5.1 Análise do sistema hidráulico

Para realização do sistema hidráulico, devem-se seguir os parâmetros estabelecidos pela NBR 5626 (1998).

O subsistema de distribuição interna é composto por Barriletes, colunas, ramais e sub-ramais.

Para o cálculo do sistema de abastecimento deve se utilizar o apêndice A que mostra a vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização, disponível na NBR 5626 (1998).

Para o dimensionamento dos ramais segundo a NBR 5626 (1998) utiliza-se o Método do Máximo Provável. Para realização desse método devem-se seguir alguns passos:

- 1º Passo: Verificar o peso relativo de cada aparelho sanitário;
- 2º Passo: Fazer a somatória dos pesos em cada trecho de tubulação;
- 3º Passo: Calcular a vazão de cada trecho utilizando a fórmula estabelecida pela norma;
- 4º Passo: Determinar o diâmetro de cada trecho, de acordo com a tabela de vazões limites para os diâmetros usuais – Material PVC, de Neto (1998, p. 564).

Fórmula para o cálculo de vazão em cada trecho segundo NBR 5626 (1998):

$$Q = 0,3 \sqrt{\Sigma P}$$

Onde:

Q = Vazão estimada na seção considerada, (l/s);

$\Sigma P$  = Soma dos pesos relativos de todas as peças da seção considerada.

O diâmetro de cada trecho pode ser determinado segundo o quadro 09 de vazões limites para os diâmetros usuais – Material PVC, de Neto (1998, p.564)

Quadro 09 – Velocidades e vazões máximas em encanamentos prediais

Velocidades e vazões máximas em encanamentos prediais				
Diâmetros	Seção	Velocidade	Vazão Máxima	
DN	m <sup>2</sup>	m/s	l/s	m <sup>3</sup> /dia
(1/2) 15	0,00013	1,60	0,20	17
(3/4) 20	0,00028	1,93	0,55	47
( 1 ) 25	0,00049	2,21	1,10	95
(1 1/4) 30	0,00080	2,50	2,00	173
(1 1/2) 40	0,00112	2,73	3,00	260
( 2 ) 50	0,00196	3,00	5,90	508
(2 1/2) 60	0,00283	3,00	8,50	734
( 3 ) 75	0,00442	3,00	13,26	1146
( 4 ) 100	0,00785	3,00	23,55	2035
( 5 ) 125	0,01226	3,00	36,78	3178

Fonte: (AZEVEDO NETTO et al, 1998)

Para o dimensionamento de colunas e barriletes, utiliza-se o Método Máximo Provável. Para utilização desse método é necessário lançar a rede, antes de verificar a pressão.

Segundo a NBR 5626 (1998), para o cálculo da perda de carga nos tubos utiliza-se a fórmula de Fair-Whipple-Hsião:

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75}$$

Onde:

J = Perda de carga unitária, (kPa/m);

Q = Vazão estimada na seção considerada, (l/s);

d = Diâmetro interno do tubo, (mm).

Utiliza-se o modelo de planilha demonstrado no apêndice B, da NBR 5626 (1998), para a verificação da pressão disponível a jusante de cada trecho da tubulação. Segundo a NBR 5626 (1998), a pressão em pontos altos não deve ser inferior a 10 kPa, em barriletes e ramais pode ser menor que 10 kPa, porém não deve ser inferior a 5 kPa (0,5 mca).



### 3.5.2 Dimensionamento do Reservatório de água potável

Para dimensionar o reservatório de água potável devem-se seguir alguns parâmetros, entre eles verificar a estimativa de Consumo Diário de Água, conforme apêndice C.

Segundo a NBR 5626 (1998) o volume dos reservatórios deve ser no mínimo o necessário para um consumo de 24 horas, desconsiderando o volume de água para o combate a incêndio.

Devido à deficiência no sistema de abastecimento de água público, recomenda-se que o volume do reservatório leve em consideração de um a três dias de consumo.

Para a verificação do consumo deve-se levar em consideração a quantidade de pessoas que trabalham no local.

A fórmula utilizada para o cálculo é:

$$Q = P \times V \times D$$

Onde:

P – Nº de Pessoas que trabalham no local

V – Consumo litro por dia

D – Dias de consumo

### 3.6 Verificação da quantidade de água gasta através de medições do sistema

Para a análise através do sistema, verificou-se a quantidade de litros de água que se gasta em uma descarga do vaso sanitário, a quantidade de água que gasta para a fabricação de pães, para a limpeza da Indústria, maquinários e louças. É possível observar no quadro 10 a quantidade de água gasta por um dia na Indústria.

Quadro 10 – Quantidade de água consumida por dia (litros)

<b>Quantidade de água consumida (litros)</b>				
<b>Aparelho/Atividade</b>	<b>Consumo (litros)</b>	<b>Quantidade por dia</b>	<b>Quantidade de funcionários</b>	<b>Total de litros consumido</b>
Descarga de Vaso Cx. Acoplada	10	3 vezes	20	600
Lavar Louça	8	15 minutos	1	120
Limpeza de Máquinas	30	1 vez	1	30
Limpeza do Local	20	10 minutos	1	200
Fabricação de Pães	200	1 vez	1	200
<b>Total de litros consumido</b>				<b>1150</b>

Fonte: (Autoria própria, 2015).

Observando o quadro 10 é possível verificar que a média de litros gastos por dia é de aproximadamente 1150 litros.

### 3.7 Índices pluviométricos do município

Serão realizadas duas pesquisas para a obtenção dos índices pluviométricos no município de Varginha. A primeira delas será feita através da coleta de dados da ANA (agência nacional de Águas) e a segunda delas será feita através da Fundação Procafé da cidade de Varginha.

Foi utilizada a estação pluviométrica de código 02145018 da agência nacional de águas, pois ela possui uma série histórica de mais de 30 anos. A série histórica compreende um período que vai desde 1943 até 1978, esta pode ser verificada no Apêndice D. Através dos dados coletados, foi realizada a média mensal de precipitação para a cidade de Varginha, conforme pode ser observado no quadro 11.

Quadro 11 – Média dos índices pluviométricos mensal para Varginha em milímetros (mm) segundo a ANA

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
249,03	191,69	155,13	61,45	35,45	21,98	16,66	19,21	43,45	119,89	151,62	228,44

Fonte: Hidroweb, 2015

A média do quadro acima é referente aos dados coletados da ANA.

Foi verificado os índices pluviométricos através dos boletins informativos da fundação Procafé da cidade de Varginha. Os índices pluviométricos vão do período de 1974 até 2013, conforme quadro 12.

Quadro 12 – Média dos índices pluviométricos mensal para Varginha em milímetros segundo a Procafé

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
281,80	186,70	177,50	80,40	51,70	35,50	18,60	17,40	72,10	110,80	178,10	261,60

Fonte: Procafé, 2015

A média mensal dos índices pluviométricos através da Fundação Procafé podem ser observadas no quadro acima.

## **4 RESULTADOS**

Os resultados encontrados no presente trabalho podem ser observados abaixo:

### **4.1 Verificações de dimensionamento do sistema hidráulico**

Para realizar as verificações do sistema hidráulico, utilizou-se parâmetros estabelecidos pela NBR 5626 (1998).

#### **4.1.1 Ramais, Sub-ramais e Barriletes**

Realizou-se os cálculos separadamente de ramais, sub-ramais e barriletes, para verificar se os mesmos estão dimensionados corretamente.

##### **4.1.1.1 Análise de Ramais e Sub-ramais**

Para verificar se o sistema foi dimensionado corretamente foi necessário seguir os parâmetros estabelecidos pela NBR 5626 (1998). Os cálculos são descritos no anexo B. A análise dos cálculos de ramais e sub-ramais, foram feitas analisando cada coluna de água fria isoladamente.

Verificou-se que as colunas, ramais e sub-ramais foram dimensionados corretamente, e, portanto, o problema da falta de água não é devido a falhas no sistema.

##### **4.1.1.2 Análise de Barriletes**

No quadro 13, pode se verificar a análise de cada um dos barriletes existente no sistema hidráulico da Indústria de Pães Sonho Meu. Utilizou-se o método máximo provável com o  $J_{\text{máx}}$  de 8% para a verificação das perdas de carga.

Quadro 13 – Análise dos barriletes.

<b>Calculo dos Barriletes</b>					
<b>AF 1 = BAR 1</b>		<b>AF 3 = BAR 2</b>		<b>AF 2 = BAR 4</b>	
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,0008	Q (m <sup>3</sup> /s)	0,00030	Q (m <sup>3</sup> /s)	0,00025
J <sub>max</sub> = 8% (m)	0,028	J <sub>max</sub> = 8% (m)	0,019	J <sub>max</sub> = 8% (m)	0,018
D <sub>adotado</sub> (mm)	50	D <sub>adotado</sub> (mm)	50	D <sub>adotado</sub> (mm)	50
J <sub>real</sub> (m/m)	0,005	J <sub>real</sub> (m/m)	0,001	J <sub>real</sub> (m/m)	0,001
<b>BAR 3</b>		<b>BAR 5</b>			
<b>Bar 1 + Bar 2</b>		<b>Bar 3 + Bar 4</b>			
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,00110	Q (m <sup>3</sup> /s)	0,00135		
J <sub>max</sub> = 8% (m)	0,031	J <sub>max</sub> = 8% (m)	0,034		
D <sub>adotado</sub> (mm)	50	D <sub>adotado</sub> (mm)	50		
J <sub>real</sub> (m/m)	0,009	J <sub>real</sub> (m/m)	0,013		

Fonte: (Autoria própria, 2015)

#### 4.1.1.3 Análise da Pressão disponível nas colunas de água fria e barriletes

A pressão que deve ser disponível nas colunas de água fria e barriletes conforme a NBR 5626 (1998), não deve ser inferior a 5 kPa (0,5 m.c.a), para torneiras. Para a fabricação de pães não se utilizam outros tipos de aparelhos, utilizam –se somente torneiras, portanto a pressão mínima deverá ser de 5 kPa conforme NBR 5626 (1998). É possível observar no quadro 14 as pressões a jusante de colunas e barriletes.

Quadro 14 – Verificação de Pressão a jusante de colunas e barriletes

<b>Calculo dos Barriletes</b>									
<b>Trecho</b>	<b>Q (l/s)</b>	<b>Ø (mm)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>J (m/m)</b>	<b>L</b>		<b>hf (m)</b>	<b>P mont. (m.c.a)</b>	<b>P. jusant (m.c.a)</b>
					<b>Tubo (m)</b>	<b>Conexões (m)</b>			
Bar 5	1,35	50	0,68	0,0125	0,75	0,8	0,01938	0,00	0,73
Bar 4	0,25	50	0,13	0,0007	11,04	8,9	0,01303	0,73	0,72
Af 2	0,25	50	0,13	0,0007	3,6	0,8	0,00288	0,72	4,31
Bar 3	1,1	50	0,56	0,0087	2,68	7,6	0,08981	0,73	0,64
Bar 2	0,3	50	0,15	0,0009	3,65	11	0,01317	0,64	0,63
Af 3	0,3	50	0,15	0,0009	3,6	0,8	0,00396	0,63	0,62
Bar 1	0,8	50	0,41	0,0050	10,26	11	0,10639	0,64	0,53
Af 1	0,8	50	0,41	0,0050	3,6	0,8	0,02202	0,53	1,51

<b>Peças Utilizadas nas tubulações</b>	
Bar 5	Registro de Gaveta
Bar 4	T de passagem lateral + Curva de 45°
Af 2	Registro de Gaveta
Bar 3	T de passagem lateral
Bar 2	T de passagem lateral + Joelho de 90°
Af 3	Registro de Gaveta
Bar 1	T de passagem lateral + Joelho de 90°
Af 1	Registro de Gaveta

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Através dos cálculos foi possível observar que a pressão disponível em cada tubulação é superior a mínima aceitável pela NBR 5626 (1998), pois não se utilizam aparelhos específicos para a fabricação de pães, somente são utilizadas as peças definidas por norma.

#### 4.1.2 Verificação do dimensionamento do Reservatório

Para o dimensionamento de um reservatório predial verifica-se o consumo predial diário médio de água, a quantidade de pessoas no local e quantos dias levarão em consideração, para suprir deficiência de abastecimento de água no sistema. Porém para o

dimensionamento do reservatório da Indústria de pães Sonho Meu, deve se levar em consideração não somente o consumo de litros por dia dos funcionários, pois existem outros processos que devem ser utilizados como a quantidade de água usada na fabricação de pães, a quantidade de água gasta para limpeza do local, de louças e maquinários.

Para o dimensionamento do reservatório da Indústria de pães, foi preciso caracterizar o sistema, observando assim a quantidade média de litros consumidos por dia.

A quantidade média de água consumida pela indústria foi realizada de duas formas. A primeira pegou-se o consumo de água das contas da COPASA, de cada mês e assim foi verificado o seu consumo diário e a segunda realizou-se medições no sistema para verificar a quantidade de litros gastos na empresa e, portanto, realizar um comparativo entre ambas.

#### 4.1.2.1 Verificação da quantidade de água gasta através das contas da COPASA

É possível observar conforme anexo A, a média diária de consumo obtida através das contas de água da COPASA, desde janeiro de 2013 até abril de 2015.

Observando-se os últimos meses foi possível verificar que a média entre eles é de aproximadamente 1.200 litros por dia.

#### 4.1.2.2 Verificação da quantidade de água gasta através de medições do sistema

Para a análise através do sistema, verificou-se a quantidade de litros de água que se gastam em uma descarga do vaso sanitário, a quantidade de água que gasta para a fabricação de pães, para a limpeza da Indústria, maquinários e louças. É possível observar no quadro 10 que a quantidade de água gasta por um dia na Indústria é de 1150 litros.

## 4.2 Dimensionamento do reservatório de água potável

O reservatório da Indústria de Pães Sonho Meu deve possuir uma capacidade de armazenamento de água de cerca de 1.200 litros por dia, conforme consumo médio diário. Porém por se localizar numa região alta, pode ocorrer deficiência no abastecimento de água do local, sendo assim o reservatório precisa ser dimensionado para conseguir reservar água de 2 a 3 dias conforme se recomenda na NBR 5626 (1998).

Portanto o reservatório da Indústria de Pães Sonho Meu deve ser no mínimo de 2.400 litros para reserva de 2 dias, ou no mínimo de 3.600 litros para reserva de 3 dias.

### 4.3 Escolha do reservatório de água potável

Foi realizada uma pesquisa em comércios de materiais de construção da cidade de Varginha, e foi possível identificar que o melhor reservatório para o local é o de polietileno.

Segundo Tateoka (2011), os reservatórios de polietileno são mais leves, flexíveis, e podem ser empilháveis o que facilita o manuseio e o transporte até o local de instalação.

Verificando os catálogos dos fornecedores de caixa d'água da região, é possível identificar que o tamanho da caixa para poder suprir as necessidades da indústria deve ser de:

- 5.000 litros – para a reserva de 3 dias, com um valor de R\$ 1825,00

### 4.4 Média dos Índices Pluviométricos

Analisando os índices pluviométricos obtidos através da ANA e da Procafé, foi possível realizar uma média entre ambos, a qual pode ser observada no quadro 15.

Quadro 15 – Média dos índices pluviométricos mensal para Varginha em milímetros (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
265,42	189,2	166,32	70,93	43,58	28,74	17,63	18,31	57,78	115,35	164,86	245,02

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Pode ser observado que a precipitação total para o município de Varginha nesse período é de 1383,10 milímetros (mm).

### 4.5 Distribuição de Consumo de água na Indústria

O quadro 16 demonstra qual a porcentagem de água utilizada na Indústria de Pães Sonho Meu.

Quadro 16 – Porcentagem de água gasta por cada atividade

Tipo de Uso da Água	Porcentagem
Descarga de Vaso com cx. Acoplada	53%
Lavar Louças	11%
Limpeza de Máquinas	2%
Limpeza do Local	17%
Fabricação de Pães	17%

Fonte: (Autoria própria, 2015)



Conforme observado no quadro 16, a atividade que mais consome água na Indústria é a atividade de descarga em vaso sanitário. Realizando assim a substituição do abastecimento de água potável por água reaproveitada nos vasos sanitários, a economia seria de até 53 %.

#### 4.6 Análise da água pluvial

Foi realizada uma análise da água pluvial que chega à Indústria de Pães Sonho Meu, conforme Apêndice E. Foi constatado na análise a presença de Coliformes totais, e pouca presença de cloro. Comparando os parâmetros que foram obtidos na análise com os parâmetros que são estipulados pela NBR 15527 (2007), deverá ser realizado um tratamento nessa água para que a mesma possa ser utilizada na Indústria de Pães Sonho Meu. Essa comparação pode ser observada no quadro 17.

Quadro 17 – Comparativo entre os parâmetros da NBR 15527 e a análise da água pluvial

Comparativo de Análise de Água		
Parâmetro	NBR 15527 - Valor	Análise da água da Indústria - Valor
Coliformes totais	Ausência em 100 mL	Presente
Coliformes Termotolerantes	Ausência em 100 mL	Ausente
Cloro residual livre	0,5 a 3,0 mg/L	0,062
Turbidez	< 2,0 uT , para usos menos restritivos < 5,0 uT	1,18
Cor Aparente	< 15 uH	3,8
PH	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado	5,71

Fonte: (Autoria própria, 2015)

De acordo com as observações obtidas através da análise e através da NBR 15527 (2007) é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,5 mg/l de cloro residual livre ou 2 mg/l de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/l de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição.

#### 4.7 Dimensionamento do reservatório para aproveitamento de água pluvial

Para a melhor escolha do reservatório foram verificados diversos métodos de dimensionamento de reservatório de água pluvial.

#### 4.7.1 Dimensionamento do reservatório segundo Método de Rippl

Para se realizar o dimensionamento do reservatório segundo o método de Rippl, serão utilizadas as séries históricas médias, conforme quadro 15.

A área de Captação a ser utilizada será a área composta pelo telhado da Indústria de Pães Sonho Meu que compreende em 383,21 m<sup>2</sup>. Esta área foi obtida através da ferramenta AUTOCAD.

Segundo Hofkes e Frasier (1996 apud TOMAZ, 2003, p. 79) o coeficiente de escoamento superficial para telhas cerâmicas é de 0,80.

Para se saber qual o volume de chuva aproveitável utilização a equação abaixo.

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação das chuvas}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

Os resultados obtidos pela equação podem ser observados no quadro 18.

Quadro 18 – Resultados obtidos pela equação do método de Rippl

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Volume de Chuva (m <sup>3</sup> )	81,37	58,00	50,99	21,74	13,36	8,81	5,40	5,61	17,71	35,36	50,54	75,12

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Para o cálculo da demanda de água na Indústria será levado em consideração a quantidade de litros gasto pelos funcionários para a atividade de descarga. Valor gasto é de 600 litros/dia. Com isso a demanda mensal será:

$$\text{Demanda mensal para fins não potáveis} = 600 \text{ litros/dia} \times 30 \text{ dias}$$

$$\text{Demanda mensal para fins não potáveis} = 18.000 \text{ litros}$$

$$\text{Demanda mensal para fins não potáveis} = 18 \text{ m}^3$$

Para saber qual a diferença entre o volume da demanda mensal para fins não potáveis e o volume de chuva, utiliza-se a equação de Rippl a seguir. Os resultados obtidos podem ser observados no quadro 19.

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

Quadro 19 – Resultados obtidos pela equação do método de Rippl

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> )	-63,37	-40,00	-32,99	-3,74	4,64	9,19	12,60	12,39	0,29	-17,36	-32,54	-57,12

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Para o cálculo do volume do reservatório utiliza-se somente valores positivos conforme equação de Rippl.

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

$$V = 4,64 + 9,19 + 12,60 + 12,39 + 0,29$$

$$V = 39,11 \text{ m}^3$$

#### 4.7.2 Dimensionamento do reservatório segundo Método de simulação

Para utilizar o método de simulação para o dimensionamento do reservatório deve-se partir de um volume de reservatório já existente. Porém segundo a NBR 15527 (2007), deve-se encontrar um volume para o reservatório, sendo assim o método de simulação será desconsiderado para o trabalho.

#### 4.7.3 Dimensionamento do reservatório segundo Método Azevedo Neto

Para utilização do método Azevedo Neto deve-se utilizar os meses de pouca chuva ou seca. Para o estado de Minas Gerais os meses vão de Abril a Setembro, pois a partir de outubro já começa uma estação chuvosa. O número de meses de pouca chuva é seis.

A área utilizada a ser considerada no método é de 383,21 m<sup>2</sup>. A precipitação média anual utilizada será de 1383,10 milímetros (mm).

Para o dimensionamento do reservatório utiliza-se a equação de Azevedo Neto abaixo:

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

$$V = 0,042 \times 1383,10 \times 383,21 \times 6$$

$$V = 133.564 \text{ Litros}$$

$$V = 133,56 \text{ m}^3$$

#### 4.7.4 Dimensionamento do reservatório segundo Método prático alemão

Para o dimensionamento do reservatório segundo o Método prático alemão, utilizou-se a precipitação média anual de 1383,10 milímetros (mm). A demanda anual será de 18.000 litros. A área utilizada será de 383,21 m<sup>2</sup>.

Cálculo do volume anual precipitado (V):

$$\text{Volume anual precipitado (V)} = (1383,10/1000) \times 383,21$$

$$\text{Volume anual precipitado (V)} = 530,02 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume anual precipitado (V)} = 530.020 \text{ litros}$$

Cálculo do volume anual de consumo (D):

$$\text{Volume anual de consumo (D)} = 18.000 \times 12$$

$$\text{Volume anual de consumo (D)} = 216.000 \text{ litros}$$

Utilizando a equação do método prático alemão abaixo, é possível determinar o reservatório para aproveitamento de água pluvial:

$$C = \text{mín} (V ; D) \times 0,06$$

$$C = 216.000 \times 0,06$$

$$C = 12.960 \text{ litros}$$

$$C = 12,96 \text{ m}^3$$

#### 4.7.5 Dimensionamento do reservatório segundo o Método prático inglês

Para o dimensionamento do reservatório utilizando o método prático inglês, utiliza-se a precipitação média anual de 1383,10 milímetros (mm). A área utilizada será de 383,21 m<sup>2</sup>.

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

$$V = 0,05 \times 1383,10 \times 383,21$$

$$V = 26.501 \text{ litros}$$

$$V = 26,50 \text{ m}^3$$

#### 4.7.6 Dimensionamento do reservatório segundo método prático australiano

Para utilização do método prático australiano serão utilizadas as séries históricas médias, conforme quadro 15. A demanda mensal a ser considerada será 18.000 m<sup>3</sup>. A área de captação a ser utilizada será de 383,21 m<sup>2</sup>. O coeficiente de escoamento utilizado para o cálculo do método será de 0,8. O valor de I será o recomendado pela norma de 2,0mm.

Para saber qual o volume de chuva utiliza-se a seguinte equação do método prático australiano:

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

Os resultados obtidos pela equação acima podem ser observadas no quadro 20.

Quadro 20 – Resultados obtidos pela equação do método prático australiano

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Volume de Chuva (m <sup>3</sup> )	80,76	57,39	50,38	21,13	12,75	8,20	4,79	5,00	17,10	34,75	49,93	74,50

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Para saber qual o volume do reservatório utiliza-se a seguinte equação do método prático australiano:

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

Os resultados obtidos pela equação acima podem ser observados no quadro 21.

Quadro 21 – Resultados obtidos pela equação do método prático australiano

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> )	62,8	102,1	134,5	137,7	132,4	122,6	109,4	96,4	95,5	112,2	144,2	200,7

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Para o método prático australiano o volume do reservatório adotado é de 200,57 m<sup>3</sup>. Para esse método deve-se verificar a confiança. Para o cálculo da confiança utiliza-se o número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda. Porém nesse método não ocorreu isso.

Para se calcular a falha, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$P_r = N_r / N$$

$$P_r = 0/12$$

$$P_r = 0$$

Para se calcular a confiança, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{Confiança} = (1 - P_r)$$

$$\text{Confiança} = (1 - 0)$$

$$\text{Confiança} = 100 \%$$

#### 4.8 Comparação entre o dimensionamento dos reservatórios

Através do quadro 22 é possível verificar um comparativo entre o volume do reservatório obtido por cada método.

Quadro 22 – Comparativo entre os métodos

Método	Rippl	Simulação	Azevedo Neto	Prático alemão	Prático inglês	Prático australiano
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> )	39,11	-----	113,56	12,96	26,50	200,57

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Através de pesquisa sobre os diversos métodos para o dimensionamento do reservatório, foi possível identificar que o método que atende cem por cento do ciclo da água é o método de Rippl.

De acordo com Schiller e Lathan (1982 apud GHISI, 2015, p. 6) o volume de água que escoar pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial em um mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença positiva que é acumulada é o volume do reservatório para 100 % de confiança.

Portanto para o presente trabalho, será utilizado o método de Rippl para o dimensionamento do reservatório de aproveitamento de água pluvial. Utilizando o método de Rippl para todos os meses o reservatório deveria ser de 39,11 m<sup>3</sup>, porém esse valor é muito elevado, sendo assim, o volume do reservatório será igual ao volume da demanda de 18 m<sup>3</sup>.

#### 4.9 Equipamentos hidro sanitários econômicos

Realizou-se uma pesquisa em diferentes comércios de materiais de construção para buscar equipamentos economizadores de água. Para que possa ocorrer economia de água na Indústria de Pães Sonho Meu deve-se realizar a troca de torneiras e vasos sanitários.

Os vasos sanitários com caixa acoplada existentes na Indústria de Pães Sonho Meu gastam cerca de 10 a 15 litros de água por ciclo. Os vasos devem ser substituídos por vasos sanitários com caixa acopladas econômicos e eficientes que gastam 3 litros de água para descarga para dejetos líquidos e 6 litros de água para dejetos sólidos.

Realizando uma pesquisa em diversos materiais de construção foi possível verificar qual o custo dos vasos sanitários que consomem de 3 a 6 litros. Esse custo é de aproximadamente R\$ 180,00.

Com essa troca de vasos sanitários é possível obter um comparativo da redução do consumo de água pela atividade de descarga. Esse comparativo pode ser observado no quadro 23.

Quadro 23– Comparativo entre vasos sanitários com caixa acoplada

<b>Quantidade de água consumida (litros)</b>				
<b>Aparelho/Atividade</b>	<b>Consumo (litros)</b>	<b>Quantidade por dia</b>	<b>Quantidade de funcionários</b>	<b>Total de litros consumido</b>
Descarga de Vaso Cx. Acoplada - Existente no local	10	3 vezes	20	600
Descarga de Vaso Cx. Acoplada - Substituído	3	3 vezes	20	180

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Com a troca do vaso sanitário a Indústria de Pães Sonho Meu terá um consumo de 180 litros por dia na atividade de descarga. A quantidade de litros a serem economizados será de 420 litros por dia, totalizando 12.600 litros por mês

As torneiras dos banheiros são torneiras convencionais, estas muitas vezes não são fechadas totalmente fazendo com que ocorra desperdício de água. Elas então devem ser substituídas por torneiras temporizadoras, que possuem um mecanismo que ativa e interrompe automaticamente o jato de água após alguns segundos.

Realizando uma pesquisa em diversos materiais de construção foi possível verificar que o custo das torneiras temporizadoras é de aproximadamente R\$ 65,00.

Tanto a torneira da cozinha, quanto a do tanque são de modelos antigos, e que não possuem redutor de vazão. Pensando numa forma para economizar o consumo de água, as

mesmas devem ser substituídas por torneiras que possuem redutor de vazão. Os redutores de vazão são pequenos equipamentos que são colocados nos bocais das torneiras, que além de permitir a passagem de menos água, também mistura ar junto com a água fazendo com que não ocorra tanta diferença no uso dessa torneira.

Como as torneiras da Indústria são de modelos antigos, elas não possuem entrada para os redutores de vazão. Sendo assim as mesmas devem ser substituídas por torneiras que já possuem esse redutor de vazão.

Pesquisando em materiais de construção foi possível verificar que o custo para cada torneira é de aproximadamente R\$ 50,00.

#### **4.10 Dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial**

Para se dimensionar o sistema de aproveitamento de água pluvial, devem ser dimensionados alguns componentes, tais como: Área de Captação, Calhas e Condutores, By Pass, Reservatório e bomba. O projeto de aproveitamento de água pluvial pode ser observado no anexo C.

##### **4.10.1 Área de Captação**

A área de captação utilizada para o sistema será a área do telhado já existente na Indústria de Pães Sonho Meu, essa área é de 383,21 m<sup>2</sup>.

##### **4.10.2 Calhas e Condutores**

Para o dimensionamento de Calhas e Condutores, devem-se seguir os parâmetros estabelecidos pela NBR 10844 (1989). A vazão de projeto que será utilizada para o dimensionamento de calhas e condutores pode ser observada no quadro 24. Para o cálculo da Vazão de projeto, utilizou-se a intensidade pluviométrica da cidade de Caxambu/MG que está determinada na NBR 10844 (1989). O tempo de retorno utilizado é de 3 anos.



Quadro 24 – Vazão de projeto para dimensionamento de calhas e condutores

Vazão para o condutor C1		Vazão para o condutor C2	
Intensidade pluviométrica (mm/h)	137	Intensidade pluviométrica (mm/h)	137
Área de Contribuição (m <sup>2</sup> )	112,35	Área de Contribuição (m <sup>2</sup> )	270,86
Vazão de Projeto (L/min)	256,533	Vazão de Projeto (L/min)	618,464

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Observando o quadro 24, é possível identificar que para o condutor C1, utiliza-se um diâmetro de 150 mm com declividade de 0,5 %. E para o condutor C2, utiliza-se um diâmetro de 200 mm com declividade de 0,5 %.

Para a determinação dos coletores verticais utiliza-se o quadro 3, aonde através da área de cobertura é possível identificar qual o diâmetro a ser utilizado. Para o coletor C1 utiliza-se a área de 112,35 m<sup>2</sup>, portanto o diâmetro será de 100 mm. Para o coletor C2 utiliza-se a área de 270,86 m<sup>2</sup>, portanto o diâmetro será de 150 mm.

Para a determinação dos coletores horizontais utiliza-se o quadro 4. A partir da vazão que passará pelo trecho é possível identificar qual o diâmetro necessário para a tubulação, sendo assim, os diâmetros dos coletores horizontais podem ser observados no quadro 25.

Quadro 25 – Dimensionamento dos coletores horizontais

Coletor Horizontal	Vazão utilizada (l/min)	Diâmetro Estipulado (mm)	Inclinação (%)
CH1	256,53	100	1
CH2	618,46	125	2
CH3	618,46	125	2
CH4	874,99	150	2

Fonte: (Autoria própria, 2015)

É possível observar no quadro 25 os diâmetros e as inclinações estipulados para cada coletor horizontal.

#### 4.10.3 By Pass

Devido à primeira chuva conter muitas sujeiras provindas de calhas e telhado, deve-se realizar o descarte da mesma. Com isso é necessário instalar um reservatório para que o mesmo receba a água da primeira chuva e seja realizado o seu descarte. O reservatório deve ser instalado logo após os coletores verticais.

A área do telhado da Indústria de Pães Sonho Meu é de 383,21 m<sup>2</sup>, portanto o descarte da primeira chuva será:

1 mm de chuva = 1 m<sup>2</sup> telhado = 1 litro

383,21 m<sup>2</sup> de telhado = 383,21 litros

#### 4.10.4 Filtro volumétrico

Para o sistema de água de chuva será necessário utilizar um filtro volumétrico. O mesmo será instalado antes do reservatório de água de chuva. O filtro servirá para reter as sujeiras e impurezas para que elas não sejam direcionadas para o reservatório.

#### 4.10.5 Reservatório

O reservatório do sistema de aproveitamento de água pluvial será de 18 m<sup>3</sup>, conforme foi determinado pelo método de Rippl.

Para o projeto foi estipulado que existirão dois reservatórios que compõem os 18 m<sup>3</sup>. Um reservatório ficará sobre o telhado da edificação, para que o mesmo possa abastecer os vasos sanitários. O tamanho para esse reservatório será de 2.000 litros. A quantidade de água estipulada para o reservatório atende aos parâmetros comerciais, e compreende um período para reserva de 3 dias de consumo. Portanto o reservatório que será soterrado será de 16.000 litros.

#### 4.10.6 Bomba

Para o projeto foi estipulado à utilização de uma bomba vibratória que possui a função de elevar a água do reservatório submerso para o reservatório que fica em cima da Indústria. Foi escolhida para o projeto uma bomba submersa do tipo vibratória, ela possui uma altura manométrica máxima de 65 metros, sua potência nominal é de 380 W. É possível observar no quadro 26 o desempenho da bomba de acordo com um catalogo de fornecedor.

Quadro 26 – Desempenho da bomba submersa vibratória

Desempenho														
H (metro)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Q (l/h)	1.970	1.800	1.640	1.460	1.300	1.190	1.090	990	880	800	730	660	600	550

Fonte: (Anauger, 2015)

Para proteger a bomba contra pane seca, deve-se ser utilizado um interruptor do tipo boia que controla e indica o nível de água do reservatório. Essa boia tem a função de ligar a bomba quando o reservatório estiver vazio e desligar a bomba quando o reservatório estiver cheio. Ela tem a função também de evitar que a água transborde.

No sistema serão utilizadas duas boias, uma no reservatório superior e uma no reservatório inferior. A boia do reservatório superior acionará, e desligará a bomba quando o reservatório estiver cheio. E a boia que ficará no reservatório inferior, será acionada quando o reservatório superior estiver vazio, fazendo com que a bomba seja ligada.

Segundo Anauger (2015), o diâmetro da tubulação que sai da bomba é de 25mm.

#### 4.10.7 Distribuição da água de chuva para os vasos sanitários

Para a realização do sistema de água pluvial foi necessário realizar o dimensionamento de ramais, colunas de água pluvial e barriletes.

##### 4.10.7.1 Dimensionamento de ramais e colunas de água pluvial

Os diâmetros estipulados por ramais e colunas de água pluvial que utilizaram a água pluvial, podem ser observados no anexo D.

##### 4.10.7.2 Dimensionamento dos Barriletes

Foi realizado o dimensionamento dos barriletes, através do método máximo provável com  $J_{\max}$  de 8%. Pode ser observado no quadro 27 esse dimensionamento.

Quadro 27 – Dimensionamento dos barriletes de água pluvial

<b>Cálculo dos Barriletes</b>					
<b>Col. Água Pluvial 1 = BAR 1</b>		<b>Col. Água pluvial 2 = BAR 2</b>		<b>BAR 3 = BAR 1 + BAR 2</b>	
$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$J_{\max} =$ 8% (m)	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$J_{\max} = 8\%$ (m)	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$J_{\max} = 8\%$ (m)
0,0002	0,018	0,00016	0,016	0,00040	0,022
<b>Dadotado (mm)</b>		<b>Dadotado (mm)</b>		<b>Dadotado (mm)</b>	
25		25		25	
<b>J<sub>real</sub> (m/m)</b>		<b>J<sub>real</sub> (m/m)</b>		<b>J<sub>real</sub> (m/m)</b>	
0,015		0,008		0,039	

Fonte: (Autoria própria, 2015)

É possível observar no quadro 27, que os diâmetros de todos os barriletes serão de 25 milímetros.

#### 4.10.7.3 Análise da pressão disponível na rede

Para o sistema de água pluvial, a pressão disponível nas colunas de água pluvial e barriletes, não deve ser inferior a 5 kPa (0,5 m.c.a), conforme estabelecido na NBR 5626 (1998). É possível observar no quadro 28 a pressão disponível a jusante de cada coluna e barriletes.

Quadro 28 – Verificação de pressão no sistema de água pluvial

Cálculo dos Barriletes									
Trecho	Q (l/s)	Ø (mm)	V (m/s)	J (m/m)	L		hf (m)	P mont.	P. jusant
					Tubo	Conexões			
Bar 3	0,4	25	0,81	0,0395	0,7	0,2	0,03551	0	0,66449
Bar 1	0,2	25	0,41	0,0155	2,62	3,6	0,09626	0,66449	0,56823
Col. Água pluvial 1	0,2	25	0,41	0,0155	3,78	1,4	0,08016	0,56823	4,26807
Bar 2	0,16	25	0,33	0,0084	5,95	3,6	0,08058	0,66449	0,58391
Col. Água pluvial 2	0,16	25	0,33	0,0084	3,78	3,6	0,06227	0,58391	0,52163
Peças									
Bar 3	Registro de Gaveta								
Bar 1	T de passagem lateral + Joelho de 90°								
Col. Água pluvial 1	Joelho de 90° + Registro de Gaveta								
Bar 2	T de passagem lateral + Joelho de 90°								
Col. Água pluvial 2	Joelho de 90° + Registro de Gaveta								

Fonte: (Autoria própria, 2015)

É possível observar no quadro 28 que todas as colunas e barriletes atendem os parâmetros estabelecidos pela NBR 5626 (1998).

#### 4.11 Análise da viabilidade dos sistemas

Para se verificar a viabilidade dos sistemas que podem ser empregados na Indústria de Pães Sonho Meu, foram apuradas algumas alternativas que pode ser observadas a seguir:

#### 4.11.1 Substituição do reservatório de água potável

Para poder suprir as necessidades da Indústria de Pães Sonho Meu, o reservatório de água potável deve ser substituído.

Devido a isso, o reservatório da Indústria de Pães será de:

- 5.000 litros para atender uma demanda de três dias de consumo – valor R\$ 1.825,00.

Realizando uma pesquisa na cidade de Varginha, foi possível verificar que a mão de obra para a instalação do reservatório será de R\$ 150,00.

#### 4.11.2 Substituição dos equipamentos hidro sanitários

Realizando a substituição dos equipamentos da Indústria de Pães Sonho Meu, por aparelhos econômicos, foi possível verificar qual o valor a ser gasto para essa substituição. O valor total gasto pela substituição dos aparelhos pode ser observado no quadro 29.

Quadro 29 – Valor gasto pela substituição dos equipamentos

Equipamento	Quantidade a ser substituída	Valor Unitário	Valor Total
Vaso Sanitário com Caixa Acoplada	3 unidades	R\$ 180,00	R\$ 540,00
Torneira Temporizada	3 unidades	R\$ 65,00	R\$ 195,00
Torneira com redutor de vazão	2 unidades	R\$ 50,00	R\$ 100,00
Total			R\$ 835,00

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Com a substituição dos equipamentos, a Indústria de Pães Sonho Meu terá um gasto de R\$ 835,00.

#### 4.11.3 Substituição do Reservatório de água potável e equipamentos

Uma alternativa encontrada para suprir as necessidades da Indústria de Pães Sonho Meu seria realizar a substituição dos equipamentos e consequentemente realizar a troca do reservatório de água pluvial. Através dessa substituição é possível diminuir o consumo de água. O novo consumo pode ser observado no quadro 30.

Quadro 30 – Quantidade de água consumida por dia (litros) com a substituição de equipamentos

<b>Quantidade de água consumida (litros)</b>				
<b>Aparelho/Atividade</b>	<b>Consumo (litros)</b>	<b>Quantidade por dia</b>	<b>Quantidade de funcionários</b>	<b>Total de litros consumido</b>
Descarga de Vaso Cx. Acoplada	3	3 vezes	20	180
Lavar Louça	8	15 minutos	1	120
Limpeza de Máquinas	30	1 vez	1	30
Limpeza do Local	20	10 minutos	1	200
Fabricação de Pães	200	1 vez	1	200
<b>Total de litros consumido</b>				<b>730</b>

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Através desse novo consumo foi possível verificar que um novo reservatório para água potável deveria ser dimensionado, portanto, para uma reserva de três dias o reservatório deveria ter capacidade para armazenar 2.190 litros.

Verificando os catálogos dos fornecedores de caixa d'água da região, é possível identificar que o tamanho do reservatório para poder suprir as necessidades da indústria com o novo consumo deve ser de:

- 3.000 litros – para a reserva de 3 dias, com um valor de R\$ 1125,00.

#### 4.11.4 Implantação do Sistema de Aproveitamento de Água pluvial

Para realizar a implantação do sistema de água pluvial é possível identificar quais os custos que serão gastos, os mesmos podem ser observados no quadro 31.

Quadro 31 – Gastos para implantação do sistema de água pluvial

Componentes	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Reservatório de 2.000 litros	Unid.	1	R\$ 2.430,00	R\$ 2.430,00
Reservatório de 16.000 litros	Unid.	1	R\$ 8.590,00	R\$ 8.590,00
Bomba anauger 800	Unid.	1	R\$ 280,00	R\$ 280,00
Cloro Flutuador	Unid.	1	R\$ 19,90	R\$ 19,90
Boia de nível	Unid.	2	R\$ 46,00	R\$ 92,00
Filtro volumétrico	Unid.	1	R\$ 225,00	R\$ 225,00
Reservatório (By Pass)	Unid.	2	R\$ 120,00	R\$ 240,00
Calhas 150 mm	M	38,19	R\$ 22,00	R\$ 840,18
Calhas 200 mm	M	11,89	R\$ 28,00	R\$ 332,92
Coletor vertical 100 mm	M	4	R\$ 18,00	R\$ 72,00
Coletor vertical 150 mm	M	4	R\$ 22,00	R\$ 88,00
Caixa de Passagem	Unid.	2	R\$ 208,90	R\$ 417,80
Tubo PVC 100 mm	M	6	R\$ 9,59	R\$ 57,54
Tubo PVC 125 mm	M	6,4	R\$ 11,25	R\$ 72,00
Tubo PVC 150 mm	M	1,3	R\$ 14,60	R\$ 18,98
Tubo PVC 25 mm	M	16,9	R\$ 2,10	R\$ 35,49
Registro de Gaveta	Unid.	3	R\$ 25,00	R\$ 75,00
Joelho de 90°	Unid.	14	R\$ 0,46	R\$ 6,44
T de passagem lateral	Unid.	2	R\$ 0,75	R\$ 1,50
Junção simples 45°	Unid.	2	R\$ 23,90	R\$ 47,80
Mão de Obra	-----	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Demolição	M³	0,579	R\$ 42,49	R\$ 24,60
<b>Total</b>				<b>R\$ 16.467,15</b>

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Conforme pode ser observado no quadro 31 os gastos para implantação do sistema de água pluvial são de R\$ 16.467,15.

#### 4.11.5 Implantação do sistema de Aproveitamento de Água Pluvial e Substituição dos equipamentos e do reservatório de água potável

Realizando a substituição dos equipamentos e do reservatório de água potável, ocorrerá um novo consumo de água na Indústria. Com isso para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial será utilizado o novo valor de demanda. Portanto o reservatório deverá ser calculado com a demanda de 180 litros/dia.

#### 4.11.5.1 Dimensionamento do novo reservatório segundo método de Rippl

A área de Captação a ser utilizada será a área composta pelo telhado da Indústria de Pães Sonho Meu que compreende em 383,21 m<sup>2</sup>. Esta área foi obtida através da ferramenta AUTOCAD.

O coeficiente de escoamento superficial utilizado para telhas cerâmicas será de 0,80.

Para se saber qual o volume de chuva aproveitável utilização a equação abaixo.

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação das chuvas}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

Os resultados obtidos pela equação podem ser observados no quadro 18.

Para o cálculo da demanda de água na Indústria será levado em consideração a quantidade de litros gasto pelos funcionários para a atividade de descarga. Valor gasto é de 180 litros/dia. Com isso a demanda mensal será:

$$\text{Demanda mensal para fins não potáveis} = 180 \text{ litros/dia} \times 30 \text{ dias}$$

$$\text{Demanda mensal para fins não potáveis} = 5.400 \text{ litros}$$

$$\text{Demanda mensal para fins não potáveis} = 5,40 \text{ m}^3$$

Para saber qual a diferença entre o volume da demanda mensal para fins não potáveis e o volume de chuva, utiliza-se a equação de Rippl abaixo. Os resultados obtidos podem ser observados no quadro 32.

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

Quadro 32 – Resultados obtidos pela equação do método de Rippl

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> )	-75,97	-52,6	-45,59	-16,34	-7,96	-3,41	0,0	-0,21	-12,31	-29,96	-45,14	-69,72

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Para o cálculo do volume do reservatório utiliza-se somente valores positivos conforme equação de Rippl.

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



Como não deu nenhum valor positivo o valor do reservatório deverá ser o obtido conforme cálculo da demanda de 5,4 m<sup>3</sup>.

#### 4.11.5.2 Custo para implantação do sistema de Aproveitamento de Água Pluvial, Substituição dos equipamentos e Substituição do reservatório de água potável

Com a substituição dos equipamentos, do reservatório de água potável e a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial é possível identificar qual o custo total que será gasto.

O custo do sistema de aproveitamento de água pluvial com a nova demanda pode ser observado no quadro 33.

Quadro 33 – Gastos para implantação do sistema de água pluvial com nova demanda

Componentes	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Reservatório de 2.000 litros	Unid.	2	R\$ 2.430,00	R\$ 4.860,00
Bomba anauger 800	Unid.	1	R\$ 280,00	R\$ 280,00
Cloro Flutuador	Unid.	1	R\$ 19,90	R\$ 19,90
Boia de nível	Unid.	2	R\$ 46,00	R\$ 92,00
Filtro volumétrico	Unid.	1	R\$ 225,00	R\$ 225,00
Reservatório (By Pass)	Unid.	2	R\$ 120,00	R\$ 240,00
Calhas 150 mm	M	38,19	R\$ 22,00	R\$ 840,18
Calhas 200 mm	M	11,89	R\$ 28,00	R\$ 332,92
Coletor vertical 100 mm	M	4	R\$ 18,00	R\$ 72,00
Coletor vertical 150 mm	M	4	R\$ 22,00	R\$ 88,00
Caixa de Passagem	Unid.	2	R\$ 208,90	R\$ 417,80
Tubo PVC 100 mm	M	6	R\$ 9,59	R\$ 57,54
Tubo PVC 125 mm	M	6,4	R\$ 11,25	R\$ 72,00
Tubo PVC 150 mm	M	1,3	R\$ 14,60	R\$ 18,98
Tubo PVC 25 mm	M	16,9	R\$ 2,10	R\$ 35,49
Registro de Gaveta	Unid.	3	R\$ 25,00	R\$ 75,00
Joelho de 90°	Unid.	14	R\$ 0,46	R\$ 6,44
T de passagem lateral	Unid.	2	R\$ 0,75	R\$ 1,50
Junção simples 45°	Unid.	2	R\$ 23,90	R\$ 47,80
Mão de Obra	-----	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Demolição	M <sup>3</sup>	0,579	R\$ 42,49	R\$ 24,60
<b>Total</b>				<b>R\$ 10.307,15</b>

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Foi estipulado para o sistema com a nova demanda que o reservatório inferior seria de 2.000 litros, volume para uma demanda de 3 dias, e para o reservatório superior seria de 2.000 litros volume também para uma demanda de 3 dias.

#### 4.12 Custos para a implantação dos sistemas

Através da análise da viabilidade dos sistemas foi possível identificar o custo para cada substituição ou implantação dos sistemas. Esses custos podem ser observados no quadro 34.

Quadro 34 – Custos para implantação dos sistemas

Custos para a implantação dos sistemas, incluindo mão de Obra	
Substituição do reservatório de água potável - 5.000 litros	R\$ 1.975,00
Substituição dos equipamentos hidro sanitários	R\$ 1.150,00
Substituição do reservatório de água potável - 3.000 litros + Equipamentos	R\$ 2.425,00
Implantação do sistema de água pluvial	R\$ 16.467,15
Implantação do sistema de água pluvial + Substituição dos equipamentos e reservatório	R\$ 12.732,15

É possível observar no quadro 34 que o custo total para realizar somente a substituição dos equipamento será de R\$ 1.975,00. Para a substituição somente dos equipamentos é de R\$ 1.150,00. E a realizando a substituição do reservatório e dos equipamentos a Indústria terá um custo no total de R\$ 2.425,00.

Através da análise ainda no quadro 34 é possível observar que somente fazendo a implantação do sistema da água pluvial o custo total será de R\$ 16.467,15. E para realizar a implantação do sistema de água pluvial, juntamente com a substituição dos equipamentos e do reservatório o custo total será de R\$ 12.732,15.

#### 4.13 Período de Retorno

Para o presente trabalho foi possível verificar qual o período de retorno dos sistemas realizados.

#### 4.13.1 Período de retorno para a troca do reservatório de água potável e substituição dos equipamentos

Realizando a troca do reservatório de água potável e a substituição dos equipamentos, a Indústria de pães terá uma economia de 420 litros/dia. Com isso o consumo total da Indústria será de 730 litros/dia. O total gasto por mês será de aproximadamente 22.000 litros/dia. Realizando uma consulta no site da COPASA (2015) é possível verificar qual o valor gasto pela Indústria por mês, quando forem realizadas essas substituições. O valor gasto pode ser observado na figura 07.

Figura 07 – Cálculo da conta de água

#### Serviços - Cálculo da Conta (Simulação)

Matrícula do imóvel: 00113414617  
 Cliente: NELSON DOMINGOS FONSECA  
 Endereço: R JOAO COSTA, 00010 - PARK RINALDO - VARGINHA

**Volume simulado:** 22 m<sup>3</sup>

Tarifa de **Água:** R\$ 141,56

Tarifa de **Esgoto:** R\$ 127,42

**Valor Total:** R\$ 268,98

Data da simulação: 13/11/2015.

Fonte: (COPASA, 2015)

Para o estudo anterior, é possível verificar qual o período de retorno que a Indústria terá, realizando a troca do reservatório de água potável e a substituição dos aparelhos. Para o cálculo será utilizado o valor do projeto que ficará em R\$ 2.425,00. E o valor que a Indústria terá com o consumo de um ano. O valor do consumo de um ano pode ser verificado abaixo

$$U = \text{Valor gasto} \times \text{Número de meses}$$

$$U = 268,98 \times 12$$

$$U = \text{R\$ } 3.227,76$$

Observando a conta acima é possível identificar que a Indústria de Pães terá um gasto anual de R\$ 3.227,76.

Portanto, para a realização da troca do reservatório e das substituições dos aparelhos o período de retorno poderá ser verificado abaixo.

$$n = \frac{R\$ 2425,00}{R\$ 3227,76}$$

$$n = 0,75 \text{ anos}$$

$$n = 1 \text{ ano}$$

Para o estudo acima, é possível verificar que o período em que a empresa terá o retorno do seu investimento é de aproximadamente um ano.

Economicamente esse sistema será viável, pois o período de retorno viável é igual ou inferior a quatro anos.

#### 4.13.2 Período de retorno para a troca do reservatório de água potável, substituição dos equipamentos e sistema de aproveitamento de água pluvial

Realizando a troca do reservatório de água potável, a substituição dos equipamentos e o aproveitamento de água pluvial a Indústria de pães terá um novo consumo de água potável, este consumo será de 550 litros/dia. O total gasto por mês será de aproximadamente 17.000 litros/dia. Realizando uma consulta no site da COPASA (2015) é possível verificar qual o valor gasto pela Indústria por mês, quando forem realizadas essas substituições. O valor gasto pode ser observado na figura 08.

Figura 08 – Cálculo da conta de água

#### **Serviços - Cálculo da Conta (Simulação)**

Matrícula do imóvel: 00113414617

Cliente: NELSON DOMINGOS FONSECA

Endereço: R JOAO COSTA, 00010 - PARK RINALDO - VARGINHA

**Volume simulado: 17 m3**

Tarifa de **Água:** R\$ 101,55

Tarifa de **Esgoto:** R\$ 91,41

**Valor Total:** R\$ 192,96

Data da simulação: 13/11/2015.

Fonte: (COPASA, 2015)

Para o novo estudo, é possível verificar qual o período de retorno que a Indústria terá, realizando a troca do reservatório de água potável, a substituição dos aparelhos e o sistema de aproveitamento de água pluvial. Para o cálculo será utilizado o valor do projeto que ficará em R\$ 12.732,15. E o valor que a Indústria terá com o consumo de um ano. O valor do consumo de um ano pode ser verificado abaixo

$$U = \text{Valor gasto} \times \text{Número de meses}$$

$$U = 192,96 \times 12$$

$$U = \text{R\$ } 2.315,52$$

Observando a conta acima é possível identificar que a Indústria de Pães terá um gasto anual de R\$ 2.315,52.

Portanto, para a realização da troca do reservatório e das substituições dos aparelhos o período de retorno poderá ser verificado abaixo.

$$n = \frac{\text{R\$ } 12.732,15}{\text{R\$ } 2.315,52}$$

$$n = 5,50 \text{ anos}$$

$$n = 6 \text{ anos}$$

Para o estudo acima, é possível verificar que o período em que a empresa terá o retorno do seu investimento é de aproximadamente seis anos.

Economicamente esse sistema não será viável, pois o período de retorno viável é igual ou inferior a quatro anos. Porém analisando a questão ambiental de economia de água de potável, o sistema para a Indústria seria uma forma de amenizar o desperdício desta água.

## 5 CONCLUSÃO

Através de estudos obtidos no decorrer do trabalho sobre saneamento básico, importância da água, sobre seu abastecimento, as possíveis causas para sua falta, e os prejuízos que a empresa tem devido a sua falta, foi possível buscar conhecimentos também sobre o aproveitamento de água pluvial e a substituição de equipamentos hidro sanitários, como uma forma de preservar a água potável.

No presente trabalho, foi possível identificar um problema que atinge uma Indústria de Pães na cidade de Varginha/MG. O problema foi identificado através de verificações no sistema hidráulico.

Conclui-se, portanto, que através das verificações do sistema hidráulico, foi possível identificar que o reservatório do local de estudo não atende à demanda do consumo de água. Como o local é uma região alta, o reservatório deve ser dimensionado levando em consideração todo o consumo de água da Indústria e deve-se considerar também um tempo de três dias de reserva de abastecimento de água.

Conclui-se também que devido à busca por alternativas para a economia de água potável, foi possível realizar um projeto para o aproveitamento de água pluvial, e a substituição de equipamentos hidro sanitários existentes na Indústria por equipamentos mais econômicos. Como uma solução para todo o trabalho, realizou-se estudos para verificar a viabilidade de implantação de cada alternativa individual, ou em um conjunto de alternativas, dando a Indústria opções para a solução do problema e para redução do consumo de água potável.

Foi possível também identificar o período de retorno para cada solução em análise. A primeira solução o período de retorno seria de aproximadamente um ano, sendo assim viável economicamente para a Indústria. Já para a segunda solução o período de retorno seria de aproximadamente seis anos este não seria viável economicamente, porém buscando sempre alternativas para a preservação de água potável o projeto seria viável ambientalmente.

## REFERÊNCIAS

- APROVEITAMENTO de água de chuva. **Ecocasa**. 2015. Disponível em: <http://www.ecocasa.com.br/aproveitamento-de-agua-de-chuva.asp>. Acessado em: 01 de Outubro de 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- BRASIL. **Presidência da República. Estabelece diretrizes para o saneamento básico Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007.**
- BOMBA Vibratória: Anauger 800. **Anauger**. São Paulo. 2015. Disponível em: <http://www.anauger.com.br/index.php/produtos/bombas-vibratorias/anauger-800>. Acessado em: 23 de Outubro de 2015.
- CARLA, Maria. **Falta de Água: Empresas começam a deixar São Paulo**. 2014. Disponível em: <<http://www.sinprodf.org.br/falta-de-agua-empresas-comecam-a-deixar-sao-paulo/>>. Acesso em: 04 de Abril de 2015.
- COPASA. **Cálculo da conta**. 2015. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/conta/calculo-da-conta>. Acessado em: 13 de Novembro de 2015.
- DEZEM, Vanessa. **Falta d'água paralisa fábricas e ameaça crescimento da economia de São Paulo**. 2014. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2014/10/24/falta-dagua-paralisa-unidades-da-rhodia-e-afeta-negocios-em-sp.htm>>. Acesso em: 04 de Abril de 2015.
- DUTRA, João Batista de Azevedo. **Eficiência energética no controle da vazão em sistemas de bombeamento de água: Uso de válvula e controle de velocidade**. Paraíba do Sul, 2008.
- FLESCH, Vinicius da Costa. **Aproveitamento de águas pluviais: análise do projeto de um edifício vertical**. 2011. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- FUNDAÇÃO PROCAFÉ. Disponível em: <http://fundacaoprocafe.com.br/estacao-e-avisos/sul-de-minas/boletim-de-aviso>. Acessado em: 07 de Setembro de 2015.
- GHISI, Enedir. **Métodos de dimensionamento de reservatórios de água pluvial em edificações**. 2015. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: [http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula\\_6/Metodos%20de%20dimens](http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula_6/Metodos%20de%20dimens)

ionamento%20de%20reservatorios%20de%20agua%20pluvial%20em%20edificacoes.pdf. Acessado em: 15 de Setembro de 2015.

HIDROWEB. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acessado em: 07 de Setembro de 2015.

LEITE, Isabela. **Como economizar instalando válvula de descarga com duplo acionamento**. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-instalando-valvula-de-descarga-com-duplo-acionamento.html>. Acessado em: 13 de Setembro de 2015.

LERÍPIO, Alexandre de Ávila; ROSSETTO, Adriana Marques. **Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2012.

LIMA, Ricardo Paganelli de; MACHADO, Thiago Garcia. **Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações**. 2008. Monografia (Graduação) – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, São Paulo, 2008.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis – SC**. 2007. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MORAIS, Amsterdam Alan Bertoldo de. **Análise da Relação Oferta/Demanda de Água Potável na Cidade de Angicos**. 2011. Monografia (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semiárido Campus Angicos, Rio Grande do Norte, 2011.

NETO, Azevedo. **Manual de Hidráulica**. 8.ed. São Paulo: Blucher, 1998.

NETO, Iran Eduardo Lima; SANTOS, André Bezerra dos. **Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2012.

NORMA TÉCNICA SABESP. **NTS 181: Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação**. São Paulo. 2012.

PINTO, Luiz Celso Braga. **Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2012.

RACIONAMENTO de água: Copasa alerta para o risco em Varginha. **Gazeta de Varginha**, Varginha, 25 set. 2014, local, p. 5.

REIS, Bianca. **Inmetro analisou 13 marcas dos principais sistemas de descargas utilizados no Brasil**. 2014. Disponível em: <https://portaldoconsumidor.wordpress.com/2014/03/06/inmetro-analisou-13-marcas-dos-principais-sistemas-de-descargas-utilizados-no-brasil/>. Acessado em: 13 de Setembro de 2015.

SANTOS, Ricardo Barbosa dos. **Perdas de Água no Sistema de Distribuição para Abastecimento Público**. 2008. Monografia (Graduação) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.



SELLA, Marcelino Blacene. **Reuso de Águas Cinzas: Avaliação da Viabilidade da Implantação do Sistema em Residências**. 2011. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TATEOKA, Thays. **Caixas d'água**. 2011. Disponível em:  
<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/33/artigo207439-1.aspx>. Acessado em: 22 de Agosto de 2015.

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

VASO Sanitário Stealth. **Econoágua**. 2015. Disponível em:  
<http://www.econoagua.com.br/economia-agua/produto/privadas/stealth-0-8-gpf-toilet-round.htm>. Acessado em: 22 de Agosto de 2015.

TORNEIRAS Temporizadoras. **Leroy Merlin**. 2015. Disponível em:  
<http://www.leroymerlin.com.br/torneiras-temporizadas>. Acessado em: 13 de Setembro de 2015.

VASCONCELOS, Ivana Prado de. **Notas de aulas: Instalações Prediais de águas pluviais**. 2015.

ZANELLA, Luciano. 2015. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. Disponível em:  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jhCAfOVsiMEJ:www.ipt.br/download.php%3Ffilename%3D1200-Manual\\_para\\_captacao\\_emergencial\\_e\\_uso\\_domestico\\_de\\_AGUA\\_DA\\_CHUVA.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jhCAfOVsiMEJ:www.ipt.br/download.php%3Ffilename%3D1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br). Acessado em: 01 de Outubro de 2015.

## ANEXO A

Histórico de consumo de Água de 2013 a 2015

Histórico de consumo de Água- 2013 a 2015			
Mês/Ano	Volume (litros)	Dias entre Medições	Média Diária (litros)
jan/13	35.000	32	1.093
fev/13	34.000	30	1.133
mar/13	26.000	28	928
abr/13	29.000	30	966
mai/13	27.000	32	843
jun/13	26.000	30	866
jul/13	27.000	29	931
ago/13	23.000	31	741
set/13	26.000	30	866
out/13	27.000	30	900
nov/13	26.000	31	838
dez/13	37.000	31	1.193
jan/14	28.000	32	875
fev/14	27.000	28	964
mar/14	30.000	30	1.000
abr/14	28.000	29	965
mai/14	26.000	33	787
jun/14	27.000	29	931
jul/14	32.000	30	1.066
ago/14	38.000	31	1.225
set/14	39.000	30	1.300
out/14	41.000	30	1.866
nov/14	37.000	32	1.156
dez/14	35.000	30	1.166
jan/15	38.000	32	1.187
fev/15	36.000	28	1.285
mar/15	36.000	30	1.200
abr/15	35.000	30	1.166

Fonte: (Autoria própria, 2015)

## ANEXO B

Verificação da coluna 1 (BWC Masculino, BWC Feminino, Lavanderia e Cozinha)

<b>BANHEIRO FEMININO + MASCULINO</b>			
SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO
2	VASO C. ACOPLADA	15	0,3
2	LAVATORIO	15	0,3
1	TANQUE	20	0,7
1	PIA	15	0,7
<b>RAMAL</b>			
$Q = 0,3\sqrt{\sum P}$			
<b>R 1.1 - TANQUE + PIA</b>			
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	
0,7	0,35	20	
0,7			
<b>R 1.2 - R1.1 + LAVATÓRIO</b>			
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	
1,4	0,39	20	
0,3			
<b>R 1.3 - R1.2 + LAVATÓRIO</b>			
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	
1,7	0,42	20	
0,3			
<b>R 1.4 - R1.3 + 2 VASOS CX. ACOPL.</b>			
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	
2	0,48	20	
0,6			
<b>CALCULO DAS PRUMADAS - AF 1</b>			
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$			
<b>SOMATÓRIA DA VAZÃO</b>			
QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO	
2	VASO C. ACOPLADA	0,15	
2	LAVATORIO	0,15	
1	TANQUE	0,25	
1	PIA	0,25	
		Total	0,8
J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado	
0,08	0,028	50	
<b>J (m/m) Real</b>			
0,005			

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Verificação da coluna 2 (Área de Produção)

<b>ÁREA DE PRODUÇÃO</b>			
SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO
1	PIA	15	0,7
1	TORNEIRA	15	0,4
<b>RAMAL</b>			
$Q = 0,3\sqrt{\sum P}$			
<b>R 2.1 - 1 LAVATÓRIO + 1 DUCHA</b>			
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	
0,7	0,31	20	
0,4			
<b>CALCULO DAS PRUMADAS - AF 2</b>			
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$			
<b>SOMATÓRIA DA VAZÃO</b>			
QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO	
1	PIA	0,1	
1	TORNEIRA	0,15	
		Total	0,25
J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado	
0,08	0,018	50	
<b>J (m/m) Real</b>			
0,001			

Fonte: (Autoria própria, 2015)

Verificação da coluna 3 (BWC escritório)

<b>BANHEIRO ESCRITÓRIO</b>			
SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO
1	VASO C. ACOPLADA	15	0,3
1	LAVATORIO	15	0,3
<b>RAMAL</b>			
$Q = 0,3\sqrt{\sum P}$			
<b>R 3.1 - 1 LAVATÓRIO + 1 VASO C. AC.</b>			
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	
0,3	0,23	20	
0,3			
<b>CALCULO DAS PRUMADAS - AF 3</b>			
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$			
<b>SOMATÓRIA DA VAZÃO</b>			
QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO	
1	VASO C. ACOPLADA	0,15	
1	LAVATORIO	0,15	
		Total	0,3
J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado	
0,08	0,019	50	
<b>J (m/m) Real</b>			
0,001			

Fonte: (Autoria própria, 2015)

**ANEXO C**

## ANEXO D

Dimensionamento de ramais e colunas para aproveitamento de água de chuva

BANHEIRO FEMININO + MASCULINO				BANHEIRO ESCRITÓRIO			
SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO	SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO
2	VASO C. ACOPLADA	15	0,3	1	VASO C. ACOPLADA	15	0,3
<b>RAMAL</b>				<b>RAMAL</b>			
$Q = 0,3\sqrt{\sum P}$				$Q = 0,3\sqrt{\sum P}$			
<b>R 1.1 - 2 VASOS CX ACOPL.</b>				<b>R 2.1 - 1 VASO CX ACOPL.</b>			
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	PESO	Q (L/s)	Ø (mm)		
0,3	0,23	20	0,3	0,16	15		
0,3			0				
<b>CALCULO DAS PRUMADAS - Água pluvial 1</b>				<b>CALCULO DAS PRUMADAS - Água pluvial 2</b>			
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$				$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$			
<b>SOMATÓRIA DA VAZÃO</b>				<b>SOMATÓRIA DA VAZÃO</b>			
QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO	QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO		
1	VASO C. ACOPLADA	0,15	1	VASO C. ACOPLADA	0,15		
1	VASO C. ACOPLADA	0,15				Total	0,15
		Total			0,3		
J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado	J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado		
0,08	0,019	25	0,08	0,015	20		
<b>J (m/m) Real</b>				<b>J (m/m) Real</b>			
0,024				0,021			

Fonte: (Autoria própria, 2015)

## APÊNDICE A

Vazão nos pontos de utilização do aparelho sanitário e da peça de utilização

Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização			
Aparelho Sanitário	Peça de Utilização	Vazão de Projeto (L/s)	Peso Relativo
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,70	32
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1
Bebedouro	Registro de Pressão	0,10	0,1
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de Pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de Pressão	0,30	1
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório Cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

Fonte: (ABNT, 1998).



## APÊNDICE B

Planilha para verificação de pressão em Instalações Prediais

Planilha de Cálculo de Instalações Prediais de Água Fria									
Trecho	Q (l/s)	Ø (mm)	V (m/s)	J (m/m)	L		hf (m)	P mont.	P. jusant
					Tubeo	Conexões			

Fonte: (ABNT, 1998).

### APÊNDICE C

Estimativa de Consumo Predial Diário Médio de Água	
Tipo de Edificação	Consumo (l/dia)
Alojamento provisório	80 per capita
Ambulatório	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	120 per capita
Residências	150 per capita
Residências de luxo	300 per capita
Cavalariças	100 por cavalo
Cinemas e Teatros	2 por lugar
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas - período integral	100 per capita
Escolas – Internatos	150 per capita
Escolas - por período (até 3)	50 per capita
Escritórios	50 per capita
Estações ferroviárias, rodoviárias e metroviárias	25 por passageiro
Garagens	50 por automóvel
Hotéis com cozinha e lavanderias	300 por hóspede
Hotéis sem cozinha e lavanderias	120 por hóspede
Jardins	1,5 por m <sup>2</sup>
Lava-rápidos automáticos de veículos	250 por veículo
Lavanderias	30 por kg de roupa
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Mercados	5 por m <sup>2</sup> de área
Oficinas de costura	50 per capita
Oficinas de reparo de automóveis	300 per capita
Orfanatos - Asilos - Berçários	150 per capita
Creches	50 per capita
Postos de abastecimento e serviço automotivo	150 por veículo
Presídios	300 por preso
Quartéis	150 per capita
Restaurantes e similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

Fonte: (NTS, 2012).

## APÊNDICE D

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
1943	315,2	161,1	196,9	17,6	3,5	6,6	0,0	20,2	69,7	109,9	97,6	272,2	105,9
1944	204,2	233,7	146,0	55,0	4,0	1,0	3,0	0,0	2,0	92,0	118,0	124,0	81,9
1945	257,6	365,2	151,0	79,7	15,6	36,4	5,0	0,0	41,8	76,8	256,0	431,2	143,0
1946	298,4	78,7	176,6	89,5	24,5	19,5	29,8	0,0	29,8	127,5	128,7	168,6	97,6
1947	270,5	217,9	445,8	36,1	9,8	17,0	23,2	80,7	51,5	90,6	151,9	263,0	138,2
1948	235,0	193,3	235,9	3,2	33,5	11,3	28,0	0,0	39,3	86,8	203,2	251,0	110,0
1949	310,6	222,6	91,1	70,7	26,6	44,7	1,5	5,6	0,0	94,8	80,5	243,5	99,4
1950	292,4	228,3	142,7	128,8	7,2	7,8	6,5	0,0	12,0	85,0	113,7	91,6	93,0
1951	259,8	58,9	90,7	37,8	8,0	2,3	0,0	0,5	0,0	90,3	157,0	123,4	69,1
1952	285,0	152,7	211,6	14,0	0,0	49,1	0,0	9,2	20,7	75,5	158,4	164,1	95,0
1953	138,7	79,6	104,3	65,0	20,6	36,8	29,1	10,2	38,0	227,4	151,0	178,3	89,9
1954	144,6	321,5	104,6	28,7	124,3	16,7	0,0	0,0	27,8	89,7	58,6	123,0	86,6
1955	298,8	129,3	185,7	115,7	19,9	25,7	0,0	4,3	0,0	120,9	89,1	261,3	104,2
1956	77,0	344,6	233,2	34,4	64,0	52,8	28,2	28,6	59,8	59,1	94,8	373,4	120,8
1957	214,5	224,5	154,5	90,1	81,3	5,3	11,6	0,0	131,6	76,4	149,6	254,1	116,1
1958	228,0	129,3	149,7	102,7	113,7	10,6	25,6	10,0	85,5	261,3	37,5	189,1	111,9
1959	395,2	216,1	283,6	35,3	7,3	0,0	0,0	22,2	17,3	89,5	241,6	139,0	120,6
1960	449,4	258,5	102,8	61,9	27,6	21,5	0,0	0,0	22,5	104,4	215,7	352,9	134,8
1961	389,7	302,6	156,6	121,5	60,6	0,0	0,0	0,0	0,0	68,2	240,4	220,4	130,0
1962	178,7	361,6	144,7	14,3	32,9	15,3	7,3	14,3	56,6	209,0	168,5	447,2	137,5
1963	166,4	108,2	77,9	16,3	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	23,2	149,0	79,1	53,0
1964	302,6	362,4	99,2	32,2	69,4	22,0	27,2	14,0	30,0	167,3	67,2	272,7	122,2
1965	249,7	254,6	168,1	60,0	53,1	5,5	42,0	16,6	33,0	198,7	166,0	209,6	121,4
1966	351,4	143,2	140,2	20,1	20,1	0,9	2,1	5,7	51,9	148,8	174,2	244,0	108,6
1967	248,6	126,0	199,8	30,1	0,7	1,9	0,4	0,0	10,6	17,1	231,0	253,7	93,3
1968	136,0	122,2	122,0	34,5	6,3	0,2	0,0	81,0	35,2	140,2	67,0	226,9	81,0
1969	156,2	225,9	70,6	26,8	53,9	10,6	0,5	38,0	12,2	141,9	232,4	140,8	92,5
1970	260,0	130,9	40,7	81,2	7,5	18,5	42,9	108,4	88,1	122,6	120,6	51,0	89,4
1971	103,9	61,8	103,7	49,7	19,6	93,8	10,3	0,0	84,0	152,4	112,0	307,8	91,6
1972	198,3	259,8	110,8	77,2	44,4	1,5	93,8	23,5	51,0	98,3	175,6	260,6	116,2
1973	312,2	131,8	148,8	148,2	50,4	13,0	32,8	9,4	42,6	152,5	87,4	388,8	126,5
1974	202,6	89,6	247,1	52,0	6,8	82,2	0,0	13,0	43,0	152,9	68,6	187,2	95,4
1975	310,3	292,8	45,4	58,4	26,4	59,2	10,9	0,0	72,6	102,0	258,5	126,8	113,6
1976	144,7	128,6	210,0	96,4	93,7	48,8	89,9	90,0	135,6	191,1	148,2	284,7	138,5
1977	300,0	42,8	142,2	165,4	3,2	19,2	1,0	86,0	158,0	55,2	213,4	269,6	121,3
1978	279,0	140,4	150,2	61,8	120,6	33,4	47,0	0,0	10,4	216,8	275,4	249,4	132,0
Média Mensal	249,0	191,7	155,1	61,5	35,5	22,0	16,7	19,2	43,4	119,9	151,6	228,4	107,8

## APÊNDICE E

aqualic

Laboratório de:  
ANÁLISES DE ÁGUA  
ALIMENTOS  
COSMÉTICOS  
SANEANTES

**Resultado de Análises Físico-Químicas.**

Laudo de análise nº 02559/2015.

**Cliente:** TAMARA AMABILE ROBERTO FONSECA.

**Endereço:** Rua João Costa, nº 10 – Parque Rinaldi. Varginha-M.G. CEP 37.036-520.

**Contato:** Srta. Tamara Amabile Roberto Fonseca.

Tel.: (35) 8853-9282.

**Data da coleta:** 26 / 08 / 2015.

**Data da realização dos testes:** 26 / 08 / 2015 (Início).

**Resultados:**




Amostra 03129: Água de Chuva.

Parâmetros	Unidade	Valor obtido	V.M.P.
pH.	-	<sup>c)</sup> 5,71.	6,00-9,50.
Temperatura da amostra.	°C	<sup>b)</sup> 21,50.	<sup>d)</sup>
Cloro Residual Livre.	mg/L	0,062.	<sup>e)</sup> 5,00.
Cor Aparente.	UH	3,80.	15,00.
Turbidez.	UT	1,18.	5,00.
Coliformes Termotolerantes ( <i>e. coli</i> ).	P/A	Ausente.	Ausência em 100mL.
Coliformes Totais.	P/A	Presente.	Ausência em 100mL.

**Observações:**

- ✓ Os métodos de análises utilizados foram baseados no "Standard Methods for Examination of Waters and Wastewaters 22<sup>nd</sup> Edition – 2012."
- ✓ As Amostras coletadas foram realizadas conforme Portaria 2914 do Ministério da Saúde de 12 de Dezembro de 2011.
- ✓ Os resultados apresentados referem-se apenas às análises realizadas na amostra acima descrita.
- ✓ **Análises/ensaios realizados exclusivamente para Elaboração de Trabalho Acadêmico.**
- ✓ <sup>a)</sup> Não foi lida a Temperatura ambiente no momento da amostragem; a mesma foi checada no ato da Entrada da amostra ao Laboratório.
- ✓ <sup>b)</sup> Não foi lida a Temperatura da amostra no momento da amostragem; a mesma foi checada no ato da Entrada da amostra ao Laboratório.
- ✓ <sup>c)</sup> Não foi lido o pH no momento da amostragem; o mesmo foi checado no ato da Entrada da amostra ao Laboratório
- ✓ <sup>d)</sup> Não consta limite para Temperatura da amostra na Portaria 2914 do M.S.
- ✓ <sup>e)</sup> No Artigo 34 da Portaria 2914 do M.S. consta: É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Varginha (MG), 09 de Setembro de 2015.

  
**Wermerson Sebastião.**  
Eng. Químico/Alimentos  
CRQ II – 02301319



Telefones de contato:  
(35)3221-1459 (geral) - (35)3214-7669 (fax)  
Av. Antonieta Esper Kallas, 220  
Parque Mariela - CEP 37030-100 - Varginha - MG