

N. CLASS. M 553.7  
CUTTER R 696 e  
EDIÇÃO 2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG**

**ENGENHARIA CIVIL**

**ALISSON CEZAR RODRIGUES**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E REUSO DE  
ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA O CONDOMÍNIO VILLA  
ROMANA NO MUNICÍPIO DE VARGINHA - MG**

**Varginha  
2015**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG**

**ENGENHARIA CIVIL**

**ALISSON CEZAR RODRIGUES**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E REUSO DE  
ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA O CONDOMÍNIO VILLA  
ROMANA NO MUNICÍPIO DE VARGINHA - MG**

**Varginha  
2015**

**ALISSON CEZAR RODRIGUES**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E REUSO DE  
ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA O CONDOMÍNIO VILLA  
ROMANA NO MUNICÍPIO DE VARGINHA - MG**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção dos créditos da disciplina TCC II, 10º período do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG sob orientação do Prof.º Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior.

**Varginha  
2015**

**ALISSON CEZAR RODRIGUES**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E REUSO DE  
ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA O CONDOMÍNIO VILLA  
ROMANA NO MUNICÍPIO DE VARGINHA - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso  
de Engenharia de Civil do Centro Universitário do Sul  
de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de  
bacharel pela Banca Examinadora composta pelos

Aprovado em 07/12/2015

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

---

Prof. Ms. Roberto Luiz Queiroz

---

Prof. Dr. Alessandro Ferreira Alves

OBS.:

## RESUMO

O presente trabalho vem apresentar um estudo de caso, realizado em um condomínio fechado na cidade de Varginha - MG, onde foi analisado o desperdício de água gerado por um dos edifícios que nele se encontra. Foi analisado o volume médio descartado de água cinza (tanque e máquina de lavar roupa) e seus parâmetros de qualidade. Também foram calculados os volumes médios anuais de água de chuva descartados pelo telhado do edifício, que no momento se encontra sem utilidade alguma, totalizando uma média de volumes de água descartada pelo referido edifício

E assim foi proposto um sistema de captação de água de chuva e uma Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC), no qual foi avaliado sua viabilidade técnica e econômica. Onde foi constatado que o sistema proposto será capaz de suprir toda demanda de água não potável aos pontos destinados. Mas se tratado de economia, seu custo de implantação não o torna viável, devido ao alto período de retorno.

**Palavras chaves:** Desperdício de água; Água Cinza; Água de chuva

## ***ABSTRACT***

This paper is presenting a case study in a gated community in the city of Varginha - MG, where it was analyzed water waste generated by one of the buildings that it is . It analyzed the average volume disposed of gray water ( tank and washing machine ) and its quality parameters. They were also calculated average annual volumes of rainwater discarded by the building's roof , which at the moment is without any use , totaling an average of volumes of water discharged by the said building

And so it proposed a rainwater capitation system and a Grey Water Treatment Plant (ETAC) , which was assessed a technical and economic feasibility . Where it was found that the proposed system will cover the entire supply non-potable water demand for the points. But if treatise on economics, their deployment cost does not make it viable due to the high return period.

***Key words:*** *Waste water; Grey water; Rainwater*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Medidor de consumo.....	13
Figura 2. Exemplo de como realizar a medição de vazão .....	17
Figura 3. Foto do condomínio Villa Romana.....	26
Figura 4. Maquete demonstrativa da disposição dos edifícios do condomínio.....	27
Figura 5. Planta baixa do pavimento tipo do edifício.....	27
Figura 6. Coleta de água para análise .....	29
Figura 7. Utilização do tanque.....	30
Figura 8. Aplicação do método volumétrico .....	30
Figura 9. Dados pluviométricos .....	31
Figura 10. Planta arquitetônica do telhado do edifício.....	32
Figura 11. Fluxograma do funcionamento da ETAC .....	34
Figura 12. Local de implantação da ETAC .....	35
Figura 13. Registro das atividades.....	36
Figura 14. Local de implantação do reservatório .....	37
Figura 15. Reservatório tipo taça.....	38
Figura 16. Filtro para captação de água da chuva .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consumo médio de água em cada região geográfica no Brasil .....	12
Tabela 2. Características das águas cinza originadas de várias fontes .....	15
Tabela 3. Quantificação do consumo doméstico de água no Brasil. ....	16
Tabela 4. Parâmetros de controle de qualidade para reuso não potável .....	21
Tabela 5. Parâmetros de controle de qualidade para reuso não potável .....	21
Tabela 6. Dados obtidos em campo.....	41
Tabela 7. Dados obtidos pela conta de água do edifício 17 .....	42
Tabela 8. Média mensal dos volumes descartados de água cinza .....	44
Tabela 9. Precipitações mensal dos últimos cinco (5) anos e sua médias (mensal e anual).....	46
Tabela 10. Dimensionamento das calhas.....	46
Tabela 11. Dimensionamento dos condutores verticais .....	47
Tabela 12. Dimensionamento dos condutores horizontais .....	47
Tabela 13. Dimensionamento do coletor.....	48
Tabela 14. Consumo dos pontos de não potável .....	49
Tabela 15. Dimensionamento do volume do reservatório.....	50
Tabela 16. Comparação entre demanda e oferta dos volumes anuais de água não potável .....	52
Tabela 17. Levantamento de custo para implantação do sistema.....	52
Tabela 18. Custo de operação anual do sistema .....	53
Tabela 19. Período de retorno do investimento .....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivo geral .....	10
2.2 Objetivo específico.....	10
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Importância da água .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Finalidades da água para alguns tipos de residências .....	11
3.1.1.1 Uso doméstico .....	11
3.1.1.2 Uso comercial .....	11
3.1.1.3 Uso público .....	11
<b>3.2 Disponibilidade hídrica para residências e consumo .....</b>	<b>12</b>
3.2.1 Disponibilidade e consumo por região.....	12
3.2.2 Medidor de consumo.....	13
3.2.3 Indicador de consumo por usuário .....	14
<b>3.3 Quantidade e qualidade da água cinza descartada .....</b>	<b>14</b>
3.3.1 Análise de consumo .....	14
3.3.2 Método de medição .....	16
<b>3.4 Água cinza .....</b>	<b>17</b>
3.4.1 Características qualitativas.....	18
3.4.2 Características físicas .....	18
3.4.3 Características químicas.....	18
3.4.3.1 Componentes orgânicos.....	19
3.4.3.2 Componentes nitrogenados e fosforados (nutrientes).....	19
3.4.3.3 Outros componentes .....	19
3.4.4 Características microbiológicas .....	20
3.4.5 Parâmetros para classe de reuso .....	20
<b>3.5 Tratamento da água cinza .....</b>	<b>22</b>
3.5.1 Reservação, distribuição e operação .....	22
<b>3.6 Água de chuva.....</b>	<b>23</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
4.1 Contextualização do estudo de caso.....	26
4.2 Critério para seleção do edifício.....	26
4.3 Características do edifício.....	27
4.4 Moradores e consumo .....	28
4.4.1 Consumo de água no edifício.....	28
4.4.2 Consumo por usuário .....	28
4.5 Qualidade da água descartada .....	28
4.6 Quantidade de água cinza descartada .....	29
4.7 Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado.....	31
4.8 Tratamento da água cinza .....	32
4.8.1 Operação da ETAC .....	33
4.8.2 Implantação da ETAC.....	34
<b>4.9 Captação da água de chuva .....</b>	<b>35</b>
4.9.1 Dimensionamento do reservatório .....	37
4.9.2 Descrição e localização do reservatório .....	37
4.9.3 Base do reservatório .....	39
<b>4.10 Funcionamento do sistema .....</b>	<b>39</b>

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 Moradores e consumo .....</b>	<b>41</b>
5.1.2 Consumo de água no edifício.....	42
5.1.3 Consumo médio por usuário .....	42
<b>5.2 Qualidade da água descartada .....</b>	<b>43</b>
<b>5.3 Quantidade de água cinza descartada .....</b>	<b>43</b>
<b>5.4 Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado.....</b>	<b>45</b>
<b>5.5 Dimensionamento do sistema de captação da água de chuva .....</b>	<b>46</b>
<b>5.6 Dimensionamento do Sistema de tratamento da água Cinza .....</b>	<b>48</b>
<b>5.7 Dimensionamento do reservatório .....</b>	<b>49</b>
5.7.1 Descrição do reservatório.....	50
5.7.2 Dimensionamento da base do reservatório. ....	51
<b>5.8 Dimensionamento hidráulico.....</b>	<b>51</b>
<b>5.9 Volumes totais.....</b>	<b>52</b>
<b>5.10 Levantamento de custo do sistema.....</b>	<b>52</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A - PESQUISA DE CAMPO FEITA COM OS MORADORES DO EDIFÍCIO (17).....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE B – RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA CINZA .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE C – CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA .....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE D – PROJETOS .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO A – CONTA DE ÁGUA FORNECIDA PELA AGÊNCIA DE ABASTECIMENTO.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO B – RESULTADO DE SONDAGEM DO SOLO.....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre todos os recursos naturais, a água é um dos fatores que mais influenciam diversos aspectos da sociedade, desde atividades agrícolas e industriais até valores socioculturais. Os recursos hídricos são fundamentais para inúmeras atividades e, sobretudo, para a sobrevivência dos seres vivos.

O perfil da sociedade atual tem provocado um desequilíbrio ambiental, que traz dentre outras conseqüências, a escassez desses recursos. Segundo Philippi Jret al., (2003, p. XIII): "O conjunto das atividades humanas, cada vez mais diversificado, associado ao crescimento demográfico vem exigindo atenção maior às necessidades do uso de água para as mais diversas finalidades."

A falta de água afeta diretamente a produção agrícola, atividades industriais, sistemas de saneamento básico e desequilibra o ecossistema, trazendo várias conseqüências para a sociedade em geral e comprometendo diretamente as gerações futuras.

Segundo Rebouças (1999), a quantidade de água no planeta sempre foi a mesma desde que o mundo ganhou forma definitiva. Porém, a alteração que vem ocorrendo nos últimos anos em decorrência do desequilíbrio ambiental, tem provocado a distribuição irregular das chuvas, causando escassez em áreas onde antes havia abundância. Além disso, o crescimento e o maior poder aquisitivo da população provocam diretamente o aumento da demanda.

Atualmente, grande parte da água utilizada em uma residência é descartada diretamente no esgoto, mas nem sempre essa água é de tão má qualidade que não possa ser reaproveitada após seu primeiro uso.

Outra fonte muito relevante é a captação de água de chuva, que por sua vez traz grandes benefícios ao meio em que vivemos. Através da captação de água pluvial, podemos suprir várias necessidades diárias, reduzindo a demanda de água potável e controlando diretamente os problemas relacionados com as drenagens pluviais, os quais ocasionam com freqüência, enchentes em algumas cidades, principalmente em grandes centros urbanos.

Fica proposto um estudo de caso, em um condomínio residencial na cidade de Varginha – MG, onde será analisado o sistema hídrico de um edifício e a implantação de um sistema para captação de água da chuva e reuso de água cinza, assim abastecendo os pontos de uso não potável para a manutenção de todo o condomínio.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar em um edifício residencial a quantidade de água consumida e o desperdício de água que poderia ser utilizada para diversos fins não potáveis. Assim propondo uma solução técnica e econômica, que terá a capacidade de reaproveitar toda essa água que hoje é descartada pelo edifício.

### **2.2 Objetivo específico**

Analisar em um edifício residencial na cidade de Varginha – MG, os referentes abaixo:

- Verificar a quantidade total de água consumida;
- Identificar consumo por usuário através do cálculo do indicador de consumo (IC);
- Analisar a quantidade e qualidade da água cinza descartada (tanque e máquina de lavar roupa)
- Verificar a média anual de água da chuva que é descartada, sem utilidade alguma.
- Propor um sistema de captação de água da chuva e uma estação de tratamento para tratar os volumes de água cinza.
- Descrever o funcionamento do sistema de captação de água de chuva trabalhando em conjunto com o sistema de água cinza.
- Fazer um levantamento de custo, para a implantação dos itens propostos.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Importância da água

A água é considerada um recurso natural e um bem econômico essencial para a manutenção da vida e do equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Sua disponibilidade é de suma importância em nossos tempos. Na legislação brasileira, de acordo com a Lei no 9.433 (1997), a água é um recurso natural limitado, considerado bem público e dotado de valor econômico.

Sua quantidade e qualidade é um fator muito relevante, pois é através da quantidade disponível e qualidade é que proporciona o ciclo de vida em que vivemos.

O Brasil é o país mais privilegiado nesse aspecto, pois as maiores bacias hidrográficas estão localizada em seu território (PHILIPPI Jr *et al*., 2007). Sua porcentagem de água doce é de 12%, sendo 60% da água utilizada para agricultura, 17% para o consumo industrial e 9% para usos domésticos (BRASIL DAS ÁGUAS).

##### 3.1.1 Finalidades da água para alguns tipos de residências

###### 3.1.1.1 Uso doméstico

Para Netto (1998), o uso doméstico está relacionado com as seguintes utilizações: descargas de bacias sanitárias, asseio corporal, cozinha, bebida, lavagem de roupas, rega de jardins e quintais, limpeza geral, lavagem de automóveis, etc.

###### 3.1.1.2 Uso comercial

Para uso comercial, são considerados os edifícios de escritórios, hotéis, museus, etc. Com finalidades de uso doméstico, principalmente para fins de ambientes sanitários, sistema de refrigeração de ar-condicionado, irrigação, etc. (SINDUSCON, 2005).

###### 3.1.1.3 Uso público

Nos fins para uso de edificação pública, que são as escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos e rodoviários, etc. Seu uso é muito semelhante as de

edificações comerciais, mas o mais relevante é nos ambientes sanitários que varia num consumo de cerca de 35% a 50% do total (SINDUSCON, 2005).

A água é um bem tão importante, que sem ela seria impossível a existência humana, pois quase tudo depende da água para algum fim.

### 3.2 Disponibilidade hídrica para residências e consumo

#### 3.2.1 Disponibilidade e consumo por região

Com base na análise da necessidade de cada usuário, observa-se melhoria das novas instalações domiciliares, crescimento das cidades e a elevação do poder aquisitivo. Isso implica em novos padrões de uso, pressões elevadas no sistema hidráulico e na maioria das vezes o alto índice de perda.

No estado de São Paulo, a adoção mínima aceita é de 200 L/ hab. por dia. O consumo efetivo avaliado em varias cidades, desconsiderando as perdas, em média chega a ser de 25% menor que 150 L/ hab. por dia. Em outros estados tem-se adotado um valor mínimo de 135 L/ hab. por dia, exceto em sistemas simplificados de pequenas comunidades com características rurais que normalmente chega atingir 50% do valor mínimo urbano (NETTO, 1998).

Para Neto *et al.*, (1998, p. 470)“em pequenas cidades do Nordeste, a Fundação SESP tem verificado consumos domiciliares medidos em torno de 100 L/ hab. por dia.”

Para melhor entendimento do consumo de água, a tabela 1 relata o consumo de água por região do país.

Tabela 1. Consumo médio de água em cada região geográfica no Brasil

<b>Região</b>	<b>Por habitante (L/hab.dia)</b>
Norte	111,7
Nordeste	107,3
Sudeste	174
Sul	124,6
Centro-Oeste	133,6
<b>Brasil</b>	<b>141</b>

Fonte: Programa de Modernização do Setor de Saneamento (2004)

A experiência nos mostra que a cota é muito influenciada pelo fator econômico da população. Em cidades de maior poder aquisitivo com maiores recursos, o padrão das instalações sanitárias conduzem a um consumo mais elevado. Em São Paulo e Rio de Janeiro, os valores médios aceitos pelos projetos circulam em torno de 300 e 400 L/ hab. por dia nas regiões de maior densidade populacional, variando em torno de 220 L/ hab. por dia nas periferias das respectivas regiões metropolitanas (NETTO *et al* , 1998).

### 3.2.2 Medidor de consumo

A medição é uma ferramenta utilizada para o controle de consumo de água. Esse monitoramento pode ser feito através de um único medidor ou por vários, dependendo da necessidade de cada edificação. O medidor (hidrômetro) como mostra a figura 1, controla toda a água consumida pelo sistema hidráulico que se encontra instalado posteriormente ao medidor.

A leitura dos volumes de água consumidos é feita visualmente em períodos preestabelecidos, que são discriminadas nas contas de água (SINDUSCON, 2005).

Figura 1. Medidor de consumo



Fonte: O autor

### 3.2.3 Indicador de consumo por usuário

O método do Indicador de Consumo (IC) avalia o volume de água consumido em um determinado período, em um determinado tempo (denominado período histórico) e o número de consumidores nesse mesmo período.

O agente consumidor é a variável mais importante do consumo em uma determinada edificação, como por exemplo: consumo em um edifício residencial, litros/pessoa.dia; consumo em uma escola, litros/aluno.dia; consumo em um hospital, litros/leito.dia(SINDUSCON, 2005)

Segundo Ilha (2005 apud Oliveira, 1999), o indicador de consumo (IC) é determinado por:

$$IC = \frac{Cm.1000}{NA.Dm} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

IC: indicador de consumo (litros/agente consumidor. dia);

Cm: consumo mensal (m<sup>3</sup> /mês);

NA: número de agentes consumidores;

Dm: quantidade de dias de consumo.

## 3.3 Quantidade e qualidade da água cinza descartada

### 3.3.1 Análise de consumo

O conhecimento específico do consumo de água em uma edificação é de extrema importância para o controle dos volumes gerados por equipamento.

A tabela 2 relata algumas pesquisas que foram realizadas para a parametrização do consumo de água em edificações, através de uma simulação do consumo de água em uma residência de classe média brasileira, realizado por uma empresa muito bem conceituada no ramo de peças e aparelhos sanitários.

A Universidade de São Paulo (USP), em parceria com a Deca, realizou um estudo em um prédio da própria universidade. Já o apoio técnico E1 (equipe formada pelo PNCDA, para apoio nas pesquisas), apresentou um documento do Programa Nacional de Combate ao

Desperdício de Água (PNCDA), que relata as características do consumo de água em um apartamento de um conjunto residencial para população de baixa renda (ROCHA *et al* , 1998). Conforme tabela 2.

Tabela 2. Características das águas cinza originadas de várias fontes

Setor da residência	Simulação Deca	Prédio USP	PNCDA (BRASIL, 1998) %
Banheiro	72%	63%	68%
Bacia sanitária	14%	29%	5%
Pia	12%	6%	8%
Chuveiro	47%	28%	55%
Cozinha	15%	22%	18%
Pia de cozinha	15%	17%	18%
Máq de lavar louça	-	5%	-
Área de serviço	13%	15%	14%
Máq de lavar roupa	8%	9%	11%
Tanque	-	6%	3%
Torneira de uso geral	5%	-	-

Fonte: ROCHA *et al*. (1998)

Segundo Tomaz (2000), as máquinas de lavar roupa têm uma média de consumo de água que varia de 100 até 153,5 litros/ciclo. Uma máquina moderna de lavar roupa (Brastemp) gasta 100 litros no ciclo completo.

No Brasil, cerca de 24% do consumo total de água potável em residências destinadas a população de baixa renda é consumida nas descargas sanitárias, o que representa um grande incentivo para o reaproveitamento de águas residuais, pois nesses pontos não se exige potabilidade da água (Barreto, 2008). Na tabela 3 relata os valores médios de consumo de água no Brasil.

Tabela 3. Quantificação do consumo doméstico de água no Brasil.

Uso da água	Consumo diário por habitação (L/habitação.dia)	Consumo percentual (%)
Bacia sanitária com caixa acoplada (6L)	24	5
Chuveiro	238	55
Lavadora de roupas	48	11
Lavatório	36	8
Pia	80	18
Tanque	11	3
Consumo total	437	100

Fonte: Barreto (1998).

### 3.3.2 Método de medição

Dentre todos os métodos existentes para medir vazões, o método volumétrico e o método mais indicado para medir vazões até 1,0L/s. Pode também medir vazões acima de 1,0L/s, desde que se disponha de recipientes de grande capacidade e condições especiais de manuseio dos mesmos.

A vazão de água refere-se ao volume de água que passa por um determinado local por um período de tempo, sendo normalmente expressa em : litros por hora (L/h), litros por segundo (L/s) ou em metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s). um exemplo pratico, se para encher um recipiente de 1,0L, em um torneira domestica, são gastos 10 segundos, conclui-se que a vazão da torneira é de 0,1L/s ou 100ml/s ( 1L/10s = 0,1L/s = 100ml/s) (LOPES,2008).

Esse método é considerado um método muito simples, que requer poucos equipamentos e, quando executados com devidos cuidados, tem vantagem de apresentar boa precisão. Quanto maior for o recipiente, mais precisão na medida da vazão. Além disso, para obter uma maior precisão na medida, deve se fazer cinco repetições, obtendo-se assim cinco tempos (T1, T2, T3, T4 e T5).

Assim, a partir dos valores dos tempos, obtidos em cada repetição, determina-se o tempo médio de enchimento do recipiente, utilizando a seguinte formula:

$$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5}{5} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

$T_m$ : tempo médio, em segundos;

$T_1$ : tempo gasto para encher o recipiente na primeira medição, em segundos;

$T_2$ : tempo gasto para encher o recipiente na segunda medição, em segundos;

$T_3$ : tempo gasto para encher o recipiente na terceira medição, em segundos;

$T_4$ : tempo gasto para encher o recipiente na quarta medição, em segundos;

$T_5$ : tempo gasto para encher o recipiente na quinta medição, em segundos.

Assim a vazão será obtida, pela seguinte equação:

$$Q_m = \frac{V}{T_m} \quad (\text{Equação 3})$$

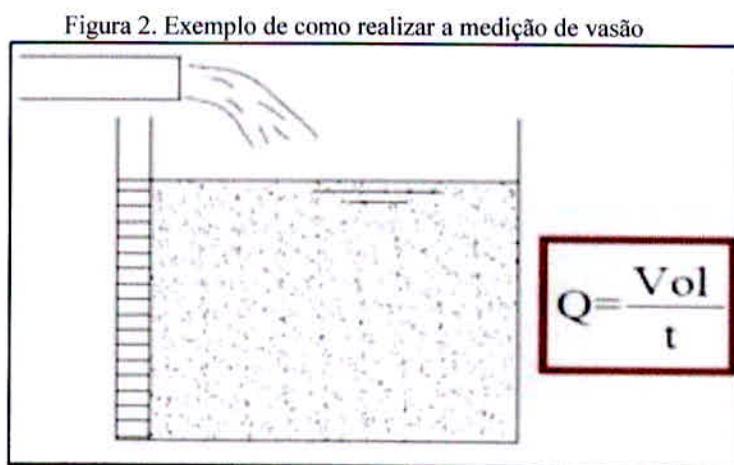
Onde:

$Q_m$ : vazão média encontrada, em litro por segundo (l/s);

$V$ : volume do recipiente, em litros (L);

$T_m$ : tempo médio, em segundos.

Conforme mostra a figura 2.



Fonte: Lopes e Lima (2008)

### 3.4 Água cinza

A água cinza é originada em residências, escolas, escritórios, edifícios públicos etc, que não possui contribuição de efluentes de vasos sanitários. Essa água é proveniente do uso

de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquina de lavar roupa e tanque (BAZZARELLA,2005 apud ERIKSSON *et al* , 2002).

Bazzarella (2005 apud NOLDE, 1999), não considera como água cinza, águas utilizadas em pias de cozinhas, por considerá-la altamente poluída e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleos e gorduras.

#### 3.4.1 Características qualitativas

A água cinza é normalmente originada pelo uso de sabão, produtos para lavagem do corpo, roupas ou de limpeza em geral (BAZZARELLA,2005 apud JEFFERSON *et al* ,1999).

Sua qualidade varia de acordo com a localidade e nível de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe social, costumes e o tipo de água cinza que está sendo utilizado (lavatório, chuveiro, máquina de lavar, etc.) (BAZZARELLA2005 apud NOLDE, 1999).

Segundo Bazzarella (2005 apud ERIKSSON *et al* ,2002), outros fatores que também contribuem para as características da água cinza é a qualidade da água de abastecimento e o tipo de rede de distribuição, tanto da água para abastecimento quanto da água de reuso.

#### 3.4.2 Características físicas

Os parâmetros físicos mais relevantes são: temperatura, cor, turbidez e o conteúdo de sólidos suspensos. As medidas de turbidez e sólidos suspensos podem dar alguma informação a respeito do conteúdo de partículas e colóides que poderiam comprometer o entupimento de tubulações de transporte e tratamento desses efluentes.

Embora o conteúdo de sólidos encontrados na água cinza seja menor, de acordo com Bazzarella (2005 apud GRAY & BECKER, 2002), aproximadamente 32,7% da carga do esgoto convencional, causa o entupimento de tubulação e não podem ser negligenciados.

#### 3.4.3 Características químicas

As características químicas são divididas de acordo com os tipos de componentes presentes na água.

### 3.4.3.1 Componentes orgânicos

O valor de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e de DQO (demanda química de oxigênio) irá indicar o risco de depleção de oxigênio devido à degradação da matéria orgânica durante o transporte, estocagem e também o risco de produção de sulfeto.

A maior parte da DQO é proveniente dos produtos químicos utilizados nas residências, como produtos de limpeza e detergentes. É esperado que os níveis de DQO sejam próximos aos encontrados para o esgoto doméstico convencional, pois para as concentrações de DBO esperam-se valores mais baixos (BAZZARELLA,2005 apud ERIKSSON *et al* , 2002).

Segundo Bazzarella (2005 apud GREY & BECKER, 2002), a água cinza contribui com aproximadamente 39,1% da carga de DQO de uma residência, sendo que o efluente da cozinha contribui com 7,4%, o do banheiro (excluindo o vaso sanitário) com 15,4% e o da lavanderia com 9,0%.

### 3.4.3.2 Componentes nitrogenados e fosforados (nutrientes)

Em relação aos nutrientes, as concentrações de nitrogênio total na água cinza, são mais baixas do que no esgoto convencional, pois a principal fonte nutriente é a urina, mas nem sempre ela está presente na água cinza. Em geral o que mais contribui para os níveis de nitrogênio na água cinza é o fluente da cozinha. Entretanto, em algumas residências têm-se o costume de urinar durante o banho (BAZZARELLA,2005 apud ERIKSSON *et al* , 2002).

Já a principal fonte do fósforo são os detergentes, principalmente em locais onde é permitido o uso de detergentes que contem fosfatos. Mas em locais onde o uso desses detergentes não é permitido, o fósforo contido na água cinza chega a ser 70% menor (BAZZARELLA,2005 apud ERIKSSON *etal*, 2002).

A água cinza contribui em geral, com apenas 7,7% da carga de nitrogênio total, 2,3% da carga de amônia é 12,4% da carga de fósforo em uma residência (BAZZARELLA,2005 apud GREY & BECKER, 2002).

### 3.4.3.3 Outros componentes

O pH na água cinza depende diretamente do pH da água de abastecimento, pois alguns produtos químicos utilizados podem contribuir para o aumento do mesmo. Já as medidas de alcalinidade e dureza, de maneira similar às de turbidez e sólidos suspensos, comprometem o risco de entupimento das tubulações (BAZZARELLA,2005 apud ERIKSSON *et al* , 2002).

Os produtos químicos esperados presentes na água cinza constituem-se de um grupo heterogêneo de compostos. Eles são provenientes do uso de sabões, detergentes, produtos de limpeza, perfumes, xampus, tinturas, etc. O efluente da cozinha possui lipídios (óleos e gorduras), café, chá, glicose, amido solúvel, etc. Já na lavanderia, têm-se diversos tipos de detergentes, alvejantes e perfumes que são utilizados.

Dentre toda essa composição de substâncias, uma das maneiras de selecionar componentes realmente relevantes para caracterização de uma água cinza, poderia ser baseada nos compostos encontrados em produtos residenciais, juntamente com a identificação do risco ambiental que eles proporcionam.

O principal composto da lista são os surfactantes (ex: não-iônico, aniônico e anfóteros) utilizados em detergentes e produtos de higiene pessoal (BAZZARELLA,2005 apud ERIKSSON *et al* , 2002).

De acordo com Bazzarella (2005 apud GREY & BECKER, 2002), a carga de óleos e graxas na água cinza é de 61,5% da carga de um esgoto residencial convencional.

#### 3.4.4 Características microbiológicas

Embora a água cinza não possua contribuição dos vasos sanitários, de onde vem a maior parte dos microrganismos patogênicos, em algumas atividades comuns eles são encontrados, como: limpeza das mãos após o uso do toalete, lavagem de roupas fecalmente contaminadas (ex: fraldas) ou até mesmo no banho. Essas são de possíveis fontes desses compostos na água cinza (BAZZARELLA,2005 apud ERIKSSON *et al* , 2002).

Os riscos à saúde humana vêm do tipo de patógenos, do tratamento aplicado e da rota de exposição. Grandes quantidades de coliformes fecais são indesejáveis e proporcionam maior chance de contaminação em humanos durante o contato com a água cinza reutilizada

Já em alguns casos, esse indicador pode superestimar os riscos devido ao seu potencial de crescimento dentro do sistema (BAZZARELLA,2005 apud ROSE *et al* , 2002).

#### 3.4.5 Parâmetros para classe de reuso

O reuso de água exige medidas sólidas de proteção a saúde pública e ao meio ambiente. Ambas devem atender o requisito de viabilidade econômica. Existem vários países com diferentes níveis de desenvolvimento e quantidade de água disponível para uso. Assim,

se torna necessário que normas sejam feitas sob medida para se ajustar ao equilíbrio entre disponibilidade, tecnologia e risco (SINDUSCON, 2001).

No Brasil a norma que está em vigor é a NBR 13.969/1997, que, no item 5.6.4, estabelece alguns parâmetros de controle de qualidade para reuso não potável de esgoto doméstico tratado. Os parâmetros estabelecidos na NBR 13.969/1997 estão descritos na tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros de controle de qualidade para reuso não potável

Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes	pH	6 – 8
	Turbidez (UNT)	5
	SDT (mg/L)	< 200
	Cloro residual (mg/L)	0,5 – 1,5
	Coliformes termotolerantes NMP/100mL	< 200
Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes	pH	-
	Turbidez (UNT)	5
	SDT (mg/L)	-
	Cloro residual (mg/L)	0,5
	Coliformes termotolerantes NMP/100mL	< 500
Descargas de vasos sanitários	pH	-
	Turbidez (UNT)	<10
	SDT (mg/L)	-
	Cloro residual (mg/L)	-
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	< 500

Fonte: NBR 13.969/1997

Já na tabela 5, o manual da SINDUSCON (2005) estabelece os seguintes parâmetros de qualidade para reuso de águas cinza na descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos.

Tabela 5. Parâmetros de controle de qualidade para reuso não potável

Descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos	pH	6 – 9
	Cor (uC)	≤ 10
	Turbidez (UNT)	≤ 2
	SST (mg/L)	≤ 5
	SDT (mg/L)	≤ 500
	DBO (mg/L)	≤ 10
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	ND

Fonte: SINDUSCON (2005)

### 3.5 Tratamento da água cinza

Vários estudos têm sido realizados para o tratamento de águas cinza, com diversos tipos de tecnologias, as quais variam a complexidade e desempenho (MENEZES, 2013 apud Li et al, 2004). A escolha da tecnologia mais adequada depende de alguns fatores, como o uso final da água, hábitos e costumes regionais (MENEZES, 2013 apud Jefferson et al, 2004).

Segundo Menezes (2013 apud GHAITIDAK & YADAV, 2013), tecnologias aplicadas para tratamento de água cinza incluem processos físicos, químicos e biológicos. Os processos físicos de tratamento referem-se a filtração em areia grossa e solo, filtração com membrana, osmose reversa e ultrafiltração. Como exemplo de processos químicos cita-se a coagulação, oxidação por foto-catálise, troca iônica e carvão ativado granular. Os processos biológicos são geralmente classificados como aeróbicos e anaeróbicos. Os métodos aeróbicos são divididos em crescimento disperso, como por : lodos ativados, lagoas aeradas, lagoas de estabilização, etc. Já o tratamento anaeróbio tem como exemplo o reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente.

Uma tecnologia para tratamento de água cinza, desenvolvida por Gonsalves et al. (2010), vem sendo implantado em algumas edificações em Vitória – ES. Os edifícios são aparelhados com uma estação de tratamento de águas cinza (ETAC), composta por pré-tratamento, um reator anaeróbio compartimentado (RAC), um filtro biológico aerado submerso (FBAS), um filtro terciário e um clorador, capaz de atingir eficiência de remoção de matéria orgânica superior a 90%. Com isso, o sistema mostrou-se compatível com as exigências arquitetônicas e construtivas das edificações e capazes de produzir efluentes tratados para usos não potáveis.

#### 3.5.1 Reservação, distribuição e operação

Para um reuso local de água cinza seguro e racional tem como base um sistema de reservação e de distribuição. O reservatório e o sistema de distribuição, tem que ser bem identificados, para que não haja nenhuma mistura dessa água com o sistema de água potável. Para uma melhor identificação, faz-se necessário a identificação através de pintura com cores diferentes do sistema de água potável ou identificação através de placas bem esclarecidas e inconfundíveis, principalmente nos reservatórios e pontos abastecidos com essa água (NBR 13.969, 1997).

“todo o sistema de reservação deve ser dimensionado para atender pelo menos 2 h de uso de água no pico da demanda diária, exceto para uso na irrigação da área agrícola ou pastoril” (NBR 13.969, 1997, p. 22).

Todos os gerenciadores dos sistemas de reuso, principalmente aqueles que envolvem condomínios residenciais ou comerciais com grande número de pessoas voltadas para a manutenção de infra-estruturas básicas, devem indicar o responsável pela manutenção e operação do sistema de reuso de esgoto (NBR 13.969, 1997, p. 22)

O fornecedor responsável pela Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC) deve fornecer manuais do sistema de tratamento para reuso, contendo figuras e especificações técnicas quanto ao sistema de tratamento, reservação e distribuição, procedimentos para operação correta e treinamento adequado aos responsáveis pela operação (NBR 13.969, 1997).

### 3.6 Água de chuva

O aproveitamento da água de chuva passou a ser visto de outra forma em alguns países. Devido a escassez dos recursos hídricos no mundo já é considerado como uma forma do uso correto da água, levando em conta a viabilidade econômica e o respeito ao meio ambiente.

O fatores relevantes que influenciam a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, estão ligados diretamente a precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, deve-se levar em consideração os seguintes fatores: condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas ( NBR 15.527, 2007).

A água de chuva pode ser utilizada em várias atividades com fins não potáveis no setor residencial, como descargas de vasos sanitários, lavação de roupas, sistemas de controle de incêndio, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e irrigação de jardins (MAY, 2004).

Segundo MAY (2004), nas edificações, os sistemas instalados para coleta e aproveitamento de água de chuva é composto por quatro componentes básicos: áreas de coleta, condutores, armazenamento e tratamento. O funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial consiste, de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados, lajes da edificação ou até mesmo no piso do quintal, de acordo com do interesse de cada usuário.

Essa água é encaminhada até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas é utilizado dispositivo desviador das primeiras águas de chuva.

Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório elevado, do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável.

Para calcular o volume de água captada é necessário utilizar a equação do LT (Litros de água captada), que é média do índice pluviométrico multiplicada pela área do telhado, resultando na quantidade de chuva que o telhado poderá captar. Como mostra a equação 4. (SEMPRESUSTENTAVEL, 2013).

$$LT = AT * MIP \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

LT: Litros de água captada (L)

AT: Área do telhado, em metros quadrados (m<sup>2</sup>)

MIP: Média do Índice Pluviométrico, em milímetros de chuva (mm)

“A concepção do projeto do sistema de coleta de água de chuva deve atender às ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 10844” (NBR 15527, 2007).

Para o dimensionamento do sistema de captação do água de chuva, deve constar o alcance do projeto, população atendida, estudo das precipitações da região e o determinado consumo dos pontos a serem abastecidos por essa água não potável (NBR 15527, 2007).

O dimensionamento das calhas, condutos horizontais e verticais, deve atender as exigências estabelecidas pela NBR 10488. Onde estabelece método de dimensionamento, formulários e tabelas. Para o calculo de vazão de projeto é utilizada a equação 5. (NBR 15527, 2007).

$$Q = \frac{I * A}{60} \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

$Q$  = vazão de projeto, em L/min;

$I$  = intensidade da chuva, em m/hr;

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

Devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos, como filtros, grades e telas que atendem a NBR 12213. O filtro também pode funcionar como um dispositivo de descarte das águas do escoamento inicial, e assim podendo ser descartado e galerias de águas pluviais existentes (NBR 15527, 2007).

O sistema de reservação (reservatório), deve atender a norma NBR 12217, que estabelece medidas para a construção do reservatório a ser utilizado. Como: materiais utilizados para construção, extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança (NBR 15527, 2007).

“O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia, podendo, a critério do projetista [...]” (NBR 15527, 2007). Um dos métodos indicado pela norma é o Método Rippl, conforme equação 6.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \text{ (Equação 6)}$$

Onde:

$Q = C \times \text{precipitação de chuva} \times \text{Área de captação}$ .

$V = \sum S(t)$ , somente para valores de  $S(t) > 0$ .

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

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  $t$ ;

$C$  – é o coeficiente de escoamento superficial.

Este método permite a utilização das séries históricas mensais ou diárias conforme especificado (NBR 15527, 2007).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Contextualização do estudo de caso

Este trabalho apresenta um estudo de caso, que será realizado em um condomínio fechado na cidade de Varginha – MG. Condomínio Villa Romana Figura 3.

Figura 3. Foto do condomínio Villa Romana



Fonte: O autor

A cidade de Varginha está localizada no Sul de Minas Gerais, próxima a BR381, mais conhecida como Fernão Dias. Varginha se encontra na metade do trecho que liga São Paulo e Belo Horizonte. O Condomínio Villa Romana, que será o local de estudo, está localizado na Rua Professora Rita Tavares, de número 100, no bairro Industrial JK.

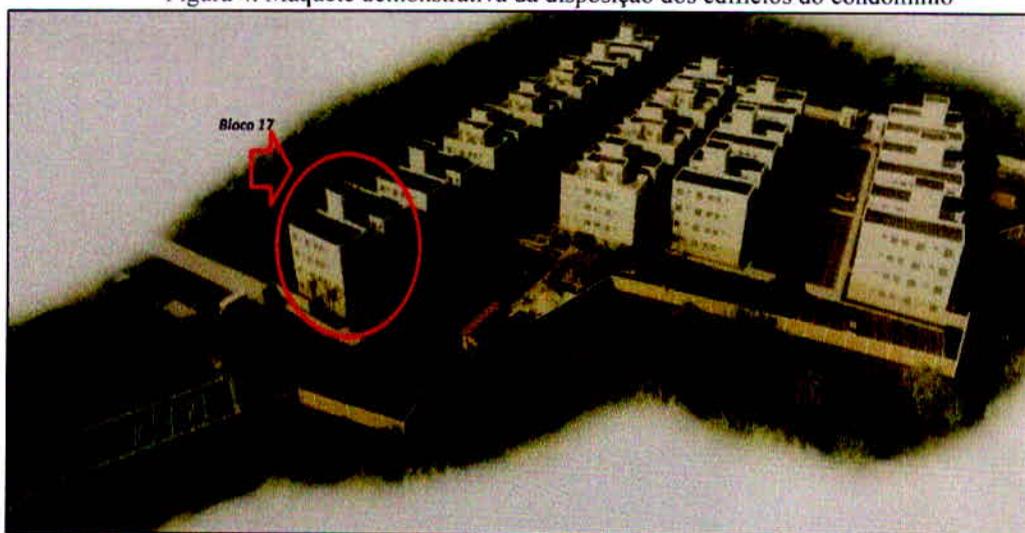
O conjunto habitacional referido é composto por dezessete (17) torres de quatro (4) andares, com quatro (4) apartamentos por andar, dezesseis (16) apartamentos por bloco, totalizando (272) apartamentos no condomínio.

### 4.2 Critério para seleção do edifício

O edifício escolhido para estudo foi o de número 17 ( dezessete) pois dos 16 ( dezesseis) apartamentos que ali se encontram instalados, 80% de suas unidades estão

ocupadas, já os demais edifícios do condomínio, sua população está abaixo de 50% de ocupação. Identificação do edifício figura 4.

Figura 4. Maquete demonstrativa da disposição dos edifícios do condomínio

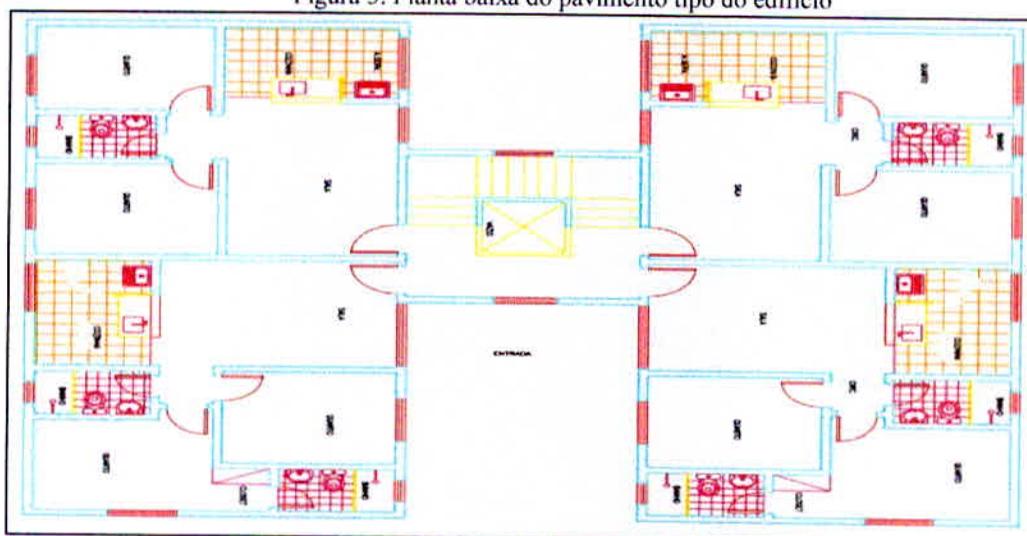


Fonte: O autor

### 4.3 Características do edifício

O edifício de número 17 é composto por quatro (4) andares, sendo eles sem elevador, com quatro (4) apartamentos por andar, totalizando dezesseis (16) apartamentos no bloco, tendo ele uma variação de dois (2) tipos de apartamentos, como mostra a figura 5.

Figura 5. Planta baixa do pavimento tipo do edifício



Fonte: O autor

#### **4.4 Moradores e consumo**

Para melhor entendimento do consumo final da água cinza a ser analisada, foi necessário uma entrevista com um morador de cada apartamento, sendo eles proprietários ou locatários. Levantou-se a quantidade de moradores em cada apartamento e seus hábitos referentes ao uso da máquina de lavar e o tanque.

Conforme especificado apêndice I

##### **4.4.1 Consumo de água no edifício**

Para verificarmos o consumo total do edifício, analisamos a conta de água referenciada no anexo I, fornecida pela agência de abastecimento de água da cidade (COPASA), verificando o consumo e sua variação nos últimos três meses.

##### **4.4.2 Consumo por usuário**

Para melhor conhecimento do consumo de água no edifício, fez-se necessário identificar o consumo individual de cada usuário, utilizando-se o método do Indicador de Consumo (IC), que se encontra detalhadamente na revisão bibliográfica no item 2.2.3 que é calculado através da equação 1.

#### **4.5 Qualidade da água descartada**

Os pontos escolhidos para a análise da qualidade da água, foram os pontos de descarte da máquina de lavar roupa e do tanque, devido suas tubulações serem independente dos demais pontos de esgoto que se encontram em cada apartamento.

Esses dois descartes são colhidos em cada apartamento que se juntam em uma prumada onde são encaminhados para uma caixa de passagem, conhecido pelo condomínio como “caixa de sabão”.

Para o encaminhamento dessa água para o laboratório, foi necessário coletar quatro (4) amostras; três contendo um (1) litro e outra contendo cem (100) ml, conforme solicitado pelo laboratório.

Os materiais usados para coleta foram:

- 1 recipiente de 500 ml, para encher os demais;
- 3 recipiente de 1 litro, fornecido pelo laboratório;
- 1 recipiente de 100 ml, fornecido pelo laboratório

Conforme mostra a figura 6.

Figura 6. Coleta de água para análise



Fonte: O autor

#### 4.6 Quantidade de água cinza descartada

Para análise de quantidade de água cinza descartada pelas máquinas de lavar roupa e pelos tanques de todo o edifício, foi usado os seguintes parâmetros:

Máquina de lavar roupa: de acordo com as entrevistas com os moradores, conhecendo seus hábitos de utilização da máquina de lavar, analisando o que foi pesquisado através da revisão bibliográfica citado no item 2.3.1, chegamos a uma média de consumo por ciclo da lavadora de roupas.

Tanque: como a máquina de lavar roupa, também foi verificado com usuários os seus costumes de utilização do mesmo, onde foi cronometrado o tempo nas vezes em que a torneira ficou aberta para a execução das atividades mais predominantes no uso do tanque, tendo assim uma média de tempo de funcionamento da torneira para cada atividade.

Conforme a figura 7.

Figura 7. Utilização do tanque

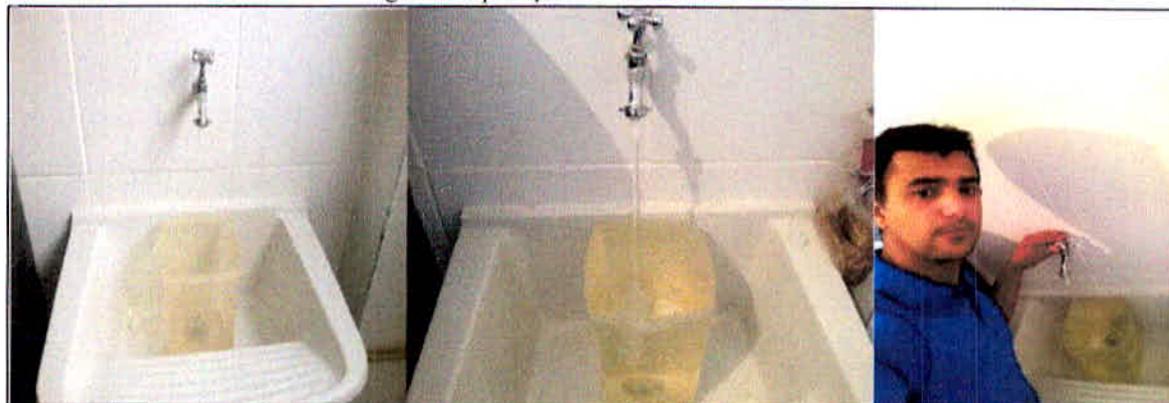


Fonte: O autor

Através do conhecimento dos modos de utilização do tanque, aplicamos o método volumétrico, que avalia o consumo médio gasto pela torneira do tanque.

Utilizado um recipiente de capacidade de cinco (5) litro, exposto abaixo da torneira coletando toda água escoada pela mesma e cronometrando o tempo gasto para enchê-lo. Esse procedimento foi realizado cinco (5) vezes por torneira e analisado um apartamento por andar. Conforme a figura 8.

Figura 8. Aplicação do método volumétrico



Fonte: O autor

Através das equações 2 e 3 que se encontra detalhadas na revisão bibliográfica no item 2.3.2, encontramos a vazão média das torneiras, instaladas nos tanques.

Materiais utilizados:

- 1 recipiente de cinco (5) Litro;
- 1 cronometro.

#### 4.7 Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado

Para quantificar uma média de água de chuva que cai sobre o telhado do edifício, foi necessário um levantamento de dados históricos das precipitações em milímetros de chuva, da região de Varginha - MG, obtidos através do site da fundação PROCAFE. Conforme figura 9.

Figura 9. Dados pluviométricos

VARGINHA		CARMO DE MINAS		BOA ESPERANÇA		MUZAMBINHO	
Latitude 21° 34' 00"S	Latitude 22° 10' 31"S	Latitude 21° 03' 59"S	Latitude 21° 20' 47"S	Longitude 45° 24' 22"W	Longitude 45° 09' 03"W	Longitude 45° 34' 37"W	Longitude 46° 32' 04"W
Altitude: 940m	Altitude: 1080m	Altitude: 830m	Altitude: 1033m				

Local	Temperatura média (°C)		Precipitação (mm)		Balanço Hídrico (mm) T&M <sup>2</sup>			
	74/11 <sup>1</sup>	2012	74/11 <sup>1</sup>	2012	ETP	ARM	EXC	DEF
Varginha	22,4	20,9	276,8	334,8	87,3	98,8	230,0	0,0
Carmo Minas	-	19,7	-	289,2	75,3	99,2	214,5	0,0
Boa Esperança	-	21,8	-	335,3	96,5	100,0	238,7	0,0
Muzambinho	-	*	-	*	*	*	*	*
<b>Média</b>	-	<b>20,8</b>	-	<b>319,8</b>	<b>86,4</b>	<b>99,3</b>	<b>227,7</b>	<b>0,0</b>

<sup>1</sup> Média histórica do período entre 1974 e 2011 – Varginha; <sup>2</sup> Método Thornthwaite & Mather.  
\* Os dados climáticos de Muzambinho não serão publicados devido a um vandalismo ocorrido na estação meteorológica.

Local	Nº Nós/Ramo		Enfolhamento (%)	
	99 a 11	2012	99 a 11	2012
Varginha	5,2	4,3	97,3	100,0
Carmo Minas	-	4,6	-	100,0
Boa Esperança	-	4,5	-	99,4
Muzambinho	-	5,0	-	97,5
<b>Média</b>	-	<b>4,6</b>	-	<b>99,2</b>

(início em setembro de 2011)

Fonte: Fundação Procafé

Também foi medido através do programa Auto-Cad, a área do telhado do edifício. Conforme figura 10.

Figura 10. Planta arquitetônica do telhado do edifício



Fonte: O autor

Com os dados acima obtidos, foi aplicada a equação 4 citada na revisão bibliográfica no item 2.5. Que obteve os valores mensais e anuais dos volumes de água de chuva que é descartado pelo telhado do edifício.

#### 4.8 Tratamento da água cinza

A Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC) proposta para o referente estudo de caso, irá proporcionar um tratamento adequado para a água cinza descartada no edifício (17). Pois de acordo com as informações do fabricante, “não importa o quanto essa água esteja suja, ela sempre sairá limpa e com um aproveitamento de 99% dessa água a ser tratada [...]” (SERGAM, 2015).

A ETAC atende diretamente a NBR 13969, para reuso com contato humano, através das qualidades físicas, químicas e micro bióticas, através da ausência de coliforme fecal em 100 ml, nenhuma partícula virótica em 1000 ml e nenhum efeito tóxico para seres humanos.

É segura para o reuso especificado por atender parâmetros de: pH, partículas sólidas, mau cheiro, abrasividade, manchas de superfícies, deterioração de máquinas, metais sanitários, incrustações, alterações das características de resistência dos materiais, infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana, etc.

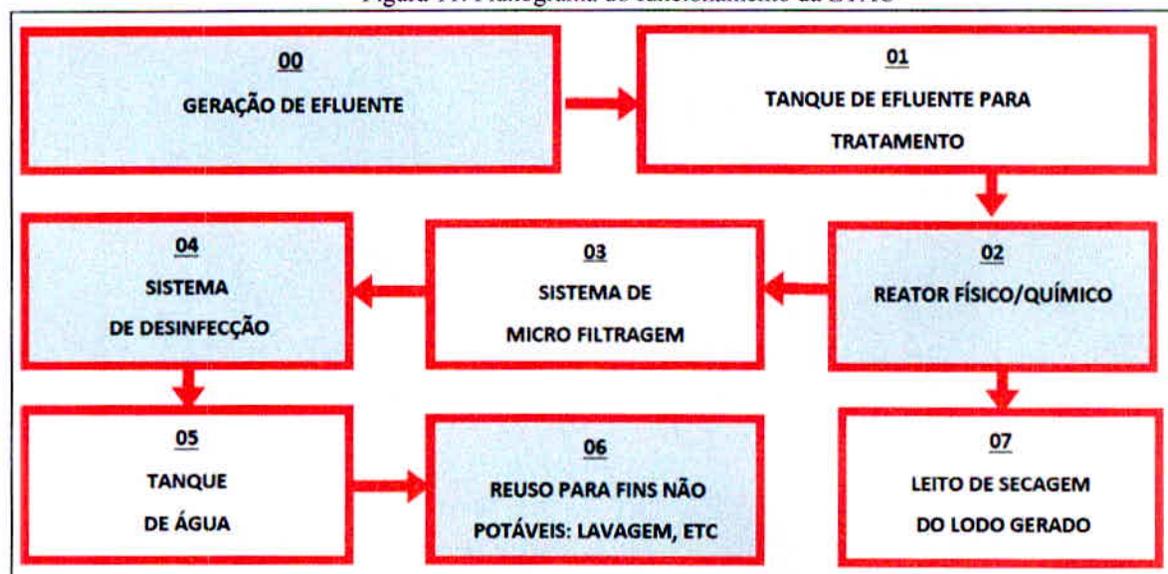
#### 4.8.1 Operação da ETAC

A Estação de Tratamento de Água Cinza irá tratar as águas de descarte do tanque e máquina de lavar roupa, seu funcionamento é todo automatizado pelo CPLA (Comando Lógico Programável Analógico) . Conforme informado pelo fabricante (SERGAM, 2015), a operação é nas seguintes condições:

- Tensão elétrica: Tem o padrão de fornecimento na tensão elétrica de 220V monofásica. Portanto os quadros de comando para alimentação dos motores elétricos são montados obedecendo este padrão.
- Tanque de Efluente a ser Tratado: A água cinza será destinada a esse tanque de entrada, onde armazenada para o tratamento em determinado período do dia. Para não exceder a capacidade de vazão do sistema, a captação do efluente a ser tratado é flutuante.
- Reator Físico/Químico: Utiliza tecnologias avançadas para o tratamento químico de efluentes, através de flotação, decantação, micro filtração e desinfecção, com a máxima eficiência e minimização dos custos operacionais. O lodo gerado é bombeado para o Leito de Secagem.
- Micro Filtração: Para clarificação do efluente adotamos filtro Bag para a retenção de sólidos em suspensão (turbidez elevada), com manuseio simplificado.
- Leito de Secagem do Lodo Gerado: O lodo poderá ser descartado, após secagem e análises físico/química e bacteriológica compatíveis com as legislações vigentes.
- Sistema de Desinfecção: Sistema de arraste (cloro em pastilha), de alta precisão para manter a qualidade microbiológica da água. A dosagem é automatizada mecanicamente, o que garante precisão e exatidão da concentração final de cloro na água pós-tratamento.
- Tanque de Água Tratada: Cumpre estritas normas para enfrentar condições adversas, o que possibilita uma excelente resistência química e mecânica.

Para um melhor entendimento. A figura 11 mostra o fluxograma de funcionamento da ETAC.

Figura 11. Fluxograma do funcionamento da ETAC



Fonte: SERGAM

Esse sistema conta com várias inovações tecnológicas, permitindo eficiência e qualidade com baixo custo de operação e manutenção. Atende as normas para reuso e por ser automatizado, não exige operador e conta com sistema de proteção quando da ocorrência de eventuais falhas.

Construção super robusta, praticamente indestrutível, produzido PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro) de elevada resistência mecânica e química, 100% impermeável, com proteção interna e externa com gelcoats. Atendendo as exigências da NBR 13969, em relação ao aspecto de impermeabilidade, trincas e rachaduras.

#### 4.8.2 Implantação da ETAC

A Estação de Tratamento de Água Cinza, será implantada em uma área livre de aproximadamente 20m<sup>2</sup>, que está localizada próximo a casa de serviços gerais do condomínio, como mostra a figura 12.

Figura 12. Local de implantação da ETAC



Fonte: O autor

A Estação de Tratamento de água cinza (ETAC), conta com dois reservatórios, um de entrada e outro de saída. O reservatório de entrada, armazena a água cinza a ser tratada e o reservatório de saída irá armazenar a água cinza já tratada. Os dois são instalados ao nível abaixo do solo (enterrados), posicionados ao lado da ETAC.

A água tratada será bombeada para um reservatório superior. A bomba utilizada será do tipo centrífuga, que irá operar com uma determinada altura manométrica. O encaminhamento dessa água será através de tubos de PVC.

#### **4.9 Captação da água de chuva.**

Para fins de estimativa de redução no consumo doméstico de água, este trabalho adota os percentuais de uso da água utilizada para manutenção do condomínio, onde os volumes gastos são medidos por dois hidrômetros individuais que abastece os banheiros das duas portarias do condomínio e algumas torneiras para irrigação dos jardins, onde seus valores são relatados na contas de água fornecida pela agencia de abastecimento da cidade (COPASA). Também em outros pontos que são abastecidos pelas torneiras individuais de cada edificio.

Para o conhecimento do consumo das torneiras que se encontram no corredor de entrada de cada edifício e que seus volumes não são separados como os demais, foi feita uma estimativa de seu volume gasto. Onde em uma entrevista com os profissionais de limpeza, relataram as atividades predominante no uso dessas torneiras, que através de um acompanhamento das atividades com os profissionais de limpeza, foram cronometrados as vezes em que a torneira permaneceu aberta para exercer as atividades necessárias, que são feitas diariamente, conforme mostra a figura 13.

Figura 13. Registro das atividades



Fonte: o autor

Através do conhecimento dos modos de utilização dessas torneiras, aplicamos o método volumétrico, que avalia o consumo médio gasto pela torneira de cada edifício.

Utilizado um recipiente de capacidade de cinco (5) litros, exposto abaixo da torneira coletando toda água escoada pela mesma e cronometrando o tempo gasto para enchê-lo. Esse procedimento foi realizado cinco (5) vezes por torneira em horários alternados, onde foi analisada a torneira de cada edifício.

Para estimar o volume de aproveitamento da água da chuva, deve-se levar em conta as perdas que ocorreram no funcionamento do sistema. Como nesse caso, o desvio feito pelo filtro para retirada de impurezas da água, assim evitando a contaminação dessa água a ser captada.

Para estimar essas perdas é levado em conta um coeficiente de escoamento superficial. Tomaz (2003) sugere um coeficiente de escoamento superficial igual a 0,80 (perdas iguais a 20%), o qual será adotado para esse determinado sistema.

#### 4.9.1 Dimensionamento do reservatório

Para estimar o volume adequado do reservatório de água pluvial a ser construído, faz-se necessário avaliar os seguintes fatores: precipitação atmosférica, frequência em que as chuvas irão ocorrer e também do consumo da edificação em que essa água captada irá abastecer.

Neste estudo, será utilizado o Método de Rippl, conforme indicado pela NBR 15.527. Através desta, é possível simular a variação da diferença entre a demanda e o volume de chuvas disponível, considerando as precipitações médias de chuva de cada mês nos últimos cinco anos e o consumo médio para os fins não potáveis. Assim através dos cálculos aplicados na equação 6, pode-se verificar os valores dos volumes acumulados ao longo do tempo e estimar o volume do reservatório.

#### 4.9.2 Descrição e localização do reservatório

O reservatório será construído numa área livre de 35,00m<sup>2</sup>, entre o edifício 17 e edifício 16, conforme mostra a figura 14.

Figura 14. Local de implantação do reservatório



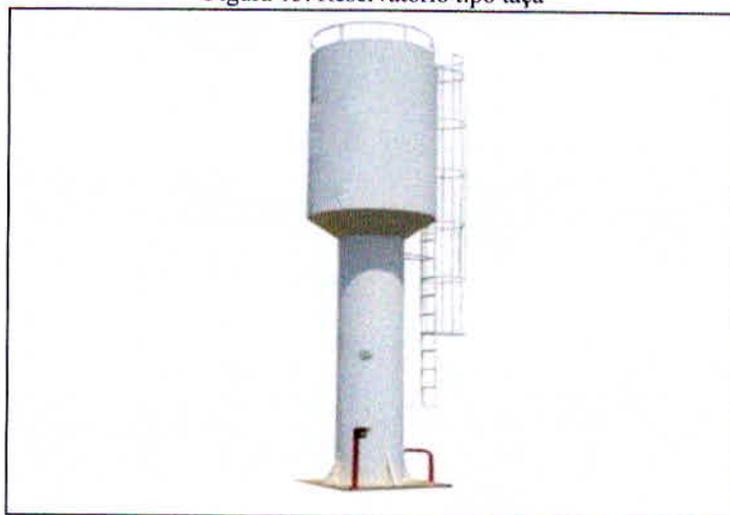
Fonte: o autor

O reservatório será assentado em uma cota elevada, acima do nível do solo, pois nessa cota ele será capaz de captar toda a água do telhado do edifício por gravidade, assim abastecendo os demais pontos com utilidade não potáveis, sem a necessidade de bombeamento dessa água. A única água a ser bombeada é a água cinza tratada, que será bombeada do reservatório inferior soterrado para o reservatório superior que irá distribuir para os pontos de consumo não potável.

O sistema de armazenamento de água contará com apenas um reservatório, sendo ele com dois compartimentos, um compartimento inferior para água da chuva e o segundo compartimento superior para água cinza tratada.

O reservatório será do tipo taça como mostra a figura 15, com dois compartimentos, sem armazenagem de água na coluna, seu fundo é em formato cônico, para decantação de sujeira e fácil limpeza. O reservatório será feito de material aço carbono, revestido com pintura externa com fundo antioxidante seguido de esmalte sintético na cor branca, já na parte interna é revestido com epox a base de poliamida, escada interna, escada externa, boca de inspeção no teto e na lateral para o compartimento inferior, suporte de tubulação e os bocais para entrada e saídas de água, extravasor e dreno para limpeza, será um para cada compartimento, tudo conforme norma, NBR 12217.

Figura 15. Reservatório tipo taça



Fonte: ECOCASA

#### 4.9.3 Base do reservatório

A base do reservatório foi pré-dimensionada para estimativa de custo, que através de uma sondagem que foi realizada nessa determinada região no período de construção do edifício, conforme anexo B. Foi estabelecido o tipo de solo existente, e que equiparado a projetos similares já executados, foi estipulado uma determinada base para atender as solicitações do reservatório a ser instalado.

#### 4.10 Funcionamento do sistema

A água cinza descartada pelo edifício será coletada na caixa de sabão existente e encaminhada para o reservatório de entrada da Estação de tratamento, onde será armazenada até o ponto de início do processo de tratamento da ETAC, que ira operar em horários fixos conforme será estabelecido pelo operado. Após passar pelo processo de tratamento na ETAC, essa água segue para o reservatório de saída da estação, onde será bombeada para o reservatório superior. Seu bombeamento será feito automaticamente, operando com bóias automáticas que controlam os volumes dos tanques, tanto superior como inferior.

Já a captação da água de chuva, será coletada por calhas instaladas nos pontos finais das telhas, assim encaminhada por tubos verticais e horizontais para o reservatório, conforme especificado pela norma NBR 10844. Mas antes de ser desaguadas no reservatório, passara por um filtro que será instalado na lateral do edifício 17, apoiado por um suporte resistente, assim o filtro irá separar algumas sujeiras que acumulam sobre o telhado, que quando chove essa sujeira é levada pela água da chuva. Logo a água filtrada é encaminhada para o reservatório e a sujeira e o descarte das primeiras chuvas será direcionado para as galerias de águas pluviais existentes. O filtro utilizado esta apresentado na figura 16 e atende os padrões da norma NBR 12213

Figura 16. Filtro para captação de água da chuva



Fonte: ECOCASA

Agora a água cinza tratada e a água de captação de chuva já se encontram armazenada e pronta para distribuição. Como dito anteriormente será um único reservatório com dois compartimentos, o superior para água cinza e o inferior para água de chuva, assim a saída dessas águas funcionará da seguinte forma.

As saídas de água dos reservatórios serão interligadas, pois irão abastecer os mesmos pontos de água para uso não potável. Mas para controlar o uso dessa água, permitindo que a água cinza tratada seja utilizada primeiro que a água de chuva e que também a água cinza não retorne para dentro do reservatório de água de chuva, será instalado uma válvula de retenção no ponto de saída de do reservatório inferior.

Logo essa água será distribuída aos pontos destinados ao uso não potável, tudo conforme os projetos de instalações hidráulicas de água fria. Os pontos já existentes permaneceram, pois só serão utilizados se houver falta de água pelo sistema proposto.

Assim se encontraram disponíveis os dois pontos de água em todo condomínio, água potável fornecida pela concessionária, que estarão com os registros gerais fechados. E os pontos de água não potável, que serão identificados por placas indicadoras (água não potável) e estarão disponíveis em período integral, pois só serão substituídos caso houver a falta do mesmo ou por outro intermédio maior.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Moradores e consumo

A tabela 6 mostra resumidamente os dados obtidos através das entrevistas com os moradores do edifício, onde são relatados a quantidade de moradores, quanto tempo reside na edificação e os modos de uso da água (maquina de lavar roupa e tanque)

Tabela 6. Dados obtidos em campo

Morador entrevistado	Apto	Nº. de moradores	Maquina de Lavar Roupa (Nº. de utilização semanal)	Tanque (utilização semanal em minutos)
Morador 01	101	3	3	13,45
Morador 02	102	2	2	4,3
Morador 03	103	1	1	16,15
Morador 04	104	2	2	16,15
-	201	-	-	0
Morador 05	202	3	3	11,3
Morador 06	203	1	1	9,15
-	204	-	-	0
Morador 07	301	2	3	4,3
Morador 08	302	1	1	11,3
Morador 09	303	1	2	2,15
Morador 10	304	2	2	2,15
Morador 11	401	3	3	4,3
-	402	-	-	0
Morador 12	403	2	1	9,15
Morador 13	404	2	2	9,15

OBS: Todos os moradores residem no edifício há mais de três (3) meses

Total de moradores do edifício

25

Fonte: O autor

Os dados que compõem a tabela 6 (tanque, utilização semanal em minutos), foram obtidos através do acompanhamento das atividades desenvolvidas no tanque. Foi cronometrado o tempo que a torneira ficou aberta e assim foi estabelecida para todo o edifício uma média para cada atividade (limpeza doméstica e lavagem de roupas), que conforme informado pelos moradores são as atividades predominantes no uso do tanque.

### 5.1.2 Consumo de água no edifício

O consumo de água no edifício como mostra a tabela 7, foi levantado para melhor análise dos resultados requeridos nesse trabalho, necessários para o levantamento da média da água cinza que é produzida pela máquina de lavar roupa e pela torneira do tanque.

Tabela 7. Dados obtidos pela conta de água do edifício 17

Mês	Dias de consumo	consumo (m <sup>3</sup> )	consumo (litros)	Média de consumo por dia (litros)	Por dia de consumo	
					Desvio Padrão (litros)	Variação de consumo (%)
Janeiro	30	96	96000	3200	125,77	3,76
Fevereiro	32	109	109000	3406		
Março	28	96	96000	3428		
<b>Média</b>	<b>30</b>	<b>100,33</b>	<b>100333,3</b>	<b>3344,67</b>		

Fonte: Conta de água fornecida pela COPASA.

Os dados obtidos foram muito satisfatórios, pois podemos observar que a variação de consumo, 3,76% é muito pequena.

Portanto podemos afirmar que os dados obtidos através da entrevista com os usuários foram satisfatórios, pois a quantidade de moradores e os seus costumes permaneceram inalterados durante esses três meses analisados.

### 5.1.3 Consumo médio por usuário

O consumo por usuário calculado pelo método do Indicador de Consumo (IC), que foi aplicado diretamente na equação 1, resultou no seguinte:

$$IC = \frac{Cm * 1000}{NA * Dm} \rightarrow \frac{100,33 * 1000}{25 * 30}$$

$$IC = 133,78 \text{ litros/agente consumidor.dia}$$

Os dados (Cm e Dm) utilizados para o cálculo acima é referente à média da tabela 7. Já o (NA), foi retirado do total de moradores do edifício, especificado na tabela 6.

Podemos observar que o valor encontrado pelo Indicador de Consumo (IC) se enquadra nos valores médios de consumo por região do país, como mostra a tabela 1 citada na revisão bibliográfica no item 2.2.1.

Mas o fato do consumo estar entre as médias das regiões do país, não nos dá a liberdade de afirmar que foi um bom resultado. É possível aplicar métodos e maneiras, para que se possa reduzir esse consumo, sem que haja nenhum dano na qualidade de vida da sociedade.

## **5.2 Qualidade da água descartada**

Os parâmetros de qualidade da água cinza descartada pelo edifício, tem seu valores representados no apêndice B, em uma análise realizada pelo laboratório Bioagri Ambiental Ltda.

Onde seus valores equiparados as exigências de classe de reuso para fins não potáveis da NBR 13969, citada na revisão bibliográfica no item 3.4.5. Assim analisando os parâmetros de impurezas que uma Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC), terá a capacidade de tratar e atender as exigências estabelecidas por norma, para tornar essa água própria para reuso não potável. Logo, pode-se afirmar que essa água que hoje se encontra descartada pelo edifício, pode ser tratada e reutilizada para fins não potáveis.

## **5.3 Quantidade de água cinza descartada**

A quantidade de água cinza descartada que se encontra especificada na tabela 8, relata a vazão individual de cada equipamento (máquina de lavar roupa e tanque), logo a vazão de cada apartamento e conseqüentemente de todo o edifício, especificando o número de vezes em que a máquina de lavar roupa foi utilizada e em seguida seu devido volume gerado para descarte. Já o tanque é obtido pela equação 3, que através da média de consumo de cada andar, calcula toda vazão gerada por essas torneiras de todo o edifício.

Tabela 8. Média mensal dos volumes descartados de água cinza

Andar	Nº. De utilizações	consumo médio por ciclo em litros (L)	Volume gerado pela máquina de lavar roupa (L)
1º	32	135	4320
2º	16	135	2160
3º	32	135	4320
4º	24	135	3240
Volume Total (maquina de lavar roupa) (L/mês)			14040
Andar	Tempo de utilização em segundos (s)	Vazão da torneira em litros por segundo (l/s)	Volume gerado pelo tanque (L)
1º	12012	0,25	3030,27
2º	4908	0,23	1107,40
3º	4776	0,16	768,09
4º	5424	0,14	764,16
Volume Total (tanque) (L/mês)			5669,92
Total de volumes gerados de água cinza (maquina de lavar roupa e tanque) (L/mês)			19709,92

Fonte: O autor

Para obter os dados para o cálculo do volume gerado pelas máquinas de lavar roupas, foram analisados os seguintes fatores:

- Nº de utilizações: conforme tabela 6 que relata o número de utilizações semanais multiplicado por 4 semanas, obtendo-se a quantidade de utilização mensal.
- Consumo médio por ciclo: determinado através da revisão bibliográfica no item 2.3.2, que comparado com a utilização das pessoas do edifício, foi determinado a vazão média para todo o edifício.
- Volume gerado pela máquina de lavar roupa: através da multiplicação (Nº de utilizações x Consumo médio por ciclo (L)), obtemos o volume gerado pela máquina de lavar roupa em litros/mês (L/mês).

E para obter o volume gerado pelo tanque, foram analisados:

- Tempo de utilização: obtido da tabela 6 onde se encontra especificados em minutos que multiplicado por (60) transformando em segundos, que multiplicado por quatro (4) e assim tendo o valor em segundos mensal.
- Vazão da torneira em litros por segundo: através de uma pesquisa em campo, onde foi aplicado o método volumétrico citado na revisão

bibliográfica no item 2.3.2, como explica em materiais e métodos no item 3.6o que foi feito nesse caso. Calculado pela equação 3, obtemos o consumo médio das torneiras em cada andar.

- Volume gerado pelo tanque: através da multiplicação (tempo de utilização x consumo médio de litros por segundo), obtemos o volume gerado pelo tanque em litros/mês (L/mês).

E logo obtemos através da soma dos dois (2) valores, os volumes gerados pela máquina de lavar roupa e pelo tanque em litros/mês (L/mês).

#### **5.4 Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado**

O volume médio anual de água de chuva que é captado pelo telhado e descartado nas galerias de águas pluviais, teve seus resultados obtidos através da equação 4.

$$LT = AT * MIP$$

$$LT = 235 * 1159,16$$

$$LT = 272.402,60 \text{ (litros)}$$

A Área Total (AT) foi calculada pela planta arquitetônica.

Para aquisição do dado da Média do Índice Pluviométrico (MIP), foi necessário um levantamento das precipitações de chuvas da região de varginha - MG, onde foram levantados os dados dos últimos cinco (5) anos, que disponíveis no site da fundação Procafé e calculada a média das precipitações desses últimos cinco anos. Conforme a tabela 9.

Tabela 9. Precipitações mensal dos últimos cinco (5) anos e suas médias (mensal e anual)

Meses	Anos					Média Mensal
	2010	2011	2012	2013	2014	
JAN	198,4	338,2	334,8	419,2	47,6	267,64
FEV	141	90,4	49,2	221,6	12,8	103
MAR	116,6	261	185	161	117,8	168,28
ABR	18	5,4	85,2	61	82,4	50,4
MAI	14,4	5,4	33,8	71,8	15,4	28,16
JUN	16,4	19,8	110,6	36	6,4	37,84
JUL	10,8	0,6	22,6	29,4	33	19,28
AGO	0	11,6	0,8	1	14,4	5,56
SET	83,5	1,2	29	45,6	46,8	41,22
OUT	126	121,2	47,2	106,2	39,6	88,04
NOV	225,2	110	140	199,3	117,6	158,42
DEZ	176,2	225,8	224,6	165,4	164,6	191,32
<b>Média anual</b>	<b>1159,16</b>					

Fonte: Fundação Procafé

### 5.5 Dimensionamento do sistema de captação da água de chuva

O sistema de captação da água de chuva, foi dimensionado através da utilização da NBR 10844, que estabelece medidas necessárias para um projeto de drenagem, garantindo o bom funcionamento, segurança, conforto durabilidade e economia. Essa norma é destinada a drenagem de coberturas ou demais áreas associadas ao edifício.

As tabelas 11, 12 e 13, descrevem os resultados obtidos através dos cálculos e medidas necessárias para o dimensionamento do determinado sistema. Dimensionamento da calha conforme tabela 11.

Tabela 10. Dimensionamento das calhas

CALHAS	Intensidade da chuva ( $i$ =mm/h)	Área de contribuição ( $A$ =m <sup>2</sup> )	Vazão ( $Q$ = l/min)	Diâmetro ( $\varnothing$ =mm)
C1	137	35	79,92	100
C2	137	100	308,25	125
C3	137	100	228,33	125

Fonte: O autor

A intensidade da chuva foi obtida através da norma, onde é estipulada uma intensidade pluviométrica por determinada região. Que nesse caso foi usado o dado de Caxambu – MG. Já a área de contribuição, foi estabelecida através das áreas de cobertura do edifício, identificadas na planta arquitetônica.

Logo através da equação 5 citada na revisão bibliográfica no item 6.3 indicada pela norma, foi calculado a vazão em l/min, que através de uma tabela, determina-se o diâmetro necessário para atender a determinada vazão.

Agora com a vazão calculada e calha dimensionada, determina-se os condutores verticais conforme tabela 12.

Tabela 11. Dimensionamento dos condutores verticais

<b>CONUTORES VERTICAIS</b>	Vazão (Q=l/min)	Altura da lâmina de água na calha (H=mm)	Comprimento do condutor vertical (m)	Diâmetro (Ø=mm)
CV1	79,92	70	7	75
CV2	308,25	70	3	75
CV3	228,33	70	3	75

Fonte: O autor

Os diâmetros dos condutores verticais são determinados através de ábacos que através da altura da lamina de água na calha ou comprimento do condutor vertical e vazão. Obtêm-se o diâmetro necessário para conduzir o determinado volume de água.

Logo se determina os condutores horizontais, conforme tabela 13.

Tabela 12. Dimensionamento dos condutores horizontais

<b>CONUTORES HORIZONTAIS</b>	Vazão (Q=l/min)	Coefficiente de rugosidade (n)	Declividade (%)	Diâmetro (Ø=mm)
CH1	308,25	0,011	0,5	125
CH2	536,58	0,011	0,5	150

Fonte: O autor

Já os diâmetros dos condutores horizontais, são determinados através de uma tabela estabelecida na norma, que através da vazão, coeficiente de rugosidade e declividade, tem-se o diâmetro necessário para atender as condições existentes.

O sistema de drenagem pluvial que está implantado no edifício atende as medidas da NBR 10.844, conforme as solicitações dos cálculos. A única alteração a ser feita, será no

desvio da água para o reservatório, que poderá ser feita normalmente, pois as prumadas verticais estão de fácil acesso.

### 5.6 Dimensionamento do Sistema de tratamento da água Cinza

O coletor que conduzirá a água cinza da saída do edifício até o reservatório de entrada da estação, foi determinado através NBR 8160, que com a somatória de Unidades de Hunter mais inclinação é determinado o diâmetro do tubo a ser instalado. Conforme especificado na tabela 14. Hunter é unidade que determinado aparelho ou peça irá contribuir para o determinado sistema, que nesse caso é a máquina de lavar roupa mais o tanque.

Tabela 13. Dimensionamento do coletor

COLETOR	$\Sigma$ Unidades	Inclinação (%)	Diâmetro ( $\varnothing$ =mm)
	Hunter (UHC)		
C1.1	48	1	100
C1.2	48	1	100
C1.3	96	1	100

Fonte: O autor

Conforme estabelecido pelo fabricante, a ETAC escolhida tem a capacidade de tratamento de 2500 litros/hora e irá ocupar uma área em torno de 1,84m<sup>2</sup>, seu custo de operação (energia consumida e produtos designados ao tratamento) gira em torno de R\$1,50 à R\$3,00 o m<sup>3</sup> de água tratada.

Os reservatórios que operam junto com a ETAC, terão uma capacidade de 1m<sup>3</sup> de armazenamento cada, que é o suficiente para atender a vazão do determinado edifício.

A área de ocupação da ETAC mais a área dos reservatórios de entrada e saída será de aproximadamente 4m<sup>2</sup>. A água tratada será bombeada para um reservatório superior, a uma altura manométrica de 10,00m, sendo 1m de sucção e 9,00m de recalque. A bomba utilizada será do tipo centrifuga 1/3 CV, monofásica (127v / 220v), com capacidade de bombeamento de 2,55m<sup>3</sup>/hora e sua média de consumo de energia é de 0,41KWh (INMETRO, 2015), conforme projeto apêndice D.

As tubulações que conduzirão essa água serão de material PVC e diâmetros de  $\varnothing$ 25mm (recalque e sucção), conforme indicado pelo manual do fabricante de bomba

centrifuga. Essa tubulação tem a capacidade de atender uma vazão de  $1,5\text{m}^3/\text{h}$ , que é bem maior que a vazão existente. O trecho a ser percorrido pela tubulação será de  $37,5\text{m}$ .

### 5.7 Dimensionamento do reservatório

Além do conhecimento das precipitações atmosféricas, área de captação e frequências das chuvas. Faz-se necessário identificar os pontos de consumos que serão abastecidos com essa água de captação, e seus volumes médios consumidos, pois através deles que o reservatório será dimensionado, os volumes médios consumidos segue na tabela 15.

Tabela 14. Consumo dos pontos de uso não potável

Tempo de utilização em segundos (s)	Vazão da torneira em litros por segundo (l/s)	Volume gerado pela torneira (L)	Volume gerado pelas torneiras dos 17 edifícios	Volume médio dos demais pontos
3014	0,23	693,22	11784,74	19333
<b>TOTAL DE VOLUMES MÉDIOS MENSAIS (l/mês)</b>			<b>31117,74</b>	

Fonte: O autor

Agora conhecendo os pontos de consumo de uso não potável e as médias dos volumes gastos. Utilizando o Método de Rippl indicado pela NBR 15527, que se compõe da equação 6 citada na revisão bibliográfica no item 6.3, foi dimensionado o reservatório. Conforme tabela 16.

Tabela 15. Dimensionamento do volume do reservatório

Volume de Chuva Aproveitável no Tempo t (Q)	Demanda ou Consumo no Tempo t (D)	Diferença dos Volumes (D-Q)	Volume do Reservatório
50316,32	31117,74	-19198,58	
19364,00	31117,74	11753,74	
31636,64	31117,74	-518,90	
9475,20	31117,74	21642,54	
5294,08	31117,74	25823,66	
7113,92	31117,74	24003,82	
3624,64	31117,74	27493,10	-24567,90
1045,28	31117,74	30072,46	
7749,36	31117,74	23368,38	
16551,52	31117,74	14566,22	
29782,96	31117,74	1334,78	
35968,16	31117,74	-4850,42	

Fonte: O autor

Agora com os volumes de aproveitamento de água da chuva obtidos e com a demanda dos pontos não potáveis. E feita uma diferença entre (D-Q), durante todos os meses do ano, onde o volume do reservatório é determinado pela soma dos valores negativos. Que são volumes de águas da chuva que não estão sendo utilizadas em determinados períodos, logo armazenada para distribuição em períodos em que a captação não será suficiente para o abastecimento dos pontos.

### 5.7.1 Descrição do reservatório

O reservatório será do tipo taça para melhor atender as necessidades do condomínio, seu volume será de 28m<sup>3</sup>, dividido em duas partes, a parte inferior é de 25m<sup>3</sup> destinado para o armazenamento da captação da água de chuva, e o superior é de 3m<sup>3</sup> destinado para a água de cinza tratada.

A NBR 13969 estabelece que um reservatório de água cinza, tem que ter no mínimo a capacidade para abastecer 2 horas de uso de água no pico da demanda diária, exceto na irrigação de áreas agrícolas ou pastoril. Como a maior demanda que se tem não ultrapassa 2m<sup>3</sup>/dia (0,083m<sup>3</sup>/h), o reservatório destinado a água cinza está super dimensionado.

O reservatório ocupará uma área de 5m<sup>2</sup> de uma área livre de 35m<sup>2</sup>, seu diâmetro é de Ø 2,5m, altura de 5,71m, uma elevação de 2m acima do nível do solo (cota 831,55), assim

atingira uma altura total de 7,71m . Conforme estabelecido pela (NBR 12217), os pontos de dreno instalado no fundo de cada compartimento do reservatório, terá um diâmetro igual a 150 mm, pois é o mínimo que a norma estabelece. E o mesmo será interligado nas galerias de águas pluviais existentes.

Já o extravasor deve ser dimensionado para vazões máximas capaz de alimentar o reservatório em condições normais ou excepcionais de operação (NBR 12.217). Logo foi determinado um diâmetro de Ø50mm para os volumes de água de chuva (parte inferior do reservatório) e um diâmetro de Ø32mm para os volumes de água cinza tratada (parte superior do reservatório). Para melhor entendimento, o apêndice D contempla o projeto arquitetônico do reservatório.

#### 5.7.2 Dimensionamento da base do reservatório.

Com as características do solo existente, foi determinada uma base para assentamento do reservatório com as seguintes dimensões: 2,25m de diâmetro e 1m de altura, onde foi estabelecido 130Kg aço/m<sup>3</sup> de concreto.

Assim obtemos 3,58m<sup>3</sup> de concreto FCK= 20 MPa; 465,40 Kg aço CA-50; 6,50m<sup>3</sup> de escavação de vala para assentamento da base e 7m<sup>2</sup> de forma simples de madeira. A determinação das referentes medidas da base, foi obtida através de equiparações de bases similares já executadas.

### 5.8 Dimensionamento hidráulico

O presente dimensionamento hidráulico irá abastecer os pontos de utilidades não potáveis, utilizados para manutenção do condomínio. Os pontos atendidos foram: 17 torneiras para limpeza geral dos edifícios, que estão instaladas na entrada de cada edifício, 17 torneiras para irrigação de jardins; lavagem de pátios; lavagem de veículos, etc, que estão distribuídas em vários pontos específicos do condomínio e 2 pontos de descarga de vaso sanitários, que são os banheiros das duas portarias do condomínio.

O projeto foi elaborado a partir das diretrizes técnicas básicas exigidas por norma para os sistemas de abastecimento de água, ABNT – NBR 5626:1998 - (Instalação predial de água fria). O apêndice D contempla o projeto detalhado do sistema hidráulico de abastecimento de todos os pontos.

### 5.9 Volumes totais

O sistema proposto tem seus volumes muito relevantes, pois na tabela 17 podemos observar que o volume de água cinza tratada e água de chuva captada anualmente, teve seus volumes maiores que a demanda, logo temos um sistema muito eficiente e de grande relevância para a economia de água. Assim possibilitando a ampliação de novos pontos para serem abastecido com esse recurso.

Tabela 16. Comparação entre demanda e oferta dos volumes anuais de água não potável

	Demanda para uso não potável (m <sup>3</sup> )	Água cinza tratada (m <sup>3</sup> )	Captação de água da chuva (m <sup>3</sup> )
	373	237	218
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>	373		454
<b>RESULTADO ANUAL (m<sup>3</sup>)</b>	0		81

Fonte: O autor

### 5.10 Levantamento de custo do sistema

A tabela 18 relata resumidamente o valor total para a implantação do sistema e a tabela detalhada de todo levantamento de custo, segue no apêndice C.

Tabela 17. Levantamento de custo para implantação do sistema

DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	VR UN	TOTAL
<b>TOTAL DO ORÇAMENTO</b>				<b>98.481,25</b>
<b>SERVIÇOS</b>				<b>8.205,89</b>
<b>MATERIAIS</b>				<b>28.375,36</b>
<b>EQUIPAMENTOS</b>				<b>61.900,00</b>

Fonte: O autor

A tabela 19 está especificando o custo de operação anual de todo o sistema, onde foram consideradas as condições críticas de funcionamento de todo o conjunto de operação.

Tabela 18. Custo de operação anual do sistema

DESCRIÇÃO	UNID	CONSUMO MENSAL	VALOR UN (R\$)	VALOR MENSAL (R\$)
Bomba centrífuga 1/3vc	KWh	3,21	0,60	1,93
ETAC	M <sup>3</sup>	20	3,00	60,00
<b>VALOR TOTAL ANNUAL (R\$)</b>				<b>743,11</b>

Fonte: O autor

Como especificado nas tabelas 18 e 19 os custos de implantação e operação do sistema proposto, agora podemos calcular o período de retorno do investimento. O custo médio anual que hoje o condomínio tem com o consumo de água potável, para abastecer esses determinados pontos, gira em torno de R\$ 2.226,81 reais. Logo podemos verificar na tabela 20 que o período de retorno será de aproximadamente 66 anos. E se tratando de economia, o sistema proposto se torna inviável.

Tabela 19. Período de retorno do investimento

ECONOMIA ANNUAL (R\$)	CUSTO DE OPERAÇÃO ANNUAL (R\$)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)
2226,81	743,11	98481,25
<b>PERÍODO DE RETORNO</b>		<b>66 ANOS</b>

Fonte: O autor

## 6 CONCLUSÃO

Mediante a realidade da escassez de água e cada vez mais aumento da demanda deste bem, se faz mais que necessário a economia deste recurso e a implantação de sistemas capazes de reduzir o consumo.

Mas na maioria das vezes os sistemas de implantação são de alto custo, que conseqüentemente não são viáveis perante o fator econômico, que assim acabam ficando de lado. Os projetos que poderiam ser a solução de inúmeros problemas causados pela falta de água, principalmente em regiões que hoje se encontram em estado de calamidade.

Perante esta situação esse trabalho foi de grande importância, pois podemos observar que os volumes médios de água cinza e água pluvial que hoje se encontram descartados pelo edifício, são bem significativos. O sistema proposto é capaz de suprir toda demanda aos pontos destinados a uso não potável para manutenção de todo condomínio.

Mas o fator econômico não viabiliza o sistema perante o valor de implantação, pois se trata de um investimento a longo prazo. Porém tem que deixar bem claro, que se tratando de economia não é viável, mas visto por outro lado é uma das soluções mais básicas em se tratando de esgotamento de recurso hídricos, que cada vez mais o aumento da demanda e conseqüentemente a escassez do recurso água.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13969: **Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto construção e operação: procedimento.** Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15527: **Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos.** Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10844: **Instalações prediais de água pluvial.** Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário: Projeto e execução.** Rio de Janeiro, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12214: **Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12213: **Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.** Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5626: **Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998.
- BARRETO, D. **Economia de água em edifícios: uma questão do programa de necessidades.** 1998. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- BAZZARELLA, Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações.** [S. l.: s. n], 2005. Disponível em: [http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Bazzarella\\_BB\\_2005.pdf](http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Bazzarella_BB_2005.pdf). Acesso em: 18 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 08/01/1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13/03/1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 26 out. de 2006.

BRASIL DAS ÁGUAS. **A água que você desperdiça pode fazer falta amanhã.** [S. l.: s. n]. Disponível em: <<http://brasildasaguas.com.br/wp-content/uploads/sites/4/2013/05/CARTILHA-AGUA-CVRD.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2015.

DECA. **Uso racional de água.** [S. l.: s. n]. Disponível em: <<http://www.deca.com.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

ECOCASA: **Filtro VF1 para aproveitamento de água da chuva.** [S. l.: s. n]. disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/filtro-vf1-ecocasa.html>> Acesso em: 01 set. 2015.

Fundação Procafé. **Boletim de avisos, precipitações em milímetros de chuva.** [S. l.: s. n]. disponível em: <<http://fundacaoprocafe.com.br/estacao-e-avisos/sul-de-minas/boletim-de-aviso/2010>> Acesso em: 08 mai. 2015.

GONÇALVES, R.F.; SIMOES, G.M.S.; WANKE, R. Reuso de águas cinzas em edificações urbanas – estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciências Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, v.3, n, p. 120-131, 2010.

ILHA, M. S. O. *et al* **Conservação de água em escolas da rede municipal de Campinas: estudo piloto.** Seminário da disciplina “Tópicos Especiais em Sistemas Prediais e Energia”, do Programa de Pós-Graduação em Edificações da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA (INMETRO): **Programa brasileiro de etiquetagem e eficiência energética: Bombas centrífugas mancalizadas até 25cv.** [S. l.: s. n], 2015. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/bombas\\_motobombas.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/bombas_motobombas.pdf)> Acesso em: 30 out. 2015.

LOPES, José Denival S. **Construção de barragens de terra.** Viçosa – MG: CTP, 2008. 174p

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não-potável em edificações.** São Paulo. 2004. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2004.

MENEZES, Santos. **Tratamento e reuso de águas cinza para ampliação de áreas verdes.** [S. l.: s. n], 2013. Disponível em: <[file:///C:/Users/Alisson/Downloads/DIRETRIZES\\_PARA\\_IMPLANTACAO\\_DE\\_SISTEMAS\\_DE\\_REUSO\\_DE\\_AGUA\\_EM\\_CONDOMINIOS%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Alisson/Downloads/DIRETRIZES_PARA_IMPLANTACAO_DE_SISTEMAS_DE_REUSO_DE_AGUA_EM_CONDOMINIOS%20(2).pdf)>. Acesso em: 18 set. 2015.

NETTO, Azevedo. **Manual de hidráulica.** 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher. 1998. p.465-473.

PREFEITURA DE SÃO PAULO: **Secretaria municipal de infraestrutura urbana e obras: Tabelas de custos.** [S. l.: s. n], 2015. Disponível em:

<[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/tabelas\\_de\\_custos/index.php?p=204451](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/tabelas_de_custos/index.php?p=204451)> Acesso em: 02 set. 2015.

PHILIPPI, Arlindo *Jret al* **Reúso de água.** 1. ed. 1. Barueri: Manole, 2003. p. IX-XVII; 1-34.

PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento. **Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento:** visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos – 2003. Brasília: MCIDADES. SNSA: IPEA, 2004.

PRADO, Joice Brado.[S. l.: s. n], abr/2006. Disponível em:

<[http://www3.ufpa.br/larhima/Material\\_Didatico/Graduacao/TCC/Joyce\\_PDF/TCC%20Joyce.pdf](http://www3.ufpa.br/larhima/Material_Didatico/Graduacao/TCC/Joyce_PDF/TCC%20Joyce.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2015.

REBOUÇAS, Cunha. **Uso inteligente da água.** [S.I.]: Escrituras, 1999. Disponível em:<[https://books.google.com.br/books?id=C8Z8G2sHEmoC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=C8Z8G2sHEmoC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 11 abr. 2015.

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água.** Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretária de Política Urbana, 38 p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento Técnico de Apoio; E1), 1998.

SINDUSCON. **Conservação e reúso de água em edificações.** São Paulo. Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível

em:<[http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual\\_agua\\_em\\_edificacoes.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_agua_em_edificacoes.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2015.

SEMPRESUSTENTAVEL. **Projetos experimentais de baixo custo,** [S. l.: s. n], 2013. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>> Acesso em: 01 mai. 2015.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água:** interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. Navegar Editora, São Paulo, 2000. 250 p.

**APÊNDICE A - PESQUISA DE CAMPO FEITA COM OS MORADORES DO  
EDIFÍCIO (17)**

Nome do morador entrevistado	Apto	Nº. de moradores	Maquina de Lavar Roupa (Nº. de utilização semanal)	Nível de volume da máquina de lavar roupa	Tanque (utilização semanal em minutos)
Morador 01	101	3	3	Alto	13,45
Morador 02	102	2	2	Médio	4,3
Morador 03	103	1	1	Médio	16,15
Morador 04	104	2	2	Alto	16,15
-	201	-	-		0
Morador 05	202	3	3	Alto	11,3
Morador 06	203	1	1	Médio	9,15
-	204	-	-		0
Morador 07	301	2	3	Alto	4,3
Morador 08	302	1	1	Médio	11,3
Morador 09	303	1	2	Médio	2,15
Morador 10	304	2	2	Alto	2,15
Morador 11	401	3	3	Alto	4,3
-	402	-	-		0
Morador 12	403	2	1	Alto	9,15
Morador 13	404	2	2	Alto	9,15
OBS: Todos os moradores residem no edifício à mais de três (3) meses					
Total de moradores do edifício			25		

Morador entrevistado	Apto	Nº. DE UTILIZAÇÃO SEMANAL		TEMPO MÉDIO DAS ATIVIDADES (em minutos)		TEMPO TOTAL em minutos semanais
		Limpeza doméstica	Lavagem de roupa	Limpeza doméstica (2,15min por utilização)	Lavagem de roupa (7min por utilização)	
Morador 01	101	3	1	6,45	7	13,45
Morador 02	102	2		4,3	0	4,3
Morador 03	103	1	2	2,15	14	16,15
Morador 04	104	1	2	2,15	14	16,15
-	201			0	0	0
Morador 05	202	2	1	4,3	7	11,3
Morador 06	203	1	1	2,15	7	9,15
-	204			0	0	0
Morador 07	301	2		4,3	0	4,3
Morador 08	302	2	1	4,3	7	11,3
Morador 09	303	1		2,15	0	2,15
Morador 10	304	1		2,15	0	2,15
Morador 11	401	2		4,3	0	4,3
-	402			0	0	0
Morador 12	403	1	1	2,15	7	9,15
Morador 13	404	1	1	2,15	7	9,15

## APÊNDICE B – RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA CINZA



### RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA Nº 126549/2015-0 Processo Comercial Nº 11546/2015-2

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

<b>Empresa solicitante:</b>	Alisson César Rodrigues
<b>Endereço:</b>	Rua Chile, 180 - - Parque das Américas - Varginha - MG - CEP: 37.030-060 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Alisson César Rodrigues

#### DADOS REFERENTES A AMOSTRA

<b>Identificação do Cliente:</b>	Efluente/ Condomínio Vila Romana		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Efluente		
<b>Coletor:</b>	Interessado	<b>Data da coleta:</b>	18/05/2015 12:50:00
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	19/05/2015 12:47	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	02/06/2015

#### RESULTADOS PARA A AMOSTRA

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos
Cor	CU	5	71,7
Turbidez	NTU	0,1	47,9
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5	38
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	1831
DBO	mg/L	44	140
DQO	mg/L	30	257
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100mL	1	< 1

#### Notas:

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

...

#### Abrangência

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).  
Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

#### Dados de Origem

Resumo dos resultados da amostra nº 126549/2015-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 126549/2015-0 - Piracicaba, 126549/2015-0 - Belo Horizonte anexados a este documento.  
**Declaração de Conformidade**

Chave de Validação: 61f1381cb698c6ec528988524796e65

  
Juliana Bombasaro  
Controle de Qualidade  
CRQ 04169985 - 4ª Região

  
Marcos Ceccatto  
Diretor Técnico  
CRQ 04364387- 4ª Região



**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 126549/2015-0 - Belo Horizonte**  
Processo Comercial N° 11546/2015-2

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

Empresa solicitante:	Alisson César Rodrigues
Endereço:	Rua Chile, 180 - - Parque das Americas - Vargem - MG - CEP: 37.030-060
Nome do Solicitante:	Alisson César Rodrigues

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

Identificação do Cliente:	Efluente/ Condomínio Vila Romana		
Amostra Rotulada como:	Efluente		
Coletor:	Interessado	Data da coleta:	18/05/2015 12:50:00
Data da entrada no laboratório:	19/05/2015 12:47	Data de Elaboração do RE:	02/06/2015

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Cor	---	CU	5	71,7	7,2	20/05/2015 09:00
Turbidez	---	NTU	0,1	47,9	2,4	19/05/2015 17:00
DBO	---	mg/L	44	140	21	20/05/2015 10:00
DQO	---	mg/L	20	257	39	20/05/2015 12:00
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	---	NNP/100mL	1	< 1	n.a	19/05/2015 12:50

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável

n.a = Não Aplicável

Incerteza = Incertezas expandidas (U), que é baseada na incertezas padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2)

---

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente a(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Chave de Validação: b1f1382cb698c4ec523938524790z65

  
 Coordenadora do Laboratório  
 Sônia Regina Silva



**RELATORIO DE ENSAIO N° 126549/2015-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 11546/2015-2

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Alisson César Rodrigues
<b>Endereço:</b>	Rua Chile, 180 - - Parque das Américas - Varginha - MG - CEP: 37 030-060
<b>Nome do Solicitante:</b>	Alisson César Rodrigues

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Efluente Condomínio Vila Romana		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Efluente		
<b>Coletor:</b>	Interessado	<b>Data da coleta:</b>	18/05/2015 12:50:00
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	19/05/2015 12:47	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	02/06/2015

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetro:	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Sólidos Suspensos Totais	---	mg/L	5	38	5,7	21/05/2015 14:00
Sólidos Dissolvidos Totais	---	mg/L	5	1831	170	21/05/2015 14:00

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece e Bioagri Ambiental Ltda

LQ / Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável

n.a = Não Aplicável

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2)

---

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

**Responsabilidade Técnica**

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda - Matriz, situada na Rua Aljevíl Martini, 177-201, Bairro Dois Corregos, Cep: 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4º Região sob nº 16080. É a responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto, CRQ nº 04364387, 4ª Região

**Referências Metodológicas**

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

Sólidos: SMWW, 22ª Edição, 2012 - Método 2540 A, B, C, D, E

**Revisores**

Joseli Karuna Forti

Chave de Validação: b1f1382cb598c3ec42898552470b4e65

*Juliana Bombasoro*  
Juliana Bombasoro  
Controladora de Qualidade  
CRQ 04469985 - 4ª Região

*Marcos Ceccatto*  
Marcos Ceccatto  
Diretor Técnico  
CRQ 04364387 - 4ª Região

## APÊNDICE C – CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	VR UN	TOTAL
<b>TOTAL DO ORÇAMENTO</b>				<b>98.481,25</b>
<b>SERVIÇOS</b>				<b>8.205,89</b>
<b>MATERIAIS</b>				<b>28.375,36</b>
<b>EQUIPAMENTOS</b>				<b>61.900,00</b>
<b>OBRA CIVIL</b>				<b>8.205,89</b>
<b>REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA</b>				<b>4.342,86</b>
<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>				<b>3.357,96</b>
ESCAVAÇÃO MANUAL, PROFUNDIDADE IGUAL OU INFERIOR A 1,50M	M³	63,67	44,00	2.801,48
ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ AVALIACAO VISUAL DA COMPACTACAO	M³	63,67	8,74	556,48
<b>PAVIMENTAÇÃO</b>				<b>984,90</b>
DEMOLICAO DE PAVIMENTO ASFALTICO, FAIXAS MENORES OU IGUAIS A 2,00 M	M²	30,00	6,12	183,60
PAVIMENTO ASFALTICO COM PMF (PRE-MISTURADO A FRIO), ESPESSURA DA CAPA DE 3,5 CM, EXCLUSIVE BASE	M²	30,00	26,71	801,30
<b>FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS</b>				<b>3.863,04</b>
<b>BASE PARA RESERVATÓRIO</b>				<b>3.863,04</b>
ESCAVAÇÃO MANUAL, PROFUNDIDADE IGUAL OU INFERIOR A 1,50M	M³	6,40	44,00	281,60
FORMA COMUM DE TABUA PINUS	M²	7,00	53,23	372,61
CONCRETO USINADO 20 MPA	M³	3,58	311,32	1.114,53
AÇO CA-50 DOBRADO E ARMADO	Kg	465,40	4,50	2.094,30

<b>MATERIAIS E INSTALAÇÕES</b>				<b>28.375,36</b>
<b>REDE DE DISTRIBUIÇÃO</b>				<b>28.375,36</b>
TORNEIRA CURTA JARIM METAL CROMADO 1128 AM 1/2	UND	32,00	17,50	560,00
VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL - 2 .1/2" (75mm)	UND	1,00	199,42	199,42
REGISTRO DE ESFERA PVC SOLDAVEL 2.1/2" (75mm)	UND	3,00	58,00	174,00
BUCHA DE REDUÇÃO CURTA PVC DN 40 x 32	UN	1,00	5,04	5,04
BUCHA DE REDUÇÃO LONGA PVC DN 50 x 25	UN	1,00	6,45	6,45
BUCHA DE REDUÇÃO LONGA PVC DN 50 x 32	UN	2,00	6,95	13,90
BUCHA DE REDUÇÃO LONGA PVC DN 75 x 32	UN	3,00	9,43	28,29
CRUZETA PVC DN 50	UN	1,00	21,60	21,60
JOELHO 45° PVC DN50	UN	2,00	10,56	21,12
JOELHO 45° PVC DN50 x 40	UN	1,00	11,25	11,25
JOELHO 45° PVC DN25	UN	1,00	3,22	3,22
JOELHO 45° PVC DN75 x 50	UN	1,00	49,70	49,70
JOELHO 45° PVC DN75	UN	5,00	46,43	232,15
JOELHO 45° PVC DN32	UN	3,00	5,05	15,15
JOELHO 90° PVC DN75	UN	8,00	64,83	518,64
JOELHO 90° PVC DN75 x 60	UN	1,00	49,85	49,85
JOELHO 90° PVC DN60 x 50	UN	1,00	23,09	23,09
JOELHO 90° PVC DN25	UN	35,00	3,98	139,30
JOELHO 90° PVC DN32 x 25	UN	35,00	4,00	140,00
JOELHO 90° PVC DN75 x 50	UN	1,00	65,23	65,23
JOELHO 90° PVC DN50	UN	6,00	7,90	47,40
TÊ PVC DN50	UN	1,00	23,80	23,80
TÊ PVC DN75	UN	4,00	53,43	213,72
TÊ PVC DN75 x 32	UN	1,00	41,47	41,47
TÊ 45° PVC SOLDAVEL DN75	UN	1,00	17,50	17,50
TÊ DE REDUÇÃO PVC DN50 x 32	UN	3,00	17,70	53,10
TÊ DE REDUÇÃO PVC DN75 x 32	UN	23,00	49,35	1.135,05
TÊ DE REDUÇÃO PVC DN32 x 25	UN	1,00	8,70	8,70
LUVA PVC DN25	M	1,00	2,00	2,00

CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM,	UND	3,00	11,26	33,78
CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 125 MM,	UND	4,00	14,70	58,80
CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 150 MM,	UND	4,00	16,98	67,92
TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM	UND	2,00	20,86	41,72
REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 X 125 MM,	UND	1,00	19,29	19,29
REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 125 X 100 MM,	UND	2,00	17,32	34,64
TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM	M	36,00	19,91	716,76
TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 125 MM		24,00	28,56	685,44
TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM	M	6,00	39,55	237,30
TUBO PVC SOLDAVEL MARROM DN60	M	14,00	16,95	179,76
TUBO PVC SOLDAVEL MARROM DN50	M	55,00	11,07	608,85
TUBO PVC SOLDAVEL MARROM DN75	M	773,00	23,62	18.258,26
TUBO PVC SOLDAVEL MARROM DN40	M	59,00	8,95	528,05
TUBO PVC SOLDAVEL MARROM DN32	M	155,00	17,83	2.763,65
TUBO PVC SOLDAVEL MARROM DN25	M	25,00	12,84	321,00
<b>EQUIPAMENTOS</b>				<b>61.900,00</b>
<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENO DE ÁGUA CINZA</b>				<b>35.000,00</b>

FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA	UN	1,00	35.000,00	35.000,00
<b>BOMBA CENTRIFUGA MONOESTÁGIO BCR - 2000</b>				<b>400,00</b>
FORNECIMENTO DE BOMBA CENTRIFUGA MONOESTÁGIO ROTOR FECHADO BC - 2000	UN	1,00	400,00	400,00
<b>RESERVATÓRIO METÁLICO ELEVADO V=28m<sup>3</sup></b>				<b>25.000,00</b>
FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE RESERVATÓRIO METÁLICO ELEVADO TIPO TAÇA V=28 m <sup>3</sup> , SOBRE A BASE DE SUSTENTAÇÃO.	UN	1,00	25.000,00	25.000,00
<b>FILTRO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA</b>				<b>1.500,00</b>
FILTRO VFI RESIDENCIAL	UN	1,00	1.500,00	1.500,00

## APÊNDICE D – PROJETOS

## ANEXO A – CONTA DE ÁGUA FORNECIDA PELA AGÊNCIA DE ABASTECIMENTO


**NOTA FISCAL / FATURA DE SERVIÇOS**

 Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
 Rua: Mar de Espanha, 525 - Santo Antônio - Belo Horizonte - MG / CEP: 30.330-900  
 CNPJ: 17.251.106/0001-03 - Insc. Est: 052.000.139.00-14

 AGÊNCIA  
 MAIS  
 RÓXIMA

 R ESTEV. M BRAGA SOBRINHO 27  
 CENTRO  
 De 08:00 às 17:00

 Fale com a  
 COPASA **115**

Pág. 01/01

 CONDOMÍNIO RESIDENCIAL VILLA ROMANA  
 R EXISTENTE DOIS 100 BL 17 RESIDENCIAL VILA ROMANA  
 /ARGINHA DOIS MG  
 37033-003

REFERÊNCIA DA FATURA					IDENTIFICADOR USUÁRIO	MATRÍCULA
Numero	Data de Emissão	Data de Apresentação	Mês	Grupo		
01 15 14182621-2	25/03/2015	30/03/2015	03/2015	769	0 012 939 435 1	0 012 831 376 5

IDROMETRO	LEITURA			CONSUMO FATURADO		QUANTIDADE DE UNIDADES ATENDIDAS						
	Atual	Anterior	Próxima	Dias	m <sup>3</sup>	Litros	Serviço	Social	Residencial	Comercial	Industrial	Pública
A10N 0503008	1343	1260		28	96	96.000	Água		16			
	23/03/2015	23/02/2015	23/04/2015				Esgoto		16			

HISTÓRICO DE CONSUMO				TARIFA							
Volume Faturado Litros	Dias entre medições	Media Diária Litros	Faixas de consumo em 1.000 litros	Consumo da faixa em 1.000 litros	Unidades Atendidas	Volume Total	R\$ / Mil Litros Água	Valor Água R\$	R\$ / Mil Litros Esgoto	Valor Esgoto R\$	Sub Total R\$
96.000	28	3.428	MINIMO	6,00	16	96,00		221,76		200,00	421,76
109.000	32	3.406									
96.000	30	3.200									
96.000	32	3.000									
96.000	30	3.200									
96.000	30	3.200									
96.000	31	3.096									
96.000	30	3.200									
106.000	29	3.655	SOMA	6,00		96,00	0,00	221,76	0,00	200,00	421,76
111.000	32	3.468									
102.000	30	3.400									
96.000	33	2.909									

CONSUMO MÉDIO		DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS / LANÇAMENTOS	
m <sup>3</sup>	litros		
7,6	78000	ABASTECIMENTO DE AGUA	221,76
		ESGOTO DINAMICO COM COLETA E TRATAMENTO - EDT	200,00

SEU CONSUMO/CUSTO DIÁRIO	
3.428 litros de água	
Água	Esgoto
7,92	7,14

TRIBUTOS INCIDENTES SOBRE O FATURAMENTO: PIS, COFINS - VALOR (R\$29.811,VIDE NOTA 1 NO VERSO)

 POUPE TEMPO: DÉBITO AUTOMÁTICO  
 MELHOR PARA VOCE - CONSULTE SEU BANCO.

**INFORMAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA**  
 (Parte Nº 2364, Artº da Saúde Dec. Nº 5440)

Índice:	Número de Amostras				
	Duro	Coliformes Totais	Cor	Escherichia coli	Fluoreto (l) Turbidez
Méio	103	103	29	103	0
Até 1000 ml	103	103	29	103	29
1000 a 10000 ml	0	0	0	0	0
10000 a 100000 ml	0	0	0	0	0
100000 a 1000000 ml	0	0	0	0	0

Significado dos parâmetros: vide verso

**VENCIMENTO**

11/04/2015

**TOTAL A PAGAR**

\*\*\*\*\*R\$421,76

**INFORMAÇÕES GERAIS**

ECONOMIZE 30 POR CENTO DE AGUA. PARA NAO FALTAR, CADA GOTA CONTA. A DEFESA CIVIL INFORMA: EM CASO DE RAIO NAO PRATIQUE ESPORTE EM LOCAL ABERTO.

## ANEXO B – RESULTADO DE SONDAAGEM DO SOLO

 <b>SOENF CONSULTORIA LTDA</b> Mecânica dos Solos REGISTRO NO CREA/MG: 22.846	<b>SONDAGENS, ENSAIOS E FUNDAÇÕES</b>	
	A.R.T. CREA/MG: 40698495	Data: 14/Junho/2010
	Trabalho nº: SS-404.05/2010	Folha Nº: 16/17

Furo nº: SP: 14	Côta em relação ao Levtº topográfico: 829,60	Nível d água: N.F.E.	Limite da sondagem: 0,10 m (3 = ou > que 30 SPT)
--------------------	-------------------------------------------------	-------------------------	-----------------------------------------------------

Prof.(m) do RN	1º 15	2º 15	3º 15	N *	Kg cm2	Grau de compactação	Identificação do material (Passagem) da boca do furo	Gráfico dos golpes (Resistência)				
								10	20	30	40	50
826,50					18.000	Muito compacto	← A					
2							Feito LT					
4							1º 5 min./1cm					
5							2º 5 min./0cm					
6							3º 5 min./0cm					
7												
8												
9												
10												
11							Os resultados acima					
12							servem também para					
13							cinco tentativas num					
14							raio de 1,50 e 5,00 m.					
15												
16												
17												
18												

Identificação das camadas: A,  LEGENDA ESPECÍFICA DESTA FOLHA

A: 0,00 a 0,10 - Argila pouco arenosa, marrom (camada vegetal): grama)  
Limite da sondagem: Rocha

OBS: num raio de 1,50 metros do SP-14, foram feitas mais três tentativas, e depois, mais duas tentativas num raio de 5,00 metros (não houve penetração)

Feito L T também nas tentativas: SP-14A, SP-14B, SP-14C, SP-14D e SP-14E

\* (N = SPT)

Endereço da obra: Conj. Hab. Residencial das Minas Gerais - Alta Villa - Varginha/MG	Ass:
Contratante: Habti Empreendimentos Imobiliários Ltda	

Fone: (35) 9979-0585 E-mail: moacirsoenf@ig.com.br