

N. CLASS.	628.162
CUTTER	E43a
ANO/EDIÇÃO	2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS**

**ENGENHARIA CIVIL**

**RAFAELA MAIOLINI ELIZIÁRIO**

**AVALIAÇÃO DO REÚSO DE ÁGUAS EM UMA RESIDENCIA NO MUNICÍPIO DE  
VARGINHA/MG**

**Varginha/MG  
2015**

**RAFAELA MAIOLINI ELIZIÁRIO**

**AVALIAÇÃO DO REÚSO DE ÁGUAS EM UMA RESIDENCIA NO MUNICÍPIO DE  
VARGINHA/MG**

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

**Varginha/MG  
2015**

**RAFAELA MAIOLINI ELIZIÁRIO**

**AVALIAÇÃO DO REÚSO DE ÁGUAS EM UMA RESIDENCIA NO MUNICÍPIO DE  
VARGINHA/MG**

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

Aprovado em     /     /

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

---

Prof. Ma. Ivana Prado de Vasconcelos

---

Prof. Oswaldo Henrique Barolli Reis

OBS:

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado força e saúde para superar todos os obstáculos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior, pelas suas correções e pelo suporte ao pouco tempo que lhe coube.

Aos meus pais e noivo, pelo amor e incentivo.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

## RESUMO

Trata-se este trabalho da busca de alternativas para suprir a falta de água nos dias atuais. Tendo em vista a importância da água para a vida do ser humano em geral, torna-se necessário preservá-la para fins potáveis, sendo utilizada da forma mais diversificada possível, incluindo aqueles serviços que tem um contato direto com o ser humano, na qual a utilização do recurso de reutilização da água não seria o essencial. Fazer a reutilização de águas que saí do sistema de aparelhos sanitários e lavanderia, tais como lavatórios, chuveiros, máquina de lavar roupa, tanque e outros, chamado esse processo da água descartada de águas cinza, utilizado para fins não potáveis, que seria utilizada com o fito de lavar áreas externas de uma residência, utilizar essa água no sistema de descarga, dentre inúmeros outros afazeres. Ao final deste trabalho mostraremos como será feito a coleta de águas cinza, onde será o seu armazenamento e tratamento, dimensionamento para que a água cinza seja reutilizada na descarga e lavagem de área externa de uma residência unifamiliar e o tempo de retorno para que esta economia seja válida.

**Palavras – chaves:** Água Cinza. Reutilização. Potáveis.

## **ABSTRACT**

*It is this work of seeking alternatives to address the lack of water today. Given the importance of water for the life of the human being in general, it is necessary to preserve it for potable purposes, being used in the most diversified as possible, including those services that have a direct contact with humans, in which the use of water re-use would not be essential. Make the reuse of water coming out of the sanitary appliances and laundry system, such as sinks, showers, washing machine, tank and others, called this water process discarded gray water used for non-potable purposes, which would be used to the aim washing external areas of a residence, using this water in the exhaust system, among many other duties. At the end of this work show how will be collecting gray water, which is its storage and treatment, sizing so that gray water is reused in the outer area of discharge and washings of a single-family residence and the turnaround time for this economy to be valid.*

**Key - words:** *Grey Water. Reuse. Potable.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de projeto de separação de esgoto. ....	18
Figura 2: Estrutura de tratamento de água cinza. ....	19
Figura 3: Sistema de reuso. ....	21
Figura 4: Vazão de aparelho sanitário ....	22
Figura 5: Residência estudada. ....	28
Figura 6: Parâmetros e características para água de reuso classe 1 ....	32
Figura 7: Parâmetros e características para água de reuso classe 2.....	33
Figura 8: Coleta de água na caixa sifonada. ....	34
Figura 9: Tanque de armazenamento de água cinza.....	35
Figura 10: Reservatório superior para a distribuição de águas cinza. ....	35
Figura 11: Filtro purificador. ....	36
Figura 12: Desempenho da bomba submersa vibratória. ....	37
Figura 13: Modelo de bomba submersa vibratória.....	37
Figura 14: Boia de nível. ....	38
Figura 15: Subcoletor 1 e sua declividade.....	46
Figura 16: Subcoletor 2 e sua declividade.....	47
Figura 17: Subcoletores 3, 4, 5 e 6 e sua declividade.....	47
Figura 18: Cálculo da conta.....	58



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Velocidades e vazões máximas em encanamentos prediais .....	24
Quadro 2: Planilha de verificação de pressão em instalações predial. ....	25
Quadro 3: Planilha orçamentaria. ....	26
Quadro 4: Histórico do consumo de água na residência. ....	29
Quadro 5: Histórico do consumo de água na residência. ....	30
Quadro 6: Vazão total de aparelhos sanitários .....	41
Quadro 7: Consumo total ao lavar área externa .....	42
Quadro 8: Comparativo de resultado. ....	43
Quadro 9: Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga. ....	44
Quadro 10: Verificação para tubulações do projeto de esgoto. ....	45
Quadro 11: Dimensionamento de subcoletores e coletor predial. ....	46
Quadro 12: Verificação de ramais e sub-ramais, banheiro suíte I e banheiro suíte II. ....	48
Quadro 13: Verificação de ramais e sub-ramais, banheiro suíte III e banheiro suíte IV. ....	49
Quadro 14: Verificação de ramais e sub-ramais, lavagem de área externa I e banheiro social. ....	50
Quadro 15: Verificação de ramais e sub-ramais, lavagem de área externa II. ....	51
Quadro 16: Verificação de barriletes. ....	52
Quadro 17: Calculo para a verificação de pressão a jusante de colunas e barriletes. ....	53
Quadro 18: Peças utilizadas nas tubulações. ....	54
Quadro 19: Orçamento série esgoto .....	55
Quadro 20: Orçamento série água fria. ....	56
Quadro 21: Orçamento demais produtos .....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AF – Água Fria

Atm – Pressão Atmosfera

BAR – Barrilete

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DBO<sub>5</sub>(20°C) – Demanda Bioquímica de Oxigênio, encubada no período de cinco dias, temperatura 20° Celsius

DN – Diâmetro Nominal

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

IPD – Instituto de Prevenção e Diagnóstico J. Janini

Kgf/cm<sup>2</sup> - Quilograma força por centímetro quadrado

L/hab. Dia – Litro (s) por habitante (s) Dia (s)

m – Metro (s)

m<sup>2</sup> - Metro (s) ao Quadrado

m<sup>3</sup> - Metro (s) ao Cúbico

mca – Metro (s) Coluna Água

mg/L – Miligrama (s) por Litro

ml – Mililitro

pH – Potencial Hidrogeniônico

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

UHC – Unidade Hunter de Contribuição

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Objetivos</b> .....	13
1.1.1 Objetivo Geral.....	13
1.1.2 Objetivo Específico .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>2.1 Importância da Água</b> .....	15
2.1.1 A Importância da Conservação da Água .....	15
<b>2.3 Reuso de Água</b> .....	16
2.3.1 Tipo de Reuso de Água.....	16
2.3.1.1 Reuso Não Potável .....	17
2.3.2 Água Cinza .....	17
<b>2.4 Sistema De Reuso</b> .....	18
<b>2.5 Aspecto Quantitativo das Águas Cinza</b> .....	21
<b>2.6 Verificação de Cálculos do Sistema Hidráulico Residencial</b> .....	21
2.6.1 Volume do Reservatório .....	21
2.6.2 Vazão De Aparelhos.....	22
<b>2.7 Projeto do Sistema de Reuso</b> .....	22
2.7.1 Sistema de Coleta.....	23
2.7.2 Sistema de Distribuição .....	23
<b>2.8 Planilha Orçamentaria</b> .....	25
<b>2.9 Avaliação do Período de Retorno</b> .....	26
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	27
<b>3.1 Falta de Água no Bairro</b> .....	27
<b>3.2 Obtenção de Dados</b> .....	27
<b>3.3 Descrição do Local de Estudo</b> .....	28
3.3.1 Quantidade de Habitantes na Residência.....	29
3.3.2 Histórico do Consumo de Água na Residência .....	29
<b>3.4 Necessidades Básicas para Adotar Água não Potável</b> .....	30
<b>3.5 Padrões de Qualidade da Água para Reuso</b> .....	31
3.5.1 Coleta da Água para Análise .....	33
<b>3.6 Tratamento das Águas Cinza</b> .....	34
<b>3.7 Bombeamento</b> .....	36
3.7.1 Boia de Nível.....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>4.1 Pressão no Sistema</b> .....	39
<b>4.2 Volume Adequado para o Reservatório</b> .....	40
4.2.1 Novo Cálculo para o Volume do Reservatório .....	40
<b>4.3 Vazão de Aparelhos</b> .....	41
<b>4.4 Análise da Qualidade da Água</b> .....	42
<b>4.5 Projeto do Sistema de Coleta de Águas Cinza</b> .....	43
<b>4.6 Projeto do Sistema de Distribuição de Águas Cinza</b> .....	47
<b>4.5 Orçamento</b> .....	54
<b>4.6 Período de Retorno</b> .....	57
<b>5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES</b> .....	60

REFERÊNCIAS .....	61
APÊNDICE 1: Perdas de Cargas Localizada .....	63
APÊNDICE 2: Conta de Água da Residência .....	65
APÊNDICE 3: Planta Baixa da Residência em Estudo.....	67
APÊNDICE 4: Análise de Qualidade da Água Cinza .....	69
ANEXO 1: Projeto Rede Esgoto para Captação de Água Cinza.....	71
ANEXO 2: Projeto de Distribuição de Água Cinza.....	73

## INTRODUÇÃO

Em épocas atuais, são encarados diversas variáveis em relação à utilização de recursos oriundos do meio externo que vivemos. Neste diapasão, é notório o descaso com o meio ambiente, no tocante a sua utilização desarticulada e imoderada. Por muito tempo o ser humano poluiu e utilizou as fontes de recursos naturais, sem se preocupar com a consequência futura do seu uso imoderado. Entretanto, podemos perceber que as questões ambientais relacionadas a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais começam a despertar a atenção da sociedade, de ambientalistas e responsáveis por políticas públicas. Isso posto, esta preocupação tem se mostrado crescente e está, aos poucos, forçando a sociedade a rever as suas práticas no tocante ao uso e gerenciamento dos recursos naturais. Os recursos hídricos fazem parte desta lista que, por muito tempo, foram explorados sem que houvesse regulamentação ou fiscalização acerca da exploração abusiva ou fora dos padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes.

Dentre inúmeros recursos naturais, destaca-se como um dos mais importantes a água. Embora a água seja um recurso renovável, a sua oferta não cresce o suficiente para suprir a demanda. Sempre acaba existindo um déficit, cada vez mais acentuado devido sua utilização e exploração indevidas. A água doce chega a ser considerada, hoje, como um recurso esgotável, tamanho o seu consumo desordenado.

Segundo Mancuso (REÚSO DE ÁGUA, 2003, p. 2) determinada quantidade de água do ecossistema está sempre se transformando em água doce em virtude de um criterioso processo de evaporação e precipitação. Estima-se que 40.000.000m<sup>3</sup> de água sai dos oceanos e são deslocados para a terra, anualmente, gerando a renovação e o suprimento ideal de água doce para a população. Entretanto, o problema surge oriundo de uma má distribuição e da má utilização da água captada.

Com isso, o reuso da água é uma alternativa eficaz que faz com que haja redução do desperdício, pois sua utilização influencia diretamente na quantidade de água retirada da natureza para os processos desenvolvidos pelas empresas, contribuindo para a redução de utilização de água potável, influenciando diretamente na preservação dos recursos hídricos e prevenção do desperdício (LEITE, 2003).

Há inúmeras alternativas que podem auxiliar na proteção e racionamento deste recurso. Uma das soluções viáveis para este problema é a substituição de parte da água potável utilizada em uma residência por águas cinza, com fins diversos, tais como lavagem de áreas externas de uma casa, carros, descargas de banheiros, irrigar jardins, dentre outros,

reduzindo assim a demanda sobre os mananciais. Uma ferramenta bastante útil é aproveitamento da águas cinza, captada de diversas formas e utilizada de inúmeras maneiras e locais, entretanto, deve ser evitado a utilização dessa água em piscinas, chuveiros, etc., pois ao contrário do que se imagina, essa água não apresenta níveis de potabilidade para esses fins.

Outra opção de racionamento e utilização consciente de recursos hídricos trata-se das denominadas águas cinzas. Recebe o nome de águas cinzas aquelas provenientes do chuveiro, banheira, lavatório de banheiro e máquinas de lavar roupas, que em muitas ocasiões são despejadas em redes de esgoto sem que haja uma utilização secundária.

Em nosso país, a expressão “água de reuso” ganhou expressão a partir dos anos 1980, momento que as águas de abastecimento tornaram-se mais cara sua utilização, causando uma onerosidade excessiva no produto final quando utilizadas no processo de fabricação. Com isso, as empresas optaram por reaproveitar seus próprios efluentes, obtendo êxito nesta ação de reutilização (MANCUSO, 2003).

O reuso de águas cinzas em edificações é perfeitamente possível, desde que haja um projeto precípua de captação e armazenamento, respeitando todas as diretrizes a serem analisadas, ou seja, evitar que a água reutilizada seja misturada com a água tratada ou utilizada para fins específicos que exigem a utilização de água potável, como por exemplo a preparação de alimentos. Porém, a qualidade necessária para atender aos usos previstos deve ser rigorosamente avaliada, para a garantia da segurança sanitária.

O presente trabalho irá apresentar algumas das técnicas e processos utilizados para implantação dos sistemas que promovem uma economia no consumo de água tratada através do aproveitamento de água de reuso de águas cinza em uma residência localizada no bairro Parque Mariela no município de Varginha/MG.

## **1.1 Objetivos**

Reutilização de águas cinzas em uma residência unifamiliar.

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é fazer o projeto hidráulico para que ocorra a reutilização de água cinza em uma residência no município de Varginha/MG, com o propósito de obter economia e redução no consumo de água potável com o objetivo de uso para fins não potáveis, devido ao racionamento que vem acontecendo na cidade.

### 1.1.2 Objetivo Específico

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Desenvolver o projeto para a captação de águas cinza;
- Desenvolver o projeto para que seja feita a distribuição de águas cinza;
- Orçamento para o desenvolvimento do projeto;
- Analisar o período de retorno para que este sistema seja lucrativo para o morador;
- Analise para ver se é viável a utilização deste sistema para uma residência já construída.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma análise precisa será feita sobre temas que envolve o reuso de água cinza.

### 2.1 Importância da Água

Há inúmeras formas que podemos descrever a água, mas uma frase resume sua importância: Fonte da vida. Independentemente de qualquer situação ou variável, nós dependemos dela para sobreviver. No entanto, por maior que seja a importância da água, as pessoas não têm a real dimensão do quanto ela é essencial para nossas vidas (GOMES, 2011).

A água é um recurso, oriundo da natureza, que se faz indispensável para qualquer civilização, utilizada para desenvolvimento agrícola e industrial bem como para a utilização em geral pela sociedade. É ainda meio de vida de várias espécies vegetal e animais (GOMES, 2011).

Em relação ao aspecto geográfico, o Brasil é um país privilegiado no que tange à diversidade de bacias aquíferas, rios e nascentes. Entretanto, urge um problema que assola nossa sociedade e cada ano que passa mais notícias acerca da escassez de água são vistas nos mais variados meios de comunicação, com temas relacionados a desastres naturais, seca em determinadas regiões e escassez de recursos naturais, entre outros (GOMES, 2011).

Devido ao papel fundamental que esse recurso essencial que exerce em nossas vidas, abre-se a discussão sobre a possibilidade de falta desse bem natural, e tem se tornado motivo crescente de preocupação pelos especialistas, que temem pela falta desse recurso precioso.

Nesse diapasão, a conscientização sobre a importância da água e do seu consumo torna-se essencial para os brasileiros. Não só na indústria e na agricultura que constatamos desperdícios, mas também no consumo humano diário. Isso posto, cada pessoa tem papel importante de racionamento ante essa situação e é preciso concentrar esforços em prol dessa conscientização (FERREIRA, 2005).

#### 2.1.1 A Importância da Conservação da Água

A escassez de água não é mais um “privilegio” de regiões áridas e semi-áridas já conhecidas em nosso extenso território nacional. Regiões com recursos hídricos abundantes, mas insuficiente para atender a demandas elevadas, também passam por situações específicas



de uso e consumo versus quantidade disponível, que leva a adotar medidas de racionamento, o que impacta diretamente na qualidade de vida (HESPANHOL, 2002).

Com o fito de garantir o equilíbrio entre oferta e demanda de água, é necessário que metodologias e sistemas modernos sejam desenvolvidos e aplicados em prol desse equilíbrio. Há diversas formas para reduzir as perdas e redução da geração de efluentes que contribuem para a gestão de recursos hídricos e racionalização, tais como o reuso, aproveitamento de água das chuvas, reciclagem, redução de perdas e redução da poluição (PEREIRA E SILVA, 2010).

As chamadas “águas de qualidade inferior” (efluentes de processos industriais, esgotos, sobras domésticas, etc.) quando possível devem ser utilizadas como fontes alternativas para uso menos restritivo. O uso de tecnologias deve ser observado e adotado para fomento e desenvolvimento dessas fontes alternativas com o intuito de suprir a demanda (BRASIL et al., 2005, p. 10).

### **2.3 Reuso de Água**

Como modalidade de aproveitamento da água, o reuso de água é o aproveitamento de águas anteriormente utilizadas, quantas vezes forem possíveis, em determinadas atividades, com o fito de suprir e racionalizar esse recurso natural indispensável. Pode ocorrer de forma direta ou indireta (MANCUSO, 2003).

O reuso faz com que haja uma redução na utilização dos mananciais de água potável, pois haverá substituição de sua utilização por uma água de qualidade inferior (HENRIQUE, 2005).

Com a utilização dessas águas de qualidade inferior, grandes volumes de água potável podem ser poupados, contribuindo para um racionamento adequado e preservação do recurso hídrico (HENRIQUE, 2005).

#### **2.3.1 Tipo de Reuso de Água**

O tipo de reuso adotado para esse trabalho será o reuso indireto, onde ele ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial de qualidade inferior, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída.

### 2.3.1.1 Reuso Não Potável

Nessa forma de reuso estão incluídos os usos para descargas sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de carros e lavagens de área externa da residência.

De acordo com a NBR 13.969 (TANQUES SÉPTICOS, 1997, p. 21) diz que:

No caso do esgoto de origem essencialmente doméstico ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc.

### 2.3.2 Água Cinza

Segundo o Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 58), temos que:

Água cinza para reuso é efluente doméstico que não possui contribuição da bacia e pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas, escritórios comerciais, escolas etc.

De acordo com o Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 58), os principais critérios que direcionam um programa de reuso de água cinza são:

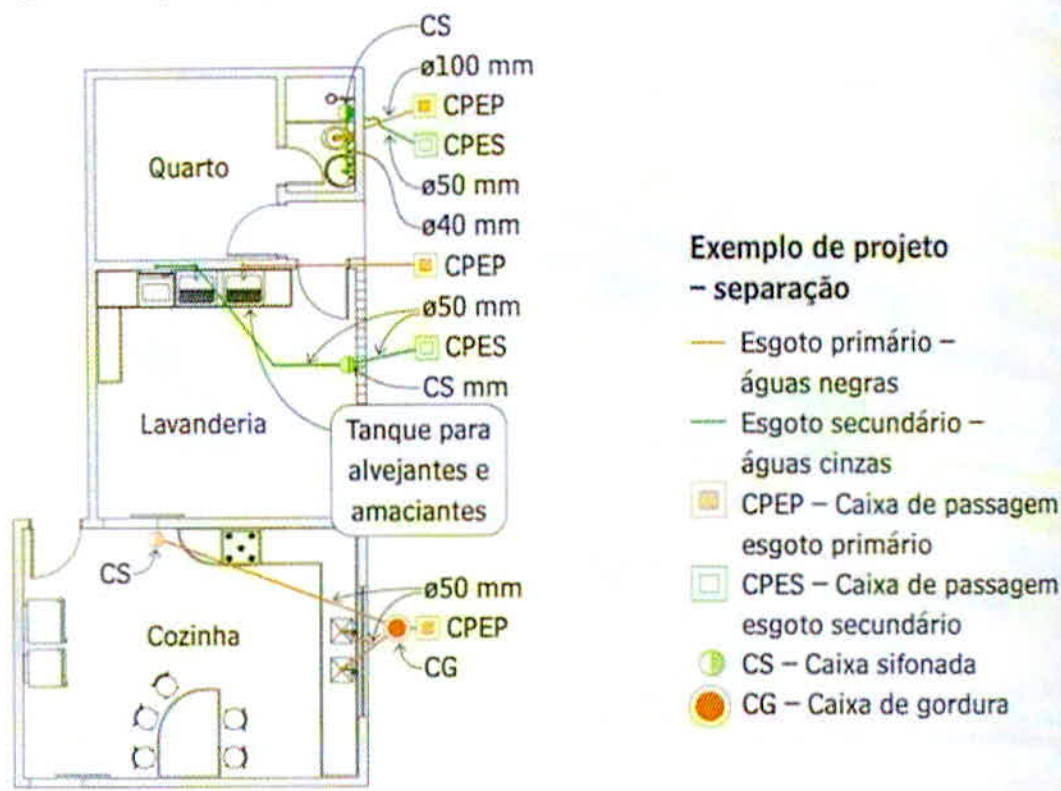
- I. Preservação da saúde dos usuários;
- II. Preservação do meio ambiente;
- III. Atendimento às exigências relacionadas às atividades a que se destina;
- IV. Quantidade suficiente ao uso a que será submetida.

Os componentes presentes na água variam de acordo com a fonte selecionada e, por isso, é possível segregar o efluente de um conjunto de aparelhos sanitários, definido as características da água a ser reutilizada.

Diversos fatores deverão ser observados, sendo que a água cinza é inteiramente passível de estar infectada por microrganismos ou contaminada por diversos fatores, devido a grande flexibilidade de uso dos aparelhos sanitários. Pois é possível que na água utilizada no banho tenha sido feita a limpeza de ferimentos, higienização do corpo após contato com produtos tóxicos ou afins, bem como o fato de possível mistura com secreções humanas, como por exemplo, a urina. (BRASIL et al., 2005, p. 58).

Bazzarella (2005, p. 36) expõe o conceito de saneamento ecológico, que visa a separação dos efluentes de diferentes aparelhos, com a intenção de minimizar ou reutilizar esse material.

Figura 1: Exemplo de projeto de separação de esgoto.



Fonte: Reuso de águas cinzas: Avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências. (SELLA, 2011, p. 22)

Em relação à implantação desse sistema destaca-se que a reutilização da água em edificações é totalmente cabível, desde que destinada ao fim específico para a qual é destinada, evitando que seja misturada com a água tratada e reutilizada para consumo direto.

A reutilização da água cinza faz com que haja uma economia no consumo da água potável, o que, nos dias de hoje, influencia sistematicamente na economia e no controle de gastos, contribuindo para gastos de água potável nas edificações.

## 2.4 Sistema De Reuso

Alguns sistemas têm que ter cuidado quando o assunto é água de reuso de acordo com o Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 50), exemplo:

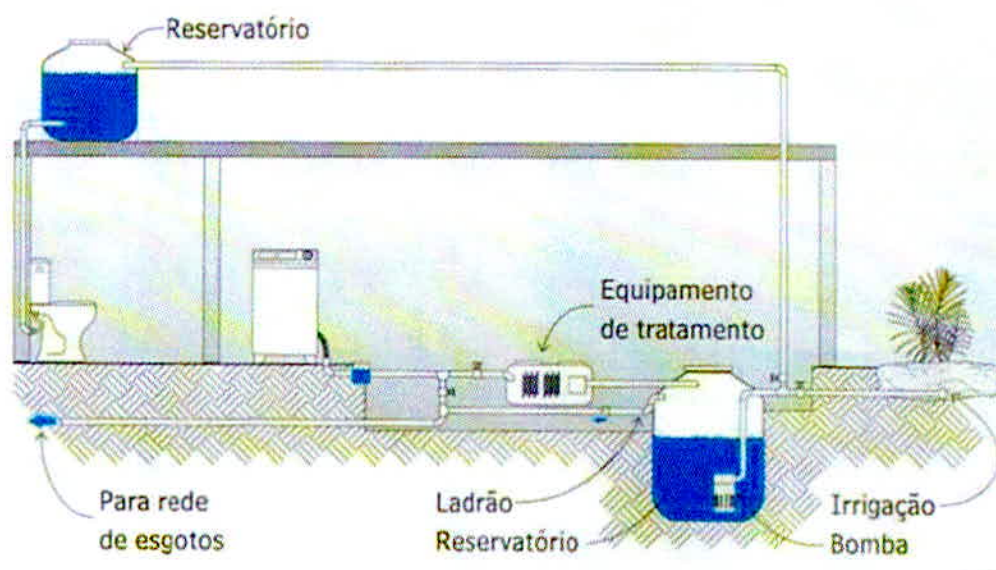
- A. O sistema hidráulico da residência tem que ser totalmente independente do sistema de abastecimento de água potável e o sistema devem ser identificados;
- B. Todo o acesso de água de reuso deve ter acesso restrito;
- C. O reservatório de água de reuso deve ser específico.

Entretanto, é necessário para captação desses efluentes os seguintes itens:

- A. Coletores: um sistema de tubulações que interligue o local de captação, tais como chuveiros, torneiras, etc, até o local de armazenamento;
- B. Armazenamento: é o local que será abrigado o que foi coletado, podendo consistir em caixas d'água, por exemplo;
- C. Tratamento: dependendo da destinação para qual foi captada, haverá o tratamento da água para que possa ser utilizada sem riscos.

De acordo com a figura 2, é possível verificar como seria a estrutura de tratamento de reuso de águas cinza.

Figura 2: Estrutura de tratamento de água cinza.



Fonte: Sistema de reuso de águas cinza. (VIGGIANO, 2005, p.77).

O sistema para que se colete e se utilize a água cinza perpassa pelos seguintes aspectos:

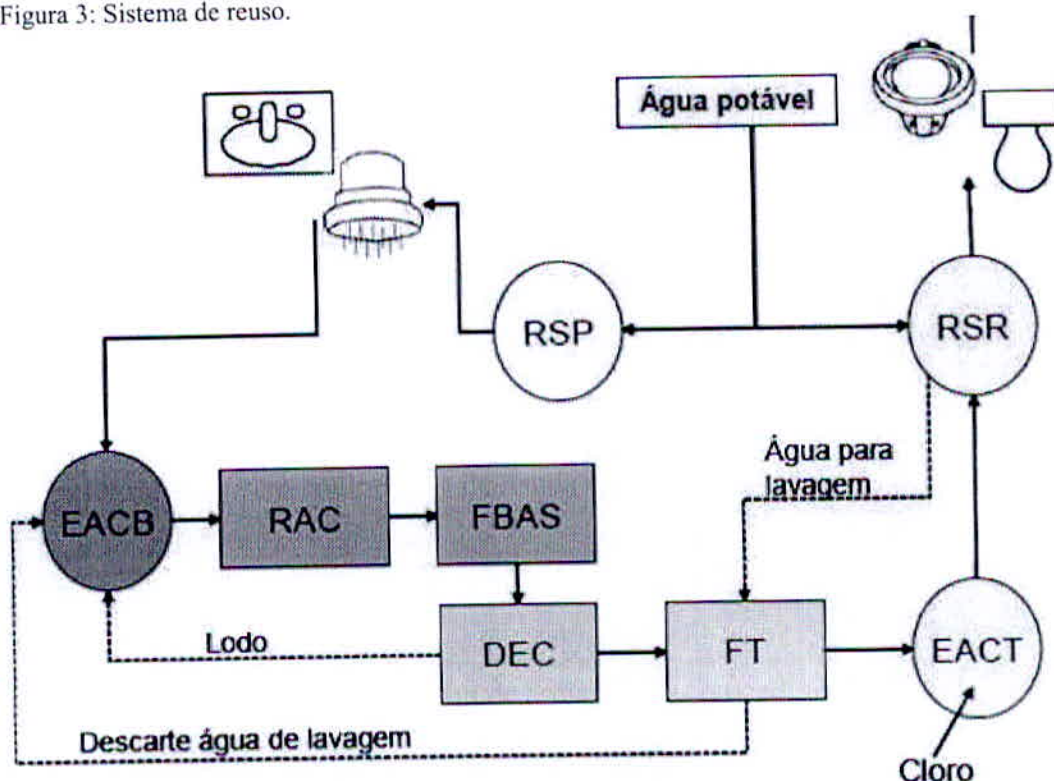
- A. Confirmação dos pontos de coleta e pontos de uso;
- B. Mapeamento das vazões disponíveis;
- C. Verificação do sistema de captação;
- D. Verificação do reservatório que receberá a água;
- E. Verificar a possibilidade de efetuar ou não o tratamento da água;
- F. Efetuar o tratamento da água, caso haja necessidade para consumo;
- G. Verificação do sistema de dimensionamento da água após seu tratamento.

Esquema de utilização do sistema de reutilização da água:

- A. Um reservatório principal de água recebe a água potável, para quando houver necessidade destinar para a utilização em chuveiros, lavatórios, etc;
- B. O efluente proveniente desses aparelhos é encaminhado à base de tratamento (EACB) elevatório de água cinza;
- C. A água cinza é destinada para uma estação de tratamento, passando por um reator anaeróbio, ocorrendo a estabilização da matéria orgânica e sua sedimentação;
- D. Segue para o filtro biológico aerado submerso;
- E. Passa pelo decantador secundário;
- F. Em sequência pelo filtro terciário;
- G. Após tratada, a água cinza parte para a desinfecção, que ocorreria dentro do elevatório de água cinza tratada;
- H. Após tratada, a água é bombeada para o reservatório destinado a águas de reuso, podendo ser utilizada em vasos sanitários e torneiras de jardim.

Com o auxílio da figura 3 é possível verificar como seria um sistema de reuso, com a sua coleta e distribuição.

Figura 3: Sistema de reuso.



Fonte: Reuso de águas cinzas: Avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências. (SELLA, 2011, p. 26).

## 2.5 Aspecto Quantitativo das Águas Cinza

Deve ser levada em consideração para fins quantitativos as características do local e da necessidade de utilização dessa água. Esse fator pode ainda ser agravado ou atenuado de acordo com o local, a estação do ano, a demanda de utilização, o clima, dentre outros inúmeros fatores, que giram em torno da demanda de utilização.

## 2.6 Verificação de Cálculos do Sistema Hidráulico Residencial

Cálculos serão demonstrados a fim de esclarecer os procedimentos que serão feitos.

### 2.6.1 Volume do Reservatório

As análises que serão feitas terão o auxílio de cálculos úteis para mensurar o volume do reservatório necessário para abastecer durante três dias a quantidade de pessoas que moram na residência analisada, onde o cálculo utilizado será de:

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

Onde:

- Q – Volume do reservatório;
- P - Número de pessoas;
- V – Número médio de litros/habitantes;
- D – Número de dias

### 2.6.2 Vazão De Aparelhos

A quantidade de água que uma bacia sanitária (vaso sanitário) gasta ao se dar uma descarga, o consumo de um lavatório e a quantidade de água que gasta para a lavagem da área externa da residência e a quantidade de água que gasta para fazer a rega de um jardim.

A vazão de consumo em cada aparelho da residência se faz em relação ao consumo total de água em cada mês, como é mostrado na figura 4.

Figura 4: Vazão de aparelho sanitário

Atividade	Número de Vezes	Consumo
Lavar Roupa	2/semana	486 L = 16,7 L/dia
Escovar os Dentes	2/dia	1,0 L
Tomar Banho com Chuveiro Elétrico	2/dia	30,0 L
Lavar as Mãos	2/dia	1,0 L
Lavar Louça	2/dia	40,0 L
Acionamento de Descarga	3/dia	30,0 L
<b>Total</b>		<b>120,0 L / habitante / dia</b>

Fonte: Contrato SABESP/USP. Projeto de pesquisa Sabesp, programa de economia de água de consumo doméstico/Usos Racionais da Água (Site:WWW.sabesp.com.br).

O consumo de área externa, pisos e jardins, pode se dar por uma estimativa de consumo de 3L/m<sup>2</sup>/dia nos jardins e para lavagem de pisos 4 L/m<sup>2</sup>/dia (PHILIPPI, 2006 apud SELLA, 2011, p. 34).

### 2.7 Projeto do Sistema de Reuso

A edificação que utilize do sistema de reuso das águas deverá atentar para a correta captação e armazenamento dessa água, para que ele possa sofrer um tratamento adequado e posteriormente ser utilizada em situações específicas. Com um projeto básico de

implantação poderá se chegar ao gasto para implantação do sistema. Com isso, projetou-se o sistema de coleta, de tratamento e de distribuição das águas cinza.

### 2.7.1 Sistema de Coleta

O sistema de coleta das águas cinza deve obedecer rigorosamente às exigências estabelecidas na NBR 8160: 1999, que traz exigências e recomendações acerca do projeto, execução e manutenção dos sistemas de esgoto, primando pela higiene, a segurança e o conforto para os usuários desse sistema. (Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução, 1999, p. 1).

O dimensionamento dos componentes do sistema de esgoto deve ser realizado pelo método hidráulico ou pelo método das Unidades Hunter de Contribuição (UHC). (Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução, 1999, p. 15).

### 2.7.2 Sistema de Distribuição

Em relação ao sistema de distribuição das águas cinza já tratadas, é importante seguir as recomendações previstas na NBR 5626: 1998, que traça as exigências e recomendações para a correta realização e implantação do projeto, bem como sua execução e manutenção das instalações prediais de água fria (Instalações Predial de Água Fria, 1998, p.2).

O procedimento mais utilizado para o dimensionamento das tubulações prediais de água fria está previsto no anexo A da norma em epígrafe, que traz uma tabela com os parâmetros utilizados para facilitar os cálculos, que seguem a seguir (Instalações Predial de Água Fria, 1998, p. 33):

- A. Identificação dos trechos da tubulação;
- B. Somam-se os pesos que cada trecho deve atender;
- C. Calculada vazão;
- D. Determinação do diâmetro de cada tubo;
- E. Calculada velocidade da água;
- F. Calculada perda de carga unitária;
- G. Verificação das diferenças de cota, definindo sinal positivo para trechos de descida e sinal negativo para trechos de subida;
- H. Avaliação se há ou não pressão disponível;



- I. Definição do comprimento da tubulação;
- J. Cálculo da perda de carga total nos trechos;
- K. Verificação da pressão dinâmica disponível nos pontos de consumo.

Com o intuito de determinar o diâmetro de cada trecho, o cálculo de vazão será demonstrada pela fórmula a seguir, conforme o estabelecido na NBR 5626 (Instalações Predial de Água Fria, 1998, p. 28).

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

Onde:

- Q – Vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;
- $\Sigma P$  – Soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

O diâmetro para cada trecho pode ser determinado segundo o quadro 1 de velocidade e vazões máximas em encanamentos prediais, de acordo com Netto (1998, p.564).

Quadro 1: Velocidades e vazões máximas em encanamentos prediais

VELOCIDADES E VAZÕES MÁXIMAS EM ENCANAMENTOS PREDIAIS					
DIÂMETROS DN	SEÇÃO m <sup>2</sup>	VELOCIDADE m/s	VAZÃO MÁXIMA		
			l/s	m <sup>3</sup> /dia	
(1/2)	15	0,00013	1,60	0,20	17
(3/4)	20	0,00028	1,93	0,55	47
(1)	25	0,00049	2,21	1,10	95
(1 1/4)	30	0,00080	2,50	2,00	173
(1 1/2)	40	0,00112	2,73	3,00	260
(2)	50	0,00196	3,00	5,90	508
(2 1/2)	60	0,00283	3,00	8,50	734
(3)	75	0,00442	3,00	13,26	1146
(4)	100	0,00785	3,00	23,55	2035
(5)	125	0,01226	3,00	36,78	3178

Fonte: AZEVEDO NETTO et al. 1998.

Para o cálculo da perda de carga unitária na tubulação, foi usada a equação em sequência de acordo com a NBR 5626 (Instalações Predial de Água Fria, 1998, p. 29).

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

Onde:

- J – Perda de carga unitária, m/m;
- Q – Vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;
- d – Diâmetro interno do tubo, em milímetros.

De acordo com o modelo de planilha utilizada pela NBR 5626 (Instalações Predial de Água Fria, 1998, p.32) para a verificação da pressão disponível a jusante de cada trecho da tubulação, como pode ser verificado no quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Planilha de verificação de pressão em instalações predial.

CÁLCULO DOS BARRILETES									
Trecho	Q l/s	Ø mm	V m/s	J m/m	L		hf m	P montante	P jusante
					Tubo	Conexões			

Fonte: NBR 5626 – Instalações predial de água fria.

Para a verificação da perda de carga que cada barrilete e AF sofrerão, será utilizada a tabela de perdas de cargas localizada segundo Creder (2006, p.27), como pode ser visto no apêndice I.

## 2.8 Planilha Orçamentaria

A planilha orçamentária tem uma função de extrema importância que visa registrar a quantidade e o custo de cada serviço realizado.

Para o orçamento que será realizado, os materiais serão cotados em lojas de materiais de construção da mesma cidade.

Através da quadro 3 será mostrado um modelo de como é a tabela para o orçamento.

Quadro 3: Planilha orçamentaria.

ORÇAMENTO					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PR. UNITÁRIO	PR. TOTAL

Fonte: Produção própria.

## 2.9 Avaliação do Período de Retorno

O tempo de retorno para o investimento feito da separação das águas cinza será verificado através do valor anual economizado em relação a conta de água oriunda da concessionária (COPASA, 2015) que distribui a água no local.

Através do valor da conta de água do mês emitido pela concessionária e o custo da inserção do sistema de captação de águas cinza, será possível se chegar ao retorno almejado, ou seja, o tempo que este investimento gastara para sanar o que foi gasto.

Para atingir o valor que será considerado para o cálculo do consumo de água, será utilizado o volume de água consumida que está presente na conta de água apêndice 2, menos o valor que será economizado através o reuso de águas cinza. Com o auxílio do site da concessionária (COPASA, 2015), é possível realizar o cálculo da grandeza em reais que será cobrada para o volume de água que será considerado.

A fórmula a seguir representa o cálculo para chegar ao período de retorno do investimento realizado. (SELLA, 2011, p. 65).

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

Onde:

- n – o número de anos;
- P – o valor do investimento;
- U – o valor da conta de água, descontando o consumo que será economizado.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Uma explicação dos procedimentos que serão necessários para a execução deste trabalho será feita nos itens a seguir.

#### 3.1 Falta de Água no Bairro

Essa escassez é notada nas mais variadas regiões e localidades, visto que se trata de uma calamidade que independe de condições específicas, mas sim, trata-se de um evento natural influenciado pelas poluições, uso imoderado, não aproveitamento, etc, que levam à redução e a racionalização de uma maneira em geral.

De acordo com o site eletrônico local Varginha Online, foi publicado no dia 16 de outubro de 2015, a seguinte notícia:

A falta de água volta a assustar os moradores de Varginha (MG). A Companhia de Abastecimento de Minas Gerais (Copasa) emitiu nota oficial nesta sexta-feira (16) informando que pelo menos 39 bairros da cidade estão sendo prejudicados. Um dos motivos para o desabastecimento é a redução do volume do Ribeirão Santana, onde acontece a captação.

Ainda conforme a Copasa, as causas para a queda são o prolongamento do período de estiagem e o aumento do consumo de água dos moradores por causa do calor. Até o caminhão do Corpo de Bombeiros teve que ir até o Hospital Bom Pastor para abastecer a caixa d'água, já que desde a tarde, estava faltando água na instituição.

Ainda conforme a Copasa, o abastecimento está comprometido nos bairros Alto dos Pinheiros, Barcelona, Bela Vista, Belo Horizonte, Bom Pastor, Campos Elíseos, Condomínio Paiva & Silva, Jardim Áurea, Jardim Bouganville, Jardim Corcetti I e II, Jardim Estrela I e II, Jardim Europa, Jardim Indaiá, Jardim Oriente, Jardim Zinoca, MontSerrat, Nossa Senhora de Fátima, Parque Boa Vista, Parque das Americas, Parque do Retiro, Parque Eliana, Parque Mariela, Parque Rinaldo, Parque São José, Pinheiros, San Marino, São Geraldo, São Joaquim, São Lucas, São José, Treviso, Vale das Palmeiras, Vila Maristela, Vila Mendes, Vila Monte Castelo, Vila Paiva e Vila Pinto II.

A Copasa também disse que está adotando medidas para garantir o abastecimento mínimo em todo o município, incluindo as partes mais altas. O órgão disse ainda que conta com o apoio da população para o consumo consciente de água, evitando desperdícios.

#### 3.2 Obtenção de Dados

O material utilizado para a obtenção de dados foi feito através do auxílio da Copasa (concessionária que administra a distribuição de água na cidade de Varginha/MG), onde foi

### 3.3 Descrição do Local de Estudo

O local estudado é uma residência localizada na Avenida Antonieta Esper Kallas, bairro Parque Mariela na cidade de Varginha/MG.

Com o auxílio da figura 5 é possível verificar a residência estudada.

Figura 5: Residência estudada.



Fonte: Google Earth 2015.

A residência possui seis dormitórios e sete banheiros, todos com bacia sanitária da marca Deca e lavatórios com torneiras com a mesma marca das bacias sanitárias.

A área externa na qual será utilizada a água de reuso tem uma área de 543,86 m<sup>2</sup>, esta área conta com:

- Área de jardim;
- Área de lazer;
- Área de lavanderia;
- Garagem;

Planta Baixa do local em apêndice 3.

### 3.3.1 Quantidade de Habitantes na Residência

A residência analisada tem seis habitantes, no qual apenas um permanece no local durante todo o período.

### 3.3.2 Histórico do Consumo de Água na Residência

Os volumes do reservatório existente no local de estudo são de dois reservatórios de 1000 litros cada.

Com o auxílio do quadro 4, é possível analisar o consumo mensal de água na residência.

Quadro 4: Histórico do consumo de água na residência.

<b>HISTÓRICO DO CONSUMO - 1 ANO</b>			
<b>MÊS / ANO</b>	<b>VOLUME FATURADO (Litros)</b>	<b>DIA ENTRE MEDIÇÕES</b>	<b>MÉDIA DIÁRIA (Litros)</b>
abr/14	6.000	29	210
mai/14	6.000	33	180
jun/14	6.000	29	210
jul/14	6.000	30	200
ago/14	6.000	31	190
set/14	6.000	30	200
out/14	13.000	30	430
nov/14	13.000	32	410
dez/14	23.000	30	770
jan/15	40.000	32	1.250
fev/15	30.000	28	1.070
mar/15	21.000	30	700

Fonte: Produção própria.

Através de contas atualizadas na residência, foi possível verificar um novo histórico do consumo de água na residência. Utilizando apenas a água distribuída pela concessionária, foi possível chegar a uma média de diária de litros de água, como pode ser analisado no quadro 5 mostrado a seguir.

Quadro 5: Histórico do consumo de água na residência.

<b>HISTÓRICO DE CONSUMO</b>			
<b>MÊS</b>	<b>VOLUME FATURADO</b>	<b>DIAS ENTRE MEDIÇÕES</b>	<b>MÉDIA DIÁRIA</b>
	<b>LITROS</b>		<b>LITROS</b>
out/15	17000	29	590
set/15	15000	30	500
ago/15	14000	32	440
jul/15	12000	30	400
jun/15	18000	29	620
mai/15	21000	32	660
abr/15	17000	30	570
mar/15	21000	30	700
fev/15	30000	28	1070
jan/15	40000	32	1250
dez/14	23000	30	770
nov/14	13000	32	410

Fonte: Produção própria.

Conta original em apêndice 2.

### 3.4 Necessidades Básicas para Adotar Água não Potável

Água trata-se de um recurso natural renovável. Quando ocorre o processo de filtragem por meios e sistemas naturais, torna-se limpa e segura, chegando a níveis diferentes de poluição, através da atividade antrópica. Porém, uma vez que esteja poluída, a água pode ser recuperada e reusada para os mais diversos fins a que se destina (HESPANHOL, 2008).

A qualidade da água utilizada e o objetivo específico do reuso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados (HESPANHOL, 2002).

De acordo com o Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 51) as exigências mínimas para o uso da água não potável são apresentadas na sequência, em função das diferentes atividades a serem realizadas na residência.

#### A. Água para Rega de Jardim, Lavagem de Pisos

- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve conter componentes que agridam as plantas;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

#### B. Água para Descarga em Bacias Sanitárias

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar as peças;
- Não deve deteriorar os metais sanitários;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

#### C. Água para Lavagem de Veículos

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

### 3.5 Padrões de Qualidade da Água para Reuso

De acordo com o Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 53), com as especificações exigidas no item anterior, há como avaliar as classes em que as águas de reuso



se encontram e que trazem os critérios para a qualidade da água nas atividades já especificadas anteriormente para emprego e utilização da água. Como se vê a seguir:

#### A. Água de Reuso Classe 1

Os usos preponderantes para as águas tratadas desta classe são:

- Descarga de bacia sanitária, lavagem de pisos
- Lavagem de veículos

Condições a serem avaliadas trata-se da restrição referente a exposição dos usuários ao contato com os sistemas de distribuição de água reciclada.

Outro fator a ser observado é referente aos usos benéficos em consideração trata-se dos aspectos estéticos da água de reuso, pois se exige um grau determinado nível de transparência, substâncias flutuantes, ausência de odor, dentre outros fatores que impactem na aparência da água.

Os índices listados acima serão apresentados na figura 6, conforme os requisitos mínimos exigidos.

Figura 6: Parâmetros e características para água de reuso classe 1

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais <sup>1</sup>	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO <sup>2</sup> (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis <sup>3</sup>	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total <sup>4</sup> (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total <sup>5</sup> (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

Fonte: Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 54)

Para o uso da água de Classe 1 pode gerar problemas de sedimentação, o que causaria odores oriundos da decomposição da matéria orgânica, bem como presença de outros materiais flutuantes.

## B. Água de Reuso Classe 2

O uso de águas dessa classe é mais bem aproveitado na irrigação de áreas verdes e na irrigação de jardins.

Neste caso, deve ser levada em conta pelo empregador da água de reuso a condição acerca das concentrações de contaminantes biológicos e químicos, pois afetará diretamente o meio ambiente e o homem, particularmente o responsável por manusear e utilizar a água.

Alguns aspectos influenciam sobre problemas relacionados com a utilização da água, onde se cita, por exemplo, a salinidade, a toxicidade de íons específicos, a taxa de infiltração dessa água no solo, dentre outros. A figura 7 apresenta os parâmetros necessários.

Figura 7: Parâmetros e características para água de reuso classe 2

Parâmetros		Concentrações	
pH		Entre 6,0 e 9,0	
Salinidade		0,7 < EC (dS/m) < 3,0, 450 < SDT (mg/L) < 1500	
Toxicidade por íons específicos	Para irrigação superficial	Sódio (SAR)	Entre 3 e 9
		Cloretos (mg/L)	< 350 mg/L
		Cloro residual (mg/L)	Máxima de 1 mg/L
	Para irrigação com aspersores	Sódio (SAR)	> ou = 3,0
		Cloretos (mg/L)	< 100 mg/L
		Cloro residual (mg/L)	< 1,0 mg/L
Boro (mg/L)	Irrigação de culturas alimentícias	0,7 mg/L	
	Regas de jardim e similares	3,0 mg/L	
Nitrogênio total (mg/L)		5 - 30 mg/L	
DBO (mg/L)		< 20 mg/L	
Sólidos suspensos totais (mg/L)		< 20 mg/L	
Turbidez (UT)		< 5 UT	
Cor aparente (UH)		< 30 UH	
Coliformes fecais (mL)		≤ 200/ 100 mL	

Fonte: Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 56).

### 3.5.1 Coleta da Água para Análise

Foi feito uma análise no intuito de saber qual é a qualidade da água coletada no sistema.

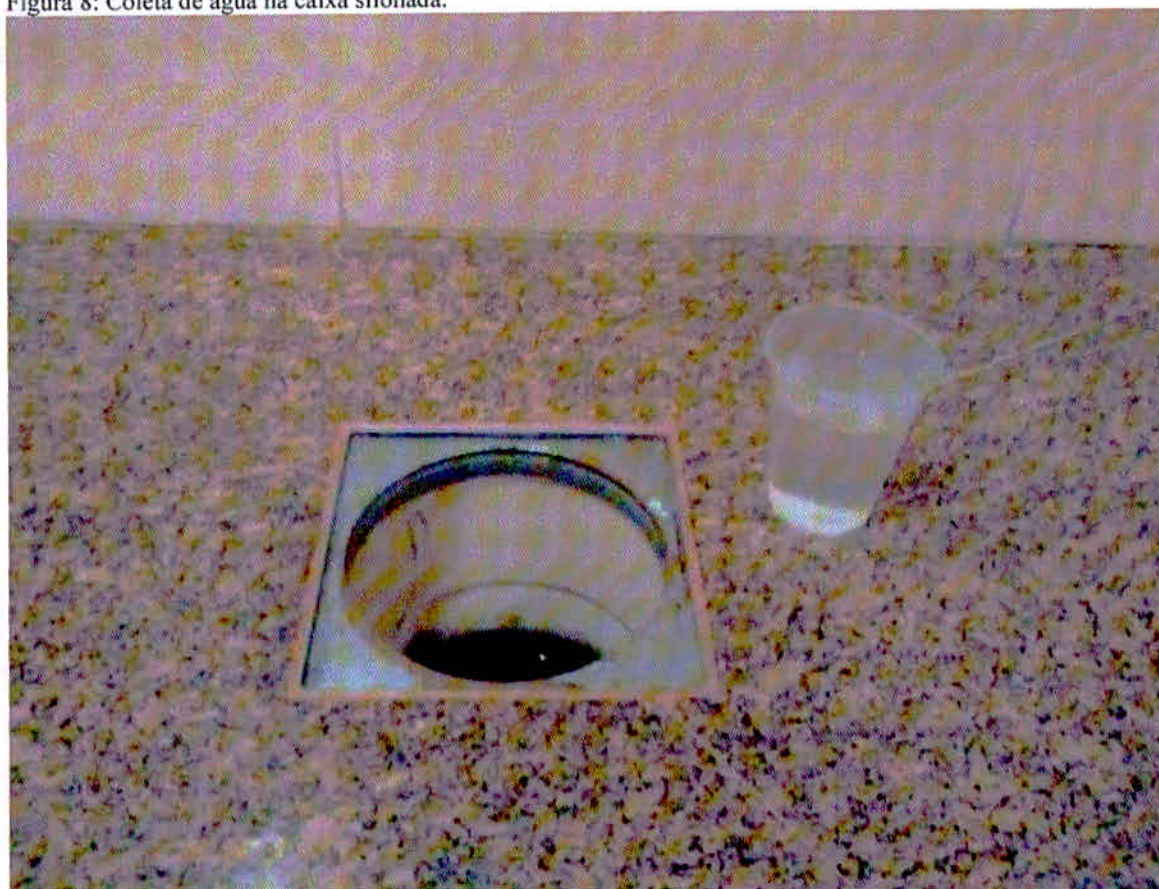
A coleta de água foi feita através da caixa sifonada presente em cada banheiro, no qual a caixa sifonada coleta a água do chuveiro junto com a do lavatório. Coletando a água logo

coletando também a água já utilizada da lavanderia, logo depois de ser utilizada na lavagem de roupas.

Feito a coleta, a água cinza foi levada ao laboratório IPD (Instituto de Prevenção e Diagnóstico J. Janini), onde foi realizado a análise de pH, Cor, Turbidez, Odor, Aparência e  $DBO_5(20^\circ C)$ , onde foi possível fazer a verificação da qualidade da água através dos parâmetros adotados pelo manual da FIESP (2005), conforme é possível ser analisado em apêndice 4.

Através da figura 8 é possível ver como foi feita a coleta da água que será reutilizada.

Figura 8: Coleta de água na caixa sifonada.



Fonte: Produção própria.

### 3.6 Tratamento das Águas Cinza

A água coletada será armazenada em uma caixa d'água de 2.500 litros e bombeada para o reservatório que está localizado no telhado da residência.

Com o auxílio das figuras 9, 10 e 11, serão apresentados os produtos que serão utilizados para o tratamento, de cunho meramente ilustrativo, podendo utilizar qualquer outro produto que se assemelhe ao apresentado.

Figura 9 é mostrada o tanque que será armazenado águas cinza.

Figura 9: Tanque de armazenamento de água cinza.



Fonte: Fortlev. (Acessado em 14 de outubro de 2015).

Reservatório utilizado para a distribuição de águas cinza, visto em figura 10.

Figura 10: Reservatório superior para a distribuição de águas cinza.



Fonte: Fortlev. (Acessado em 14 de outubro de 2015).

O filtro purificador, que é localizado na entrada do reservatório, pode ser visto na figura 11.

Figura 11: Filtro purificador.



Fonte: Fortlev. (Acessado em 14 de outubro de 2015).

### 3.7 Bombeamento

O objetivo do sistema de bombeamento é coletar a água do reservatório inferior (tanque) e transportá-la até o reservatório superior, situado no telhado da residência. A função da bomba é fornecer a energia ao líquido para que possa vencer as resistências da tubulação, suas peças e o desnível entre os reservatórios.

De acordo com as informações apresentadas a seguir, o melhor bombeamento para o procedimento de transporte de águas cinza para o reservatório superior seria a bomba submersa para vibratória para poço. Em relação com o fabricante a bomba tem uma potência de 380 Watts, sua elevação máxima é de 65 metros e suas dimensões de acordo com o fabricante Anauger (2015), são de 290 mm por 165 mm e uma saída de  $\frac{3}{4}$  polegadas.

Em conformidade com a figura 12 mostrada a seguir, é possível verificar o desempenho da bomba submersa vibratória, seu desempenho é dado em função da sua altura manométrica total (metros) versus vazão (litros/hora).

Figura 12: Desempenho da bomba submersa vibratória.

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

H: altura manométrica total (metros)

Q: vazão (litros/hora)

Fonte: Catálogo do fabricante, Anauger. Acessado em 20 de outubro de 2015.

Segundo o catálogo do fabricante é possível verificar na figura 13 o modelo de bomba submersa vibratória.

Figura 13: Modelo de bomba submersa vibratória.



Fonte: Catálogo do fabricante, Anauger. Acessado em 20 de outubro de 2015.

Com os dados que foram apresentados, a bomba será capaz de fornecer a energia necessária para vencer a altura que a residência tem, pois a altura não ultrapassa os 65 metros que seria a altura máxima que a bomba consegue arremessar.

### 3.7.1 Boia de Nível

Para um melhor funcionamento do sistema de bombeamento serão instalados duas boias de nível, para que não ocorra desperdício de água cinza e para que não haja a queima da bomba no nível inferior por falta de água no reservatório.

A boia de nível funcionará de uma forma na qual se houver a falta de água no reservatório inferior automaticamente a bomba submersa será desligada, esta bomba funciona de acordo com o nível de água de ambos os reservatórios, quando o superior estiver com nível baixo a bomba submersa será acionada e quando chegar ao seu limite a bomba será desligada, e o mesmo ocorrerá com o reservatório inferior, mas com algumas pequenas mudanças, se o nível de água do reservatório superior estiver baixo a boia passara informações para que a bomba seja desligada.

Com este tipo de boia, será feito um proteção para que o bomba não com o reservatório seco. Na figura 14 é possível verificar o modelo de boia de nível a ser utilizada.

Figura 14:Boia de nível.



Fonte: Catálogo do fabricante, Anauger. Acessado em 30 de outubro de 2015.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o projeto foi feito um estudo empírico de uma residência.

### 4.1 Pressão no Sistema

Através de ajuda da concessionária que administra o sistema de abastecimento de água no município (COPASA), foi possível coletar a pressão que chega no hidrômetro da residência no horário onde não há abastecimento de água no reservatório. A pressão coletada foi de 1,900 Kgf/cm<sup>2</sup>. Com esse dado foi possível chegar a altura máxima que esta pressão consegue mandar até o reservatório.

De acordo com Netto (Manual de Hidráulica, 1998, p. 29), temos que:

$$1 \text{ atm} \equiv 10,33 \text{ mca} \equiv 1 \text{ Kgf/cm}^2$$

Com os dados apresentado pode ser analisado que com a pressão existente no hidrômetro o total de metros de coluna d'água que pode chegar com a pressão adquirida é de aproximadamente 19,63 mca. Os cálculos são apresentados abaixo:

$$H = 10,33 \times 1,9$$

$$H \equiv 19,63 \text{ mca}$$

Com os valores calculados foi possível fazer a análise que a pressão no instante que ocorre a falta de abastecimento na rede não é pela pressão que chega na rede, pois a pressão existente no local consegue abastecer uma residência a uma altura de 19,63 mca sem perdas.

Conforme a NBR 12218/94, "A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 KPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 KPa.", querendo assim dizer que a pressão mínima na rede de aproximadamente 10,20 mca.

A possível causa deste acontecimento pode ser pelo fato de ocorrer o "rodízio" de abastecimento que veio ocorrendo nos dias mais secos no município, afim de economizar a água armazenada nos reservatórios da COPASA (Concessionária que administra o abastecimento de água na cidade de Varginha/MG).



## 4.2 Volume Adequado para o Reservatório

O local analisado possui 6 habitantes. O consumo “per capita” em função do histórico de consumo da residência no mês que ocorreu o maior consumo, Janeiro/2015, é de aproximadamente 208 L/hab. dia. O número de dias necessário para a reserva de acordo com a NBR 5626 será de 3 dias.

Cálculo para a estimativa do reservatório:

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

$$Q = 6 \times 208 \times 3$$

$$Q = 3744 \text{ Litros}$$

O tamanho do reservatório necessário para que o funcionamento do reservatório seja eficaz seria de duas caixas d'águas de 2000 litros cada, para que não ocorra a falta de água em dias mais secos. Lembrando que o número de dias para reserva será de 3 dias.

Utilizando o mesmo cálculo para o consumo diário para esta residência sem os dias para reserva o reservatório existente seria adequado, sobrando ainda um volume de 752 litros para o dia seguinte, conforme pode ser analisado no cálculo a seguir.

$$Q = P \times V$$

$$Q = 6 \times 208$$

$$Q = 1.248 \text{ Litros}$$

$$\text{Volume Para Reserva} = \text{Volume Existente} - \text{Volume Consumido}$$

$$\text{Volume Para Reserva} = 2.000 - 1.248$$

$$\text{Volume Para Reserva} = 752 \text{ Litros}$$

### 4.2.1 Novo Cálculo para o Volume do Reservatório

Utilizando o novo histórico de consumo de água da residência foi possível chegar a uma valor mais coerente para o consumo “per capita” por habitantes existente na residência, o valor mais adequado para que seja realizado o cálculo é de 590 litros diário, o que significa um consumo por habitantes de 98,34 litros, este é o valor correto, lembrando que na

durante todo o dia. Com isso novos cálculos serão apresentados, como o cálculo para a estimativa do reservatório.

Cálculo para a estimativa do reservatório para três dias de reserva.

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

$$Q = 6 \times 98,34 \times 3$$

$$Q = 1770,12 \text{ Litros}$$

Cálculo para a estimativa do reservatório sem três dias de reserva.

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

$$Q = 6 \times 98,34$$

$$Q = 590,04 \text{ Litros}$$

### 4.3 Vazão de Aparelhos

A vazão total de aparelhos que é utilizado na residência de acordo com quadro 6 mensurada é possível chegar ao total de água gasta que poderá ser reutilizada para outros fins não potável.

Quadro 6: Vazão total de aparelhos sanitários

ATIVIDADE	NÚMERO DE VEZES	CONSUMO (Litros)	TOTAL CONSUMIDO (Número de Pessoas) Litros
Lavar Roupa	2/Semana	69,43	208,29
Escovar os Dentes	2/Dia	1,00	12,00
Tomar Banho	2/Dia	30,00	360,00
Lavar as Mãos	2/Dia	1,00	12,00
Lavar Louça	2/Dia	40,00	480,00
Acionamento de Descarga	3/Dia	30,00	540,00
<b>TOTAL GASTO (Litros)</b>			<b>1612,29</b>

Fonte: Produção própria.

O valor de consumo para área externa da residência e mostrada no quadro 7.

Quadro 7: Consumo total ao lavar área externa

ATIVIDADE	NÚMERO DE VEZES	CONSUMO (Litros/m <sup>2</sup> )	ÁREA m <sup>2</sup>	TOTAL CONSUMIDO (Litros)
Lavar Área Externa (Pisos e Jardim)	1/Dia	3,5	543,86	1903,51

Fonte: Produção própria.

O volume de água que utiliza na residência é de 1612,29 Litros, este valor é válido para os dias que não lava áreas externas da residência. Levando em consideração que é lavado roupa três vezes por semana.

O volume total de água que utiliza na residência em dias que é lavado a área externa é de aproximadamente 3515,8 Litros.

Como pode ser observado na tabela o volume total que poderá ser utilizado para fins não potável por dia será de 592,29 Litros. Considerando que lavar a área externa seja de apenas uma vez por semana, sendo assim calculando uma média diária para a área externa é possível chegar a um volume médio de 271,93 Litros/dia. Contas demonstradas a seguir.

$$\text{Volume Médio} = \frac{1903,51}{7}$$

$$\text{Volume Médio} = 271,93 \text{ Litros}$$

Utilizando a média do volume da área externa, o total de água a ser reaproveitada para fins não potável será de aproximadamente 864,22 Litros.

#### 4.4 Análise da Qualidade da Água

Com a análise de água realizada, foi possível chegar a um resultado muito satisfatório, no qual é possível verificar a comparação feita com os parâmetros adotados do Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 54 e 56) e os resultados da análise. De acordo com o quadro 8 é possível verificar os resultados encontrados.

Quadro 8: Comparativo de resultado.

PARAMETROS	CONCENTRAÇÕES	ANALISE	RESULTADO
pH	Entre 6,0 e 9,0	10,8	CORRIGIR
Cor	< 30 UH	5	OK
Turbidez	< 5 UT	0,1	OK
Odor	Não Desagradáveis	Não Objetável	OK
Aparência	Não Desagradáveis	NA	OK
DBO <sub>5</sub> (20°C)	< 20 mg/L	19	OK

Fonte: Produção própria.

De acordo com os resultados da análise realizada foi possível chegar a uma solução, que seria a correção do pH da água coletada, para esta correção seria necessário a filtração da água antes de entrar no reservatório de distribuição para que seja retirada as partículas que poderão causar danos no sistema e no tanque que receberá a água cinza, será necessário a aplicação de cloro para que seja destruído os microrganismos patogênicos, como bactérias e algas presentes (DUARTE, 2010).

Após o tratamento realizado com aplicação do cloro no tanque inferior de 2500 litros, a água será bombeada para o reservatório superior, que se encontra no telhado da residência, onde será filtrada antes de ser armazenada e somente depois deste processo que será distribuída para a residência.

#### 4.5 Projeto do Sistema de Coleta de Águas Cinza

Para que haja a captação de águas cinza, foram seguidas as orientações estabelecidas na NBR 8160 (Sistemas Prediais de esgoto Sanitário – Projeto e Execução, 1999). Em princípio, para o projeto, foram relacionados todos os aparelhos que contribuem com águas servidas. Com o Número de Unidades Hunter de Contribuição (UHC) de cada aparelho, tem-se o diâmetro nominal dos seus respectivos ramais de descarga.

Através do quadro 9 é possível verificar as Unidades Hunter de Contribuição presente em cada aparelho sanitário.

Quadro 9: Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.

APARELHO SANITÁRIO		Número de Unidades de Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN
Bacia Sanitária		6	100
Banheira de Residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De Residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De Residência	1	40
	De Uso Geral	2	40
Mictório	Valvula de Descarga	6	75
	Caixa de Descarga	5	50
	Descarga Automática	2	40
	De Calha	2	50
Pia de Cozinha Residencial		3	50
Pia de Cozinha Industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de Panelas	4	50
Tanque de Lavar Roupas		3	40
Máquina de Lavar Louças		2	50
Máquina de Lavar Roupas		3	50

Fonte: NBR 8160 – Sistema prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

A caixa sifonada utilizada para confecção do projeto será de 150 mm de diâmetros e com o diâmetro de saída do fluido de 50 mm, conforme segue em anexo I no projeto de esgoto.

Na sequência foram dimensionados os ramais de esgoto, que saem das caixas sifonadas. Os ramais de esgoto foram dimensionados com o diâmetro nominal de 50 mm, já que o limite máximo de 06 UHC não excedeu em nenhum caso. A inclinação que é recomendada para o diâmetro de 50 mm é de 2%.

Com o intuito de dimensionamento do sistema de coleta das águas cinza, é primordial que se determine o diâmetro dos tubos de queda. Como pode se ver no quadro 10, foram projetadas as tubulações, onde temos o Número de Unidades Hunter de Contribuição (UHC) e respectivamente seus diâmetros.

Quadro 10: Verificação para tubulações do projeto de esgoto.

TQ 1 - BANHEIRO SUÍTE I				TQ 2 - BANHEIRO SUÍTE II			
RAMAL DE DESCARGA		Ø (mm)	UHC	RAMAL DE DESCARGA		Ø (mm)	UHC
1	CHUVEIRO	40	2	1	CHUVEIRO	40	2
1	LAVATÓRIO	40	1	1	LAVATÓRIO	40	1
TQ 1 - BANHEIRO SUÍTE I				TQ 2 - BANHEIRO SUÍTE II			
RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC	RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC
R.1.1				R.2.1			
1	CHUVEIRO	40	2	1	CHUVEIRO	40	2
1	LAVATÓRIO	40	1	1	LAVATÓRIO	40	1
			Σ UHC				Σ UHC
			Ø (mm)				Ø (mm)
			50				50
TQ 1 - BANHEIRO SUÍTE I				TQ 2 - BANHEIRO SUÍTE II			
R.1.1				R.2.2			
RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC	RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC
1	R.1.1	40	3	1	R.2.1	40	3
			Σ UHC				Σ UHC
			Ø (mm)				Ø (mm)
			50				50
TQ 3 - BANHEIRO SOCIAL				TQ 4 - BANHEIRO SUÍTE III			
RAMAL DE DESCARGA		Ø (mm)	UHC	RAMAL DE DESCARGA		Ø (mm)	UHC
1	LAVATÓRIO	40	1	1	CHUVEIRO	40	2
				1	LAVATÓRIO	40	1
TQ 3 - BANHEIRO SOCIAL				TQ 1 - BANHEIRO SUÍTE II			
RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC	RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC
R.3.1				R.4.1			
1	LAVATÓRIO	40	1	1	CHUVEIRO	40	2
			Σ UHC				Σ UHC
			Ø (mm)				Ø (mm)
			50				50
TQ 3 - BANHEIRO SOCIAL				TQ 1 - BANHEIRO SUÍTE II			
R.3.2				R.4.2			
RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC	RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC
1	R.3.1	40	1	1	R.4.1	40	3
			Σ UHC				Σ UHC
			Ø (mm)				Ø (mm)
			50				50
TQ 5 - LAVANDERIA							
RAMAL DE DESCARGA		Ø (mm)	UHC				
1	TANQUE	40	3				
1	MAQ. DE LAVAR ROUPA	50	3				
TQ 5 - LAVANDERIA							
RAMAL DE ESGOTO		Ø (mm)	UHC				
R.5.1							
1	TANQUE	40	3				
1	MAQ. DE LAVAR ROUPA	50	3				
			Σ UHC				Σ UHC
			Ø (mm)				Ø (mm)
			50				50

Fonte: Produção própria.

Como pode ser mostrado na NBR 8160 (Sistema Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução) no item 5.1.4.1, “O coletor predial e os subcoletores podem ser dimensionados pela somatória das UHC conforme os valores da tabela 7. O coletor predial deve ter diâmetro nominal mínimo DN 100.”

Com auxílio do quadro 11 é possível verificar o dimensionamento de subcoletores e coletor predial através do número máximo de unidades de Hunter de Contribuição (UHC).

Quadro 11: Dimensionamento de subcoletores e coletor predial.

DIAMETRO NOMINAL DO TUBO	N'UMERO MAXIMO DE UNIDADES DE HUNTER DE CONTRIBUICAO EM FUNCAO DAS DECLIVIDADES MINIMAS %			
	0,5	1	2	4
DN				
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000

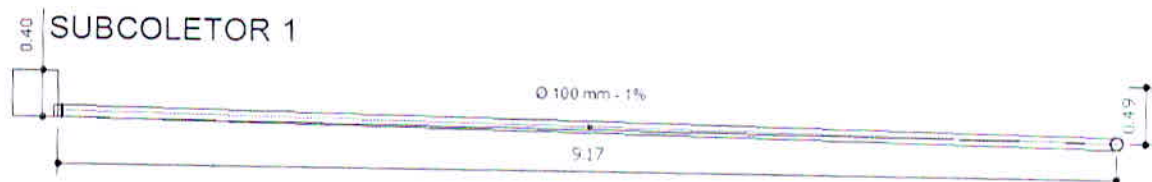
Fonte: NBR 8160 – Sistema prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

No pavimento térreo, ao final dos tubos de queda, é necessário que o diâmetro da tubulação passe de 50 mm para 100 mm, o que possibilitará a ligação dos respectivos tubos com as caixas de inspeção, que deve ser confeccionadas com curvas de 45°, o que faz com que haja uma leve atenuação da pressão e o impedimento na formação de espumas.

Os subcoletores serão com diâmetros de 100 mm, e sua inclinação será de 1%, pois as não ultrapassam 180 Unidades de Hunter de Contribuição (UHC).

De acordo com as figuras 15, 16 e 17 a seguir será possível verificar a inclinação por trechos de subcoletores até a chegada no coletor, cujo nome adotado é tanque de armazenamento de águas cinza, conforme detalhado em projeto, anexo 1.

Figura 15: Subcoletor 1 e sua declividade.



Fonte: Produção própria.

A figura 16 será mostrado o subcoletor 2 e sua declividade.

A figura 16 será mostrado o subcoletor 2 e sua declividade.

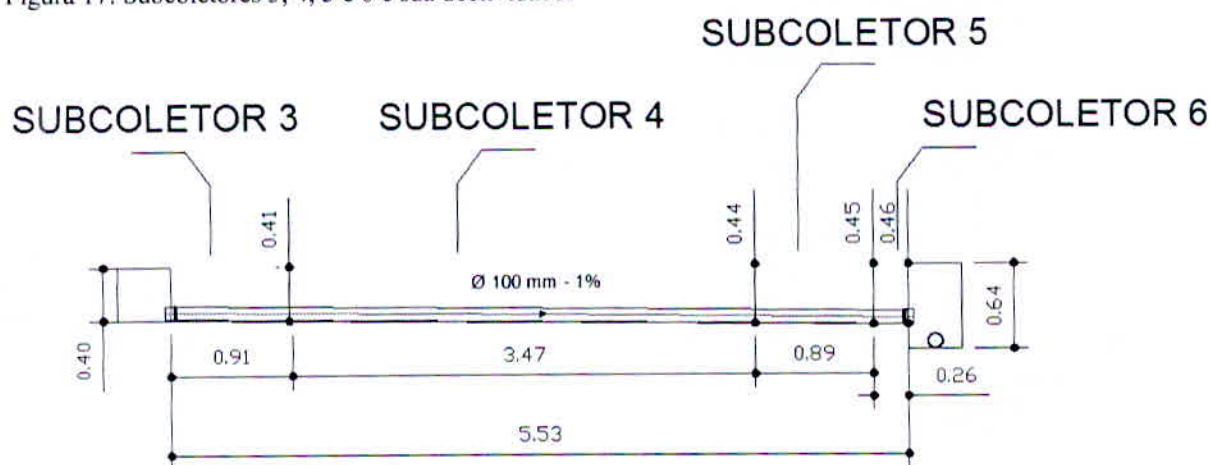
Figura 16: Subcoletor 2 e sua declividade.



Fonte: Produção própria.

A seguir é possível verificar o subcoletores 3,4,5 e 6 e suas respectivas declividades, como pode ser visualizado na figura 17.

Figura 17: Subcoletores 3, 4, 5 e 6 e sua declividade.



Fonte: Produção própria.

#### 4.6 Projeto do Sistema de Distribuição de Águas Cinza

Através do auxílio da NBR 5626 foi possível fazer os cálculos para o projeto de distribuição de águas cinza.

Para o dimensionamento do sistema hidráulico de águas cinza foi preciso fazer verificações em ramais, sub-ramais, barriletes e pressão a jusante de colunas e barrilete para que os dimensionamentos sejam feitos corretamente. Através do auxílio da NBR 5626: 1998 (Instalações Predial de Água Fria, 1998), foi possível desenvolver os quadros mostrados a seguir, onde temos a verificação de ramais e sub-ramais.

No quadro 12, verificação de ramais e sub-ramais de banheiro suíte I e banheiro suíte II.



Quadro 12: Verificação de ramais e sub-ramais, banheiro suite I e banheiro suite II

BANHEIRO SUITE I				BANHEIRO SUITE II			
SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO	SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO
1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	15	0.3	1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	15	0.3
RAMAL				RAMAL			
Q = 0,30 √ΣP				Q = 0,30 √ΣP			
R 1.1 - 1 BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA			R 2.1 - 1 BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA				
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	PESO	Q (L/s)	Ø (mm)		
0.3	0.16	20	0.3	0.16	20		
CALCULO DAS ORUMADAS - AF1				CALCULO DAS PRUMADAS - AF2			
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$				$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$			
SOMATÓRIA DA VAZÃO			SOMATÓRIA DA VAZÃO				
QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO	QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO		
1	TORNEIRA DE JARDIM	0.3	1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	0.3		
J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado	J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado		
0,08	0,019	20	0,08	0,019	20		
J (m/m) REAL			J (m/m) REAL				
0,070			0,070				

Fonte: Própria produção.

No quadro 13, verificação de ramais e sub-ramais de banheiro suite III e banheiro suite IV.

Quadro 13: Verificação de ramais e sub-ramais, banheiro suite III e banheiro suite IV

BANHEIRO SUITE III				BANHEIRO SUITE IV			
SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO	SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO
1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	15	0,3	1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	15	0,3
RAMAL				RAMAL			
Q = 0,30 √ΣP				Q = 0,30 √ΣP			
R 3.1 - I BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA			R 3.1 - I BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA				
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	PESO	Q (L/s)	Ø (mm)		
0,3	0,16	20	0,3	0,16	20		
CALCULO DAS PRUMADAS - AF3			CALCULO DAS PRUMADAS - AF4				
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$			$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$				
SOMATÓRIA DA VAZÃO			SOMATÓRIA DA VAZÃO				
QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO	QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO		
1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	0,3	1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	0,3		
J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado	J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado		
0,08	0,019	20	0,08	0,019	20		
J (m/m) REAL			J (m/m) REAL				
0,070			0,070				

Fonte: Própria produção.

Dentro do quadro 14 é possível fazer a verificação de ramais e sub-ramais de lavagem de área externa I e banheiro social.

Quadro 14: Verificação de ramais e sub-ramais, lavagem de área externa I e banheiro social.

LAVAGEM DE ÁREA EXTERNA I				BANHEIRO SOCIAL			
SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO	SUB-RAMAL		Ø (mm)	PESO
I	TORNEIRA JARDIM	15	0,4	I	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	15	0,3
RAMAL				RAMAL			
Q = 0,30 √ΣP				Q = 0,30 √ΣP			
R 3.1 - I BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA			R 3.1 - I BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA				
PESO	Q (L/s)	Ø (mm)	PESO	Q (L/s)	Ø (mm)		
0,4	0,19	20	0,3	0,16	20		
CALCULO DAS ORUMADAS - AF5				CALCULO DAS ORUMADAS - AF6			
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$				$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$			
SOMATÓRIA DA VAZÃO			SOMATÓRIA DA VAZÃO				
QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO	QUANT.	APARELHO SANITÁRIO	VAZÃO		
I	TORNEIRA DE JARDIM	0,4	I	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	0,3		
J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado	J	Ø (m)	Ø (mm) Adotado		
0,08	0,022	20	0,08	0,019	20		
J (m/m) REAL			J (m/m) REAL				
0,12			0,070				

Fonte: Própria produção.

Através do quadro 15 é possível fazer a verificação de ramais e sub-ramais de lavagem de área externa II.

Quadro 15: Verificação de ramais e sub-ramais, lavagem de área externa II.

<b>BANHEIRO SERVIÇO + LAVAGEM EXTERNA II</b>			
<b>SUB-RAMAL</b>		<b>Ø (mm)</b>	<b>PESO</b>
1	BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA	15	0,3
1	TORNEIRA JARDIM	15	0,4
<b>RAMAL</b>			
Q = 0,30 √ΣP			

<b>R 3.1 - 1 BACIA SANITÁRIA C/ CAIXA ACOPLADA</b>		
<b>PESO</b>	<b>Q (L/s)</b>	<b>Ø (mm)</b>
0,7	0,25	25

<b>CALCULO DAS ORUMADAS - AF7</b>
$J = 0,000869 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$

<b>SOMATÓRIA DA VAZÃO</b>		
<b>QUANT.</b>	<b>APARELHO SANITÁRIO</b>	<b>VAZÃO</b>
1	TORNEIRA DE JARDIM	0,7

<b>J</b>	<b>Ø (m)</b>	<b>Ø (mm) Adotado</b>
0,08	0,027	32

<b>J (m/m) REAL</b>
0,03

Fonte: Própria produção.

Para o cálculo dos barriletes, utilizou o mecanismo máximo provável (J<sub>máx.</sub> 8%) para a verificação das perdas de carga, como se orienta a NBR 5626 (Instalações Predial de Água Fria, 1998, p.32). Com a orientação do quadro 16 a seguir será possível verificar os cálculos feitos.

Quadro 16: Verificação de barriletes.

CALCULO DOS BARRILETES							
AF1 = BAR 1.13		AF2 = BAR 1.1		AF3 = BAR 1.2		AF4 = BAR 1.5	
$Q_{(m^3/s)}$	$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$	$Q_{(m^3/s)}$	$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$	$Q_{(m^3/s)}$	$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$	$Q_{(m^3/s)}$	$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$
0,0003	0,019	0,0003	0,019	0,0003	0,019	0,0003	0,019
$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$	
20		20		20		20	
$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$	
0,070		0,070		0,070		0,070	
AF5 = BAR 1.11		AF6 = BAR 1.3		AF7 = BAR 1.9			
$Q_{(m^3/s)}$	$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$	$Q_{(m^3/s)}$	$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$	$Q_{(m^3/s)}$	$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$		
0,0004	0,022	0,0003	0,019	0,0007	0,027		
$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$			
25		20		32			
$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$			
0,040		0,070		0,033			
BAR 1.12		BAR 1.14		BAR 1.4		BAR 1.6	
BAR 1.11 = BAR 1.12		BAR 1.12 + BAR 1.13		BAR 1.3 = BAR 1.6		BAR 1.5 = BAR 1.6	
$Q_{(m^3/s)}$		$Q_{(m^3/s)}$		$Q_{(m^3/s)}$		$Q_{(m^3/s)}$	
0,0004		0,0007		0,0006		0,0003	
$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$		$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$		$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$		$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$	
0,022		0,027		0,025		0,019	
$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$	
25		32		25		20	
$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$	
0,040		0,033		0,081		0,070	
BAR 1.7		BAR 1.8		BAR 1.10		BAR 1.15	
BAR 1.2 + BAR 1.4		BAR 1.1 + BAR 1.7		BAR 1.8 + BAR 1.9		BAR 1.10 + BAR 1.14	
$Q_{(m^3/s)}$		$Q_{(m^3/s)}$		$Q_{(m^3/s)}$		$Q_{(m^3/s)}$	
0,0009		0,0012		0,0019		0,0026	
$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$		$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$		$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$		$J_{MAX} = 8\%_{(m)}$	
0,029		0,032		0,038		0,043	
$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$		$D_{Adotado} (mm)$	
32		32		40		50	
$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$		$J_{Real} (m/m)$	
0,051		0,085		0,066		0,039	

Fonte: Produção Própria.

Para o cálculo de pressão a jusante de colunas e barriletes utilizaram-se a tabela de orientação disponível na NBR 5626: 1998 (Instalações Predial de Água Fria, 1998, p.32), a verificação de pressão foi analisada através desta tabela, pela qual se pode concluir que todos os pontos que receberão água cinza terão pressão suficiente para um bom funcionamento.

Quadro 17: Cálculo para a verificação de pressão a jusante de colunas e barriletes.

CÁLCULO DOS BARRILETES									
TRECHO	Q (l/s)	Ø (mm)	V (m/s)	J (m/m)	L		hf (m)	P <sub>MONT.</sub>	P <sub>JUSANT.</sub>
					Tubo	Conexões			
BAR 1.15	2,60	50	1,320	0,0394	3,00	0,8	0,1496	0,000	2,850
BAR 1.10	1,90	40	1,512	0,0656	2,14	7,3	0,6195	2,850	2,231
BAR 1.9	0,70	32	0,870	0,0330	4,07	4,6	0,2861	2,231	1,945
AF 7	0,70	32	0,870	0,0330	9,40	2,4	0,3894	1,945	10,955
BAR 1.8	1,20	32	1,492	0,0847	1,70	1,5	0,2712	2,231	1,960
BAR 1.1	0,30	20	0,955	0,0698	9,04	2,4	0,7989	1,960	1,161
AF 2	0,30	20	0,955	0,0698	1,00	1,4	0,1675	1,161	1,993
BAR 1.7	0,90	32	1,119	0,0512	1,45	1,5	0,1511	1,960	1,809
BAR 1.2	0,30	20	0,955	0,0698	1,41	2,4	0,2661	1,809	1,543
AF 3	0,30	20	0,955	0,0698	1,00	1,4	0,1675	1,543	2,375
BAR 1.4	0,60	25	1,222	0,0814	0,83	0,9	0,1408	1,809	1,668
BAR 1.6	0,30	20	0,955	0,0698	4,63	2,4	0,4910	1,668	1,177
BAR 1.5	0,30	20	0,955	0,0698	2,72	1,2	0,2736	1,177	0,903
AF 4	0,30	20	0,955	0,0698	3,80	1,4	0,3630	0,903	4,340
BAR 1.3	0,30	20	0,955	0,0698	3,69	2,4	0,4251	1,668	1,243
AF 6	0,30	20	0,955	0,0698	6,60	1,4	0,5584	1,243	7,284
BAR 1.14	0,70	32	0,870	0,0330	3,51	4,5	0,2643	2,850	2,586
BAR 1.13	0,30	20	0,955	0,0698	3,06	2,4	0,3813	2,586	2,205
AF 1	0,30	20	0,955	0,0698	1,00	1,4	0,1675	2,205	3,037
BAR 1.12	0,40	25	0,815	0,0400	6,74	3,1	0,3939	2,586	2,192
BAR 1.11	0,40	25	0,815	0,0400	1,37	1,5	0,1149	2,192	2,077
AF 5	0,40	25	0,815	0,0400	5,05	1,8	0,2740	2,077	6,853

Fonte: Produção própria.

O quadro 18, mostra as peças utilizadas nas tubulações.

Quadro 18: Peças utilizadas nas tubulações.

PEÇAS	
BAR 1.15	Registro de gaveta
BAR 1.10	Te 90° saída bilateral
BAR 1.9	Te 90° saída de lado
AF 7	Joelho 90° + Registro de gaveta
BAR 1.8	Te 90° passagem direta
BAR 1.1	Te 90° saída bilateral
AF 2	Joelho 90° + Registro de gaveta
BAR 1.7	Te 90° passagem direta
BAR 1.2	Te 90° saída de lado
AF 3	Joelho 90° + Registro de gaveta
BAR 1.4	2 Te 90° passagem direta
BAR 1.6	Te 90° saída de lado
BAR 1.5	Joelho 90°
AF 4	Joelho 90° + Registro de gaveta
BAR 1.3	Joelho 90°
AF 6	Joelho 90° + Registro de gaveta
BAR 1.14	Te 90° saída bilateral
BAR 1.13	Te 90° saída bilateral
AF 1	Joelho 90° + Registro de gaveta
BAR 1.12	Te 90° saída bilateral
BAR 1.11	Joelho 90°
AF 5	Joelho 90° + Registro de gaveta

Fonte: Produção própria.

Após etapa de cálculo em ramais, sub-ramais, barriletes e pressão a jusante de colunas e barrilete, foi constatado que todos os cálculos estão de acordo com o que estabelece a NBR 5626 (Instalações Predial de Água Fria, 1998).

A propósito que os cálculos feitos serão utilizados para a distribuição de águas cinza, temos que o indicado para que não tenha dúvidas de qual tubulação está sendo usado, o adequado é pintar as tubulações e peças presente na distribuição de águas cinza com cor diferente da que já existe em tubulação de água potável. O propósito desta ação é separar as tubulações de águas cinza de água potável, para que não haja uma mistura de sistemas.

O projeto de distribuição de águas cinza é possível ser analisado em anexo 2.

#### 4.5 Orçamento

Através de orçamentos realizados em lojas próprias na cidade de Varginha/MG, foi possível chegar a um resultado final, no qual temos os preços dos materiais que serão utilizado para a implantação do sistema de reuso de águas cinza.

Através de orçamentos realizados em lojas próprias na cidade de Varginha/MG, foi possível chegar a um resultado final, no qual temos os preços dos materiais que serão utilizados para a implantação do sistema de reuso de águas cinza.

Por intermédio da TCPO, (TABELA DE COMPOSIÇÃO DE PREÇOS PARA ORÇAMENTO, 2010) foi possível chegar ao preço final da mão de obra que cada bombeiro hidráulico cobra para fazer os recortes nas paredes e chão. Após ser cotado os recortes que serão feitos em paredes e chão é cotado os pontos de ligação, na qual foi cotada por um bombeiro hidráulico por cada ponto de saída de água, os reservatórios são cotados para cada ponto de entrada, saída e ladrão. No término do orçamento é possível ver o valor que ficará o empreendimento, estando eles cotados por suas áreas específicas, como pode ser analisado no quadro 19, onde temos o orçamento da série esgoto.

Quadro 19: Orçamento série esgoto

ORÇAMENTO					
SERIE ESGOTO					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANT.	PR. UNIT.	PR. TOTAL
1.1	Reducao excentrica esg. Série normal DN 100x50	PC	3	R\$ 5,50	R\$ 16,50
1.2	Tubo esgoto de PVC serie normal DN 100	BR	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00
1.3	Luva simples esg serie normal DN 100	PC	22	R\$ 6,00	R\$ 132,00
1.4	Luva simples esg serie normal DN 50	PC	29	R\$ 2,50	R\$ 72,50
1.5	Joelho 90° esg serie normal DN 50	PC	15	R\$ 2,50	R\$ 37,50
1.6	Caixa sifonada quadrada c/ 7 entradas nº 50 branca 150x150	PC	5	R\$ 19,50	R\$ 97,50
1.7	Joelho 45° esg serie normal DN 50	PC	7	R\$ 3,00	R\$ 21,00
1.8	Tubo esgoto de PVC serie normal DN 50	BR	5	R\$ 45,00	R\$ 225,00
1.9	Juncao red. 45° esg. Serie normal DN 100x50	PC	2	R\$ 15,00	R\$ 30,00
1.10	Anel de vedacao esg. DN 100	PC	27	R\$ 1,90	R\$ 51,30
1.11	Joelho 90° esg serie normal DN 100	PC	2	R\$ 7,50	R\$ 15,00
1.12	Juncao red. 45° esg. Serie normal DN 50x50	PC	1	R\$ 9,00	R\$ 9,00
1.13	Juncao red. 45° esg. Serie normal DN 100x100	PC	1	R\$ 19,50	R\$ 19,50
1.14	Joelho 45° esg. Serie normal DN 100	PC	5	R\$ 7,50	R\$ 37,50
1.15	Anel de vedacao esg. DN 50	PC	37	R\$ 1,20	R\$ 44,40
1.16	Caixa de inspeção	PC	6	R\$ 177,00	R\$ 1.062,00
1.17	Tanque de polietileno 2.500 litros	PC	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 2.288,70</b>

Fonte: Produção própria.

No quadro 20 será apresentado o orçamento atinente aos materiais da série água fria.



Quadro 20: Orçamento série água fria

ORÇAMENTO					
SERIE AGUA FRIA					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANT.	PR. UNIT.	PR. TOTAL
1.1	Registro de gaveta metálico 1/2	PC	5	R\$ 35,00	R\$ 175,00
1.2	Joelho 90° sold. E com bucha de latão 25mm x 1/2	PC	1	R\$ 5,50	R\$ 5,50
1.3	Tubo soldavel 25 mm	BR	8	R\$ 18,00	R\$ 144,00
1.4	Joelho 90° sold. 20 mm	PC	16	R\$ 0,60	R\$ 9,60
1.5	Bucha red. Sold. Curta 40x32 mm	PC	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50
1.6	Joelho 90° sold. 32 mm	PC	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
1.7	Bucha red. Sold. Longa 40x20 mm	PC	1	R\$ 3,10	R\$ 3,10
1.8	Adaptador Sold. Curto c/ bolsa e rosca 20 mm x 1/2	PC	10	R\$ 0,80	R\$ 8,00
1.9	Bucha red. Sold. Curta 32x25 mm	PC	2	R\$ 1,00	R\$ 2,00
1.10	Bucha red. Sold. Curta 25x20 mm	PC	4	R\$ 0,40	R\$ 1,60
1.11	Tubo soldavel 32 mm	BR	4	R\$ 41,00	R\$ 164,00
1.12	Te soldavel 50 mm	PC	1	R\$ 9,00	R\$ 9,00
1.13	Adaptador Sold. Curto c/ bolsa e rosca 32 mmx1	PC	2	R\$ 1,31	R\$ 2,62
1.14	Te soldavel 40 mm	PC	1	R\$ 8,00	R\$ 8,00
1.15	Luva sold. 32m	PC	1	R\$ 1,90	R\$ 1,90
1.16	Joelho 90° sold. 25mm	PC	8	R\$ 0,90	R\$ 7,20
1.17	Luva sold. E com Bucha de Latao 20mm x 1/2	PC	5	R\$ 5,00	R\$ 25,00
1.18	Te de red. Sold. 40x32 mm	PC	1	R\$ 5,23	R\$ 5,23
1.19	Bucha red. Sold. Longa 40x25mm	PC	1	R\$ 2,81	R\$ 2,81
1.20	Registro de gaveta PVC soldavel 50mm	PC	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
1.21	Adaptador c/ flange e anel p/ cx. 50mm x 1 1/2.	PC	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
1.22	Te sold. E com bucha latao 25mm x 1/2	PC	1	R\$ 9,20	R\$ 9,20
1.23	Tubo soldavel 40mm	BR	6	R\$ 41,00	R\$ 246,00
1.24	Te de red. Soldavel 32x25mm	PC	2	R\$ 7,00	R\$ 14,00
1.25	Bucha red. Sold. Curta 50x40 mm	PC	2	R\$ 2,50	R\$ 5,00
1.26	Luva sold. E com bucha de latao 25 mm x 1/2	PC	1	R\$ 6,00	R\$ 6,00
1.27	Registro de gaveta metalico 1	PC	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00
1.28	Te sold 25 mm	PC	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50
1.29	Tubo soldavel 20 mm	BR	9	R\$ 14,50	R\$ 130,50
1.30	Tubo soldavel 50 mm	BR	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
1.31	Adaptador c/ flange e anel p/ cx. 32mm x 1	PC	1	R\$ 23,90	R\$ 23,90
1.32	Adaptador c/ flange e anel p/ cx. 25mm x 3/4	PC	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 1.193,16</b>

Fonte: Produção própria.

No quadro 21, será apresentado o orçamento peculiar aos demais produtos que serão utilizado no sistema de reuso.

Quadro 21: Orçamento demais produtos

ORÇAMENTO					
DEMAIS PRODUTOS					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANT.	PR. UNIT.	PR. TOTAL
1.1	Caixa de polietileno 1.000 litros	PC	1	R\$ 372,00	R\$ 372,00
1.2	Bomba Anauger 800	PC	1	R\$ 290,00	R\$ 290,00
1.3	Boia de nível para bomba Anauger	PC	2	R\$ 46,00	R\$ 92,00
1.4	Filtro de entrada de caixa d'água	PC	1	R\$ 92,00	R\$ 92,00
1.5	Flutuador clorador pequeno	PC	1	R\$ 19,90	R\$ 19,90
1.6	Bacia com caixa acoplada	PC	5	R\$ 290,00	R\$ 1.450,00
1.7	Demolição de alvenaria estrutural de blocos de vazado	MT3	3,435	R\$ 42,49	R\$ 145,95
1.8	Mão de obra especializada água líria	MT2	1,68	R\$ 79,20	R\$ 133,06
1.9	Mão de obra especializada esgoto	MT2	1,755	R\$ 265,44	R\$ 465,85
1.10	Mão de obra total	Ponto	22	R\$ 80,00	R\$ 1.760,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 4.820,76</b>

Fonte: Produção própria.

O custo final considerado do investimento é de R\$ 8.302,62 (Oito mil, trezentos e dois reais e sessenta e dois centavos).

#### 4.6 Período de Retorno

O período de retorno do investimento será dado pelos seguintes dados:

##### A. Valor do Investimento:

O valor do investimento é de R\$ 8.302,62;

##### B. Valor da conta de água descontando o volume que será economizado:

Conforme na residência ocorrerá a troca da bacia sanitárias com válvula de descarga por bacias sanitárias com caixa acoplada, ocorrerá uma economia significativa na conta de água utilizada por ela, trata-se de 30 litros para bacias com válvula de descarga versus 3/6 litros para a bacia com caixa acoplada.

O volume de água a ser economizado é de aproximadamente 108 litros/dia, utilizando uma vazão de 6 litros/descarga, contando que será considerado três descargas por dia e que a residência possui seis moradores. Em relação ao consumo de água a ser economizado, temos que a leitura atual da residência do mês de outubro foi de 590 litros diário, realizando os cálculos para 29 dias temos um consumo de água de 17.000 litros e a ser economizado de 3.132 litros.

que a leitura atual da residência do mês de outubro foi de 590 litros diário, realizando os cálculos para 29 dias temos um consumo de água de 17.000 litros e a ser economizado de 3.132 litros.

Levando em conta que este é um cálculo estimado, com auxílio do site da concessionária (COPASA, 2015) foi possível chegar ao valor de R\$94,57 (Noventa e quatro reais e cinquenta e sete centavos), por mês, chegando ao valor anual de R\$ 1.134,84 (Um mil, cento e trinta e quatro reais e oitenta e quatro centavos). Como poder ser analisado na figura 18.

Figura 18: Cálculo da conta

### Serviços - Cálculo da Conta (Simulação)

Matrícula do imóvel: 00105756806

Cliente: MANOEL MESSIAS

Endereço: R ANTONIETA ESPER KALLAS, 00245 - PARQUE MARIELA - VARGINHA

**Volume simulado:** 14 m<sup>3</sup>

Tarifa de **Água:** R\$ 49,78

Tarifa de **Esgoto:** R\$ 44,79

**Valor Total:** R\$ 94,57

Data da simulação: 10/11/2015.

Fonte: Copasa, 2015.

Para o cálculo anual temos:

$$U = 94,57 \times 12$$

$$U = R\$ 1.134,84$$

Onde o número 12 significa os meses do ano.

Após as análises feitas é possível chegar ao cálculo final para o período de retorno.

$$n = \frac{8.302,62}{1.134,84}$$

$$n = 7,32$$

***n = 8 Anos***

Com o período de retorno calculado, foi possível chegar ao tempo que se levará para que o investimento comece a ter uma solução viável, como foi mostrado irá demorar 8 anos para que chegue no período lucrativo, considerando os dados estimados utilizados para a residência estudada.

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

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar, ainda que hipoteticamente, a viabilidade de implantação de um sistema de reutilização de águas cinza em uma residência unifamiliar na cidade de Varginha/MG, habitada por seis pessoas. Avaliou-se a economia que o sistema proporcionaria e relacionando esse aos custos de implantação, foi determinado o período de retorno para o investimento. Analisando os resultados foi constatado que esse período de retorno seria de oito anos.

A qualidade da água cinza tratada pelo sistema definido nesse trabalho tem limitações, e suas características restringem as possibilidades de uso dessa. Com relação aos cuidados inerentes ao sistema de reuso das águas cinza, pode-se citar que todos os pontos onde essa água é ofertada devem ser devidamente sinalizados e de preferência de acesso restrito. No caso das torneiras de jardim, devem existir também pontos que ofertem água potável, para a realização de atividades que exijam uma água de melhor qualidade.

Com o desenvolvimento do trabalho foi possível chegar a várias conclusões, como trata-se de uma residência construída já a alguns anos, a implantação do sistema de reuso não seria viável, pois as tubulação que abastece as bacias sanitárias não ligadas as demais tubulação de abastecimento de chuveiro e lavatório, sendo assim tendo que refazer o sistema separando as tubulações, o mesmo aconteceria para as tubulações de esgoto, pois essas tubulações estão ligadas para que seja levado todos os elementos para a rede esgoto posicionada na rua. Com relação ao período de retorno, como foi mostrado em cálculos, o investimento não será viável para a residência estudada.

O estudo realizado veio a mostrar que é possível realizar uma economia de água potável em uma residência unifamiliar, sendo ela feita na construção da residência, pois assim o proprietário já faz as compras pensando na economia que poderá ocorrer, comprando produtos que traga economia. A realização do projeto de reuso pode ser viável para uma residência em construção, pois seguirá corretamente projetos diferenciados, sendo eles os projetos de água fria, esgoto e de reuso de água cinza.

## REFERÊNCIAS

- ANAUGER. 2015. Disponível em: <http://www.anauger.com.br/index.php/produtos/bombas-vibratorias/anauger-800>. Acessado em: 21 de Outubro de 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro: ABNT. 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8626: Sistema prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT. 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro: ABNT. 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969: Tanque sépticos – Unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro: ABNT. 1997.
- BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e Aproveitamento de Água Cinza para uso Não-Potável em Edificações**. 2005 – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2005.
- BRASIL. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; Departamento de Meio Ambiente. **Orientação para a Utilização de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.abas.org/> Acessado em: 30 de Abril de 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Água; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e Reuso de Água em Edificações**. São Paulo; ProL, 2005. Disponível em: [www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=1616](http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=1616) Acessado em: 04 de Abril de 2015.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Custos Composições Sintéticos: Belo Horizonte. 2015b. Disponível em: [http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-mg/SINAPI\\_Custo\\_Ref\\_Composicoes\\_MG\\_092015\\_Desonerado.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-mg/SINAPI_Custo_Ref_Composicoes_MG_092015_Desonerado.pdf). Acessado em: 11 de Outubro de 2015.
- COPASA. 2015. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet>. Acessado em: 29 de Outubro de 2015.
- CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulica e Sanitárias**. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: LTC, 2006.
- DUARTE, Victor Magalhães. **Qualidade da Água Potável Consumida na Cidade do Salvador – Bahia**. 2010 – Universidade Católica do Salvador, Bahia, 2010.
- FALTA de Água já Compromete 39 Bairros em Varginha, diz Copasa. Varginha Online. 2015. Disponível em: <http://www.varginhaonline.com.br/noticias/exibenoticia.asp?id=175453>. Acessado em 21 de Outubro de 2015.

FERREIRA, Daniel Fabricio. **Aproveitamento Pluviais e Reuso de Águas Cinzas para Fins não Potáveis em um Condomínio Residencial Localizado em Florianópolis – SC.** 2005 – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

FORTLEV. 2015. Disponível em: <http://www.fortlev.com.br/produto/caixa-dagua-de-poli-etileno-2/>. Acessado em: 21 de Outubro de 2015.

GOMES, Marco Antônio Ferreira. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã.** 2011. Geólogo, D. Sc. em Solos, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <[http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA\\_CRV/banco\\_objetos\\_crv/%7BAEF84190-886B-49B5-86FC-C5D44326F528%7D\\_pdf-agua-rem-ca.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA_CRV/banco_objetos_crv/%7BAEF84190-886B-49B5-86FC-C5D44326F528%7D_pdf-agua-rem-ca.pdf)>. Acessado em: 05 de Abril de 2015.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Uso Racional da Água.** 2006. Tecnologias de Segregação e Tratamento de Esgoto Doméstico na Origem, Visando Redução do Consumo de Água e da Infra – Estrutura de Coleta, Especialmente nas Periferias Urbanas. UFES. UFSC. UNICAMP. IPT. Vitória/ES.

HENRIQUE, Erika Silva. **Reúso de Água Componente Importante no Planejamento, Desenvolvimento e Utilização dos Recursos.** 2005. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Anhembi Morumbi, 2005.

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recargas de Aquíferos.** Revista De Recursos Hídricos. Volume 7 n.4 São Paulo, 2002.

JABUR, Andrea Sartori, BENETTI, Heloiza Piassa e SILIPRANDI, Elizangela Marcelo. **Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis.** 2011. Congresso nacional de excelência em gestão. Disponível em: <[http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Lib/Image/art\\_2035047764\\_T11\\_0353\\_2014](http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Lib/Image/art_2035047764_T11_0353_2014)> . Acessado em: 04 de Abril de 2015.

LEITE, Ana Maria. **Reuso de Água na Gestão Integrada de Recursos Hídricos.** 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. **Reúso De Água.** 1ª Ed. São Paulo, 2003.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de Água Pluvial para fins não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis – SC.** 2007. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

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

PEREIRA, Gabielle Alberta e SILVA, Felipe Amaro da. **A Influência do Aporte de Sedimentos Fluviais na Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.** Porto Alegre, 2010.

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

PINI. **TCPO 14 – Tabela de Composição de Preços para Orçamento.** 14ª ed. São Paulo: Pini, 2012.

APÊNDICE 1: Perdas de Cargas Localizada



PERDA DE CARGAS LOCALIZADAS

Diâmetro Nominal	DN	Ref.	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Te 90° passag. Direta	Te 90° saída de lado	Te 90° saída bilat.	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de caliz.	Válvula de pé e crivo	Válv. De retenção		Registro de globo aberto	Registro de gaveta aberto	Registro de ângulo aberto
														Tipo leve	Tipo pesado			
15	(1/2)		1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)		1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)		1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15	0,3	8,4
32	(1 1/4)		2	1	0,7	0,5	1,5	4,6	4,5	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22	0,4	10,5
40	(1 1/2)		3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17
50	(2)		3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)		3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25	8,2	12,5	38	0,9	19
75	(3)		3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8	8	2	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40	0,9	20
100	(4)		4,3	1,9	1,6	1	2,6	8,3	8,3	2,2	4	3,9	28,6	10,4	16	42,3	1	22,1
125	(5)		4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10	10	2,5	5	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)		5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

**APÊNDICE 2: Conta de Água da Residência**



## NOTA FISCAL / FATURA DE SERVIÇOS - 2ª VIA SIMPLIFICADA

Emitida em: 10/10/2015

Companhia de Saneamento de Minas Gerais

Rua Mar de Espanha, 525 - Santo Antônio - Belo Horizonte MG / CEP: 30.330-900

CNPJ: 17.281.106/0001-03 - Insc. Est. 062.000139.00-14

www.copasa.com.br

www.arsae.mg.gov.br

AGÊNCIA R ESTEVAM BRAGA SOBRINHO 27  
 MAIS CENTRO  
 PRÓXIMA DE 08:00 AS 17:00

Fale com a  
 COPASA

**115**

## MANOEL MESSIAS

R ANTONIETA ESPER KALLAS 245

PARQUE MARIELA

CNPJ: 00000000000000

CEP: 31030100

VARGINHA

MG

## REFERÊNCIA DA FATURA

Numero 001.15.45303821-7	Data Emissão 10/10/2015	Data de Apresentação 10/10/2015	Mês 10/2015	Grupo 761	IDENTIFICADOR USUÁRIO 0 021 272 671 4	MATRÍCULA 0 010 575 680 6
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	----------------	--------------	--	------------------------------

HIDRÔMETRO	LEITURA		CONSUMO FATURADO		PRÓXIMA LEITURA	QUANTIDADE DE UNIDADES ATENDIDAS						
	Atual	Anterior	m3	Litros		Serviço	Social	Residencial	Comercial	Industrial	Pública	
A04N 0013804R	899	882	17	17.000	10/11/2015	Água		1				
	09/10/2015	10/09/2015	Dias de Consumo: 29			Esgoto		1				

## HISTÓRICO DE CONSUMO

	Volume Faturado	Dias entre	Média Diária
	Litros	medições	Litros
Out/2015	17.000	29	590
Set/2015	15.000	30	500
Ago/2015	14.000	32	440
Jul/2015	12.000	30	400
Jun/2015	18.000	29	620
Mai/2015	21.000	32	660
Abr/2015	17.000	30	570
Mar/2015	21.000	30	700
Fev/2015	30.000	28	1.070
Jan/2015	40.000	32	1.250
Dez/2014	23.000	30	770
Nov/2014	13.000	32	410

## DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS / LANÇAMENTOS

ABASTECIMENTO DE AGUA	66,15
ESGOTO DINAMICO COM COLETA E TRATAMENTO - EDI	59,52

## CONSUMO MÉDIO

m3	Litros
16	16000

TRIBUTOS INCIDENTES SOBRE O FATURAMENTO: PIS/COFINS - VALOR R\$ 829

## SEU CONSUMO DIÁRIO

590 LITROS DE ÁGUA	
Água	Esgoto
R\$ 2,28	R\$ 2,05

## Vencimento

31/10/2015

## Total a pagar

\*\*\*\*\*R\$125,67

POUPE TEMPO.  
 DÉBITO AUTOMÁTICO.  
 MELHOR PARA VOCE.  
 CONTA FORA DO DÉBITO AUTOMÁTICO ESTE MÊS

## INFORMAÇÕES GERAIS

0000  
 115 - 24 HORAS

PAGANDO A TÊ O VENCIMENTO VOCÊ EVITA

Cobrança de multa de 2%, juros de Mora e Atualização Monetária, emissão de Aviso de Débito e suspensão do fornecimento

Mod. 14.15.12

EM CASO DE ORDEM DE PAGAMENTO, MENCIONAR O NÚMERO DESSA FATURA.

Emitida em: 10/10/2015

CÓD. DÉBITO AUTOMÁTICO	NÚMERO DA FATURA	MÊS / REF.	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0 010 575 680 6	001.15.45303821-7	10 / 2015	31 / 10 / 2015	*****R\$125,67

82670000001-9 25670019100-8 11545303821-4 73170700532-8



APÊNDICE 3: Planta Baixa da Residência em Estudo