



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

LUCIANA CRISTINA ANDRADE LIMA

ANÁLISE DE SISTEMA E VIABILIDADE ECONÔMICA PARA REUSO DE ÁGUA EM  
UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Palmas – TO

2019

LUCIANA CRISTINA ANDRADE LIMA

ANÁLISE DE SISTEMA E VIABILIDADE ECONÔMICA PARA REUSO DE ÁGUA EM  
UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Monografia elaborada e apresentada como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Kenia Parente Lopes Mendonça

Palmas – TO

2019

Luciana Cristina Andrade Lima

ANÁLISE DE SISTEMA E VIABILIDADE ECONÔMICA PARA REUSO DE ÁGUA EM  
UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Monografia elaborada e apresentada como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Kenia Parente Lopes Mendonça.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Kenia Parente Lopes Mendonça

(Orientadora)

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof.a Dra. Nome do 1º Avaliador ou Avaliador Interno

Nome da Instituição

---

Prof.a Dra. Nome do 2º Avaliador

Nome da Instituição

Palmas – TO

2019

*“A água é um bem finito. [...] ela será causa de conflitos internacionais em razão de sua disputa” (MANCUSO; SANTOS, 2003).*

## **AGRADECIMENTOS**

Muitas pessoas contribuíram para que esse projeto se realizasse, de modo que fica difícil elencar todos os nomes num pequeno texto de agradecimento. Na vida intensa de mãe, esposa, profissional e acadêmica, muitas vezes, várias dessas funções ficaram a desejar e eu precisei de muito apoio, então agradeço de coração à minha orientadora que fez o impossível por mim. Sua coragem em me orientar foi fundamental!

Agradeço carinhosamente a dois amigos que mesmo com seus compromissos e trabalhos deram um jeitinho de me ajudar, seja com uma força ou me socorrendo quando eu me atrapalhava com os comandos dos programas de informática.

Agradeço ao meu esposo que soube compreender minhas motivações para cursar engenharia civil, mesmo que de certa forma, ele discordasse, e teve paciência quando deixei a desejar no nosso dia a dia. E aos meus meninos lindos que mesmo querendo a mamãe por perto, souberam aceitar minha ausência.

Por fim, e acima de tudo, agradeço a Deus por me abençoar com pessoas tão queridas na minha vida pessoal, profissional e acadêmica e por me ajudar a ter equilíbrio e saber quando devo desacelerar.

## RESUMO

LIMA, Luciana Cristina Andrade. **Análise de Sistema e Viabilidade Econômica para Reuso de Água em uma Residência Unifamiliar**. 2019. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2019.

Diante um tempo em que muito se discute sobre sustentabilidade e como gerir melhor os recursos naturais do nosso planeta, o presente trabalho busca uma visão sobre as possibilidades disponíveis para o reuso de águas cinza em habitações de pequeno porte, uma vez que existem muitos estudos sobre o assunto e alguns sistemas comercialmente viáveis. Com isso, esta pesquisa analisa alguns tipos de sistemas de tratamento de água e a viabilidade de implantação de um deles, de modo que a água oriunda de chuveiros, máquina de lavar roupas, lavatórios, dentre outros, possa ser reutilizada com segurança numa residência unifamiliar para rega dos jardins, lavagem de pisos e descargas das bacias sanitárias. A análise acontece para uma residência de padrão médio-alto, em Palmas - TO, habitada por cinco pessoas. Foram feitos projetos complementares hidráulico e sanitário considerando a instalação ou não do sistema para computar os custos. Por fim, foi averiguado um tempo de retorno de 10,2 anos para uso do sistema, de modo que o consumo da família é inferior ao que o sistema escolhido pode suprir, mas caso essa mesma família aumente seu consumo, o tempo de retorno pela capacidade total do sistema passa a ser de 6,54 anos.

**Palavras-chave:** Reuso, Projeto Hidrossanitário, Águas Cinza.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do sistema de tratamento descentralizado composto por tanque séptico, biofiltro e zona úmida.....	15
Figura 2 – Representação esquemática do protótipo .....	16
Figura 3 – Representação esquemática do sistema Ecofossa .....	17
Figura 4 – Croqui do sistema ECOFOSSA .....	18
Figura 5 – Filtros ECOFOSSA.....	19
Figura 6 – Sistema SISNATE®.....	20
Figura 7 – Projeto arquitetônico escolhido.....	22
Figura 8 – Projeto sanitário: Pavimento Térreo .....	23
Figura 9 – Projeto sanitário: Pavimento Superior .....	24
Figura 10 – Projeto hidráulico: Alimentação de água potável e água de reuso (Térreo) .....	25
Figura 11 – Projeto hidráulico: Alimentação de água potável e água de reuso (Superior) .....	26
Figura 12 – Projeto hidráulico: Alimentação de água potável e água de reuso (Cobertura).....	27
Figura 13 – Fluxograma do projeto proposto .....	31

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dosagem de água sanitária para diminuir odores desagradáveis em águas cinza..	12
Quadro 2 – Leis que norteiam o reuso de águas no Estado do Tocantins .....	21
Quadro 3 – Consumo diário da residência de estudo .....	28
Quadro 4 – Onde será captada a água e reuso .....	28
Quadro 5 – Onde será utilizada a água e reuso.....	29
Quadro 6 – Projeção de custos referentes aos projetos complementares do sistema de reuso.	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo diário da residência de estudo: dados computados.....	32
Tabela 2 – Onde será captada a água e reuso: dados computados .....	33
Tabela 3 – Onde será utilizada a água e reuso: dados computados .....	33
Tabela 4 – Projeção de custos: dados computados.....	34
Tabela 5 – Custo do sistema com e/ou sem reuso .....	34
Tabela 6 – Tempo de retorno pela capacidade do sistema operando em capacidade máxima.	35
Tabela 7 – Tempo de retorno pela capacidade do sistema operando em capacidade mínima .	35



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μ	- Micro
ANA	- Agência Nacional das Águas
ATR	- Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização
ATX	- Acrônimo Para Advanced Technology Extended
BF	- Biofiltro
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
FS	- Tanque Séptico
HC	- Zona Úmida
IPT	- Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQA	- Índice de Qualidade da Água
L	- Litro
mL	- Mililitro
MO	- Matéria Orgânica
NATURATINS	- Instituto Natureza do Tocantins
NBR	- Norma Brasileira
ONU	- Organização Mundial das Nações Unidas
pH	- Potencial de Hidrogênio
ST	- Sistema de Tratamento
UNOESTE	- Universidade do Oeste Paulista

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	11
<b>1.1.1 Objetivos Específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1 ÁGUAS CINZA .....	12
2.2 SISTEMA ELETROLÍTICO PARA REUSO DA ÁGUA DO CHUVEIRO .....	13
2.3 AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DO REUSO DE ÁGUAS CINZA EM APARELHOS SANITÁRIOS.....	13
2.4 SISTEMA DE TRATAMENTO DOMÉSTICO PARA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	14
2.5 EQUIPAMENTO PROTÓTIPO PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA COM FINS NÃO-POTÁVEIS.....	15
2.6 SISTEMAS DE TRATAMENTO DISPONÍVEIS NO MERCADO .....	17
<b>2.6.1 Ecofossa</b> .....	<b>17</b>
<b>2.6.2 Sistemas de Tratamento de Efluentes SISNATE</b> .....	<b>19</b>
2.7 LEGISLAÇÃO PERTINENTE.....	20
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
3.1 DIFERENÇA DE CUSTO EM UMA CONSTRUÇÃO COM E SEM O A INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE REUSO.....	22
<b>3.1.1 Estimativa de consumo total de água</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1.2 Estimativa de oferta de água de reuso</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1.3 Estimativa de consumo de água de reuso</b> .....	<b>29</b>
3.2 INTERVENÇÕES NECESSÁRIAS PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA.....	29
<b>3.2.1 Adaptações referente aos projetos</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.2 Custo do sistema</b> .....	<b>30</b>
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
4.1 DIFERENÇA DE CUSTO PARA A INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA.....	32
<b>4.1.1 Estimativa de consumo total de água</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1.2 Estimativa de oferta de água de reuso</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1.3 Estimativa de consumo de água de reuso</b> .....	<b>33</b>

<b>4.2 INTERVENÇÕES NECESSÁRIAS PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2.1 Adaptações referente aos projetos .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2 Custo do sistema .....</b>	<b>34</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO A – PROJETO HIDRÁULICO .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO B – PROJETO SANITÁRIO .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO C – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo as Organizações das Nações Unidas (ONU, 2015), cerca de 40% da população mundial estará vivendo em áreas com grande escassez de água até 2030. Neste contexto, o Brasil é um país privilegiado por possui cerca de 8% da reserva mundial de água doce do planeta, no entanto, a água não está uniformemente distribuída em território brasileiro, onde 80% dela está localizada em regiões menos populosas, como a região amazônica, e o restante concentrados nas demais regiões que concentram mais de 95% da população nacional, de acordo com dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2019).

Muitos mananciais utilizados estão cada vez mais poluídos e deteriorados seja pela falta de controle, seja pela falta de investimentos em coleta, tratamento e destinação final do esgoto (MANCUSO; SANTOS, 2003). A utilização dos mananciais de superfície está cada vez mais limitada, uma vez que já existe demanda pelas águas subterrâneas para o abastecimento público, conseqüentemente, a produção de água boa de qualidade, própria para o consumo está cada vez mais onerosa, considerando a priorização do abastecimento para consumo humano.

O conjunto das diversas atividades humanas, aliado ao crescimento demográfico vem exigindo maior atenção com relação às necessidades de uso da água para inúmeras finalidades, como consumo humano, indústria e agricultura. Tendo isso em mente, é levantada a problemática: como enfrentar a relação de oferta e demanda de água?

Além de serem necessárias políticas públicas adequadas sobre o tema, diversos mecanismos e tecnologias já vem sendo estudados e testados no trato desta questão. E num nível individual, a alternativa mais latente se torna o reuso de águas cinza em residências uni familiares.

As leis que definem e regulamentam o uso da água no Brasil, são recentes, sendo que somente no ano de 2000, com a Lei nº 9.984, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), tendo como competência regular, monitorar e implementar da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2000). Porém, focando nas questões debatidas neste trabalho, o Brasil ainda é muito carente em legislação sobre reuso de água. Existem muitos projetos de lei tramitando no congresso, outros projetos arquivados, mas não há registros na legislação nacional tratando especificamente sobre o reuso da água.

Em 2017, no dia mundial da água - 22 de março - o coordenador de Implementação de Projetos Indutores da Agência Nacional de Águas, Devanir Garcia dos Santos, fez uma declaração sobre a importância das águas residuais e comentou que a prática não é comum, pois pode expor as pessoas a riscos se não forem seguidas determinadas normas, e que isso se deve

ao fato de que no Brasil, as águas residuais não são aproveitadas como deveriam pois não há legislação específica sobre o tema (VERDÉLIO, 2017).

Com isso, ainda são poucos os estados brasileiros que apresentam leis e regulamentos de forma a padronizar o reuso destes efluentes, dentre eles, o Tocantins, não possuindo uma legislação ou regulamentação sobre essa demanda específica. Neste contexto, este trabalho, teve como tema o estudo de um sistema para o reuso das águas cinza e confrontou problemas como a falta de consciência e informação sobre o processo e as tecnologias ainda pouco acessíveis à população.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar técnica e economicamente a viabilidade de instalação de um sistema de reuso de águas cinza em uma residência unifamiliar na cidade de Palmas – TO.

### 1.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar a diferença de custo em uma construção com ou sem a instalação do sistema de reuso de águas cinza.
- Analisar tecnicamente, a nível de projeto, as intervenções necessárias para instalação do sistema de reuso de águas cinza.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ÁGUAS CINZA

A água fornecida pelo serviço de abastecimento público, deve por lei, seguir o padrão de potabilidade, atendendo a certos requisitos para que não ofereça risco no seu uso mais nobre que é o de consumo. Porém as águas do banho e da lavagem de tecidos podem ter diversos usos não potáveis e por isso devemos reaproveitá-las.

As águas utilizadas em tanques e máquinas de lavar roupa, no banho e em lavatórios de banheiro são chamadas de águas cinza, sendo caracterizadas principalmente podem conter microrganismos como bactérias, fungos e vírus (ALVES *et al.*, 2016).

Em regiões onde a falta de água já foi um grande problema muitas famílias criaram técnicas próprias para reaproveitar a água, algumas vezes captando a água da máquina de lavar ou aproveitando uma água já utilizada em alguma outra atividade. Porém, sabe-se que em função do acúmulo de sabão, amaciante ou outros resíduos, alguns tipos de águas cinza podem exalar odores desagradáveis ao longo do tempo, além de mudar de cor.

A partir disso, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) desenvolveu procedimentos rápidos de identificação com o intuito de evitar ou diminuir a emissão de odores desagradáveis de águas cinza, quando forem armazenadas para uso posterior, indicado no Quadro 1, sendo uma mistura de 5ml de Hipoclorito de sódio (NaClO) na concentração de 2,5% para cada litro de água. Porém, esses procedimentos não isentam a análise detalhada da composição das águas cinza de cada lavagem (ALVES *et al.*, 2016).

**Quadro 1 - Dosagem de água sanitária para diminuir odores desagradáveis em águas cinza**

ÁGUAS CINZA	ÁGUA SANITÁRIA
10L	50mL
50L	250mL
100L	500mL

Fonte: (ALVES *et al.*, 2016)

## 2.2 SISTEMA ELETROLÍTICO PARA REUSO DA ÁGUA DO CHUVEIRO

Existem vários meios para realizar o reaproveitamento da água. Nos últimos anos, os eventos relacionados à falta de água no Brasil, apontam para a necessidade de reaproveitamento da água residencial.

Pezzini, Brião e Boni (2016) realizaram uma pesquisa para determinar fontes domésticas que pudessem ser tratadas e reaproveitadas, com isso foi selecionado primordialmente o tratamento da água do banho proveniente do chuveiro. Foi construído um sistema eletrolítico utilizando-se uma fonte ATX (de computador) e latas de alumínio, tipo de refrigerante, como eletrodos. O sistema simulou a recirculação da água do banho coletada em um recipiente, posteriormente captada por uma bomba. Após a água ter sido utilizada a mesma foi conduzida para o tanque onde foi tratada e posteriormente retornou a caixa para reuso.

Foram realizadas análises de determinação do potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade, Cor, Turbidez, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo, Sólidos Suspensos Totais, Óleos e Graxas, Bactérias, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal e Coliformes Totais, para determinar os parâmetros de qualidade obtidos após o tratamento da água. Desta forma, constatou-se que os parâmetros de controle de qualidade analisados deveriam ser melhorados para tornar o produto do processo mais adequado. Apesar disso, foi possível observar que a aparência visual da amostra, antes e após o tratamento, apresentou um bom resultado (PEZZINI, BRIÃO E BONI, 2016).

## 2.3 AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DO REUSO DE ÁGUAS CINZA EM APARELHOS SANITÁRIOS

Cuba e Manzano (2014) apresentam uma pesquisa com objetivo de avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de águas provenientes de lavadoras de roupa em descargas de vaso sanitário. Um sistema para o reaproveitamento da água, foi montado em uma residência, sendo composto por uma máquina de lavar roupas e um reservatório com capacidade de 500L, alocado na laje da lavanderia e conectado ao sistema de descarga de água de dois vasos sanitários da moradia. Considerou-se a utilização de materiais de baixo custo e encontrados no comércio local (CUBA; MANZANO, 2014).

Foram realizadas no Laboratório de Análises de Água da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) medidas de pH, nitrato, nitrito, cloro residual livre, fósforo total, sólidos totais dissolvidos, sólidos suspensos totais e turbidez, sendo que os resultados foram comparados com

os limites estabelecidos pela NBR 13.969/97. As análises indicaram que seriam necessárias adequações ao sistema para garantir a adequação de parâmetros como sólidos e nutrientes.

O sistema montado na pesquisa apresentou uma economia de 17% no consumo de água potável fornecido pela companhia de saneamento. Assim, devido ao baixo custo da instalação, o mesmo pode chegar a ser pago em cerca de 22 meses (CUBA; MANZANO, 2014).

#### 2.4 SISTEMA DE TRATAMENTO DOMÉSTICO PARA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS

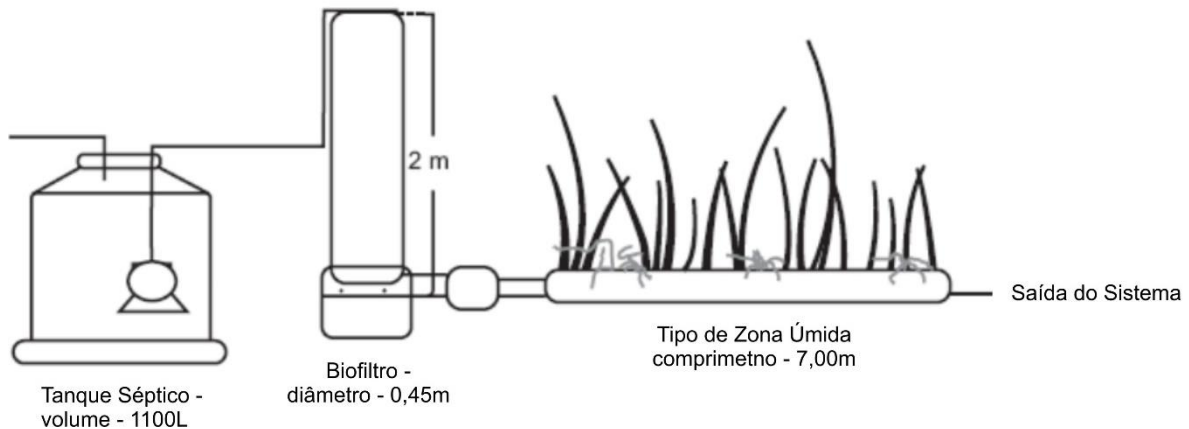
No México, somente cerca de 50% do esgoto é tratado antes de ser descarregado nos corpos receptores. Garzón-Zúñiga *et al.* (2016) estudaram a viabilidade de implantar um sistema de tratamento fácil e econômico por meio de tecnologias que exigem pouca operação e baixo consumo de energia a fim de reutilizar a água tratada na irrigação de áreas verdes e jardins, lavagem de veículos e pátios. Ainda segundo os autores, os sistemas de tratamento naturais existentes podem atender a esses requisitos mas normalmente exigem grandes áreas, como por exemplo, as lagoas de maturação anaeróbica, que consistem numa percolação lenta através de materiais orgânicos como podas que atuam como carvão ativado e retêm os contaminantes por absorção (GARZÓN-ZÚÑIGA *et al.*, 2016).

Pensando nisso, a proposta foi combinar duas tecnologias de maneira a otimizar o tratamento numa área menor. Sendo assim, o trabalho de Garzón-Zúñiga *et al.* (2016) propôs um biofiltro (BF) concebido usando 50% da área de superfície recomendada normalmente, onde sua função seria dar um primeiro tratamento a fim de reduzir grande parte de matéria orgânica (MO) e posteriormente as águas residuais seguiriam para a zona úmida a fim de remover os demais contaminantes como nutrientes e coliformes fecais.

A combinação dos dois processos tinha o objetivo de obter um sistema de tratamento descentralizado, eficiente e que ocupasse menos espaço. Assim, o Sistema de Tratamento (ST) piloto foi construído em escala real, composto por um tanque séptico (FS) dividido em duas câmaras, um biofiltro (BF) e uma zona úmida (HC). O BF foi embalado com podas de ficus (*Ficus benjamina*), espécie abundante no país e com material de crescimento rápido e a HC foi envolvida com duas camadas de cascalho. O sistema é apresentado na Figura 1.



**Figura 1 – Diagrama do sistema de tratamento descentralizado composto por tanque séptico, biofiltro e zona úmida**



Fonte: (GARZÓN-ZÚÑIGA et al., 2016)

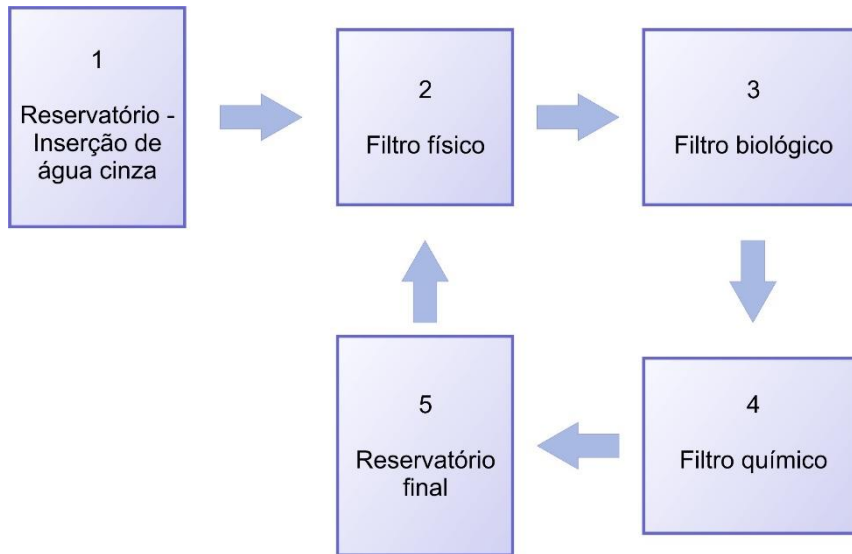
O sistema combinado de (FS) + (BF) + (HC) provou ser robusto e mostrou boa eficiência na remoção de contaminantes, sendo que quando um dos processos que o compõem obteve um desempenho ruim, o bom desempenho dos outros dois processos permitiu uma boa eficácia geral. Assim, o sistema pôde ser considerado como uma alternativa viável e recomendável para o tratamento e reutilização da água residual.

## 2.5 EQUIPAMENTO PROTÓTIPO PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA COM FINS NÃO-POTÁVEIS.

Em seu artigo, Oliveira *et al.* (2018) mostraram a importância de se utilizar métodos sustentáveis nas construções visando o reaproveitamento das águas cinza com a finalidade de economizar água potável para fins não potáveis. Desta forma, foi feito um experimento configurando a montagem de um equipamento protótipo de filtragem, elaborado em tratamento misto, composto por processo de filtragem física e química e um tratamento biológico anaeróbico adicional.

O sistema foi desenvolvido utilizando cinco recipientes de vidro. Os recipientes de filtragem (2,3 e 4) com volumes totais de 43L e os recipientes de armazenamento (1 e 5) com volumes totais de 65L. A representação esquemática do sistema é apresentada na Figura 2.

**Figura 2 – Representação esquemática do protótipo**



Fonte: (OLIVEIRA *et al.*, 2018)

O reservatório de inserção de água cinza nº 1, iniciava o tratamento físico através da passagem do efluente por um filtro simples de areia com vazão reduzida permitindo que a água ficasse em contato com material filtrante por mais tempo.

O recipiente nº 2, tinha função de concluir a filtragem física através da passagem da água por uma manta sintética acrílica, composta de copolímero de poliéster acrílico que possui pequenas fibras capazes de reter partículas maiores que 100 $\mu$ .

Na 3ª etapa do processo de filtragem a função era condicionar um ambiente propício para colonização de bactérias, contendo pedra vulcânicas e partículas de materiais cerâmicos. A colônia de bactérias foi inserida artificialmente. Essa etapa teve como objetivo proporcionar uma célula de filtragem para crescimento de colônia de micro-organismos que deveriam consumir e remover a matéria orgânica da água.

No recipiente nº 4 foi abastecida por um polímero sintético macro poroso com alta capacidade de remoção orgânica, além de promover reações de retirada química parcial dos poluentes como metais e químicos solúveis. Esse polímero possui característica de mudar de cor à medida que sua capacidade de filtragem é utilizada mas ele pode ser regenerado através de tratamento com hipoclorito de sódio.

O último reservatório, o de nº 5, tinha função de armazenar a água tratada onde foram coletadas as amostras para a realização dos testes de Índice de Qualidade da Água (IQA) que é determinado pela Agência Nacional de Águas e possui 9 parâmetros sendo eles: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, pH, DBO, Temperatura da Água, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e Resíduo Total.

Os resultados obtidos a partir das análises com base nas amostras que foram colhidas, foram comparados com parâmetros de normas regulamentares e guiadas pela análise comparativa dos resultados previstos, e com base no tratamento e nas condições descritas na pesquisa, observou-se o IQA da água tratada foi mantido dentro de um padrão de qualidade para o Estado de Goiás, sendo considerado como um tratamento eficiente (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

## 2.6 SISTEMAS DE TRATAMENTO DISPONÍVEIS NO MERCADO

### 2.6.1 Ecofossa

Sistema piloto da empresa Ecofossa (Figura 3) criado por um projeto de empresas do Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília. Na Figura 4 é apresentado o croqui no sistema composto por 3 equipamentos, tendo eles as seguintes etapas:

**Figura 3 – Representação esquemática do sistema Ecofossa**

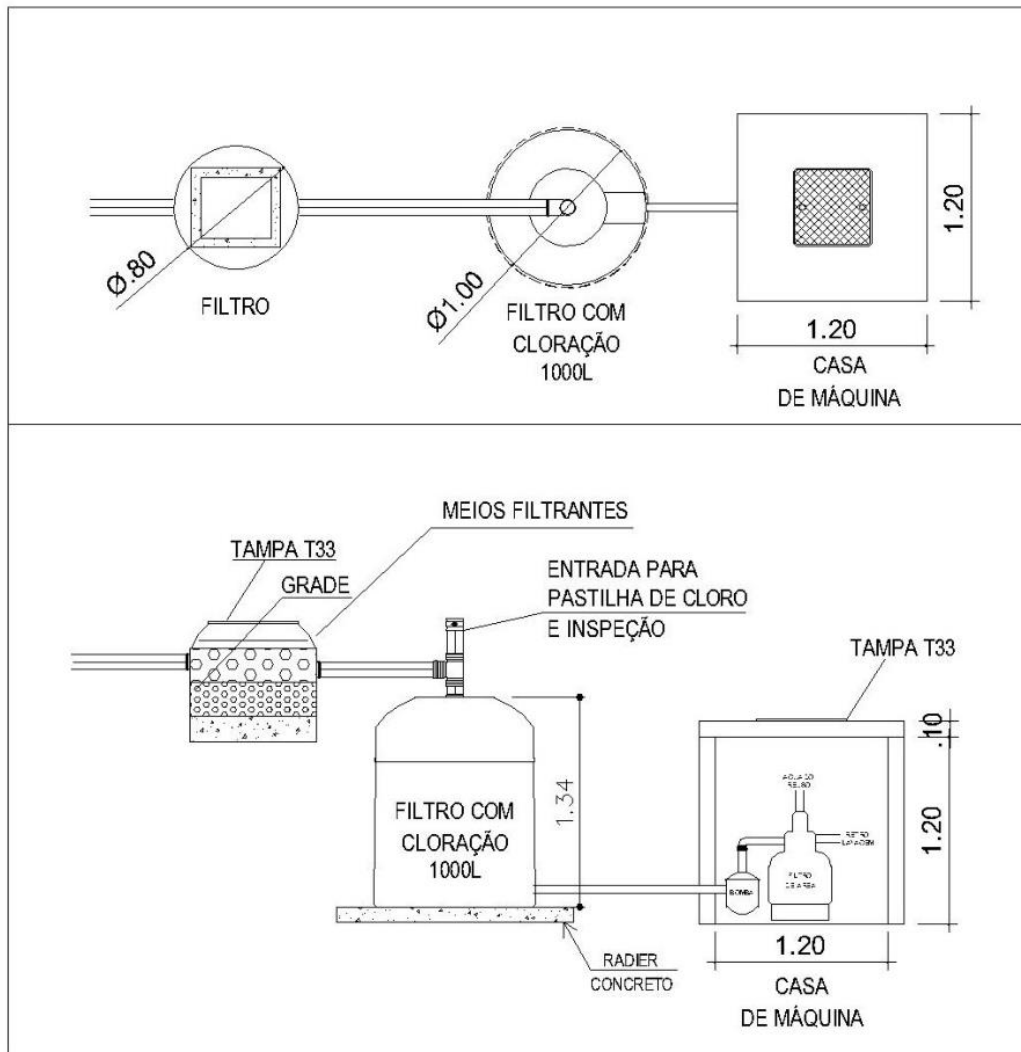


**Fonte: (TEIXEIRA, 2019)**

1. Material passa por um filtro composto por duas camadas de brita em espessura diferente no qual a água residual passa de forma ascendente, de forma que pelos e demais contaminantes sólidos ficam retidos já no primeiro momento.
2. Filtro com cloração - local onde são aplicadas as pastilhas de cloro (em média a cada 15 dias, ou de acordo com o uso do sistema) para desinfecção da água previamente filtrada.

3. Casa de máquina onde a água tratada passa por uma bomba que impulsiona para reservatório de águas residuais passando antes por um novo filtro de areia.

Figura 4 – Croqui do sistema ECOFOSSA



Fonte: (TEIXEIRA, 2019)

O Filtro Ecofossa, um pós-tratamento num reator anaeróbio de fluxo ascendente em leito fixo, que juntamente com a Ecofossa aumenta de 10,0% a 15,0% a remoção de demanda bioquímica de oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), podendo chegar a índices superiores a 95,0% de tratamento, devolvendo para o meio ambiente ou possibilitando reuso de uma água inócua (ECOFOSSA, 2019). Na Figura 5 é apresentado uma foto real do sistema.

**Figura 5 – Filtros ECOFOSSA**



Fonte: (TEIXEIRA, 2019)

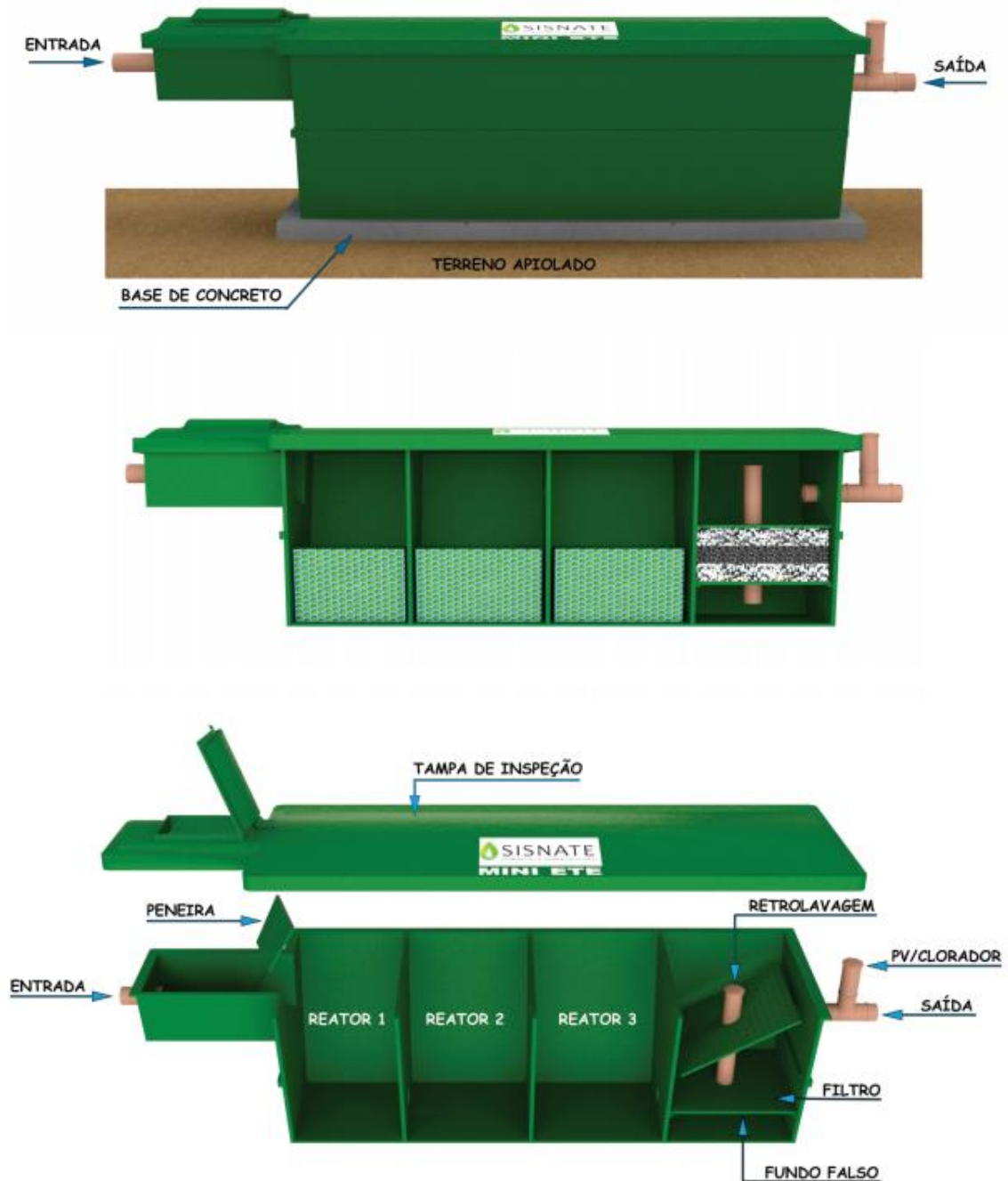
### **2.6.2 Sistemas de Tratamento de Efluentes SISNATE**

Segundo o idealizador da tecnologia, o Sistema de Tratamento Biológico SISNATE® é formado através de suporte inoculado e ativado com organismos microbianos que foram isolados em laboratório. O sistema atua com sete tipos diferentes de espécies de micro-organismos em unidades proporcionais de volume, conforme dados da vazão do cliente (SISNATE, 2019).

A SISNATE® garante não ser necessária uma manutenção contínua, pois as instalações requerem o mínimo de suporte técnico pois possuem uma tecnologia, que utiliza os agentes naturais para acelerar o princípio de autodepuração dos corpos hídricos sem a formação de resíduos, desta forma podem garantir a degradação da carga orgânica poluidora ao mesmo tempo em que desintegra qualquer tipo de resíduo sólido (SISNATE, 2019).

Com isso a água contaminada é coletada em recipientes e no último recipiente e estágio de processos biológicos naturais a água sai descontaminada e despoluída para a sua reutilização residencial ou industrial e com até 98% de eficiência comparado a demais alternativas de tratamento da água (SISNATE, 2019).

Figura 6 – Sistema SISNATE®



Fonte: (SINASTE, 2019)

## 2.7 LEGISLAÇÃO PERTINENTE

Foram pesquisados leis, normas e regulamentos do Estado do Tocantins através dos órgãos e secretarias pertinentes como Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização (ATR), Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS), dentre outras e

averiguou-se que especificamente sobre a questão de reuso, o Estado se baseia nas leis conforme Quadro 2.

**Quadro 2 – Leis que norteiam o reuso de águas no Estado do Tocantins**

<b>LEI N°</b>	<b>ASSUNTO</b>
NBR 15.527	Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos
Lei Estadual N° 3261 de 02/08/2017	Armazenamento e aproveitamento de Águas Pluviais e definição de normas gerais para sua promoção

**Fonte: (autora)**

Ainda são poucos os estados brasileiros que possuem leis e regulamentos para padronizar o reuso dos efluentes domésticos, o Tocantins é um desses estados que ainda não possui legislação específica sobre esse assunto.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 DIFERENÇA DE CUSTO EM UMA CONSTRUÇÃO COM E SEM O A INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE REUSO

A proposta deste trabalho surgiu depois da observação que muitas pessoas possuem interesse em reaproveitar as águas utilizadas em suas casas, principalmente a água da máquina de lavar roupas, porém, desistem pela dificuldade em coletar, armazenar e redistribuir, assim como a incerteza sobre a necessidade de tratamento dessa água.

Com isso, para a realização deste trabalho, foi investigado um sistema de reuso “pronto”, que pudesse oferecer um produto dotado de tecnologia, qualidade e garantia de funcionamento. Assim, foi adotado, a partir de um projeto arquitetônico de residência unifamiliar na cidade de Palmas - TO, para uma família de 5 pessoas, o projeto de sistema de reuso de águas cinza para além de trazer economia gerar sustentabilidade à residência. A planta que identifica o projeto é apresentada na Figura 7. Os projetos hidráulicos e sanitários completos podem ser encontrados no ANEXO A e ANEXO B.

**Figura 7 – Projeto arquitetônico escolhido**

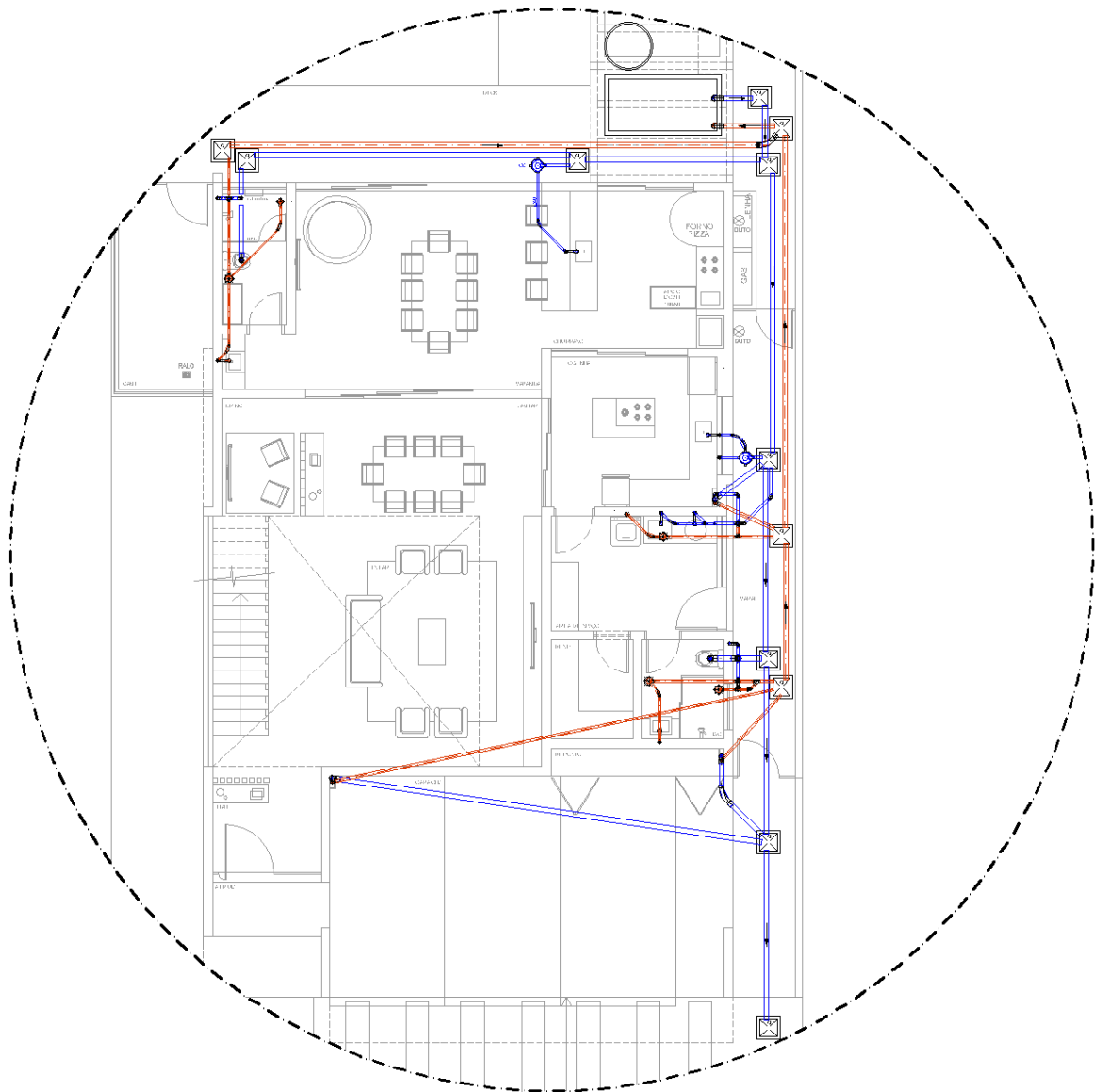


Fonte: (autora)



Desenvolveu-se o projeto arquitetônico conforme Figura 7 e ainda fez-se necessário que os projetos complementares hidráulico e sanitário fossem pensados prevendo toda tubulação separada por finalidade conforme a Figura 8 e Figura 9.

**Figura 8 – Projeto sanitário: Pavimento Térreo**

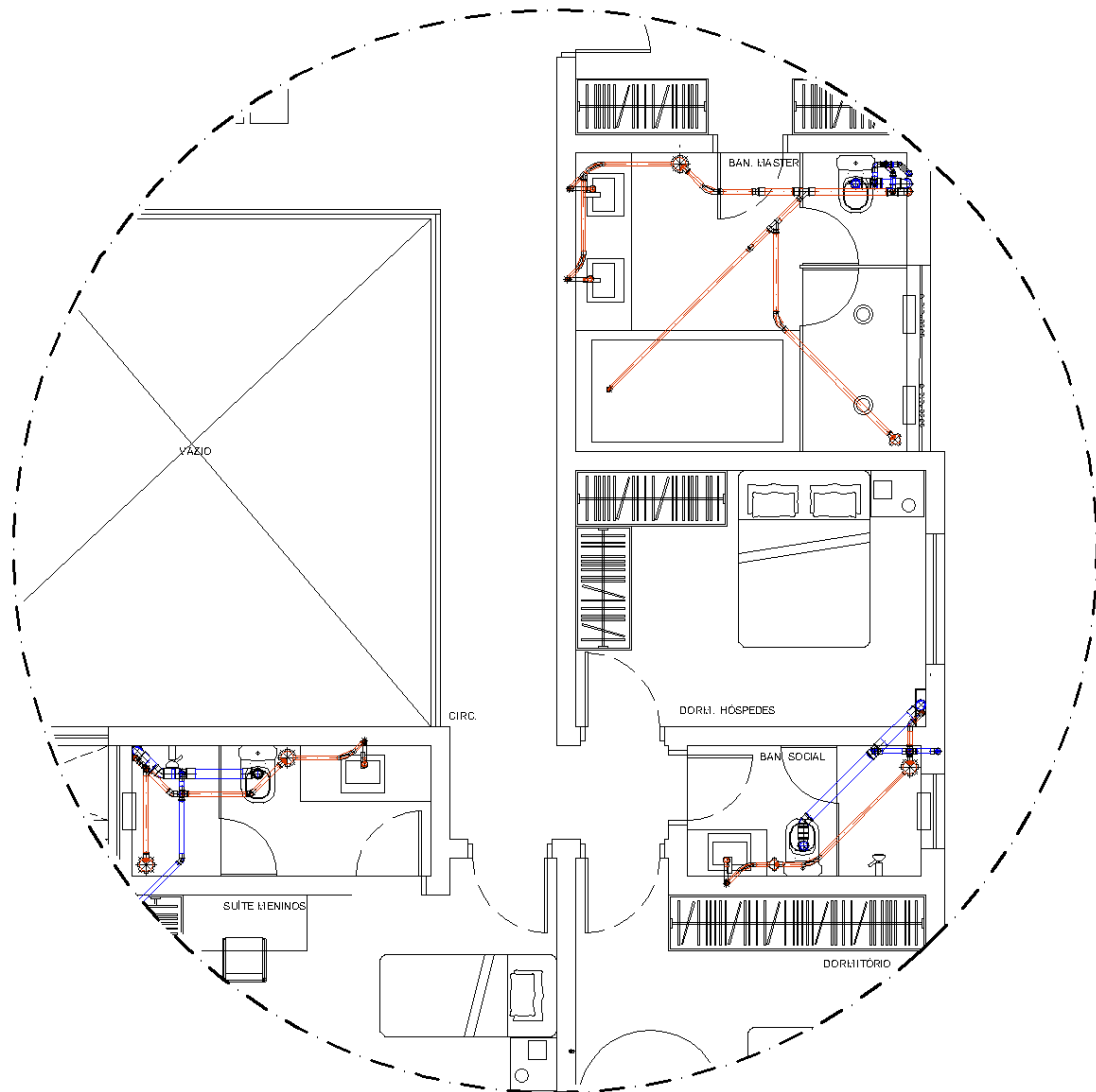


## PROJETO SANITÁRIO PAV. TÉRREO

### LEGENDA:

- Tubulação que vai para esgoto convencional
- Tubulação que vai para tratamento reuso

**Figura 9 – Projeto sanitário: Pavimento Superior**



## PROJETO SANITÁRIO PAV. SUPERIOR

### LEGENDA:

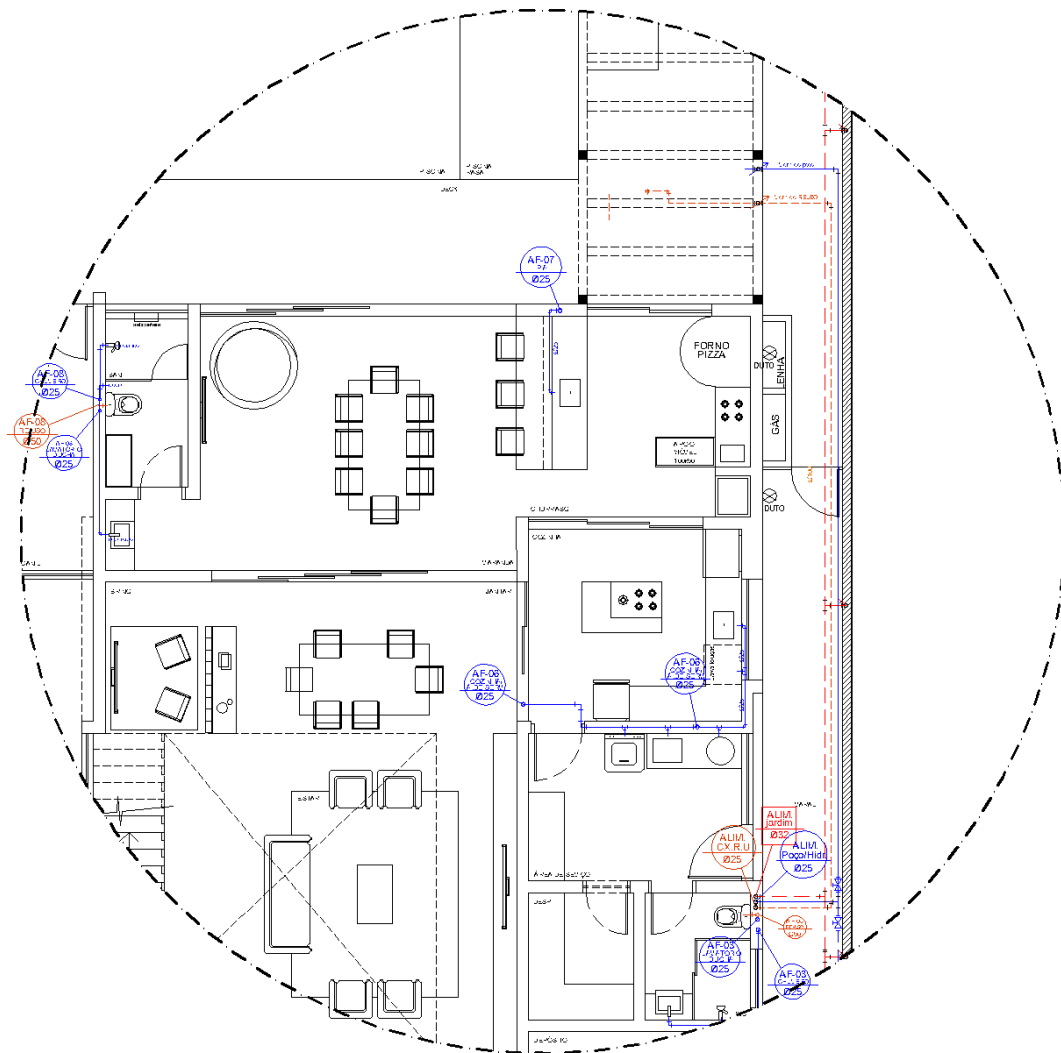
- Tubulação que vai para esgoto convencional
- Tubulação que vai para tratamento reuso

**Fonte: (autora)**

A tubulação azul conduz o esgoto ao ponto de coleta da concessionária local e a tubulação laranja leva à casa de máquinas, detalhada no projeto sanitário no ANEXO A, onde há o sistema de tratamento e posteriormente um reservatório que deve bombear essa água para

um reservatório superior de onde ela será redistribuída para os locais possíveis de serem reutilizada. Já no projeto hidráulico, demonstrado na Figura 10, Figura 11 e Figura 12, também foi necessário prever tubulações para alimentação distintas, sendo água potável onde os pontos de distribuição são chuveiros, torneiras das pias de cozinha, lavatórios e outros locais específicos e a água de reuso destinada conforme necessidades apontadas.

**Figura 10 – Projeto hidráulico: Alimentação de água potável e água de reuso (Térreo)**



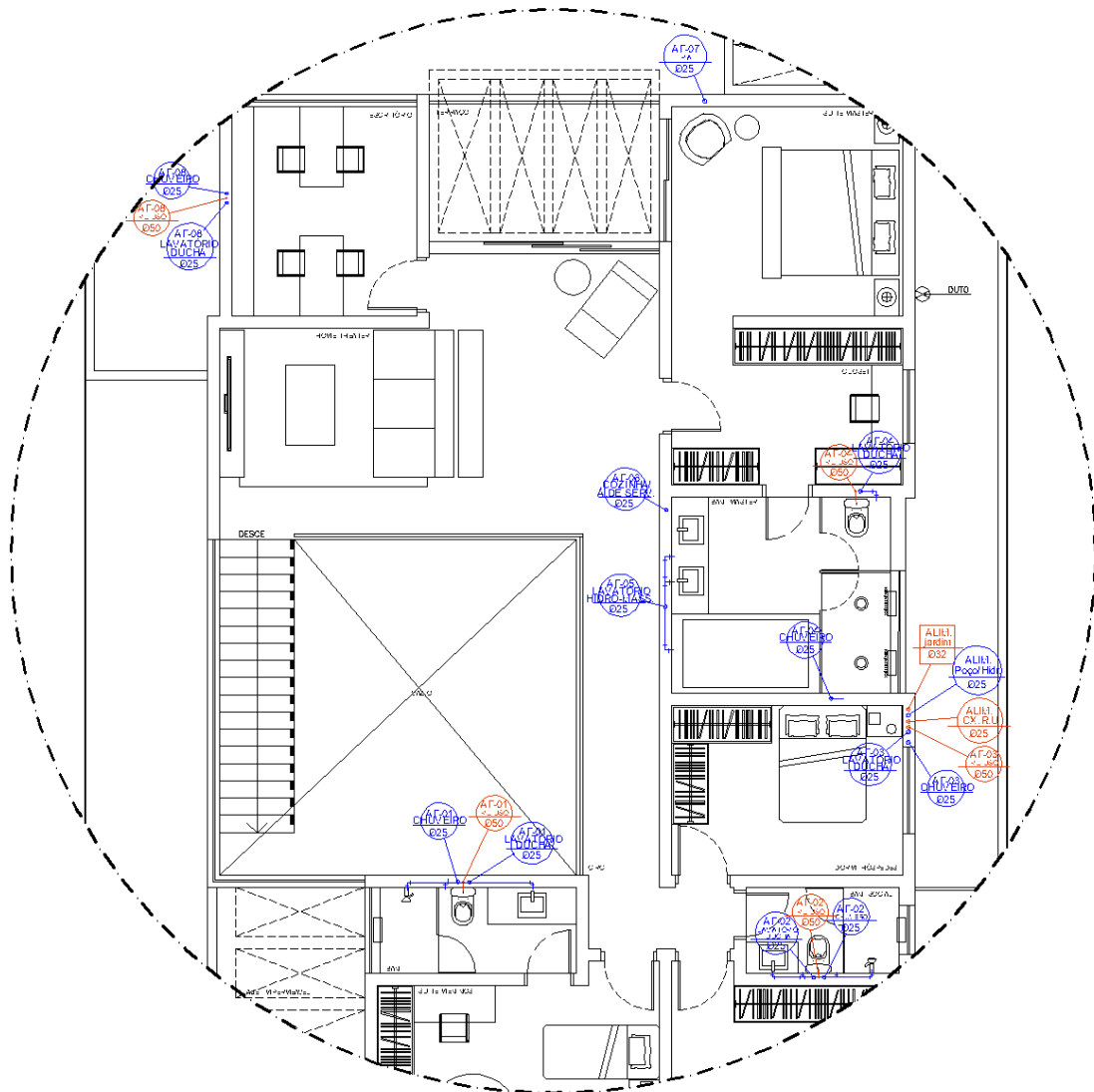
## PROJETO HIDRÁULICO PAV. TÉRREO

### LEGENDA:

- Tubulação de água potável
- Tubulação de água de reuso

Fonte: (autora)

Figura 11 – Projeto hidráulico: Alimentação de água potável e água de reuso (Superior)



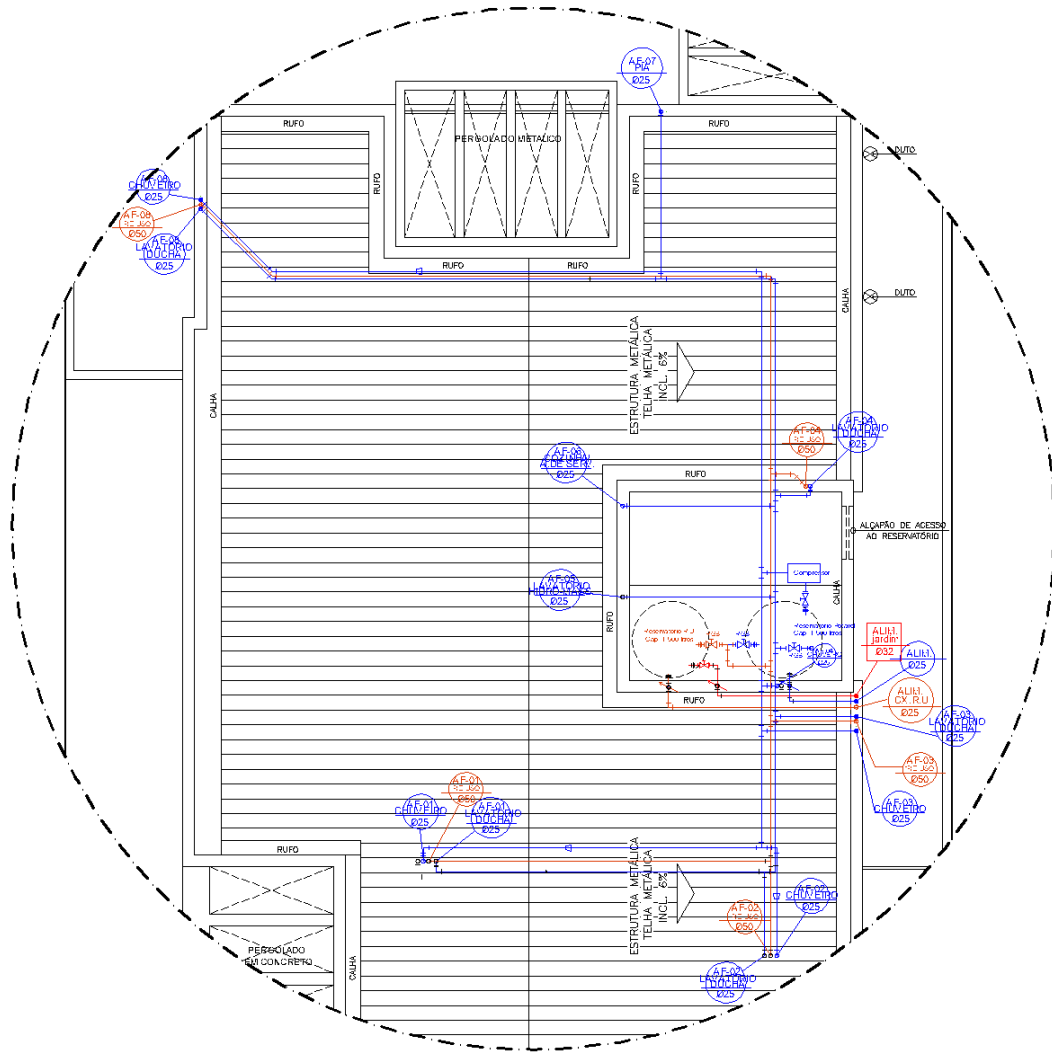
## PROJETO HIDRÁULICO PAV. SUPERIOR

### LEGENDA:

- Tubulação de água potável
- Tubulação de água de reuso

Fonte: (autora)

Figura 12 – Projeto hidráulico: Alimentação de água potável e água de reuso (Cobertura)



## PROJETO HIDRÁULICO PLANTA DE COBERTURA

### LEGENDA:

- Tubulação de água potável
- Tubulação de água de reuso

Fonte: (autora)

### 3.1.1 Estimativa de consumo total de água

Para chegar ao consumo estimado a partir de hábitos de uma família de médio padrão que fazem uso da água para fins de rega de jardins e lavagem de pisos e calçadas, além do consumo diário por pessoa que irá habitar a casa do projeto escolhido, conforme dados do Quadro 3.

**Quadro 3 – Consumo diário da residência de estudo**

CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA		
Número de habitantes	5	
Descrição	nº de uso	Litros por dia
Banhos diários (5min) - 20L		
Escovação - 1L		
Uso da descarga por dia - 15L		
Uso do lavatório por dia - 1L		
Máquina de lavar roupas - 20L		
Jardim - 1,5L/m <sup>2</sup>		
Pisos e calçadas 1,2L/m <sup>2</sup>		
Banheira*		
Piscina 2,5cm		
<b>Total diário (L)</b>		

\*Banheira deve ter uso esporádico, mas deve ser computado

Fonte: (autora)

### 3.1.2 Estimativa de oferta de água de reuso

Foi necessário computar toda água cinza que pode ser captada para receber tratamento e posteriormente ser armazenada para reuso. Foram consideradas fontes de utilização das águas cinza, os chuveiros, lavatórios, máquina de lavar roupa e água de filtragem da piscina (que normalmente ocorre entre uma a duas vezes por mês), como apresentado no Quadro 4.

**Quadro 4 – Onde será captada a água e reuso**

OFERTA DE ÁGUA DE REÚSO		
ONDE SERÁ CAPTADA		
Descrição	nº de uso	Litros por dia
Banhos diários (5min) - 20L		
Escovação - 1L		
Uso do lavatório por dia - 1L		
Máquina de lavar roupas - 20L		
Banheira*		
Piscina 2,5cm		
<b>Total diário (L)</b>		

Fonte: (autora)

### 3.1.3 Estimativa de consumo de água de reuso

O efluente captado e tratado como água cinza deverá ser reutilizado para rega dos jardins, lavagem de pisos e calçadas e nas descargas dos sanitários. Lembrando sempre que as águas cinza que serão reutilizadas só podem ser fornecidas para setores específicos, com tubulações devidamente sinalizadas e nunca sendo possível cruzamento ou encontro com a tubulação de água potável. No Quadro 5 é apresentado o quadro para as estimativas de água.

**Quadro 5 – Onde será utilizada a água e reuso**

ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÁGUA DE REUSO		
ONDE SERÁ USADA		
Descrição	nº de uso	Litros por dia
Uso da descarga por dia - 15L		
Jardim - 1,5L/m <sup>2</sup>		
Pisos e calçadas 1,2L/m <sup>2</sup>		
<b>Total diário (L)</b>		

Fonte: (autora)

## 3.2 INTERVENÇÕES NECESSÁRIAS PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA.

Foram pesquisadas alternativas para encontrar um sistema economicamente viável que permita tratar e reutilizar a água cinza produzida numa residência de forma que qualquer pessoa de classe média possa ter condições de adequar o seu projeto para utilizar essa tecnologia.

### 3.2.1 Adaptações referente aos projetos

Foi necessário fazer os projetos complementares, hidráulico e sanitário, de forma que se ajustassem ao sistema de reuso de águas cinza prevendo duas frentes distintas para o sistema sanitário: água de reuso, que após receber tratamento volta ao sistema pela tubulação específica e é direcionada para os pontos específicos; e esgoto bruto, que vai para companhia de tratamento do município. E também duas frentes distintas para o sistema hidráulico: água de reuso, a mesma que foi tratada e é redirecionada; e potável, que vem da companhia de abastecimento público.

As tubulações projetadas não podem ter contato entre si, sendo de fundamental importância a definição das mesmas de forma que possam ser executadas com marcações visíveis e de fácil de identificação. Isso se fez de forma a separar toda tubulação demarcando aquelas destinadas a captar e posteriormente abastecer as fontes determinadas.

### 3.2.2 Custo do sistema

É fato que um sistema de reuso, independente de qual for escolhido vai gerar algum tipo de impacto no custo e na execução de uma obra. O que deve ser considerado é se o retorno será interessante diante às expectativas acerca do funcionamento e o do valor investido. Para isso, se faz necessário computar os gastos com a instalação do sistema escolhido e as adaptações necessárias. Seguiu-se como proposto no Quadro 6 para a projeção dos custos com e sem o projeto de reuso.

**Quadro 6 – Projeção de custos referentes aos projetos complementares do sistema de reuso**

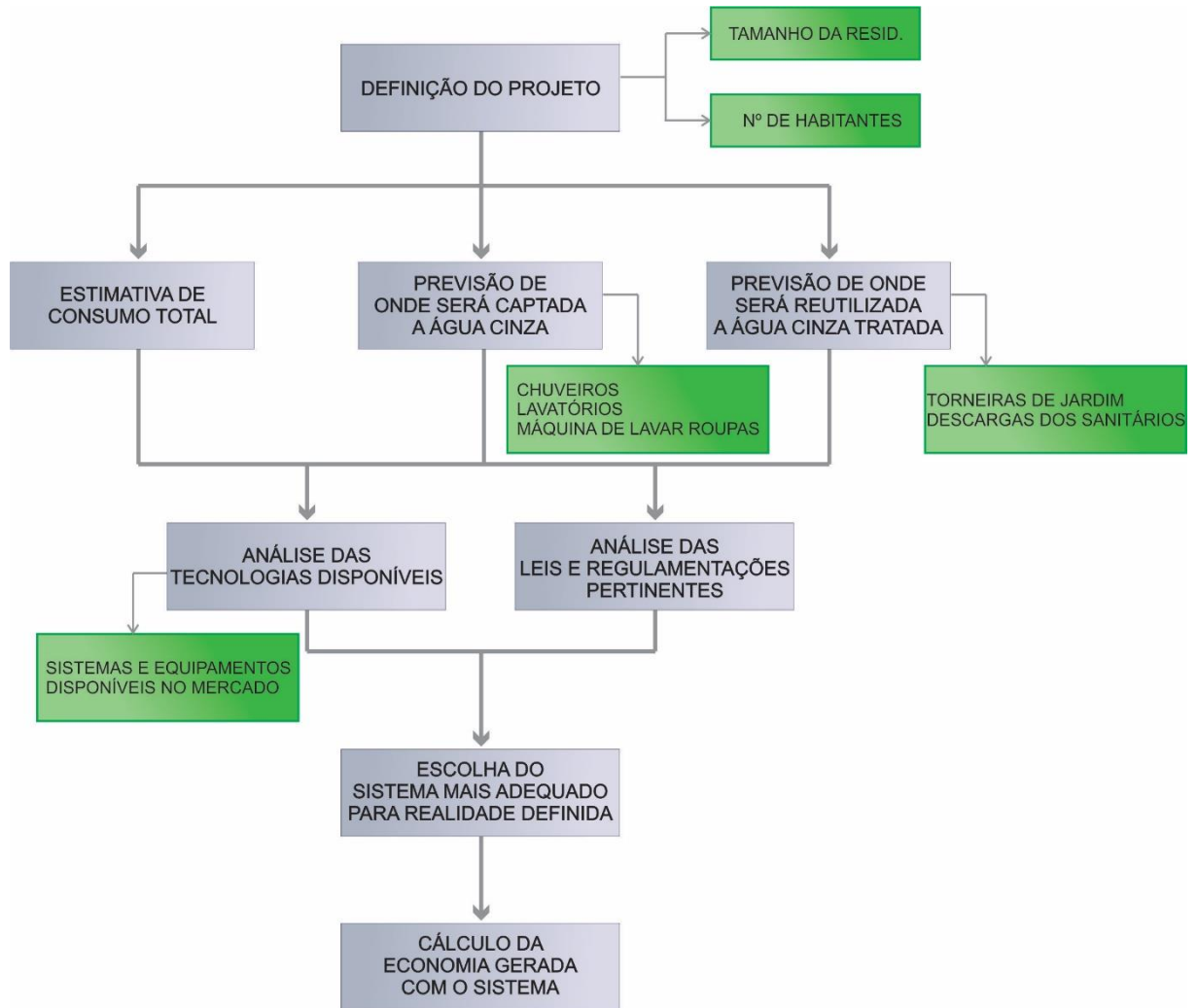
<b>PROJETOS COMPLEMENTARES PERTINENTES</b>	<b>SEM REUSO</b>	<b>COM REUSO</b>	<b>DIFERENÇA DE CUSTO</b>
<b>Projeto Hidráulico</b>			
<b>Projeto Sanitário</b>			
<b>CUSTO TOTAL</b>			

Fonte: (autora)

O Fluxograma indicado na Figura 13 descreve as etapas seguidas para o desenvolvimento deste trabalho.



**Figura 13 – Fluxograma do projeto proposto**



Fonte: (autora)

## 4 RESULTADOS

### 4.1 DIFERENÇA DE CUSTO PARA A INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA.

#### 4.1.1 Estimativa de consumo total de água

De acordo com a quantidade de moradores computados (5 habitantes), foi estimado de maneira empírica uma base média do número de banhos, frequência da rega dos jardins ou lavagem das calçadas, a periodicidade do uso da máquina de lavar roupas, dentre outros hábitos que podem influenciar no volume diário de água consumidos. Após a estimativa do consumo diário de água, foi estimado o consumo total diário como apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1 – Consumo diário da residência de estudo: dados computados**

CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA		
Número de habitantes	5	
Descrição	nº de uso	Litros por dia
Banhos diários (5min) - 20L	15	300
Escovação - 1L	10	10
Uso da descarga por dia - 15L	15	225
Uso do lavatório por dia - 1L	15	15
Máquina de lavar roupas - 20L	2	40
Jardim - 1,5L/m <sup>2</sup>	150	225
Pisos e calçadas 1,2L/m <sup>2</sup>	158	189,6
Banheira*	1	390
Piscina 2,5cm	25,2	630
<b>Total diário (L)</b>		<b>2024,6</b>

Fonte: (autora)

#### 4.1.2 Estimativa de oferta de água de reuso

Computada toda a água cinza captada na máquina de lavar roupas, nos banhos e no uso diário da família, foi obtido os resultados da Tabela 2. Essa água deve receber tratamento e posteriormente ser armazenada para reuso.

**Tabela 2 – Onde será captada a água e reuso: dados computados**

<b>OFERTA DE ÁGUA DE REUSO</b>		
<b>ONDE SERÁ CAPTADA</b>		
<b>Descrição</b>	<b>nº de uso</b>	<b>Litros por dia</b>
Banhos diários (5min) - 20L	15	300
Escovação - 1L	10	10
Uso do lavatório por dia - 1L	15	15
Máquina de lavar roupas - 20L	2	40
Banheira*	1	390
Piscina 2,5cm	25,2	630
<b>Total diário (L)</b>		<b>1385</b>

Fonte: (autora)

#### 4.1.3 Estimativa de consumo de água de reuso

Depois de coletada nos pontos de captação informados anteriormente, o efluente será direcionado para casa de máquinas e tratado pelo sistema implantado. Posteriormente a água cinza será bombeada para um reservatório superior e desta forma será direcionada para os locais que possam ser reutilizadas como torneiras de jardins, bacias sanitárias e torneiras que serão usadas para lavagem dos pisos e calçadas. Foi estimado um uso diário de aproximadamente 640 Litros por dia, como apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3 – Onde será utilizada a água e reuso: dados computados**

<b>ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÁGUA DE REUSO</b>		
<b>ONDE SERÁ USADA</b>		
<b>Descrição</b>	<b>nº de uso</b>	<b>Litros por dia</b>
Uso da descarga por dia - 15L	15	225
Jardim - 1,5L/m <sup>2</sup>	150	225
Pisos e calçadas - 1,2L/m <sup>2</sup>	158	189,6
<b>Total diário (L)</b>		<b>639,6</b>

Fonte: (autora)

#### 4.2 INTERVENÇÕES NECESSÁRIAS PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA

Dentre os sistemas pesquisados, foi optado pelo SISNATE® por ser uma tecnologia moderna, pronta e principalmente por ter assistência técnica que garanta tranquilidade ao cliente sobre eventuais incidentes.

#### 4.2.1 Adaptações referente aos projetos

Foram computados em planilhas orçamentárias custos de acordo com projetos elaborados para as duas situações, executar a obra com sistema de reuso ou executar a obra de forma convencional, estas se encontram no ANEXO C. Na Tabela 4 é apresentado a projeção dos custos referentes aos projetos complementares do sistema de reuso, bem como planilhas orçamentárias. A diferença de custo de um sistema pelo outro se deu em aproximadamente R\$ 6.622,17.

**Tabela 4 – Projeção de custos: dados computados**

<b>PROJETOS COMPLEMENTARES PERTINENTES</b>	<b>SEM REUSO (R\$)</b>	<b>COM REUSO (R\$)</b>	<b>DIFERENÇA DE CUSTO (R\$)</b>
<b>Projeto Hidráulico</b>	8.456,36	13.571,56	5.115,23
<b>Projeto Sanitário</b>	8.932,40	10.439,34	1.506,94
<b>CUSTO TOTAL</b>	17.388,76	24.010,90	6.622,14

Fonte: (autora)

#### 4.2.2 Custo do sistema

O sistema da SISNATE® tem um custo de R\$ 24.200,00 para tratar 1m<sup>3</sup> por dia e uma vez que a diferença dos projetos complementares para execução do sistema é de R\$ 6.622,14, foi possível obter o custo total do sistema e o tempo necessário para que ele se pague. Assim, somando a esse custo a diferença com projetos e execução hidráulica e sanitária, o custo total ficou por volta de R\$ 30.822,17, como apresentada na Tabela 5.

**Tabela 5 – Custo do sistema com e/ou sem reuso**

<b>CUSTO DO SISTEMA</b>	
Tecnologia e equipamentos Sisnate	24.200,00
Diferença de custo na execução do projeto hidráulico para fazer o reuso	5.115,23
Diferença de custo na execução do projeto sanitário para fazer o reuso	1.506,94
<b>Total</b>	<b>30.822,17</b>

Fonte: (autora)

De acordo com capacidade do sistema de tratar 1m<sup>3</sup> de água cinza para reuso, e considerando o custo de implantação mostrado no quadro anterior, foi possível obter o tempo de retorno de 6,53 anos para que o investimento se pague, como apresentado na Tabela 6

**Tabela 6 – Tempo de retorno pela capacidade do sistema operando em capacidade máxima**

<b>CUSTO DO SISTEMA E TEMPO DE RETORNO</b>			
Para capacidade total do sistema (1,0 m <sup>3</sup> /dia)			
Custo mensal	Com sistema convencional	Com sistema de reuso	Diferença de custo entre os sistemas
Custo da água e esgoto pela concessionária de 1,0 m <sup>3</sup> /dia (19,2m <sup>3</sup> /mês)	R\$ 453,60	R\$ 60,00	R\$ 393,60
Custo total de instalação	R\$ 30.822,17		
Economia gerada com sistema	R\$ 393,60		
Tempo em que o sistema se paga (em meses)	78,31		
Tempo em que o sistema se paga (em anos)	6,53		

**Fonte: (autora)**

Embora o sistema adotado tenha capacidade de tratar 1m<sup>3</sup>/dia, de acordo com a Tabela 6, a necessidade da família é de 0,64m<sup>3</sup>/dia, sendo assim é importante prever o tempo de retorno segundo a capacidade de uso do sistema, uma vez que a demanda atual familiar é inferior à capacidade de absorção do sistema. Com isso, tomando como base o valor gasto com sistema convencional (R\$ 290,30) menos o que será gasto com reuso (R\$ 38,40), obtemos uma economia mensal de R\$ 251,90. Desta forma dividindo o valor total do sistema pela economia gerada temos o total de meses necessários para pagar o sistema que está representado na Tabela 7.

**Tabela 7 – Tempo de retorno pela capacidade do sistema operando em capacidade mínima**

<b>CUSTO DO SISTEMA E TEMPO DE RETORNO</b>			
Para capacidade total do sistema (0,64m <sup>3</sup> /dia)			
Custo mensal	Com sistema convencional	Com sistema de reuso	Diferença de custo entre os sistemas
Custo da água e esgoto pela concessionária de 0,64m <sup>3</sup> /dia (19,2m <sup>3</sup> /mês)	R\$ 290,30	R\$ 38,40	R\$ 251,90
Custo total de instalação	R\$ 30.822,17		
Economia gerada com sistema	R\$ 251,90		
Tem em que o sistema se paga (em meses)	122,36		
Tempo em que o sistema se paga (em anos)	10,20		

**Fonte: (autora)**

## 5 CONCLUSÃO

Diante de muitos debates sobre sustentabilidade, foi possível encontrar alguns tipos de sistema para reuso de águas cinza. Porém, a maioria deles necessita de um espaço considerável para sua implantação, como os que precisam de vários tipos de filtros ou áreas de percolação, ou ainda são sistemas relativamente rústicos que demandam certa habilidade na execução e ainda requerem manutenção constante ao longo do tempo. A opção pela Sisnate garantiu um sistema pronto, com toda qualidade e garantia da empresa, além da facilidade para o construtor, que seguindo as orientações do fabricante, deve obter um sistema em pleno funcionamento.

Com relação ao custo/benefício, de fato, outras opções no mercado eram mais atrativas financeiramente, porém algumas deixaram a desejar quanto à análise técnica da água, pois não haviam comprovação de que a água resultante do processo estaria apta para os usos solicitados; e outros sistemas, mesmo com bom resultado dessas análises, tinham processo construtivo e manutenção dispendiosos.

Dessa forma, o tempo de retorno do sistema escolhido pode não ser curto, mas, ainda assim, dentro do padrão construtivo que a família apresenta, considera-se que seja viável tanto pela economia, mas principalmente pela contribuição à sustentabilidade dos nossos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Água no mundo: Situação da Água no Mundo**, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>. Acesso em: 25 mar. 2019

ALVES, Wolney Castilho et al. **Manual para aproveitamento emergencial de águas do banho e da máquina de lavar**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016. 32 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13969: Tanques sépticos-unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos-projeto, construção e operação**, 1997. Rio de Janeiro. 60p. Disponível em: <[http://acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](http://acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2019.

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, 2007. 8p. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

BRASIL. **Lei nº. 9.984**, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas-ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. 2000. Diário Oficial. Brasília, DF, 18 jul. 2000.

CUBA, Renata Medici Frayne; MANZANO, Dilso Pantaleão. **Avaliação técnica e econômica do reuso de águas cinza em aparelhos sanitários**. Colloquium Exactarum, [s.l.], v. 6, n. 3, p.72-83, 30 out. 2014. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ce.2014.v06.n3.e089>.

ECOFOSSA. **Ecofossa – Fossa Ecológica**, 2019. Pagina Inicial. Disponível em: <<https://ecofossa.com/>>. Acesso em: 10 de nov. de 2019.

GARZÓN-ZÚÑIGA, Marco Antonio et al. **Evaluación de un sistema de tratamiento doméstico para reuso de água residual**. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, [s.l.], v. 32, n. 2, p.199-211, 1 maio 2016. Centro de Ciencias de la Atmosfera. <http://dx.doi.org/10.20937/rica.2016.32.02.06>.

HAJE, Lara; BECKER, Marcia. **Meio Ambiente aprova reuso de água como fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos: Meio Ambiente**. 2017. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

LEGISWEB. **Lei nº 3261, de 02 de agosto de 2017 - Estabelece a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção**. Diário Oficial do Estado do Tocantins. Palmas, TO, 02 ago. 2017. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=347089>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reuso de Água**. Barueri: USP, 2003. 579 p.

OLIVEIRA, Luísa Rodrigues de et al. **Avaliação de um equipamento protótipo para tratamento de águas cinza com fins não potáveis**. Revista Internacional de Ciências, [s.l.], v. 8, n. 2, p.262-280, 4 dez. 2018. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/ric.2018.33196>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Até 2030 planeta pode enfrentar déficit de água de até 40%, alerta relatório da ONU**. In: Base de dados da ONUBR, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 11 mar. 2019.

PEZZINI, Alessandra; BRIÃO, Vandrê B.; BONI, Luís A. B. de. **Estudo preliminar para um sistema de purificação e reuso de água**. Periódico Tchê Química, Porto Alegre, v. 13, n. 26, p.127-132, jun. 2016.

SELLA, Marcelino Blacene. **Reuso de Águas Cinza: Avaliação da Viabilidade da Implantação do Sistema em Residências**. 2011. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SISNATE. **Sisnate** – Sistema Natural de Tratamento de Efluentes, 2019. Pagina Inicial. Disponível em: < <https://sisnate.com.br/>>. Acesso em XX de nov. 2019.

TEIXEIRA, Daniel. **Re. Ecofossa** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <lu.cris.andrade@uol.com.br> em 11 de abr. de 2019.

VERDÉLIO, Andreia. **Brasil carece de legislação para reuso de água, diz coordenador da ANA: ONU destaca a importância das águas residuais, as que podem ser**. 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-03/brasil-carece-de-legislacao-para-reuso-de-agua-diz-coordenador-da-ana>>. Acesso em: 11 mar. 2019.



**ANEXO A – PROJETO HIDRÁULICO**

**ANEXO B – PROJETO SANITÁRIO**

**ANEXO C – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA**