



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil  
Curso de Graduação em Engenharia Civil

---



**Tiago Fernandes Gomes Coelho**

**Comparação do consumo e custo de uma instalação  
hidrossanitária de água fria utilizando três cenários  
distintos: Estudo de caso em uma residência unifamiliar**

Ouro Preto

2021

Comparação do consumo e custo de uma instalação hidrossanitária de água fria utilizando três cenários distintos: Estudo de caso em uma residência unifamiliar

Tiago Fernandes Gomes Coelho

Trabalho Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto.

Data da aprovação: 26/08/2021

Área de concentração: Recursos Hídricos

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Letícia Pilz de Castro – UFOP

Ouro Preto

2021

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C672c Coelho, Tiago Fernandes Gomes .

Comparação do consumo e custo de uma instalação hidrossanitária de água fria utilizando três cenários distintos [manuscrito]: estudo de caso em uma residência unifamiliar. / Tiago Fernandes Gomes Coelho. - 2021.

49 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Ana Letícia Pilz de Castro.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Civil .

1. Água - Consumo . 2. Água - Dispositivos poupadores . 3. Instalações hidráulicas e sanitárias - Aparelhos sanitários. 4. Instalações hidráulicas e sanitárias - Estudos de Viabilidade. I. Castro, Ana Letícia Pilz de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716

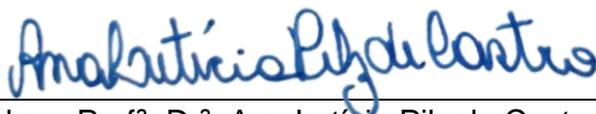
Comparação do consumo e custo de uma instalação hidrossanitária de água fria utilizando três cenários distintos: Estudo de caso em uma residência unifamiliar

Tiago Fernandes Gomes Coelho

Trabalho Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto.

Data da aprovação: 26/08/2021

Banca examinadora:



---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Letícia Pilz de Castro - UFOP

---

Membro: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Júlia Castro Mendes

---

Membro: Prof. Dr. Múcio André dos Santos Alves Mendes

## RESUMO

A água é um recurso indispensável para o homem. Desde o início, a humanidade se estabeleceu próximo a rios e por sempre ser tratada como recurso infinito, houve muito desperdício. Com o passar do tempo, mudou-se essa forma de pensar e novas tecnologias surgiram, buscando reduzir o consumo e melhor aproveitamento. Este trabalho tem por objetivo avaliar o consumo de aparelhos sanitários de três cenários distintos, o primeiro utilizando tecnologias mais antigas e não poupadoras de água, o segundo utilizando tecnologias mais atuais que prevê a economia deste recurso, como torneiras com arejadores, bacia sanitária com caixa acoplada e chuveiro com entrada de ar, e o terceiro propondo além da troca dos aparelhos convencionais pelos modernos, uma reforma das áreas em que estes se encontram. No presente estudo de caso, será avaliado o consumo da residência e estimado o tempo de retorno de investimento para uma reforma nas áreas que se localizam esses aparelhos. Os dispositivos poupadores apresentam consumo menor, gerando uma redução de 50% no valor da conta de água e de 60,4% no volume consumido. O tempo de retorno do investimento para o caso de substituição da tecnologia é de aproximadamente 78 meses.

Palavras-chave: consumo de água, dispositivos poupadores, aparelhos sanitários, viabilidade de implantação.

## **ABSTRACT**

Water is an indispensable resource for man. From the beginning, humanity settled near rivers and because it was always treated as an infinite resource, there was a lot of waste. Over time, this way of thinking has changed and new technologies have emerged, seeking to reduce consumption and better utilization. This work aims to evaluate the consumption of sanitary appliances from three different scenarios, the first using older technologies and non-water savers, the second using more current technologies that predicts the economy of this resource, such as taps with aerators, sanitary basin with coupled box and shower with air intake, and the third proposing in addition to the exchange of conventional appliances by modern appliances, reform of the areas in which they are located. In the present case study, the consumption of the residence will be evaluated and the return on investment time for a reform in the areas that are located in these devices will be estimated. The saving devices have lower consumption, generating a reduction of 50% in the value of the water bill and 60.4% in the volume consumed. The return on investment time for the technology replacement case is approximately 78 months.

Keywords: water consumption, sparing devices, sanitary appliances, feasibility of implantation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instalação hidrossanitária em uma residência unifamiliar.....	3
Figura 2 - Disponibilidade de água no mundo .....	4
Figura 3 - Demandas de uso de água no Brasil por setor (%) .....	7
Figura 4 - Estimativas de consumo residencial de água potável no Brasil .....	8
Figura 5 - Planta baixa edificação.....	15
Figura 6 - Corte AA.....	16
Figura 7 - Corte BB.....	16
Figura 8 - Corte CC.....	17
Figura 9 - Corte DD.....	17
Figura 10 - Corte EE .....	18
Figura 11 - Torneira do banheiro social .....	19
Figura 12 - Vaso sanitário com descarga de válvula do banheiro social .....	20
Figura 13 - Chuveiro com entrada de ar .....	21
Figura 14 - Vaso sanitário com caixa acoplada .....	21
Figura 15 - Torneira de cozinha com arejador .....	22
Figura 16 - Conta de água da edificação de estudo .....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução das instalações hidráulicas .....	5
Tabela 2 - Perdas estimadas por aparelho sanitário.....	9
Tabela 3 - Hábitos para reduzir o consumo de água .....	10
Tabela 4 - Índice do custo de construção (%).....	11
Tabela 5 - Redução média por aparelho sanitário .....	24
Tabela 6 - Preços aparelhos sanitários Cenário 1 .....	25
Tabela 7 - Preços aparelhos sanitários Cenário 2 e 3 .....	26
Tabela 8 - Resumo do Consumo de cada Cenário .....	29
Tabela 9 - Composição de custos para troca dos aparelhos sanitários.....	30
Tabela 10 - Composição de custos demolição .....	32
Tabela 11 - Composição de custos assentamento porcelanato.....	33
Tabela 12 - Composição de custos instalação das bancadas .....	33

## **LISTA DE SIGLAS**

MC – Média de Consumo

CD – Custo da Demolição

CA – Custo de Assentamento do Porcelanato

CI – Custo de Instalação

CTR – Custo Total da Reforma

ERI – Estimativa de Retorno do Investimento

RC – Redução do Consumo

# SUMÁRIO

1	Introdução .....	1
2	Objetivo Geral .....	2
2.1	Objetivos Específicos .....	2
3	Revisão Bibliográfica.....	3
3.1	Instalações Hidráulicas de Água Fria .....	3
3.2	Evolução das Instalações Hidráulicas .....	4
3.3	Consumo de Água em uma Residência .....	7
3.4	Custos das Instalações hidráulicas e prediais .....	11
3.5	Dispositivos poupadores de água.....	12
3.5.1	Vaso Sanitário.....	12
3.5.2	Torneiras .....	12
3.5.3	Chuveiros .....	13
4	Metodologia.....	14
4.1	Modelo de Edificação .....	14
4.2	Consumo de água nos três cenários .....	22
4.2.1	Cenário 1.....	23
4.2.2	Cenário 2.....	24
4.2.3	Cenário 3.....	25
4.3	Custo de instalação .....	25
5	Resultados .....	27
5.1	Custo mensal de água.....	27
5.1.1	Cenário 1.....	27

5.1.2	Cenário 2:.....	28
5.1.3	Cenário 3.....	28
5.1.4	Comparação entre cenários 1, 2 e 3.....	28
5.2	Custo da reforma.....	29
5.2.1	Cenário 2.....	30
5.2.2	Cenário 3.....	32
5.2.3	Comparação entre cenários 2 e 3.....	34
6	Conclusão.....	35
7	Referências.....	36
	APÊNDICE A – TABELA DE PREÇOS DE ÁGUA E SERVIÇOS 2021.....	38

# 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para os seres vivos. Apesar da sua abundância, 97,5% representam os oceanos, 2,493% água doce de difícil acesso e apenas 0,007%, água doce acessível (VICTORINO, 2007). No último século o consumo de água doce aumentou 6 vezes, devido ao crescimento populacional, desenvolvimento econômico e alterações nos padrões de consumo, e a previsão de crescimento no consumo é de 25% até 2030 (UNESCO, 2021).

Devido à disponibilidade finita de água e buscando a redução do consumo também pelos custos, novas tecnologias foram desenvolvidas no cenário da construção civil. As torneiras com arejadores, chuveiros com entrada de ar e vaso sanitário com caixa acoplada são exemplos dos aparelhos sanitários economizadores que surgiram dessa evolução tecnológica. A utilização destes pode gerar uma economia que varia de 40% a 83%, a depender do dispositivo (SABESP, 2009).

O Brasil encontra-se em um momento em que surgem muitas construções novas e também construções que estão no fim da vida útil de projeto, sendo necessárias reformas em vários imóveis. Então é muito importante considerar a utilização desses novos dispositivos na execução das obras. Em residências antigas e com pouca ou nenhuma manutenção, é comum existirem vazamentos nas instalações que podem ultrapassar os 500 l/dia (SABESP, 2009).

Neste contexto, propostas de mudança de hábitos e estudos sobre redução no consumo devem ser constantes, que também foi motivação principal deste trabalho. Será avaliada a possibilidade de troca dos vasos sanitários com válvula de descarga, torneiras e chuveiros convencionais, que são os aparelhos convencionais, por economizadores de água, como vaso sanitário de caixa acoplada, torneiras e chuveiros com arejadores, de uma edificação existente, e a redução no consumo e custos na conta de água. Além disso, será analisado a viabilidade apenas da troca e também da reforma das áreas, estimando o tempo de retorno do investimento.

## **2 OBJETIVO GERAL**

O objetivo do presente trabalho é comparar o consumo de água fria de uma instalação hidrossanitária usando tecnologias convencionais, tais como vaso sanitário com válvula de descarga, torneiras e chuveiros comuns, e atuais, como vaso sanitário com caixa acoplada, torneira e chuveiro com arejador, e também o custo de instalação de cada uma delas.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Estudar três cenários utilizando tecnologias antigas e modernas;
- Investigar o consumo e investimento inicial;
- Avaliar o tempo de retorno do investimento.

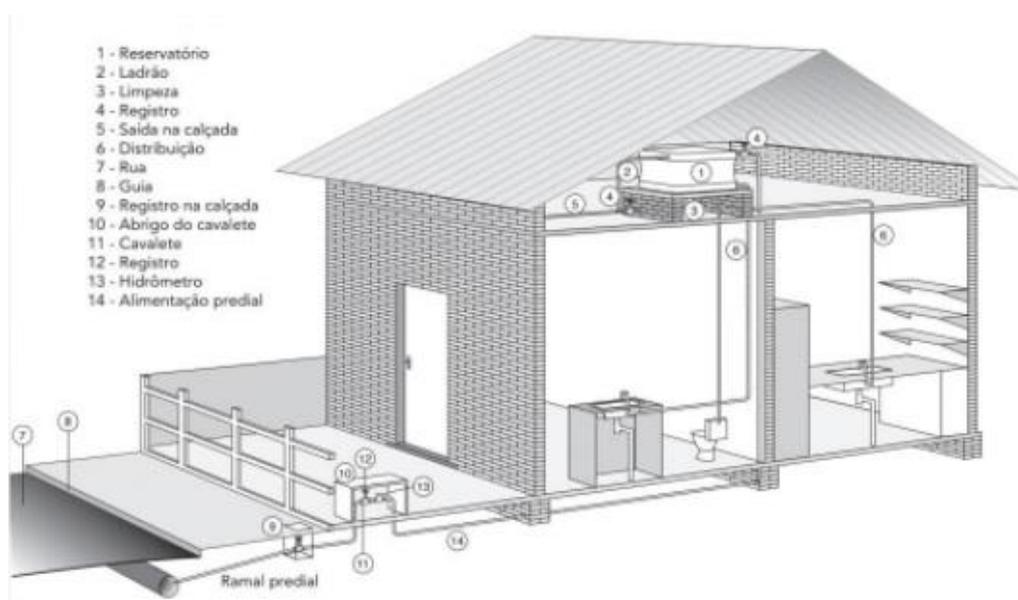
### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Instalações Hidráulicas de Água Fria

Segundo Melo e Netto (1988, p. 1), “Instalações Hidráulicas são instalações que compõe o conjunto de canalizações, conexões, aparelhos e ferragens para suprimento de água a prédios, armazenamento e distribuição aos pontos de consumo.” De acordo com a NBR5626, os projetos devem ser feitos por profissionais habilitados e deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Preservar a potabilidade da água;
- b) Assegurar o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e vazões compatíveis com o funcionamento previsto dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes e em temperaturas adequadas ao uso;
- c) Proporcionar aos usuários peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação.

Na Figura 1 é apresentado um exemplo dos componentes de uma instalação hidrossanitária bastante simples e comum em residências unifamiliares no Brasil, que mostra alguns dos aparelhos sanitários que abordaremos ao longo deste trabalho.



**Figura 1 - Instalação hidrossanitária em uma residência unifamiliar**

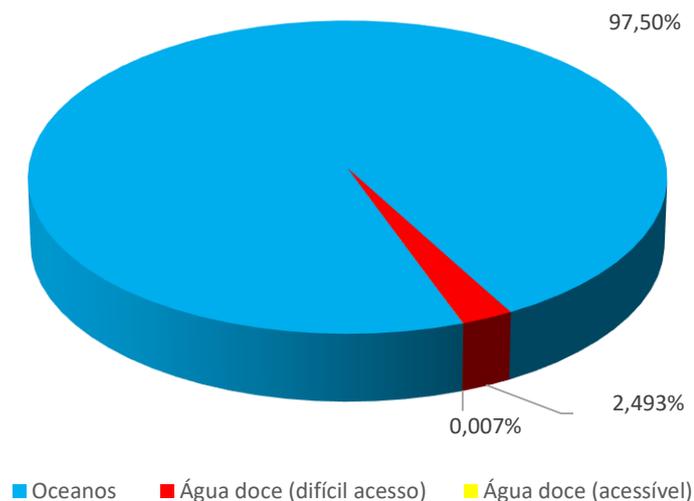
**Fonte: (DE CARVALHO JÚNIOR, 2014)**

Estão apresentadas ainda algumas informações preliminares que devem ser consideradas para o projeto:

- Características do consumo predial (volumes, vazões máximas e médias, perfil de consumo estimado, entre outras);
- Características da oferta de água;
- Valores estimados do indicador de consumo em função da tipologia do edifício;
- Necessidades mínimas de reservação.

### 3.2 Evolução das Instalações Hidráulicas

A água é um recurso finito e sua disponibilidade se tornará cada vez mais difícil com o consumo exagerado e também com o aumento da população. A Figura 2 mostra a disponibilidade de água no mundo.



**Figura 2 - Disponibilidade de água no mundo**

**Fonte: Autor (Adaptado (VICTORINO, 2007))**

A água é essencial para os seres vivos e sempre são formadas civilizações próximas à sua abundância. Desde a antiguidade se tem relatos de aquedutos, banheiros e locais para banho. Foram descobertas instalações feitas por indianos entre 6000 e 3000 a.C. Segundo Wendt (2001), descobriu-se redes de saneamento consideradas as mais modernas do mundo antigo, em duas cidades do mesmo vale, com construção entre 3000 e 1500 a.C. Na Tabela 1 apresenta-se algumas datas importantes e o histórico da evolução do uso da água e de instalações hidráulicas na humanidade.

**Tabela 1 - Evolução das instalações hidráulicas**

<b>Data</b>	<b>Evento</b>
3750 a.C.	Utilização de coletores de esgotos na cidade de Nipur (Babilônia)
3200 a.C.	Utilização de sistemas de água e drenagem no Vale do Hindus
1500 a.C.	Utilização de decantação para a purificação de água pelos egípcios
691 a.C.	Construção do aqueduto de Jerwan (Assíria), constituinte do primeiro sistema público de abastecimento de água conhecido
625 a.C.	Construção do aqueduto para abastecer a cidade de Mégara e, posteriormente, a cidade de Samos, ambas na Grécia
312 a.C.	Construção do primeiro grande aqueduto romano, o <i>Aqua Apia</i> , com cerca de 17 km de extensão
270 a.C.	Construção do segundo grande aqueduto romano, com extensão de 63 km
305	Construção do 14º grande aqueduto romano, elevando para 580 km o comprimento dos aquedutos

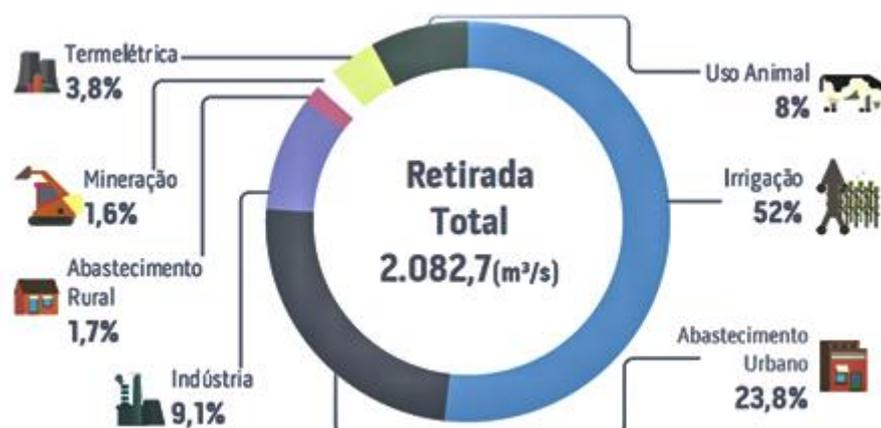
<b>Data</b>	<b>Evento</b>
	abastecedores da cidade de Roma, dos quais 80 km em arcos
1620	Início da construção do aqueduto do rio Carioca, para abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, com comprimento de 270 m e 18 m de altura
1664	Invenção dos tubos de ferro fundido moldado, por Johan Jordan, na França, e sua instalação no palácio de Versailles
1775	Invenção do vaso sanitário, por Joseph Bramah, na Inglaterra
1804	Construção da primeira instalação coletiva de tratamento de água para consumo humano, por meio de filtro lento, concebido por John Gibb, na Escócia
1867	Invenção dos tubos de concreto, por J. Monier, na França
1875	Utilização de tubos de ferro fundido na adução de água dos rios D'Ouro e São Pedro, para abastecimento do Rio de Janeiro
1905	Primeira aplicação do cloro como desinfetante de água de abastecimento, feita por Sir Alexander Houston, na Inglaterra
1913	Invenção dos tubos de cimento amianto, por A. Mazza, na Itália
1936	Lançamento do tubo de PVC, na Alemanha, com a montagem de uma rede experimental enterrada para testes de durabilidade

**Fonte: Adaptado de (HELLER e PÁDUA, 2006)**

Então, o foco principal da sociedade antiga era levar água para a população das cidades em grandes quantidades, devido ao aumento da mesma, sem muito se preocupar com perdas, desperdício, ou até mesmo disposição de dejetos. Com o desenvolvimento de uma consciência ambiental e avanço tecnológico, a sociedade começa a buscar dispositivos que promovam a redução no consumo de água.

### 3.3 Consumo de Água em uma Residência

O consumo de água no Brasil divide-se em vários grupos, sendo que os maiores consumos são irrigação, abastecimento urbano, indústria e uso animal, respectivamente (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019). Na Figura 3 podemos ver o gráfico com a retirada de cada setor.

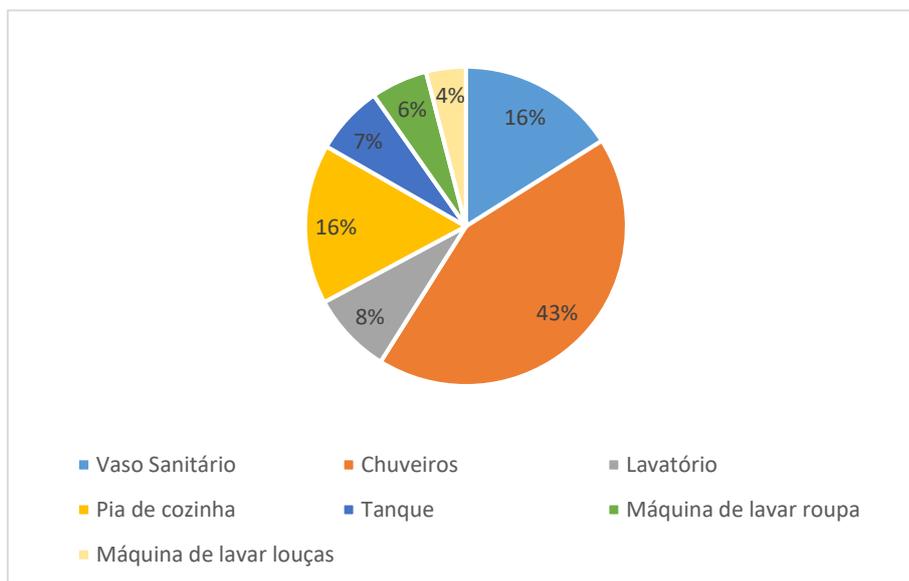


**Figura 3 - Demandas de uso de água no Brasil por setor (%)**

**Fonte: (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019)**

Em relação ao consumo humano, o consumo *per capita* de água no Brasil em 2017 foi de 116 litros diários e este valor aumenta para 143 litros diários (IBGE, 2020). Na cidade de Governador Valadares, ele aumenta para 154,99 l/dia (PREFEIRURA MUNICIPAL DE GOVERNADOR VALADARES, 2015). O valor no consumo pode variar de acordo com o clima, nível de condicionamento físico, renda, cultura e religião, e sexo do indivíduo (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2013). Na Figura 4

temos as estimativas de consumo residencial no Brasil e a porcentagem que cada item representa no montante final.



**Figura 4 - Estimativas de consumo residencial de água potável no Brasil**

**Fonte: Autor (Adaptado (MAY, 2009))**

De acordo com o gráfico, apresenta-se que os maiores consumos são os chuveiros, pia de cozinha, vaso sanitário e lavatório, que são os objetos que terão mais destaque neste trabalho, devido ao surgimento de tecnologias que reduzem seu consumo. Ainda há um fator que pode aumentar bastante o consumo da residência. Patologias relacionadas à falta de manutenção e/ou má execução das instalações podem acrescentar mais de 500l/dia no consumo de água (SABESP, 2009). Na Tabela 2 são apresentadas as principais patologias e as perdas estimadas por aparelho sanitário.

**Tabela 2 - Perdas estimadas por aparelho sanitário**

<b>Aparelho sanitário</b>	<b>Perda estimada</b>	
Torneira pingando	Gotejamento lento	10 l/dia
	Médio	20 l/dia
	Rápido	32 l/dia
	Muito rápido	Maior que 32 l/dia
	Filete 2 mm	136 l/dia
	Filete 4 mm	442 l/dia
Torneira (de lavatório, de pia, de uso geral)	Vazamento no flexível	0,86 l/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 l/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 l
	Filetes visíveis	144 l/dia
Chuveiros	Vazamento no registro	0,86 l/dia
	Vazamento no tubo de alimentação	0,86 l/dia

**Fonte: Autor (Adaptado (SABESP))**

Além de realizar trocas das instalações hidrossanitárias antigas pelas novas, que irão reduzir o consumo, a prática do consumo consciente também afeta no total. Segundo Departamento Municipal de Água e Esgoto de Caldas Novas (2021) e conforme mostrado na Tabela 3, seguindo alguns hábitos podemos reduzir bastante o consumo.

**Tabela 3 - Hábitos para reduzir o consumo de água**

---

Banho (15 min.)	Consumo: 45 litros - Se fecharmos o registro, ao se ensaboar, e reduzimos o tempo para 5 minutos, o consumo cai para 15 litros.
Escovar os dentes (5 min.)	Consumo: 12 litros - Molhar a escova e fechar a torneira enquanto escova os dentes e, ainda, enxaguar a boca com um copo de água, consegue economizar mais de 11,5 litros de água.
Lavar louça (15 minutos)	Consumo: 117 litros - Ao lavar a louça, primeiro limpe os restos de comida dos pratos e panelas com esponja e sabão e, só aí, abra a torneira para molhá-los. Ensaboe tudo que tem que ser lavado e, então, abra a torneira novamente para novo enxágue. Só ligue a máquina de lavar louça quando ela estiver cheia. Com economia o consumo pode chegar a 20 litros.
Lavar calçada (15 min.)	Consumo: 279 litros de água - Se houver uma sujeira localizada, use a técnica do pano umedecido com água de enxágue da roupa ou da louça.
Lavar o carro (30 min.)	Consumo: 216 litros - Para reduzir, basta lavar o carro somente uma vez por mês com balde. Nesse caso, o consumo é de apenas 40 litros.

---

**Fonte: Autor (Adaptado (Departamento Municipal de Água e Esgoto de Caldas Novas, 2021))**

### 3.4 Custos das Instalações hidráulicas e prediais

As instalações hidráulicas são uma parte muito importante na execução de uma obra. Como na maioria das vezes fica embutida nas alvenarias e pisos, deve-se fiscalizar sua execução, bem como a existência de possíveis vazamentos antes de partir para a próxima etapa. E em edificações residenciais, muitas das vezes os projetos hidrossanitários não existem, devido à autoconstrução.

Por isso, cerca de 75% das patologias da construção são problemas relacionados às instalações hidráulicas (JUNIOR, 2015). Na Tabela 4 vemos o custo das instalações hidráulicas na construção e visto que para reparar possíveis patologias, haverá a necessidade de demolição de parte dos revestimentos, é fundamental que seja executado corretamente.

**Tabela 4 - Índice do custo de construção (%)**

Projetos e aprovações	5% a 12%
Serviços preliminares	2% a 4%
Fundações	3% a 7%
Estrutura	14% a 22%
Alvenaria	2% a 5%
Cobertura	4% a 8%
Instalações hidráulicas *	7% a 11%
Instalações elétricas	5% a 7%
Impermeabilização / isolamento térmico	2% a 4%
Esquadrias	4% a 10%
Revestimentos / acabamentos	15% a 23%
Vidros	1% a 2,5%
Pintura	4% a 6%
Serviços complementares	0,5% a 1%

\* valor total de instalações de água fria e quente, pluviais e de esgoto.

**Fonte: Autor (Adaptado) (XAVIER, 2008))**

### **3.5 Dispositivos poupadores de água**

Para o estudo de caso serão estudados três cenários, sendo o primeiro deles a edificação com aparelhos sanitários convencionais (vaso sanitário com válvula de descarga, torneiras e chuveiros comuns), o segundo utiliza os aparelhos modernos (vaso sanitário com caixa acoplada, torneiras e chuveiros com arejadores) e o terceiro propõe uma reforma das áreas de utilização dos aparelhos atuais. Para isso, será analisado o funcionamento de cada aparelho redutor de consumo.

#### **3.5.1 Vaso Sanitário**

O vaso sanitário com válvula de acionamento é um sistema tradicional de instalação hidráulica. Nele ficam embutidas todas as instalações e o princípio de funcionamento é uma válvula que quando acionada pelo usuário, libera a água para eliminar os dejetos. Portanto, o fluxo de água é variável, e o consumo depende do tempo em que o usuário deixa de acionar a válvula.

O vaso sanitário com caixa acoplada apresenta um sistema hidráulico mais simples, com tubulações de menores diâmetros e permite ramificações (DECA, 2018). Seu sistema de descarga funciona através de dois botões: descarga completa, que consome 6 litros de água, para dejetos sólidos e descarga com volume reduzido, que consome 3 litros de água e utilizado para resíduos líquidos. Como seu volume é fixo, pode gerar uma redução média no consumo de 40% (SABESP, 2009).

#### **3.5.2 Torneiras**

As torneiras convencionais têm um consumo médio de 0,42 l/s (SABESP, 2009). O princípio de funcionamento das torneiras com arejadores é misturar ar ao jato de água, diminuindo o fluxo mas com a mesma sensação de volume. Além disso, direciona o fluxo de água e reduz os respingos. Possui também um regulador de vazão que limita o volume de água que sai, mesmo com o registro da torneira aberto ao máximo (DE OLIVEIRA SOARES, 2010).

### **3.5.3 Chuveiros**

Os chuveiros são os maiores consumidores de água de uma residência, que em média consomem até 43% do total (MAY, 2009). Seu princípio de funcionamento é semelhante ao da torneira. Ele incorpora ar ao jato de água e mantém o conforto e prazer na hora do banho (DECA, 2016). Também possui uma vazão constante com valor de 12 l/min, dependendo do seu modelo (DECA, 2016).

## **4 METODOLOGIA**

Para o estudo de caso desse trabalho, será feita uma comparação do consumo de água fria de uma residência na cidade de Governador Valadares/MG, cuja construção possui mais de 50 anos e possui as instalações hidráulicas antigas, e a criação de um cenário onde todas as instalações dessa residência são novas e com as tecnologias atuais, que buscam a redução do consumo.

### **4.1 Modelo de Edificação**

A edificação escolhida para este trabalho é uma residência unifamiliar onde residem atualmente quatro pessoas, localizada na Rua Rio Grande do Sul, no município de Governador Valadares/MG. A Figura 5 mostra a planta baixa da residência.

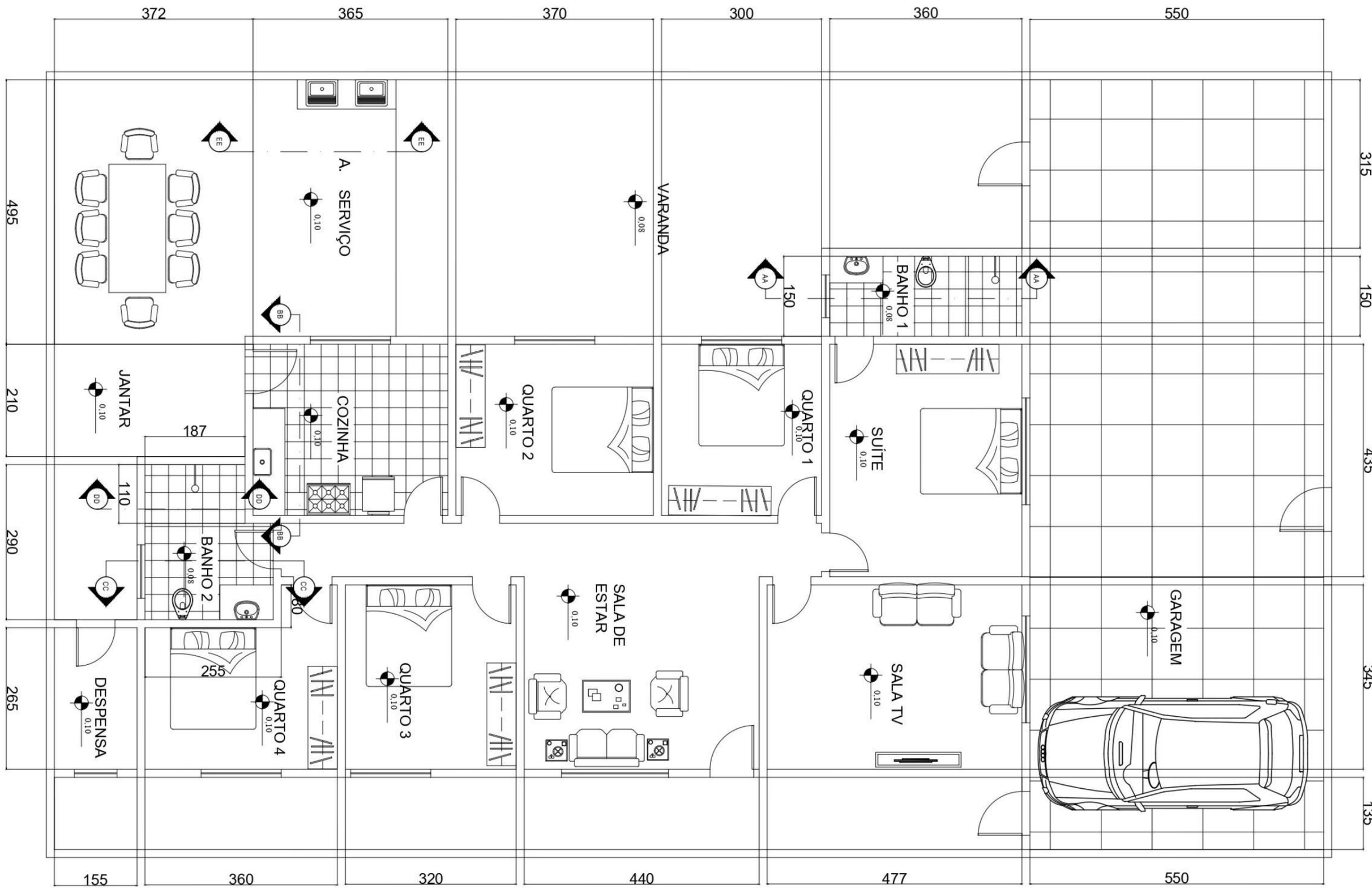
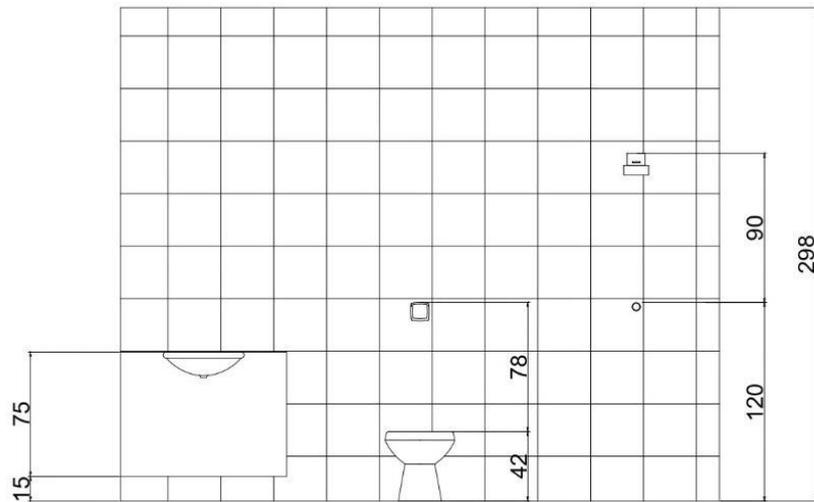


Figura 5 - Planta baixa edificação

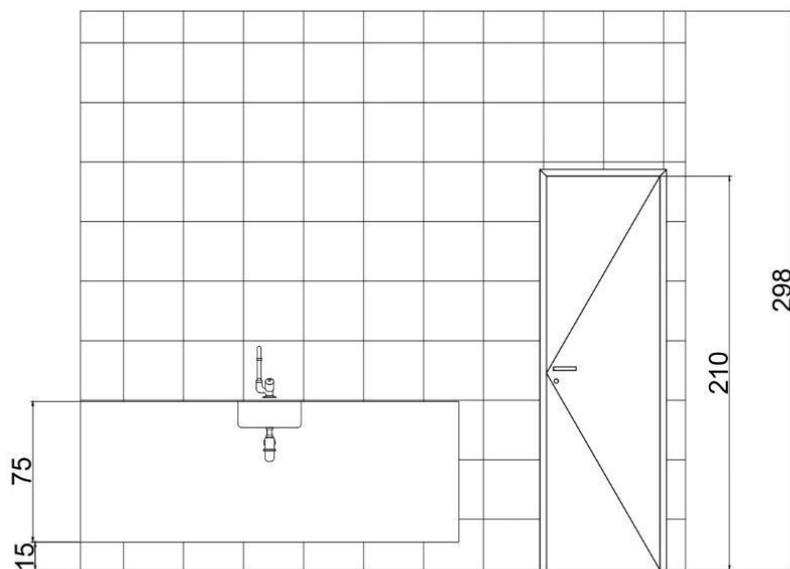
Fonte: Autor

As Figuras 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam os Cortes AA, BB, CC, DD e EE, respectivamente, representando o banheiro da suíte, a cozinha, o banheiro social e a área de serviço, que são as áreas de estudo deste trabalho.



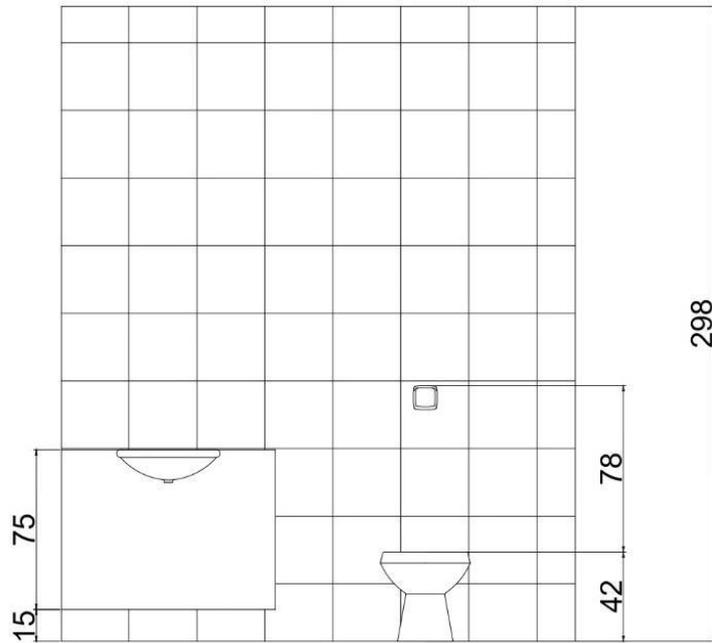
**Figura 6 - Corte AA**

**Fonte: Autor**



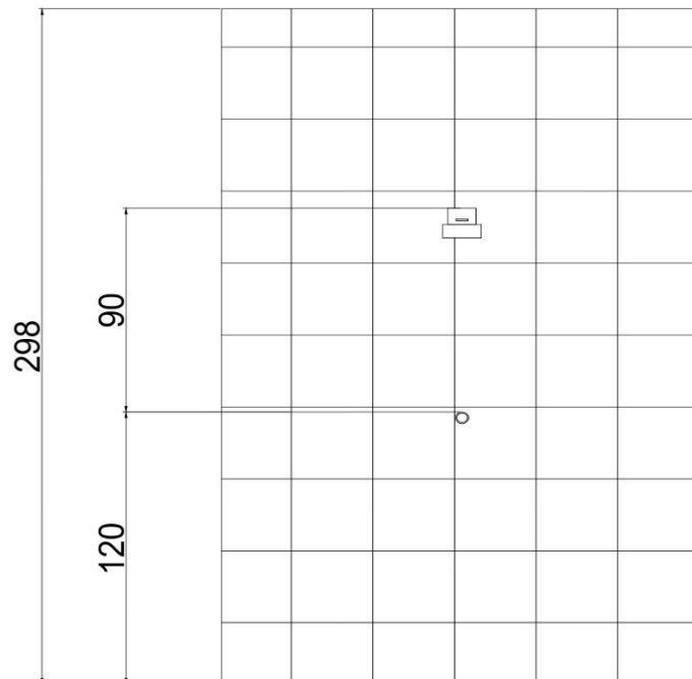
**Figura 7 - Corte BB**

**Fonte: Autor**



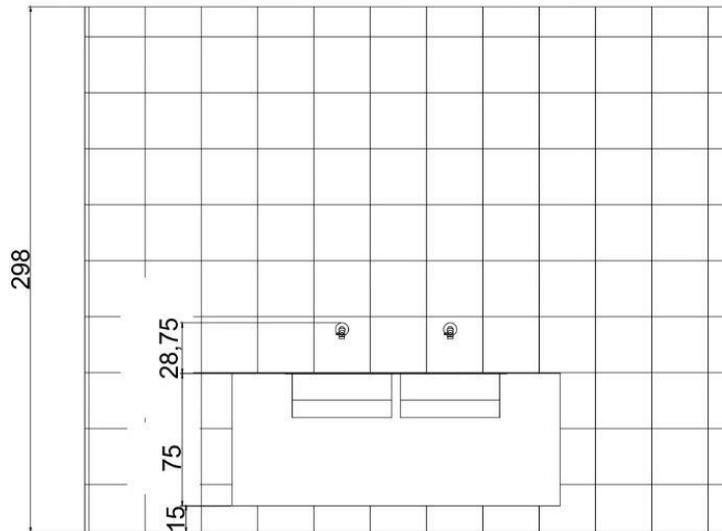
**Figura 8 - Corte CC**

Fonte: Autor



**Figura 9 - Corte DD**

Fonte: Autor



**Figura 10 - Corte EE**

**Fonte: Autor**

A casa possui dois banheiros, sendo um deles da suíte, uma cozinha e uma área de serviço. As figuras 11 e 12 indicam a torneira e o vaso com descarga de válvula, respectivamente, que foram instaladas. As figuras 13, 14 e 15 indicam os dispositivos com tecnologia de redução de consumo disponíveis no mercado. Então, para a análise do consumo dessa edificação, serão consideradas:

**Cenário 1:**

- Banheiro 1: 1 torneira de lavatório comum, 1 vaso sanitário com descarga de válvula e 1 chuveiro comum.
- Banheiro 2: 1 torneira de lavatório comum, 1 vaso sanitário com descarga de válvula e 1 chuveiro comum.
- Cozinha: 1 torneira comum.

- Área de serviço: 2 torneiras comuns.



**Figura 11 - Torneira do banheiro social**

**Fonte: Autor**



**Figura 12 - Vaso sanitário com descarga de válvula do banheiro social**

**Fonte: Autor**

**Cenário 2:**

- Banheiro 1: 1 torneira de lavatório com arejador, 1 vaso sanitário com caixa acoplada e 1 chuveiro com entrada de ar.
- Banheiro 2: 1 torneira de lavatório com arejador, 1 vaso sanitário com caixa acoplada e 1 chuveiro com entrada de ar.
- Cozinha: 1 torneira com arejador.
- Área de serviço: 2 torneiras com arejador.



**Figura 13 - Chuveiro com  
entrada de ar  
Fonte: Deca**



**Figura 14 - Vaso sanitário com  
caixa acoplada  
Fonte: Deca**



**Figura 15 - Torneira de cozinha com arejador**

**Fonte: Deca**

### **Cenário 3:**

- Banheiro 1: 1 torneira de lavatório com arejador, 1 vaso sanitário com caixa acoplada e 1 chuveiro com entrada de ar.
- Banheiro 2: 1 torneira de lavatório com arejador, 1 vaso sanitário com caixa acoplada e 1 chuveiro com entrada de ar.
- Cozinha: 1 torneira com arejador.
- Área de serviço: 2 torneiras com arejador.
- Reforma das áreas molhadas, com demolição dos acabamentos instalados e instalação de novos.

## **4.2 Consumo de água nos três cenários**

No consumo de água, será considerado apenas o consumo dos aparelhos sanitários, desprezando as possíveis perdas e outros usos. Não será levado em conta também os custos de esgoto.

#### 4.2.1 Cenário 1

Para o estudo de caso, será aplicada a estimativa da Figura 4. Na Figura 16 é apresentada a conta de água da edificação e considerada a média do consumo mensal dos últimos doze meses.

**SAAE**  
SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO  
www.saaegoval.com.br  
Telefone PABX - (33) 3279-8400  
CNPJ: 20.607.735/0001-95 - INS. EST.: 277.835458.00-77  
82610000001-5 52900318200-1 52102358492-8 02104000000-8

**FATURA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA, UTILIZAÇÃO DE REDES DE ESGOTOS E SERVIÇOS**

USUÁRIO / ENDEREÇO  
RUA RIO GRANDE DO SUL 240 - LOURDES GOVERNADOR VALADARES MG 35030-580

Período: 04/2021  
Medição: 235849  
Local: CQ  
Pasta / Folha: 544/20  
Hidômetro: B17G404060

Leitura Anterior	Leitura Atual	Dias	Consumo m <sup>3</sup>	Média / Dia	Ocorrência	Ímóveis
651	674	30	23	0,8		1

Data da Leitura Anterior	Data da Leitura Atual	Data da Emissão	Classe
11/03/2021	10/04/2021	03/05/2021	RESIDENCIAL

HISTÓRICO DE CONSUMO					DESCRIÇÃO DE LANÇAMENTOS		VALOR
Mês / Ano	m <sup>3</sup>	Dias	Média / Dia	Oc.			
03/2021	24	30	0		ÁGUA		R\$ 79,81
02/2021	33	31	1		ESGOTO		R\$ 55,87
01/2021	34	30	1		CRECHE TEREZA CALCUTA 04/2021		R\$ 0,32
12/2020	19	30	0		APAE 04/2021		R\$ 14,90
11/2020	15	32	0		APAE 04/2021		R\$ 2,00
10/2020	24	30	0				

VIA DO CONSUMIDOR	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
	20/05/2021	R\$ 152,90

PLANTÃO SAAE - LIGUE 115. HORÁRIO : 07:00 ÀS 19:00

Figura 16 - Conta de água da edificação de estudo

Fonte: Autor

Cálculo da média de consumo (MC):

$$MC = \frac{\text{Consumo dos últimos 12 meses}}{12} \quad (1)$$

Com o resultado de MC, será calculado o consumo de cada aparelho através das equações:

$$\text{Vaso sanitário} = \frac{0,16 * MC}{2} \quad (2)$$

$$\text{Chuveiro} = \frac{0,43 * MC}{2} \quad (3)$$

$$\text{Lavatório} = \frac{0,08 * MC}{2} \quad (4)$$

$$\text{Pia de cozinha} = \frac{0,16 * MC}{1} \quad (5)$$

$$\text{Tanque} = \frac{0,07 * MC}{2} \quad (6)$$

#### 4.2.2 Cenário 2

Para o cálculo desse cenário, será comparado na Tabela 5 o consumo dos equipamentos convencionais com os de baixo consumo, pelo Manual de Gerenciamento para Controladores de Consumo de Água fornecido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

**Tabela 5 - Redução média por aparelho sanitário**

Equipamento Convencional	Consumo médio	Equipamento de baixo consumo	Consumo médio	Redução média
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR (caixa acoplada)	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria)	0,34 litros/segundo	Ducha com Regulador de vazão	0,10 litros/segundo	71%
Torneira de pia ou lavatório	0,42 litros/segundo	Torneira de Pia com Regulador de vazão	0,07 litros/segundo	83%
Torneira de uso geral/tanque	0,42 litros/segundo	Torneira geral com Regulador de vazão	0,21 litros/segundo	50%

**Fonte: Autor (Adaptado (SABESP, 2009))**

Pela Tabela 5 e pelas equações do consumo de cada aparelho no item 3.2.1, têm-se o consumo dos equipamentos poupadores.

$$\text{Vaso sanitário} = \frac{0,16 * MC}{2} * 0,40 \quad (7)$$

$$\text{Chuveiro} = \frac{0,43 * MC}{2} * 0,71 \quad (8)$$

$$\text{Lavatório} = \frac{0,08 * MC}{2} * 0,83 \quad (9)$$

$$\text{Pia de cozinha} = \frac{0,16 * MC}{1} * 0,83 \text{ (10)}$$

$$\text{Tanque} = \frac{0,07 * MC}{2} * 0,50 \text{ (11)}$$

### 4.2.3 Cenário 3

Os aparelhos sanitários utilizados neste cenário serão os mesmo do cenário anterior. Então o cálculo do consumo também será feito pelas equações (7), (8), (9), (10) e (11).

### 4.3 Custo de instalação

Para os custos de instalação, serão considerados apenas os valores dos aparelhos sanitários, com a hipótese de que os gastos com tubulações de água e esgoto, reservatórios e demais itens são iguais. Para todos os itens foram feitos orçamentos em sites de compras (Americanas, Leroy Merlin, Amazon e Ponto Frio), no dia 28/07/2021 e levado em consideração o de menor preço. As Tabelas 6 e 7 apresentam os valores para os Cenários 1, 2 e 3, respectivamente.

**Tabela 6 - Preços aparelhos sanitários Cenário 1**

<b>Produto/Modelo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
Vaso sanitário convencional City Celite	2	R\$ 254,90	R\$ 509,80
Válvula de descarga com acabamento Hydra	2	R\$ 156,30	R\$ 312,60
Torneira de mesa para lavatório TFC	2	R\$ 73,71	R\$ 147,42
Chuveiro Maxi 3200W Lorenzetti	2	R\$ 47,74	R\$ 95,48
Torneira de parede para cozinha Metalplas	1	R\$ 74,99	R\$ 74,99
Torneira de parede para área de serviço Alpha	2	R\$ 39,90	R\$ 79,80
<b>Soma =</b>			<b>R\$ 1.220,09</b>

**Fonte: Autor**

**Tabela 7 - Preços aparelhos sanitários Cenário 2 e 3**

<b>Produto/Modelo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
Vaso sanitário com caixa acoplada EcoPlus Celite	2	R\$ 259,80	R\$ 519,60
Torneira de mesa para lavatório com arejador TFC	2	R\$ 87,90	R\$ 175,80
Chuveiro AcquaPlus Deca com entrada de ar	2	R\$ 802,75	R\$ 1.605,50
Torneira de parede de cozinha com arejador	1	R\$ 71,90	R\$ 71,90
Torneira de parede para área de serviço com arejador	2	R\$ 45,00	R\$ 90,00
<b>Soma =</b>			<b>R\$ 2.462,80</b>

**Fonte: Autor**

O preço dos aparelhos convencionais é semelhante aos poupadores de água. Destaca-se apenas o chuveiro com entrada de ar, que possui um valor muito superior ao chuveiro convencional. Pode-se explicar tal aumento por se tratar de um modelo novo e de acabamento de alto padrão.

## 5 RESULTADOS

Será apresentado neste item o custo mensal do consumo de água na residência de cada um dos cenários, os custos com as trocas dos aparelhos antigos por novos e reforma da edificação, e uma comparação deste trabalho com outros estudos de caso.

### 5.1 Custo mensal de água

De acordo com as equações apresentadas nos itens 4.2.1 e 4.2.2, tem-se a estimativa mensal do consumo de água na residência, em cada um dos cenários.

#### 5.1.1 Cenário 1

O Cenário 1 apresenta a estimativa de consumo dos aparelhos sanitários antigos. A partir de (1) tem-se:

$$MC = \frac{23+24+33+34+19+15+24+38+19+13+13+12}{12} = 22,25 \text{ m}^3 = 22.250 \text{ l}$$

De (2), (3), (4), (5) e (6):

$$\text{Vaso sanitário} = \frac{0,16 * 22250}{2} = 1.780 \text{ l}$$

$$\text{Chuveiro} = \frac{0,43 * 22250}{2} = 4.783,75 \text{ l}$$

$$\text{Lavatório} = \frac{0,08 * 22250}{2} = 890 \text{ l}$$

$$\text{Pia de cozinha} = \frac{0,16 * 22250}{1} = 3.560 \text{ l}$$

$$\text{Tanque} = \frac{0,07 * 22250}{2} = 778,75 \text{ l}$$

Utilizando como base o consumo médio de 22,25 m<sup>3</sup> e a tabela de custos no Apêndice A, o custo de consumo do Cenário 1 ( $C_{C1}$ ) considerando apenas a água seria:

$$C_{C1} = (6 * 3,48493) + (4 * 0,62729) + (5 * 4,31377) + (5 * 4,33919) + (2,25 * 4,37696)$$

$$C_{C1} = R\$76,53$$

### 5.1.2 Cenário 2:

O cenário 2 apresenta a estimativa de consumo dos aparelhos sanitários economizadores. De (7), (8), (9), (10) e (11), vem:

$$\text{Vaso sanitário} = 2 * 1.780 \text{ l} * 0,40 = 1.424 \text{ l}$$

$$\text{Chuveiro} = 2 * 4.783,75 \text{ l} * 0,71 = 6.792,93 \text{ l}$$

$$\text{Lavatório} = 2 * 890 \text{ l} * 0,83 = 1.477,40 \text{ l}$$

$$\text{Pia de cozinha} = 1 * 3.560 \text{ l} * 0,83 = 2.954,80 \text{ l}$$

$$\text{Tanque} = 2 * 778,75 \text{ l} * 0,50 = 778,75 \text{ l}$$

$$\text{Redução no consumo total} = 13.427,88 \text{ l}$$

Utilizando como base o consumo de 13,43 m<sup>3</sup> e a tabela de custos no Apêndice A, a redução no custo de consumo do Cenário 2 ( $C_{C2}$ ) considerando apenas a água seria:

$$C_{C2} = (6 * 3,48493) + (4 * 0,62729) + (3,43 * 4,31377)$$

$$C_{C2} = \text{R\$}38,22$$

Então, o valor final do custo da conta de água no Cenário 2 é de:

$$C_{C2} = 76,53 - 38,22 = \text{R\$}38,31$$

### 5.1.3 Cenário 3

O Cenário 3 apresenta os mesmos aparelhos sanitários propostos no Cenário 2. Então, seu custo é o mesmo do item anterior.

### 5.1.4 Comparação entre cenários 1, 2 e 3

Os aparelhos com novas tecnologias obtiveram uma redução no consumo mensal, como esperado. Este valor foi de aproximadamente 50%, que representa uma economia de R\$38,22. Os valores do consumo de cada um deles são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8 - Resumo do Consumo de cada Cenário**

<b>Cenário 1</b>	
<b>Aparelho</b>	<b>Consumo (l)</b>
Vaso sanitário com válvula	3560
Chuveiro convencional	9567,5
Torneira de lavatório convencional	1780
Torneira de pia de cozinha convencional	3560
Torneira de tanque convencional	1557,5
<b>Cenários 2 e 3</b>	
Vaso sanitário com caixa acoplada	1424
Chuveiro com arejador	6792,93
Torneira de lavatório com arejador	1477,4
Torneira de pia de cozinha com arejador	2954,8
Torneira de tanque com arejador	778,75

**Fonte: Autor**

Pode-se comparar também esse resultado com outros estudos de caso relacionados a troca dos aparelhos sanitários. De acordo com Leite e Carvalho (2017), que fez uma análise de viabilidade da utilização dos aparelhos poupadores no município de São José de Piranhas – PB, em um cenário onde optou-se pela substituição da bacia sanitária, do chuveiro e da torneira convencional da cozinha por uma bacia sanitária com caixa acoplada *dual-flush* (6/3litros por descarga), um chuveiro com arejador e uma torneira com arejador. Obteve-se então uma redução no consumo de 27,3%.

Em outro estudo de caso, aplicando também a troca dos aparelhos sanitários, realizado no município de Arapiraca – AL, também apresentou ótimos resultados. Segundo Gabrielle Sales de Souza (2020), que propôs um cenário onde as torneiras da lavanderia, pia da cozinha e lavatório, vaso sanitário e chuveiro seriam substituídos pelos dispositivos poupadores, obteve uma estimativa de redução no consumo de aproximadamente 65%.

## **5.2 Custo da reforma**

Para execução da reforma das áreas, levou-se em consideração o preço de fornecedores de material locais. Os valores serão calculados de acordo com a mão de obra local e os índices de composição de custos baseados nas tabelas de composição de custos (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos, 2010).

### 5.2.1 Cenário 2

Neste cenário será executada a troca dos aparelhos sanitários antigos por novos que são economizadores. Esses dados são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9 - Composição de custos para troca dos aparelhos sanitários**

<b>Bacia com caixa acoplada - unidade</b>				
<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Encanador	2,5	h	R\$ 15,56	R\$ 38,89
Ajudante de Encanador	2,5	h	R\$ 7,78	R\$ 19,44
Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis	0,56	m	R\$ 0,38	R\$ 0,21
Parafuso cromado (comprimento: 2 1/2" / diâmetro nominal: 1/4")	2,00	unidade	R\$ 1,40	R\$ 2,80
Massa para vidro comum	0,1	kg	R\$ 15,00	R\$ 1,50
Bucha de náilon para fixação de parafusos /pregos em alvenaria (diâmetro nominal da bucha: 8,00 mm)	2	Unidade	R\$ 0,63	R\$ 1,26
Adesivo para tubo de PVC	0,0088	kg	R\$ 78,71	R\$ 0,69
Conexão de PVC (espude) para bacia sanitária com saída horizontal (diâmetro da seção: 4")	1	Unidade	R\$ 77,00	R\$ 77,00
Engate flexível de PVC para entrada de água	1	Unidade	R\$ 17,50	R\$ 17,50
Bacia sanitária com caixa acoplada	1	Unidade	R\$ 259,80	R\$ 259,80

**Custo total = R\$419,09**

#### **Chuveiro - unidade**

<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Ajudante de Encanador	0,5	h	R\$ 7,78	R\$ 3,89
Encanador	0,5	h	R\$ 15,56	R\$ 7,78
Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis	0,28	m	R\$ 0,38	R\$ 0,11

Chuveiro (bitola: 1/2" / tipo de acabamento: cromado)	1,00	Unidade	R\$ 802,75	R\$ 802,75
---	------	---------	------------	------------

**Custo total = R\$814,53**

**Torneira cozinha - unidade**

<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Encanador	1,4	h	R\$ 15,56	R\$ 21,78
Ajudante de Encanador	1,4	h	R\$ 7,78	R\$ 10,89
Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis	0,94	m	R\$ 0,38	R\$ 0,36
Torneira de parede de cozinha	1,00	unidade	R\$ 71,90	R\$ 71,90

**Custo total = R\$104,93**

**Torneira lavatório - unidade**

<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Encanador	1,4	h	R\$ 15,56	R\$ 21,78
Ajudante de Encanador	1,4	h	R\$ 7,78	R\$ 10,89
Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis	0,94	m	R\$ 0,38	R\$ 0,36
Torneira de mesa para lavatório	1,00	unidade	R\$ 87,90	R\$ 87,90

**R\$**

**Custo total = 120,93**

**Torneira área de serviço - unidade**

<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Encanador	1,4	h	R\$ 15,56	R\$ 21,78
Ajudante de Encanador	1,4	h	R\$ 7,78	R\$ 10,89
Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis	0,94	m	R\$ 0,38	R\$ 0,36
Torneira de parede para área de serviço	1,00	unidade	R\$ 45,00	R\$ 45,00

**R\$**

**Custo total = 78,03**

**Fonte: Autor**

O total dos custos de instalação (CI) é:

$$CI = (2 * 419,09) + (2 * 814,53) + (1 * 104,93) + (2 * 120,93) + (2 * 78,03) = R\$2.970,09$$

Com a redução no custo da conta de água, podemos calcular a Estimativa de Retorno de Investimento (ERI).

$$ERI = \frac{2970,09}{38,22} = 77,71 \approx 78 \text{ meses}$$

De acordo com Leite e Carvalho (2017) em seu estudo de caso, para um consumo de água de 20 m<sup>3</sup> mensais, a estimativa de retorno do investimento é de aproximadamente 29 meses, valor próximo ao deste trabalho.

### 5.2.2 Cenário 3

Será feita a retirada das cerâmicas e aparelhos sanitários existentes e trocados por novos e mais modernos, gerando ganhos não apenas na redução do consumo como também estéticos. As tabelas 10, 11 e 12 apresentam os custos para demolição, assentamento do porcelanato e instalação de novas bancadas, respectivamente.

**Tabela 10 - Composição de custos demolição**

<b>Demolição de piso cerâmico - m<sup>2</sup></b>				
<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Pedreiro	0,07	h	R\$ 15,56	R\$ 1,09
Ajudante de Pedreiro	0,70	h	R\$ 7,78	R\$ 5,44
<b>Custo total = R\$6,53</b>				
<b>Demolição de revestimento com argamassa - m<sup>2</sup></b>				
<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Pedreiro	0,05	h	R\$ 15,56	R\$ 0,78
Ajudante de Pedreiro	0,50	h	R\$ 7,78	R\$ 3,89
<b>Custo total = R\$4,67</b>				

**Fonte: Autor**

A área total do piso é de 42,34 m<sup>2</sup> e das paredes de 126,35 m<sup>2</sup>. Então, para a demolição de toda a área (CD) temos:

$$CD = (6,53 * 42,34 + 4,67 * 126,35) = R\$866,53$$

**Tabela 11 - Composição de custos assentamento porcelanato**

**Porcelanato polido 40 x 40 cm, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante - m<sup>2</sup>**

<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Ladrilhista	0,44	h	R\$ 15,56	R\$ 6,84
Ajudante de Pedreiro	0,22	h	R\$ 7,78	R\$ 1,71
Porcelanato polido	1,19	m <sup>2</sup>	R\$ 59,90	R\$ 71,28
Argamassa pré-fabricada	9,00	kg	R\$ 1,35	R\$ 12,11
<b>Custo total = R\$91,94</b>				

**Fonte: Autor**

Considerando que serão utilizadas as peças de mesmo tamanho em todas as áreas, mudando apenas o *design* de cada um, temos que o custo total para o assentamento (CA) é:

$$CA = (42,34 + 126,35) * 91,94 = R\$15.509,36$$

**Tabela 12 - Composição de custos instalação das bancadas**

**Tampo de granito para lavatório e pia - unidade**

<b>Componentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unid.</b>	<b>Custo</b>
Ajudante de Pedreiro	2	h	R\$ 7,78	R\$ 15,56
Pedreiro	2	h	R\$ 15,56	R\$ 31,11
Areia lavada tipo média	0,0052	m <sup>3</sup>	R\$ 48,00	R\$ 0,25
Cimento Portland CP-II-E-32	2,27	kg	R\$ 0,52	R\$ 1,18
Tampo de granito para lavatório	0,60	m <sup>2</sup>	R\$ 605,10	R\$ 363,06
<b>Custo total = R\$411,16</b>				

**Fonte: Autor**

O custo de instalação das bancadas e dos aparelhos sanitários modernos (CI), apresentado na Tabela 8, é de:

$$CI = (2 * 419,09) + (2 * 814,53) + (3 * 411,16) + (1 * 104,93) + (2 * 120,92) + (2 * 78,02) = R\$4.203,53$$

Portanto, o custo total da reforma (CTR) será:

$$CTR = CD + CA + CI = 866,53 + 15509,36 + 4203,53 = R\$20.579,42$$

Os dispositivos poupadores de água se mostraram bastante eficientes para reduzir o consumo na residência. Para o cálculo da estimativa, tem-se:

$$ERI = \frac{CTR}{RC} = \frac{20579,42}{38,22} = 538,45 \text{ meses} \approx 539 \text{ meses}$$

### 5.2.3 Comparação entre cenários 2 e 3

O Cenário 2 apresenta uma reforma mais barata, porém mais simples e sem alterações estéticas. Já o Cenário 3 tem um custo maior e uma execução mais elaborada, que implicaria em um investimento de aproximadamente 693% maior.

Porém, para uma análise mais correta, deve ser levado em consideração que foi realizada uma benfeitoria no imóvel, agregando não só valor à este como também proporcionando maior conforto aos usuários. E por se tratar de uma residência antiga, é esperado que após algum tempo sejam realizadas reformas e manutenções. Além disso,

## 6 CONCLUSÃO

O trabalho apresentou a importância da água, a evolução de suas tecnologias e através de um estudo de caso, propôs soluções para reduzir o consumo de água em uma residência.

Conforme previsto, o consumo dos aparelhos poupadores é muito inferior e a redução no preço da conta chega a aproximadamente 50%. Para o Cenário 2, o investimento inicial é menor e após 78 meses ele foi pago e haverá economia na conta, valor que representa 3,48% do salário mínimo. Já no Cenário 3, o investimento é grande, mas além da redução do consumo há também valorização do imóvel e maior conforto dos usuários.

Como foi definido no texto, as tecnologias se renovam constantemente e com a importância de se preservar um recurso fundamental como a água, é tarefa do engenheiro estar sempre atualizado sobre o assunto para poder proporcionar ao seu cliente e à sociedade as melhores técnicas e soluções.

## 7 Referências

AGÊNCIA Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/estudo-da-ana-aponta-perspectiva-de-aumento-do-uso-de-agua-no-brasil-ate-2030>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro. 2020.

DE CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios Básicos para Elaboração de Projetos**. [S.l.]: [s.n.], 2014. 18 p.

DE OLIVEIRA MELO, V.; M. DE AZEVEDO NETTO, J. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias**. [S.l.]: [s.n.], 1988. p. 1.

DE OLIVEIRA SOARES, G. **AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO CONSUMO D'ÁGUA PELO**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Florianópolis, p. 120. 2010.

DECA. Deca, 2016. Disponível em: <<https://www.deca.com.br/noticia/confira-os-lancamentos-deca-para-economizar-agua-sem-abrir-mao-do-design/>>. Acesso em: 29 Agosto 2021.

DECA. DECA, 2018. Disponível em: <<https://www.deca.com.br/blog/vaso-sanitario-com-caixa-acoplada-principais-diferencas/>>. Acesso em: 29 Agosto 2021.

DEPARTAMENTO Municipal de Água e Esgoto de Caldas Novas, 2021. Disponível em: <<https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

GABRIELLE SALES DE SOUZA, A. **IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ECONOMIZADORAS DE ÁGUA**. Universidade Federal de Alagoas. Delmiro Gouveia. 2020.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. D. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

IBGE , 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27607-em-2017-o-brasil-consumia-6-3-litros-d-agua-para-cada-r-1-gerado-pela->>



## APÊNDICE A – TABELA DE PREÇOS DE ÁGUA E SERVIÇOS 2021

TABELA DE PREÇOS DE ÁGUA E SERVIÇOS - EXERCÍCIO 2021					
Tabela de Preços de Água e Serviços - Decreto Nº 11.321 de 22/12/2020 - TABELA A					
Percentual de Reajuste:					4,23%
CATEGORIAS	FAIXAS DE CONSUMO EM M³			VALORES PARA 2021	
	FCX		FCY	TX M²	ACUMULADO
RESIDENCIAL	0	-	6	3,48493	R\$ 0,00
	> 6	-	10	0,62729	R\$ 20,91
	> 10	-	15	4,31377	R\$ 23,42
	>15	-	20	4,33919	R\$ 44,99
	> 20	-	40	4,37696	R\$ 66,68
	> 40	-	9999999	8,07720	R\$ 154,22
COMERCIAL	0	-	6	4,79811	R\$ 0,00
	> 6	-	10	0,61453	R\$ 28,79
	> 10	-	40	5,97318	R\$ 31,25
	> 40	-	100	5,99896	R\$ 210,44
	> 100	-	9999999	6,05183	R\$ 570,38
PÚBLICA	0	-	6	4,78548	R\$ 0,00
	> 6	-	10	0,67472	R\$ 28,71
	> 10	-	20	5,41818	R\$ 31,41
	> 20	-	40	6,82595	R\$ 85,59
	> 40	-	100	6,89533	R\$ 222,11
	> 100	-	300	6,92051	R\$ 635,83
	> 300	-	9999999	6,98445	R\$ 2.019,93
INDUSTRIAL	0	-	6	5,35787	R\$ 0,00
	> 6	-	10	0,58197	R\$ 32,15
	> 10	-	20	6,05289	R\$ 34,48
	> 20	-	40	6,07943	R\$ 95,00
	> 40	-	100	6,11806	R\$ 216,59
	> 100	-	600	6,42152	R\$ 583,68
	> 600	-	9999999	6,50519	R\$ 3.794,44
RESIDENCIAL SOCIAL	0	-	12		R\$ 20,21