

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL TAKAKI RIEKE

PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO E IMPACTO DAS MEDIDAS DE  
CONSERVAÇÃO DE ÁGUA APLICADAS EM EDIFICAÇÕES EM UM SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA

CURITIBA

2021

GABRIEL TAKAKI RIEKE

PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO E IMPACTO DAS MEDIDAS DE  
CONSERVAÇÃO DE ÁGUA APLICADAS EM EDIFICAÇÕES EM UM SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação  
em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental,  
Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná,  
como requisito parcial à obtenção do título de Mestre  
em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental.

Orientador: Dr. Daniel Costa dos Santos  
Coorientadora: Dr<sup>a</sup>. Liliane Klemann Raminelli

CURITIBA

2021

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

R555p

Rieke, Gabriel Takaki

Parametrização do consumo e impacto das medidas de conservação de água aplicadas em edificações em um sistema de abastecimento de água [recurso eletrônico] / Gabriel Takaki Rieke. – Curitiba, 2021.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, 2021.

Orientador: Daniel Costa dos Santos – Coorientador: Liliane Klemann Raminelli.

1. Água – Conservação. 2. Água – Consumo. 3. Abastecimento de água. I. Universidade Federal do Paraná. II. Santos, Daniel Costa dos. III. Raminelli, Liliane Klemann. IV. Título.

CDD: 553.7

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **GABRIEL TAKAKI RIEKE** intitulada: **PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO E IMPACTO DAS MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA APLICADAS EM EDIFICAÇÕES EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**, sob orientação do Prof. Dr. DANIEL COSTA DOS SANTOS, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 13 de Agosto de 2021.

Assinatura Eletrônica

10/09/2021 12:09:30.0

DANIEL COSTA DOS SANTOS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

03/09/2021 11:40:06.0

CRISTOVÃO VICENTE SCAPULATEMPO FERNANDES

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

10/09/2021 16:40:10.0

MARCELO ANTUNES NOLASCO

Avaliador Externo (null)

## RESUMO

O atual estado do saneamento básico no Brasil dá espaço para melhorias que possam ser feitas. Ao passo que, da atual forma como é feito, o setor acaba por apresentar elevado consumo de energia e de perdas de água, a não universalização propicia a continuidade de problemas como a desigualdade social e a saúde, por meio de múltiplas doenças relacionadas à falta de saneamento. O presente trabalho simula a aplicação de medidas de conservação de água, baseado no Programa de Conservação de Água para um Meio Urbano Sustentável (Programa CAMUS). Dentre elas, aquelas que considerem o uso racional da água, uso de fontes alternativas como aproveitamento de água da chuva e utilização de águas cinzas, além de medidas aplicadas no sistema, como a redução do índice de perdas almejando o progresso do setor. O avanço dele pode ser avaliado por indicadores nas esferas social (cobertura populacional) e ambiental (vazão captada e consumo de energia). As medidas são aplicadas através de um estudo de caso realizado em parte do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, com o objetivo de verificar seus impactos num horizonte de projeto futuro. Como elemento chave desse estudo, desenvolveu-se uma ferramenta designada Teste AQUA que auxilia na percepção do usuário quanto ao consumo de água, assim como da parametrização do seu consumo residencial. Dessa forma, nota-se o impacto que as medidas de conservação de água aplicadas nas edificações possuem nos sistemas de abastecimento de água (SAA).

Palavras-chave: conservação de água, parametrização do consumo, abordagem integrada

## ABSTRACT

The current state of basic sanitation in Brazil allows for improvements that can be made. While, as it is currently done, the sector has high energy consumption and water losses, the non-universalization provides the continuity of problems such as social inequality and health, through multiple diseases related to lack of sanitation. The present work simulates the application of water conservation measures, based on the Water Conservation Program for Sustainable Urban Environment (CAMUS Program). Among them, those that consider the rational use of water, the use of alternative sources such as the use of rainwater and the use of gray water, in addition to measures applied in the system, such as the reduction of the loss rate, aiming at the progress of the sector. Its progress can be assessed by indicators in the social (population coverage) and environmental (water flow and energy consumption) spheres. The measures are applied through a case study carried out in part of the Water Supply System in the metropolitan region of Curitiba, Paraná, with the objective of verifying their impacts in a future project horizon. As a key element of this study, a tool called Teste AQUA was developed which helps in the user's perception of water consumption, as well as the parameterization of their residential consumption. Thus, the impact that water conservation measures applied in buildings have on water supply systems (SAA) is noted.

Key-words: water conservation, parameterization of consumption, integrated approach

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO CAMUS .....	22
FIGURA 2 - CICLO URBANO DA ÁGUA .....	30
FIGURA 3 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA ABCD .....	32
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA NO EPANET .....	52
FIGURA 5 - CAIXA DE DIÁLOGO DO EPANET PARA A GERAÇÃO DA CURVA DAS BOMBAS 1, 2 E 3 .....	55
FIGURA 6 – CAIXA DE DIÁLOGO DO EPANET PARA A GERAÇÃO DA CURVA DAS BOMBAS 4 E 5 .....	55
FIGURA 7 - CAIXA DE DIÁLOGO DO EPANET PARA A GERAÇÃO DA CURVA DO BOOSTER.....	57
FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA NO EPANET COM O BOOSTER SENDO REPRESENTADO PELA BOMBA.....	57
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA NO EPANET (MODELO 1) .....	59
FIGURA 10 - GRÁFICO BOXPLOT COM 72 RESPOSTAS .....	62
FIGURA 11 - GRÁFICO BOXPLOT COM 68 RESPOSTAS .....	62
FIGURA 12 - GRÁFICO DE DISPERSÃO ENTRE CMD E CMD-CME.....	67
FIGURA 13 - GRÁFICO DE DISPERSÃO ENTRE CMD E USO RACIONAL.....	68
FIGURA 14 - QUAL SITUAÇÃO LIMITE QUE LHE OBRIGARIA A ECONOMIZAR ÁGUA? .....	69
FIGURA 15 - ESTARIA DISPOSTO A ALTERAR HORÁRIOS DE UTILIZAÇÃO DE ALGUNS APARELHOS?.....	69
FIGURA 16 - CASO SEU CONSUMO DE ÁGUA SE APROXIMASSE DO MÍNIMO NECESSÁRIO PARA SUAS ATIVIDADES CONFORTAVELMENTE, VOCÊ SE ESFORÇARIA PARA DIMINUIR SEU CONSUMO, CASO SOUBESSE QUE A TARIFA COBRADA PELO SERVIÇO SERIA REDUZIDA? .....	70
FIGURA 17 - EM SUA EDIFICAÇÃO EXISTE ALGUM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA? QUAL? .....	71
FIGURA 18 - QUAL O TEMPO MÁXIMO DE RETORNO DO INVESTIMENTO ACEITÁVEL PARA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NA SUA EDIFICAÇÃO? .....	72
FIGURA 19 - AÇÃO 0.0: SISTEMA SEM APLICAÇÃO DE AÇÕES .....	80



FIGURA 20 - AÇÕES 1.1 E 1.2: REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NO SETOR A	81
.....	
FIGURA 21 - AÇÕES 3.1 E 3.2: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR A	81
.....	
FIGURA 22 - AÇÕES 4.1 E 4.2: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR A	82
.....	
FIGURA 23 - AÇÕES 1.3 E 1.4: REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NO SETOR B	83
.....	
FIGURA 24 - AÇÕES 3.3 E 3.4: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR B	83
.....	
FIGURA 25 - AÇÕES 4.3 E 4.4: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR B	84
.....	
FIGURA 26 - AÇÕES 2.1 E 2.2: USO RACIONAL NO SETOR C	84
.....	
FIGURA 27 - AÇÕES 3.5 E 3.6: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR C	85
.....	
FIGURA 28 - AÇÕES 4.5 E 4.6: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR C	85
.....	
FIGURA 29 - AÇÕES 2.3 E 2.4: USO RACIONAL NO SETOR D	86
.....	
FIGURA 30 - AÇÕES 3.7 E 3.8: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR D	86
.....	
FIGURA 31 - AÇÕES 4.7 E 4.8: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR D	87
.....	
FIGURA 32 - AÇÕES 1.5 E 1.6: REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NOS SETORES A E B	87
.....	
FIGURA 33 - AÇÕES 2.5 E 2.6: USO RACIONAL NOS SETORES C E D	88
.....	
FIGURA 34 - AÇÕES 3.9 E 3.10: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NOS SETORES A, B, C E D	88
.....	
FIGURA 35 - AÇÕES 4.9 E 4.10: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NOS SETORES A, B, C E D	89
.....	



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TIPOS DE DEMANDAS E FATORES EXTERNOS QUE AFETAM O CONSUMO DE ÁGUA .....	11
TABELA 2 - INDICADORES DE DESEMPENHO NOS SAA .....	13
TABELA 3 - ESTUDOS DE PARAMETRIZAÇÃO E MÉTODO DE MEDIÇÃO DO CONSUMO DOS APARELHOS .....	17
TABELA 4 - ÍNDICE DE PERDAS PARA CADA ESTADO DO BRASIL .....	24
TABELA 5 - TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO PARA SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA .....	27
TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ELEVATÓRIOS.....	32
TABELA 7 - COTAS E VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS DO SISTEMA ABCD..	33
TABELA 8 - VOLUMES MICROMEDIDO, PRODUZIDO E PERDAS .....	33
TABELA 9 - POPULAÇÃO ATENDIDA E CONSUMO PER CAPITA POR SETOR..	34
TABELA 10 - ADUTORAS DO SISTEMA.....	34
TABELA 11 - PRODUÇÃO DE ÁGUA DO SAIC AO LONGO DOS ANOS .....	34
TABELA 12 - FATORES EXTERNOS EM 2035: POPULAÇÃO E CONSUMO PER CAPITA .....	36
TABELA 13 - CONSUMO DE ÁGUA DAS BACIAS SANITÁRIAS COM VÁLVULA E COM CAIXA ACOPLADA.....	38
TABELA 14 - CONSUMO DE ÁGUA DAS MÁQUINAS DE LAVAR LOUÇA .....	39
TABELA 15 - CONSUMO DE ÁGUA DAS MÁQUINAS DE LAVAR ROUPA.....	40
TABELA 16 - PRÁTICAS DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM UMA RESIDÊNCIA....	41
TABELA 17 - ESCORE Z CONFORME NÍVEL DE CONFIANÇA DESEJADO.....	44
TABELA 18 - RESUMO DAS AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA ESCOLHIDAS .....	49
TABELA 19 - INDICADORES DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA .....	50
TABELA 20 - DADOS DOS TRECHOS REPRESENTADOS NO EPANET .....	53
TABELA 21 - PARÂMETROS DO <i>BOOSTER</i> NO EPANET .....	54
TABELA 22 - DADOS DAS VAZÕES SIMULADAS E REAIS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA VALIDAÇÃO DO MODELO.....	56

TABELA 23 - NOVOS DADOS DAS VAZÕES SIMULADAS E REAIS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA VALIDAÇÃO DO MODELO.....	58
TABELA 24 - VAZÃO DOS APARELHOS SANITÁRIOS CONFORME SIMULADOR DE CONSUMO DA SABESP .....	60
TABELA 25 - COMPARATIVO ENTRE ESTUDOS DE PARAMETRIZAÇÃO E TESTE AQUA.....	61
TABELA 26 - DADOS SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA DOS PARTICIPANTES DO TESTE AQUA.....	63
TABELA 27 – AÇÕES DE REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO DOS PARTICIPANTES DO TESTE AQUA .....	64
TABELA 28 - PARAMETRIZAÇÃO DO CME OBTIDA PELO TESTE AQUA.....	65
TABELA 29 - PARAMETRIZAÇÃO DO CME OBTIDA PELO TESTE AQUA, CONSIDERANDO O USO RACIONAL DA ÁGUA .....	66
TABELA 30 - VOCÊ TERIA ALGUMA OBJEÇÃO EM IMPLEMENTAR UM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA EM SUA EDIFICAÇÃO?.....	71
TABELA 31 - CONSUMO PER CAPITA MÉDIO DOS SETORES APÓS A APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DE USO RACIONAL ...	75
TABELA 32 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR A ..	75
TABELA 33 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR B ..	76
TABELA 34 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR C ..	76
TABELA 35 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR D ..	77
TABELA 36 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR A.....	77
TABELA 37 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR B .....	78
TABELA 38 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR C.....	78
TABELA 39 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR D.....	79

TABELA 40 - RESUMO DA APLICAÇÃO DAS AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA .....	89
TABELA 41 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA: REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS .....	91
TABELA 42 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA: USO RACIONAL .....	92
TABELA 43 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA .....	93
TABELA 44 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS .....	94
TABELA 45 - AMPLITUDE DOS INDICADORES POR TIPO DE AÇÃO DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA APLICADA AOS SETORES A, B, C E D.....	95

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	6
1.2 HIPÓTESES.....	8
1.3 OBJETIVOS .....	9
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	9
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
1.4 JUSTIFICATIVA .....	9
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1 ÁGUA E ENERGIA NOS SISTEMAS DE SANEAMENTO AMBIENTAL....	11
2.2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	12
2.2.1 Cobertura populacional .....	14
2.2.2 Vazão captada .....	15
2.2.3 Consumo de energia .....	16
2.3 PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL .....	16
2.4 ABORDAGEM SOBRE A CONSERVAÇÃO DE ÁGUA .....	17
2.4.1 Programa de Conservação de Água para um Meio Urbano Sustentável - CAMUS .....	21
2.4.2 Ações de conservação da água .....	23
2.4.2.1 Uso Racional no SAA: Redução do índice de perdas .....	24
2.4.2.2 Uso racional da água nas edificações .....	25
2.4.2.3 Uso de Fontes Alternativas nas Edificações .....	26
2.4.3 Abordagem Integrada.....	28
2.5 PERCEPÇÃO DO USUÁRIO QUANTO AO CONSUMO DE ÁGUA .....	30
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
3.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	31
3.2 CENÁRIOS E VARIÁVEIS CONDICIONANTES .....	35
3.2.1 Fatores externos .....	35
3.2.2 Apresentação do Teste Avaliação Qualiquantitativa do Uso da Água (AQUA).....	36
3.2.3 Aplicação do Teste AQUA.....	43

3.3 AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA.....	46
3.3.1 Ações de conservação de água no SAA .....	46
3.3.2 Ações de conservação de água nas edificações.....	47
3.3.3 Síntese das ações de conservação de água.....	49
3.4 INDICADORES DE AVALIAÇÃO .....	50
3.5 EPANET E SIMULAÇÕES .....	52
3.5.1 Introdução do SAA sob estudo no EPANET.....	52
3.5.2 Validação do modelo .....	55
3.5.3 Simulações com o EPANET .....	59
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
4.1 CONSUMO DE ÁGUA.....	60
4.2 PERCEPÇÃO SOBRE O USO DA ÁGUA.....	68
4.2.1 Análise Específica sobre a Percepção .....	68
4.2.2 Análise Geral sobre a Percepção.....	72
4.3 APLICAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA .....	73
4.3.1 Redução do índice de perdas no SAA .....	74
4.3.2 Uso racional da água nas edificações.....	74
4.3.3 Aproveitamento de água da chuva nas edificações .....	75
4.3.4 Utilização de águas cinzas tratadas .....	77
4.4 IMPACTO DAS MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA SOBRE O BALANÇO HÍDRICO: ABORDAGEM INTEGRADA .....	79
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE 1 – TESTE AQUA.....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE 2 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....</b>	<b>117</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O serviço de abastecimento de água é parte integrante dos serviços de saneamento básico e, como previsto pela Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), deve ser prestado com base em alguns princípios fundamentais como universalização do acesso e integralidade, de forma a garantir o acesso da população conforme suas necessidades. Além disso, deve-se considerar técnicas e processos que considerem as peculiaridades regionais e a capacidade de pagamento do usuário, assegurando eficiência, qualidade e regularidade do sistema de abastecimento de água. Porém, analisando os dados de saneamento no país, percebe-se que o objetivo ainda não foi alcançado. No Brasil, cerca de 16,3% da população total e 7% da urbana ainda não são atendidas com rede de distribuição de água (SNIS, 2020).

Dessa forma, torna-se um desafio solucionar esse problema e garantir o acesso universal e eficiente à população. Como possível solução destaca-se a abordagem integrada que, ao contrário do gerenciamento tradicional do Sistema de Abastecimento de Água (SAA), propõe que antes de se realizar grandes e onerosas alterações no sistema, deve-se optar por medidas eficazes como a modificação ou redução no consumo de água, mantendo ou melhorando sua qualidade (MAGGIONI, 2014).

A redução no consumo, como já citada, é uma das medidas da abordagem integrada. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2010), a quantidade de água suficiente para satisfazer as necessidades (usos pessoais e domésticos, além da prevenção de doenças) de uma pessoa é de 110 litros por dia. Porém, quando analisamos os dados no Brasil, percebemos uma média nacional de 153,9 l/hab.dia, enquanto o estado do Rio de Janeiro apresenta um consumo de quase 207 l/hab.dia. No Paraná, a média do consumo é de cerca de 141,1 l/hab.dia (SNIS, 2020). Percebe-se que há um amplo campo de exploração em relação ao consumo, perdas e desperdício de água, este último caracterizando-se como o volume de água consumido além do necessário para as necessidades básicas e conforto (APA, 2012). Essa exploração pode ser feita por meio de medidas de sensibilização ou mesmo

alterações nas edificações que promovam essa diminuição, como utilização de águas cinzas, uso de água da chuva, substituição de peças hidrossanitárias (válvulas, registros, torneiras, etc.), entre outras. Além disso, medidas como atendimento de indústrias com água de reuso, em substituição da água potável, para determinadas atividades como uso em água de processo, também auxiliam na conservação de água.

Além da maior disponibilidade de água que se terá por meio dessas ações, é possível também que o consumo de energia elétrica seja afetado. Estima-se que o gasto das Companhias de Saneamento com energia elétrica seja o segundo maior delas, além disso, cerca de 3% do consumo de energia elétrica no Brasil (cerca de 2,5% no Paraná) é usado para os serviços de saneamento (EPE, 2020). Dessa forma, justifica-se a preocupação em reduzir os gastos com este serviço, seja com intervenções nas edificações ou com a redução de perdas no sistema de abastecimento de água, propiciando que os recursos financeiros economizados possam ser aplicados e utilizados para ampliar o acesso ao saneamento.

A partir de medidas como as citadas, além de outras intervenções nas edificações, atingem-se alguns objetivos que podem culminar na possibilidade de ampliação do acesso à água potável para mais pessoas, na manutenção do abastecimento de água em condições próprias mesmo em épocas de grande estiagem ou mesmo na redução do custo deste bem, permitindo intervenções mais onerosas para casos que realmente sejam necessários, sempre com o objetivo de alcançar os propósitos descritos pela Lei nº 11.445.

Outro importante segmento da sociedade profundamente impactado pela maior cobertura populacional dos sistemas de saneamento é a saúde pública. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018), 34,7% dos municípios brasileiros (no Paraná são quase 18%) apresentaram casos de endemias ou epidemias relacionadas às fragilidades do saneamento. Bain et al (2014) estima que cerca de 1,8 bilhão de pessoas no mundo ingerem água de fonte com contaminação fecal. Outra fonte de doença diz respeito à ausência de hábitos ou padrões de higiene. Calcula-se que apenas 19% da população mundial lava as mãos após ter contato com excrementos, aumentando seriamente o risco de doenças entéricas (FREEMAN et al, 2014).



Em posse das diferentes medidas passíveis de serem executadas, cabe verificar quais delas apresentarão resultados aceitáveis, no que engloba os fatores sociais, ambientais, técnicos e econômicos, e poderão ser aplicadas nos SAA's e nas edificações. Dessa forma, torna-se necessária uma análise multidisciplinar, com a participação de todos os envolvidos no processo (comunidade, companhias, governo e técnicos), para que sejam definidos quais os objetivos a serem atingidos, quais indicadores devem ser considerados, sob quais cenários e quais as medidas que devem ser aplicadas.

## 1.2 HIPÓTESES

De forma a solucionar o problema desta pesquisa, formularam-se as seguintes hipóteses:

1. A abordagem integrada entre o SAA e as edificações possibilita a elaboração de alternativas com maior amplitude para lidar com variáveis pertinentes à implementação de medidas de conservação de água e energia;
2. As medidas de conservação de água e energia propostas para o estudo de caso propiciarão maior cobertura populacional com sistema de abastecimento de água com menor investimento em infraestrutura;
3. O entendimento e compreensão da percepção da população quanto ao consumo de água, assim como da parametrização do seu uso, é parte fundamental no planejamento dos serviços de saneamento básico.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o impacto da abordagem integrada entre o SAA e as edificações, no que se refere à cobertura populacional e à conservação de água e energia. Em um horizonte de projeto futuro, essa abordagem visa contribuir à universalização do atendimento do serviço de abastecimento de água, incluindo estudos sobre a percepção e a parametrização do consumo de água.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprimorar e aplicar uma ferramenta que auxilie na compreensão da percepção e parametrização do consumo de água da população, ferramenta essa denominada Teste AQUA;

- A partir da parametrização do consumo de água, assim como da percepção dos usuários, propor a aplicação de medidas de conservação de água aplicadas no SAA e nas edificações;

- Realizar, por meio de simulações hidráulicas, o balanço hídrico do sistema de abastecimento de água com a aplicação das medidas de conservação de água, verificando o impacto destas no SAA.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

As crises hídricas e energéticas, cada vez mais agravadas no Brasil, exigem a adoção de medidas eficientes nos sistemas de saneamento ambiental. Sendo assim, justificam-se estudos como esse que visam compreender e identificar algumas das origens dos problemas e propor a aplicação de ações de conservação de água e energia.

A ausência de serviços adequados de saneamento, em especial o acesso à água potável, a milhares de cidadãos por todo o Brasil é um enorme desafio na sociedade e envolve diversas questões, tais como as sociais, econômicas, de saúde e de dignidade das pessoas, conforme previsto pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015). Enquanto isso, outra

parcela da população tem acesso aos serviços de saneamento, porém não utilizam de maneira sustentável, como se pode perceber pelos elevados valores de consumo per capita de água em alguns locais (SNIS, 2020), muito superiores à média nacional. Não bastasse isso, o crescimento populacional e os hábitos de consumo de água potável das pessoas têm levado a uma demanda ainda maior desse recurso natural.

Portanto, mudanças nos costumes da população serão primordiais para uma mudança nesse cenário. A identificação das fontes dos problemas é parte importante no processo para que se possa planejar corretamente as ações que serão tomadas. Nesse sentido, a redução no índice de perdas dos Sistemas de Abastecimento de Água e a diminuição no consumo efetivo de água potável, seja por uso racional ou pela utilização de fontes alternativas, surgem como importantes ferramentas para solução desse grave problema, de forma a garantir melhor distribuição de água potável, sempre visando a universalização. (ROSHAN; KUMAR, 2020).

A importância dessa abordagem se deve, em parte, à realização e análise da parametrização do consumo residencial de água potável, apresentando o consumo para cada aparelho sanitário e verificando com maior precisão a viabilidade de cada ação de conservação de água. Dessa forma torna-se possível compreender o comportamento dos usuários quanto ao uso da água e verificar a possibilidade de se adotar o uso racional da água por meio da identificação do desperdício, além de quantificar os volumes de água potável passíveis de serem substituídos por fontes alternativas como os usos da água da chuva e de águas cinzas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ÁGUA E ENERGIA NOS SISTEMAS DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Os serviços de saneamento ambiental englobam o abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo dos resíduos sólidos. A prestação desses serviços no Brasil deve seguir as orientações da Lei 11.445 (BRASIL, 2007), baseando-se em princípios fundamentais como universalização do acesso, atendimento dos serviços em sua forma integral e adequada à saúde pública e proteção do meio ambiente, eficiência, transparência, sustentabilidade, segurança, qualidade e regularidade, além de outras que serão mencionadas no decorrer do presente trabalho. Este setor tem profunda importância na sociedade, sendo uma necessidade básica para todas as pessoas. Com base nisso, a Organização das Nações Unidas (ONU) definiu como um dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, também conhecido como Agenda 2030, que se deve assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ONU, 2015).

Sendo assim, é necessário que se cumpra a legislação, além de se buscar atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, provendo condições de vida e saúde adequadas à população. Contudo, o desenvolvimento dos sistemas de saneamento básico engloba diversos fatores e variáveis e possui elevada complexidade. Ao passo que a demanda de água cresce (influenciada por diversos fatores externos e destinadas para distintas demandas como representado na TABELA 1), a oferta é reduzida devido a condições como mudanças climáticas, alterações ambientais na bacia e demandas para outros usos (HELLER e PÁDUA, 2016).

TABELA 1 – TIPOS DE DEMANDAS E FATORES EXTERNOS QUE AFETAM O CONSUMO DE ÁGUA

Tipos de Demanda	Fatores Externos
Uso doméstico	Clima
Uso comercial	Hábitos e costumes da população
Uso agrícola	Sistema de fornecimento e cobrança
Uso industrial	Qualidade da água fornecida
Consumos operacionais	Custo da água
	Padrão de vida e econômico da população

FONTE: Adaptado de HELLER e PÁDUA (2016)

Além disso, existem outros critérios que devem ser considerados para a prestação de serviços de saneamento. Desafios como topografia, escassez hídrica locais, perdas de água no sistema e a premência da sustentabilidade ambiental e econômica somam-se aos desafios do atual panorama do setor. Garantir a prestação de serviços para a sociedade atual e futura depende de manter os recursos para que se possibilite essa prestação. Evitar desperdícios de água e de dinheiro são fatores chave no planejamento (HELLER E PÁDUA, 2016).

Outra questão é que a prestação de serviços de saneamento passa, necessariamente, pelo consumo de energia elétrica. Segundo o SNIS (2020), o consumo de energia pelas companhias de saneamento foi o equivalente ao consumo doméstico de cerca de 18,2 milhões de habitantes e os dados históricos indicam uma tendência ao aumento nesse valor. Os gastos com energia elétrica no sistema de abastecimento de água representam 90% do valor consumido pelas companhias de saneamento, sendo utilizando em diversas etapas como captação, tratamento e distribuição e também em atividades como iluminação e uso de equipamentos em escritório.

Os gastos com energia elétrica representam o terceiro item com maior impacto nas despesas de uma companhia de saneamento (SNIS, 2020). Com isso, reforça-se a necessidade de se adotarem medidas para diminuir o gasto de energia. O PROCEL (2021) elencou algumas ações operacionais que podem ser aplicadas para diminuir os gastos com energia elétrica, tais como o ajuste de equipamentos, diminuição da potência dos equipamentos, controle operacional, automação do sistema e alternativas para geração de energia elétrica, sempre contando com o acompanhamento adequado de equipe capacitada.

## 2.2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Da percepção dos eventos da realidade, observados por pesquisadores, gestores ou usuários, tem-se os dados, que se caracterizam por ser um valor quantitativo referente a um fato, sem sofrer tratamento estatístico (BRASIL, 2005). Contudo, os dados por si só não possuem grande relevância, não

permitindo maior inferência sobre determinado fenômeno, sendo necessário contextualizar as informações (SOBRAL et al, 2011).

Neste sentido, Bellen (2005) afirma que os indicadores, que podem ser quantitativos ou qualitativos, são representações da realidade, adicionando valores aos dados (os quais são coletados em campo, obtidos através de simulações, percepções dos usuários, etc.). Como comentado, são instrumentos importantíssimos para os gestores e tomadores de decisão de todas as áreas, servindo, em especial para comparação, seja de territórios, grupos populacionais, ou até mesmo períodos. Além disso, torna o fenômeno mais perceptível e informa sobre o avanço em direção a certo objetivo.

Na prestação de serviços de saneamento, também se observa a importância dos indicadores, em especial no que se refere à sustentabilidade, tanto financeira, quanto ambiental e social. Gestores da área podem avaliar os serviços ofertados conforme diferentes critérios. A TABELA 2 apresenta alguns exemplos de indicadores, assim como suas categorias e descrições.

TABELA 2 - INDICADORES DE DESEMPENHO NOS SAA

<b>CATEGORIA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>EXEMPLOS DE INDICADORES</b>
<b>Cobertura de serviço</b>	Representa a cobertura do serviço ofertado, associado à população e às economias em questão. Esses indicadores podem ser associados com o nível de desenvolvimento local e regional	Cobertura do abastecimento (% do total da população com acesso aos serviços de abastecimento)
<b>Produção e consumo de água</b>	Define o balanço de água nos sistemas e pode representar o uso eficiente e racional dos recursos hídricos	Produção de água (L/hab.dia); consumo residencial (L/hab.dia)
<b>Perdas de água</b>	Representa o uso ineficiente dos recursos hídricos, associado às perdas de água (físicas e aparentes) em diferentes níveis de serviço	Perda de água (% do volume faturado de água em relação ao volume produzido)
<b>Práticas de medição</b>	Representa as práticas de medição do sistema, as quais consistem em uma importante ferramenta gerencial	Nível de medição (% de ligações com medidores operacionais)
<b>Desempenho das redes de tubulações</b>	Associa as ocorrências operacionais (como rupturas em tubulações) com as características dimensionais e espaciais das redes de água	Rupturas de tubulação (rupturas por km por ano)
<b>Custos e recursos humanos</b>	Representa os níveis dos recursos tanto econômicos quanto humanos, geralmente associados com os outputs do sistema	Custos operacionais unitários (R\$/m <sup>3</sup> de água vendida); pessoal por ligação (número de empregados por ligação)
<b>Qualidade do serviço</b>	Representa a eficácia das características do sistema no tocante à satisfação de seus consumidores	Continuidade do serviço (horas por dia de serviço); qualidade da água (% das amostras da água que atendem aos padrões)

		técnicos de potabilidade)
<b>Faturamento e ligações</b>	Refletem recursos econômicos de entrada e custos consumidores da água, podendo ser associado ao PIB ou a outras variáveis de referência.	Receita média (R\$/m <sup>3</sup> de água vendida)
<b>Desempenho financeiro</b>	Representa, direta ou indiretamente, as relações entre os custos operacionais da água abastecida e as receitas obtidas através das contas de água	Cobertura operacional de custos (% obtida da razão entre os custos totais operacionais anuais e as receitas obtidas)
<b>Consumo de energia</b>	Representa o consumo de energia elétrica para suprir todas as atividades de um sistema de abastecimento de água	Consumo de energia elétrica (kWh)
<b>Ativos</b>	Refletem a capacidade do sistema de ser econômica e financeiramente sustentável, gerando ativos que podem ser aplicados em melhorias e expansão dos sistemas.	Imobilizado bruto (R\$/população servida)

FONTE: Adaptado de VILANOVA; MAGALHÃES FILHO; BALESTIERI (2015)

Dentre esses indicadores, cabe destacar os seguintes:

### 2.2.1 Cobertura populacional

O Brasil vem mostrando grande avanço no que diz respeito à cobertura dos serviços de saneamento, em especial do abastecimento de água de potável. No entanto, ainda enfrenta alguns desafios relacionados à desigualdade na prestação desses serviços. Sendo assim, apesar do recente desenvolvimento, o saneamento ainda é uma área que carece de investimento. Quanto às políticas públicas, em 2013 implementou-se o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), com o objetivo de melhorar a eficiência do setor e visando a universalização do acesso, inclusive com a criação de metas (BRASIL, 2013). Dentre as diversas causas relacionadas à essa desigualdade, estão a renda per capita, escolaridade e a urbanização desorganizada, que provoca o aumento de moradias em áreas de risco (MASSA e FILHO, 2020).

Como consequência do déficit na prestação dos serviços de saneamento, destaca-se a maior suscetibilidade dos indivíduos em contraírem doenças relacionadas ao saneamento inadequado, diminuindo a qualidade de vida e piorando as condições de saúde da população (MASSA e FILHO, 2020). Além da questão da saúde, o acesso ao saneamento promove outros benefícios à população como redução de desigualdades sociais, aumento da produtividade, melhorando a educação e fonte de renda de uma região, dentre



outros (GANDRA et al, 2016). Sendo assim, a cobertura populacional consolida-se como importante indicador social relacionado aos serviços de saneamento.

O Novo Marco Legal do Saneamento, instituído pela Lei nº 14.026 (BRASIL, 2020) exige metas e cronogramas de universalização das prestadoras de serviços de saneamento, sendo necessária a comprovação de viabilidade técnica e financeira. Dentre as metas se destacam a expansão do serviço, obrigando as empresas a atingirem 99% de cobertura populacional até 2033 (com comprovação até março de 2022). Caso não seja cumprido, pode-se iniciar procedimento administrativo contra a prestadora com possibilidade até de caducidade da concessão.

### 2.2.2 Vazão captada

O abastecimento de água exige a avaliação e acompanhamento da variação das vazões de água, sendo necessário garantir com segurança que a vazão captada para uso humano não implique em vazões superiores às vazões mínimas dos mananciais. No entanto, essas variações apresentam mudanças com o tempo, em especial devido às ações antrópicas como uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica, além dos impactos das mudanças climáticas. Sendo assim, tem-se o desafio de promover o balanço entre a oferta e a demanda por água potável que, cada vez mais pende para o lado da demanda (HELLER e PÁDUA, 2016).

Neste contexto, a tentativa de garantir a oferta de água, em especial para os serviços mais essenciais, foram criadas leis e instrumentos de gestão dos recursos hídricos como a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) que, dentre outras providências, garante o uso prioritário para consumo humano em situações de escassez. Como instrumentos de gestão destacam-se a outorga de direito de uso e a cobrança pelo uso, além da criação de comitês de bacias hidrográficas e agências de água com competência, autonomia e autoridade para regular e tomar decisões acerca da oferta de água. Portanto, a vazão captada estabelece-se também como importante indicador de qualidade dos serviços de saneamento.

### 2.2.3 Consumo de energia

Todas as etapas de um SAA apresentam consumo de energia, seja pelo bombeamento de água bruta, durante as etapas de tratamento ou pela distribuição aos usuários finais. Além disso, é presente também na iluminação, serviços de escritório, equipamentos de monitoramento, etc. No entanto, a maior parcela corresponde ao bombeamento, seja de água bruta ou tratada e, fortemente influenciada pelas características geográficas e do sistema (ABES, 2009).

A eficiência energética nos sistemas de saneamento se define pela busca da redução no consumo de energia elétrica, assim como de seu custo, gerando benéficos impactos ambientais e econômicos. A busca por essa eficiência passa pela aplicação de algumas ações no sistema, capazes de garantir a redução no consumo, promover o ajuste e diminuição de potência de equipamentos, alternativas de geração elétrica, redução da altura manométrica e do volume bombeado (GOMES, 2005; BARROS FILHO et al, 2018).

## 2.3 PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL

A parametrização do consumo de água na edificação é a discriminação do uso da água em cada aparelho sanitário. Por meio desta é possível a elaboração do balanço hídrico na edificação. Por sua vez, o balanço hídrico é ferramenta importante para determinação de como serão aplicados alguns sistemas como o de uso de fontes alternativas, estimando, por exemplo, o volume de águas cinzas produzido ou a demanda por água proveniente da chuva (SANTOS, 2016).

A obtenção da parametrização pode ser feita de diferentes maneiras. É possível instalar hidrômetros em cada aparelho sanitário de forma a identificar o volume consumido durante um intervalo de tempo. Caso não seja possível, é necessário compreender os hábitos de consumo do usuário por meio de questionários nos quais é informado o número e tempo de utilizações de cada aparelho. Então, determina-se o consumo de água de cada aparelho seja por medição direta, conforme o manual do produto ou mesmo com banco de dados de estudos anteriores. Na TABELA 3 são apresentadas diferentes ferramentas

que foram aplicadas com o objetivo de determinar a parametrização do consumo, juntamente com o responsável por ela e a forma de medição do consumo dos aparelhos. Algumas das ferramentas foram utilizadas em pesquisas ou trabalhos pontuais e outras estão disponíveis para livre acesso a quem desejar aplicar.

TABELA 3 - ESTUDOS DE PARAMETRIZAÇÃO E MÉTODO DE MEDIÇÃO DO CONSUMO DOS APARELHOS

Ferramenta	Responsável	Fonte	Medição do consumo dos aparelhos
Simulador de Consumo	SABESP	SABESP, 2020	Banco de dados
The Water Calculator	Bathroom Manufacturers Association (BMA)	BMA, 2018	Banco de dados conforme modelo do aparelho
WeCalc	Pacific Institute	Pacific Institute, 2010	Banco de dados ou informe da vazão
Water Footprint Calculator	GRACE Communications Foundation (GRACE)	GRACE, 2017	Banco de dados
Home Water Works Calculator	Alliance for Water Efficiency (ALLIANCE)	ALLIANCE, 2011	Banco de dados
Water Use Calculator	Southwest Florida Water Management District (SWFWMD)	SWFWMD, 2018	Banco de dados
Water Use Calculator	Chelan County Public Utility District (CHELAN PUD)	CHELAN PUD, 2017	Banco de dados
Home Water Calculator	Smart Approved WaterMark (Smart WaterMark)	Smart WaterMark, 2020	Banco de dados
Household Water Calculator	Melbourne City Council	Melbourne City Council, 2003	Banco de dados
Registro de Consumo de água	CARNEIRO e CHAVES	CARNEIRO e CHAVES, 2008	Banco de dados
Sem nome	CUNHA, K. F.	CUNHA, 2013	Hidrômetros

FONTE: O Autor (2021)

Dentre os estudos observados e apresentados na tabela anterior, percebeu-se que, no que se trata da precisão do volume de água consumido em cada aparelho sanitário, o estudo de Cunha (2013) é o mais exato pelo fato de usar hidrômetros. Contudo, trata-se também do estudo que exige maior investimento financeiro e de tempo. Além disso, nota-se que a maioria dos estudos se utilizam de banco de dados para cálculo da vazão ou do consumo dos aparelhos sanitários quando não se pode efetuar a medição dos mesmos.

## 2.4 ABORDAGEM SOBRE A CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

A administração sustentável dos recursos hídricos atua de forma a garantir um balanço apropriado entre a demanda por água e o abastecimento. Contudo, isso torna-se um desafio cada vez maior à medida que a população cresce e as mudanças climáticas acabam por alterar o ciclo hidrológico. De forma geral, não há gestão de demanda no sentido de otimizá-lo, mas tão somente o aumento da oferta. Sendo assim, pode-se ter como consequência o esgotamento de reservas de água e a criação de enormes sistemas de infraestrutura. Esse resultado não é o desejado pelas empresas por conta das limitações locais (geográficas, hídricas, econômicas), além da importância de se cumprir outros objetivos como a redução no consumo de energia, na geração de poluentes e a prevenção da escassez de água (ALI; NIZAMI; HEBINCK, 2017).

A conservação de água visa alcançar a sustentabilidade por meio dos sistemas sanitários, ou seja, manter e ampliar o acesso às condições de vida e de saneamento adequados para a geração atual e futura, no que diz respeito aos enfoques social, ambiental e econômico, por meio do investimento no setor sanitário. Especificamente sobre a conservação da água, esta visa a economia de água, em todas as partes dos sistemas de saneamento, mediante múltiplas ações, tanto para garantir qualidade e quantidade, reduzindo desperdícios, buscando fontes alternativas, desenvolvimento de novas tecnologias, controlando a poluição e melhorando a gestão do setor (SANTOS, 2016).

A abordagem para a conservação da água pode se dar de duas formas: por meio da gestão da oferta ou pela gestão da demanda (LIYANAGE; VISHWANATHAN, 2020). Ou seja, é possível encontrar fontes alternativas, de modo a diminuir a necessidade de utilização de água do sistema de abastecimento ou possibilitar o acesso a mais pessoas sem a necessidade de aumentar, na mesma escala, a quantidade de água utilizada. Ou ainda, pode-se gerenciar a demanda por meio da redução do consumo de água, de forma a expandir o acesso, tendo a mesma quantidade de água disponível. Nesse caso, a gestão da demanda age otimizando-a sem aumentar a oferta.

Apesar das medidas de conservação de água serem mais efetivas pelo comportamento voluntário, quando comparado com imposições da lei (MARANDU, MOETI, JOSEPH, 2010), ou seja, medidas que estimulem e não que obriguem, não se deve descartar nenhuma alternativa de proposta para

conservação da água. Sendo assim, diversos programas e leis foram criados e passam por constante atualização, almejando a efetividade desse propósito.

Como exemplo, pode-se citar o Programa de Conservação e Uso Racional da Águas nas Edificações (PURA) (CURITIBA, 2003), este visa estabelecer medidas para promover a conservação da água no município de Curitiba, atuando nas edificações. O PURA integra a Lei nº 10.785/2003 que determina a obrigatoriedade, sob pena de não conceder o licenciamento das construções, de projetos que contemplem mecanismo de captação de águas pluviais para uso em atividades que não exijam água potável. Tal lei dispõe também sobre a necessidade da utilização de equipamentos redutores de consumo de água e, para edificações comerciais e industriais, deve-se ter ainda controle de volume fixo de descarga. Além disso, é exigido que os edifícios de habitação coletiva possuam medição individualizada do consumo de água e que edificações comerciais e coletivas, cuja área construída seja de pelo menos 5.000 m<sup>2</sup>, possuam sistemas de utilização de águas cinzas que incluam coleta e tratamento, para posterior uso nas bacias sanitárias. Caso o proprietário não cumpra o disposto na lei, está sujeito a sanções (CURITIBA, 2006).

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCA) (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015), atua no meio urbano visando promover o uso racional de água, por meio da implementação de ações, instrumentos tecnológicos, normas, medidas econômicas e de gestão, buscando economia e melhor produtividade do setor, reduzindo ou postergando os investimentos. Para isso, o programa elaborou diversos Documentos Técnicos de Apoio (DTA) destinados, em especial, às equipes que lidam com a operação e manutenção dos SAA, apresentando temas como macromedição, micromedição, sistemas prediais, redução de perdas, produtos e tecnologias economizadores, controle de pressão e conscientização pública. Além disso, desenvolveu um curso de ensino a distância para capacitação dos profissionais que trabalham com saneamento (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) também desenvolveu um programa de conservação de água (SABESP, 2018). Em 1996, foi criado o Programa de Uso Racional da Água

(PURA), objetivando a redução no consumo de água por meio de mudanças culturais e ações tecnológicas. O programa é composto por três etapas:

- **Diagnóstico Técnico:** investigação e análise do consumo e identificação dos pontos críticos;
- **Projeto Técnico:** definição das ações, investimento e prazos com base na primeira etapa;
- **Suporte Operacional:** aplicação das ações (estruturais ou não).

A empresa AEGEA, maior companhia de saneamento do setor privado no Brasil, tem conseguindo bons avanços na conservação de água nas cidades onde atua. Em Campo Grande, no Mato Grosso do Sul, o índice de perdas foi reduzido de 57% para 19% desde 2010 (AEGEA, 2021). Um dos programas implantados pela concessionária nos seus locais de atuação é o “Vem com a Gente”, pautado principalmente na aproximação com o cliente. A principal ação desse programa consiste na regularização de redes de água e ligações. A concessionária percorre todo o município, entrando em contato com os moradores para regularizar a situação deles, inclusive com a renegociação de dívidas e inclusão na tarifa social. Dessa forma, torna-se possível reduzir o índice de perdas provenientes de ligações irregulares, além de criar um canal mais próximo com a população, o que favorece outra ação do programa que diz respeito ao incentivo à população que comunique a concessionária quando verificar vazamentos ou fraudes de água tratada. O programa atua também dentro das residências, realizando serviços de correção de vazamentos internos, além da educação da população quanto ao uso racional (ÁGUAS DE MANAUS, 2019).

Além desses, outros programas merecem ser destacados aqui também, tais como o Programa de Conservação de Água da UNICAMP – Pró-Água UNICAMP, Programa de Uso Racional da Água da UFBA – ÁGUAPURA UFBA, PROAGUA/Semiárido e o CAMUS, que será mais aprofundado na sequência.

Enfim, para contextualizar a questão de conservação de água, cumpre destacar que desde a estiagem de 2020 na região de Curitiba, a SANEPAR vem promovendo uma ação de conservação de água pontual, destinada a

resolver um problema temporário que é o racionamento causado pela falta de água na região. A campanha intitulada META20 promove o rodízio de abastecimento de água, de forma a provocar uma redução no consumo, mas principalmente estimula o uso racional da água por meio de campanhas de conscientização, criação de cartilhas com dicas de como reduzir o consumo em cada atividade e criação do canal Alerta Água, visando ser um canal para denúncias de práticas de desperdício. (SANEPAR, 2020b).

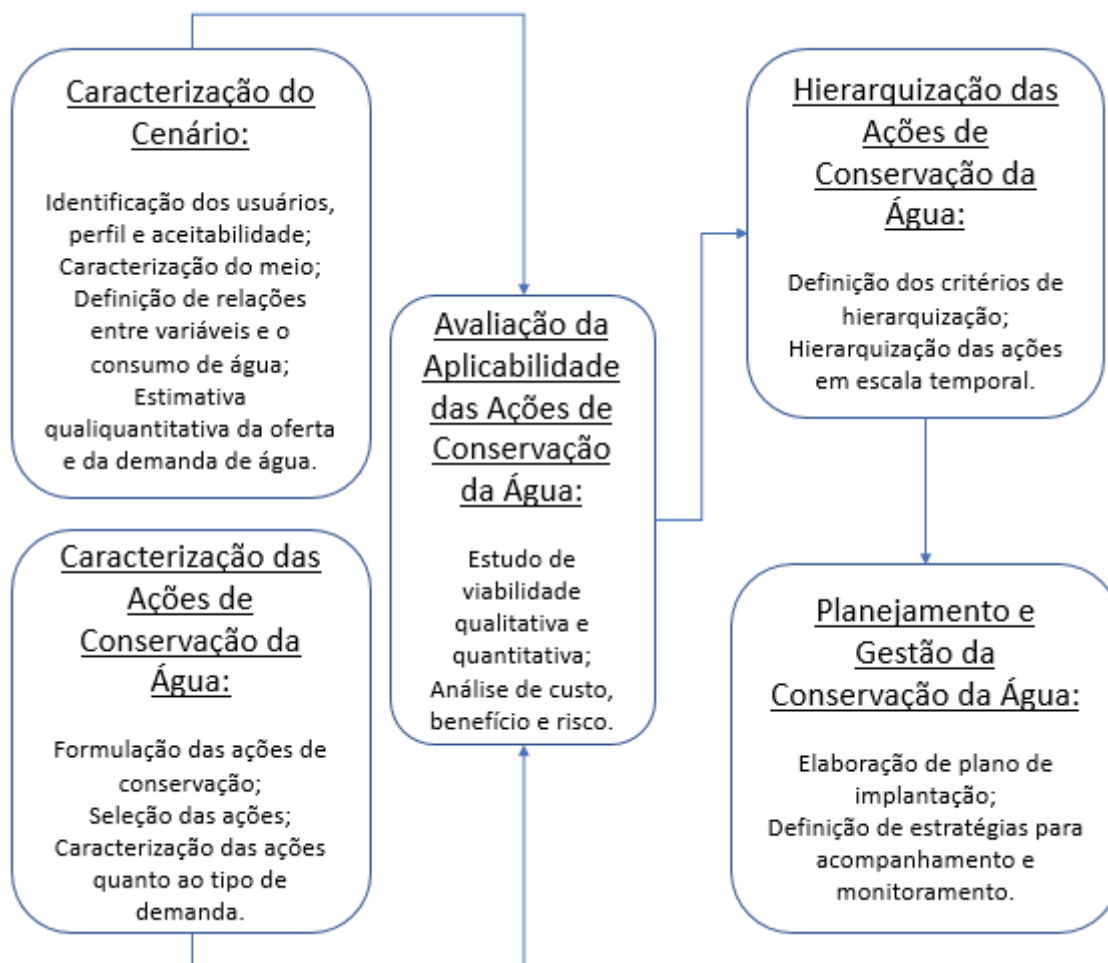
#### 2.4.1 Programa de Conservação de Água para um Meio Urbano Sustentável - CAMUS

Outro programa de conservação de água foi o proposto por Santos (2016), voltado principalmente para servir de apoio ao planejamento e gestão do uso da água em regiões urbanas e periurbanas. O CAMUS é formado por uma sequência de procedimentos, conforme FIGURA 1, focada na infraestrutura sanitária urbana e nas edificações, sendo esse o principal motivo que justifica o destaque ao programa, apresentando uma estrutura que se propõe a ser aplicada em qualquer região urbana e servir como ferramenta de gestão do uso da água no meio urbano.

Para cada parte do sistema de saneamento destacam-se algumas ações que podem ser aplicadas individualmente ou em conjunto. No SAA, as ações se resumem no combate às perdas de água. No SES, direcionam-se as ações prevendo o reúso de água. Já nas edificações, busca-se ações que promovam o uso racional e a utilização de fontes alternativas, destacando a ideia que o impacto não será atingido exclusivamente nas edificações, mas também em todo o sistema de saneamento. Enquanto isso, apesar de não serem abordados no presente trabalho, os SDU (Sistemas de Drenagem Urbana) possuem ações com a aplicação dos SUD's (Sistemas de Drenagem Sustentáveis). (SANTOS, 2016).



FIGURA 1 - ESTRUTURA DO CAMUS



FONTE: Adaptado de SANTOS (2016)

Na sequência serão apresentadas as etapas que compõem o CAMUS.

- **Caracterização do cenário:** visa destacar as características do cenário analisado, conforme alguns fatores como a identificação do usuário e seu tipo de demanda, assim como seu potencial de aplicar ações de conservação de água, estimativa da demanda de água, bem como sua dependência de fatores variáveis, além da caracterização do meio onde o cenário se encontra, no que envolve questões físicas, naturais, sociais, econômicas e de oferta de água.
- **Caracterização das ações de conservação de água:** diz respeito ao processo de formulação das ações de conservação de água, podendo ser de economia (uso racional e uso de fontes alternativas) e de

preservação (tratamento e disposição final dos efluentes). Nesta etapa está incluso o processo de concepção e seleção das ações, detalhando sua organização e tipo de demanda, assim como seu potencial impacto no que diz respeito à conservação da água.

- **Avaliação da aplicabilidade das ações de conservação de água:** Com base na análise do custo, do benefício e do risco provocado pelas ações e avaliando mediante critérios quantitativos e qualitativos, esta etapa visa avaliar a aplicabilidade das ações de conservação no cenário estudado.
- **Hierarquização das ações de conservação da água:** após as ações serem escolhidas e terem sua aplicabilidade avaliada, estas devem ser hierarquizadas com base na efetividade de cada uma e conforme uma preferência dos agentes envolvidos.
- **Planejamento e gestão da conservação de água:** como o objetivo do programa é servir de apoio ao planejamento do uso da água, esta última etapa deve propor a elaboração de um plano de implantação das ações, visando o objetivo de conservação da água. O plano deve conter ainda ferramentas para acompanhamento do processo.

#### 2.4.2 Ações de conservação da água

Como comentado, as ações de conservação da água são parte fundamental no Programa CAMUS, devendo ser elaboradas e avaliadas quanto à aplicabilidade, além de serem hierarquizadas e aplicadas por meio de um plano bem estruturado. Buscando, como o nome diz, auxiliar na conservação da água, as ações dividem-se em medidas de economia de água e de preservação ambiental. Além disso, boa parte das ações de conservação de água contribuem também na conservação de energia, tornando o sistema ainda mais sustentável (SANTOS, 2016).

As ações de economia são fundamentadas no uso racional e na utilização de fontes alternativas. Enquanto uso racional, há as medidas de

redução de perdas físicas e aparentes, dentre as quais a detecção de vazamentos, o controle de pressão, a substituição de tubulação, a gestão adequada do sistema, a substituição dos micromedidores e a identificação de ligações clandestinas.

Para se promover o uso racional nas edificações há ações como a utilização de aparelhos sanitários economizadores de água, a adoção de medição individualizada de água, aplicação de tarifas inibidoras de desperdício e sensibilização dos usuários. No que se refere ao uso de fontes alternativas nas edificações, ressaltam-se a utilização de águas cinzas e de água da chuva (SANTOS, 2016). Alguns estudos, como os de Marinoski e Ghisi (2019) e Leong et al (2017) indicam inclusive a possibilidade de um sistema híbrido com uso de água da chuva e água cinza.

Na sequência, algumas dessas ações apresentam-se descritas.

#### 2.4.2.1 Uso Racional no SAA: Redução do índice de perdas

As perdas de água no SAA estão sempre presentes e se caracterizam como ineficiências técnicas. Quando apresentam valores muito elevados traduzem desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita para os prestadores de serviço, possuindo grande importância para eles, inclusive motivando programas de avaliação, controle e redução. No Brasil, as perdas vêm se mostrando como um desafio a ser resolvido, com todos os estados apresentando índice de pelo menos 29%, como mostra a TABELA 4 (SNIS, 2020).

TABELA 4 - ÍNDICE DE PERDAS PARA CADA ESTADO DO BRASIL

Estado	Índice de perdas	Estado	Índice de perdas	Estado	Índice de perdas	Estado	Índice de perdas	Estado	Índice de perdas
<b>Norte</b>		<b>Nordeste</b>		<b>Centro-Oeste</b>		<b>Sudeste</b>		<b>Sul</b>	
Acre	60,7%	Alagoas	29,8%	Distrito Federal	32,1%	São Paulo	34,9%	Paraná	34,7%
Amapá	73,6%	Bahia	40,2%	Goiás	29,2%	Rio de Janeiro	37,8%	Santa Catarina	34,5%
Amazonas	68,0%	Ceará	43,0%			Mato-Grosso	44,5%		
Pará	40,3%	Maranhão	59,5%	Mato-Grosso do Sul	33,0%			Espírito Santo	37,3%
Rondônia	60,8%	Paraíba	38,8%			Sergipe	43,6%		
Roraima	65,4%	Pernambuco	50,1%						
Tocantins	33,6%	Piauí	48,4%						
		Rio Grande do Norte	51,2%						

FONTE: SNIS, 2020

A título de classificação, as perdas se dividem em aparentes e reais. As primeiras correspondem ao volume que foi consumido pelo usuário, no entanto não foi contabilizado, gerando perda de faturamento para o prestador de serviço. Alguns dos exemplos de perdas aparentes são os erros de medição e as ligações clandestinas. Já as perdas reais correspondem ao montante de água que não é consumido pelos usuários, em especial os vazamentos e a utilização excessiva para procedimentos operacionais (HELLER e PÁDUA, 2016).

A solução ou diminuição das perdas passa pelo uso de equipamentos mais eficientes (tanto para medição, se tratando de perdas aparentes, quanto no sistema de distribuição, para as perdas reais), detecção, controle e correção de vazamentos e controle de pressão na rede, além da regularização das ligações dos clientes irregulares (GOMES, 2005). No entanto, destaca-se a relação entre essas medidas, visto que os vazamentos podem ser causados por excesso de pressão na rede, que por sua vez pode ser controlado através do uso de equipamentos mais eficientes (CREACO; WALSKI, 2017).

No ponto de vista das empresas, o combate às perdas é um dos pontos mais importantes a serem resolvidos. A redução no índice de perdas promove aumento no faturamento das empresas e permite que estas diminuam a tarifa, possibilitando maior competitividade em licitações, concessões ou parcerias público-privadas (RUSSOMANNO; CARLOS, 2020). Além disso, de acordo com o Novo Marco Legal do Saneamento, instituído pela Lei nº 14.026 (BRASIL, 2020), as empresas precisam comprovar viabilidade técnica e financeira para prestação de serviços com metas e cronograma de universalização que incluem a redução de perdas.

#### 2.4.2.2 Uso racional da água nas edificações

A conservação pelo uso racional da água, em especial para fins residenciais, exige a adoção de comportamentos por parte dos usuários no que envolve redução e eficiência. Redução de tempo e frequência na utilização de aparelhos sanitários, fechamento de torneiras enquanto escova os dentes e uso de máquina de lavar roupa e louça com cargas completas. Quanto à eficiência, estas exigem investimento financeiro, técnico e de tempo maiores

como no uso de aparelhos economizadores. De toda forma, o uso racional exige atitude por parte dos usuários, que pode ser motivada por diferentes fatores, sendo importante a busca pela compreensão das causas desse comportamento (ADDO; THOMS; PARSONS, 2018).

Segundo Willis et al (2013), consumos menores de água, em especial em aparelhos sanitários mais influenciadas pelo comportamento de conservação (chuveiros, torneiras e lavagem de roupas), são significativamente ligadas à consciência e atitudes ambientais dos usuários, sendo necessária a conscientização e incentivo da prática dessas ações.

Além disso, de acordo com o Novo Marco Legal do Saneamento, instituído pela Lei nº 14.026 (BRASIL, 2020), é determinado que as empresas precisam apresentar metas e cronograma de universalização que incluem programas que incentivam o uso racional da água.

#### 2.4.2.3 Uso de Fontes Alternativas nas Edificações

- Aproveitamento de água da chuva

Uma das formas de uso de fontes alternativas nas edificações é o aproveitamento de água da chuva, que é utilizada para fins não-potáveis, apesar de existirem estudos que propõem sua utilização para fins potáveis como proposto por Gómez e Teixeira (2017) e Bashar, Karim e Imteaz (2018). Em alguns locais, como nos Estados Unidos, trata-se de uma tecnologia mais consolidada, sendo largamente utilizada para suprir o consumo de água em atividades como irrigação, descargas de bacias sanitárias, refrigeração de ar-condicionado e tanque de lavar roupa (BASINGER; MONTALTO; LALL, 2010). No Brasil, o Novo Marco Legal do Saneamento (BRASIL, 2020) prevê a inclusão de programas que incentivem as práticas de uso de fontes alternativas.

Quanto à qualidade da água, ressalta-se a necessidade do descarte de “1ª água” (*first-flush*), que se trata de um desviador do fluxo que evita o uso dos volumes iniciais da água da chuva devido à alta turbidez, condutividade e sólidos totais oriundo dos telhados. Ainda sobre a infraestrutura necessária para um sistema como esse, os reservatórios de água possuem importância

primordial para garantir o acúmulo de água necessário para uso nos aparelhos planejados (LEONG et al, 2017).

Para análise de viabilidade de aplicação e adequada instalação, ressalta-se a necessidade de aplicação de estudo de parametrização de forma a compreender a demanda de água para cada aparelho que fará o uso de água da chuva (SANTOS, 2016). Além disso, destaca-se que é necessário um investimento por parte dos usuários, contudo, esse investimento resultará em economia futura, visto que será consumido um volume menor de água da prestadora de serviço de abastecimento de água. A TABELA 5 apresenta diferentes tempos de retorno do investimento conforme diferentes autores.

TABELA 5 - TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO PARA SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

FONTE	TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO
SOUZA, L. O.; ARAUJO, T. O. D (2016)	6 anos e 9 meses
FRANÇA, A. M. (2011)	11 anos e 7 meses
GUINDANI, A. M. (2016)	5 anos

FONTE: O Autor (2021)

Souza e Araujo (2016) definiram dois cenários para demanda de água da chuva, o primeiro foi considerando uso na bacia sanitária e o segundo para uso externo em lavagem de piso e automóveis, sendo que o primeiro cenário foi o considerado mais vantajoso economicamente, apresentando menor tempo de retorno. Na metodologia adotada por França (2011), a água da chuva foi destinada para ser usada nas bacias sanitárias, irrigação de jardim e lavagem de piso, enquanto Guindani (2016) definiu que a demanda de água pluvial seria na utilização em bacias sanitárias, lavagem de carro e irrigação de jardim.

Cabe destacar que o tempo de retorno do investimento varia, como observado, para cada local aplicado, visto que depende da oferta, que por sua vez é variável conforme a precipitação na região, área de coleta da água da chuva, coeficiente de escoamento superficial e eficiência do sistema, e da demanda, que varia conforme a destinação da água da chuva, além do consumo nesses aparelhos que farão uso da água pluvial.

- Utilização de águas cinzas

Assim como no caso do aproveitamento de água da chuva, a utilização de águas cinzas trata-se de uma medida com uso de fontes alternativas a ser utilizada para fins não-potáveis. Em geral, utiliza-se água oriunda de pias de cozinha, lavatórios, chuveiros e máquina de lavar roupa para serem usadas nas descargas das bacias sanitárias e para fins de irrigação (PRADHAN; AL-GHAMDI; MACKEY, 2019).

Quanto à qualidade da água, ressalta-se o cuidado que se deve ter com a aplicação de medidas como essa, de forma a evitar riscos à saúde humana por infecções de patógenos (JAHNE et al, 2017) e ao meio ambiente, influenciando na qualidade do solo, plantas e água (HARDIE et al, 2021). É necessário que o sistema apresente coleta com filtro, para remover sólidos grosseiros, um reservatório para equalizar os volumes recebidos, além de uma sequência obrigatória de tratamento que inclui processos físicos, químicos, biológicos e de desinfecção (LEONG et al, 2017).

Ressalta-se também a importância do estudo de parametrização na residência passível de utilizar águas cinzas, para entender a demanda de água em cada aparelho sanitário que utilizará água cinza, assim como a disponibilidade de água a ser usada para reúso e, em especial, o balanço hídrico entre disponibilidade e demanda (SANTOS, 2016). Da mesma forma que o aproveitamento de água da chuva, o usuário interessado em instalar um sistema de utilização de águas cinzas deve fazer um investimento financeiro, contudo, este também resultará em economia futura, devido ao menor consumo de água da prestadora de serviço de abastecimento de água.

#### 2.4.3 Abordagem Integrada

No campo da hidrologia, pode-se descrever a circulação da água no meio através do ciclo hidrológico, no qual a água, impulsionada pela gravidade, energia solar e rotação da terra, percorre um curso contínuo e renovável, não sendo possível determinar seu início ou fim. Os principais processos que comandam esse ciclo são: evaporação, precipitação, infiltração, transpiração, escoamento superficial e escoamento subterrâneo (TUCCI, 2015).

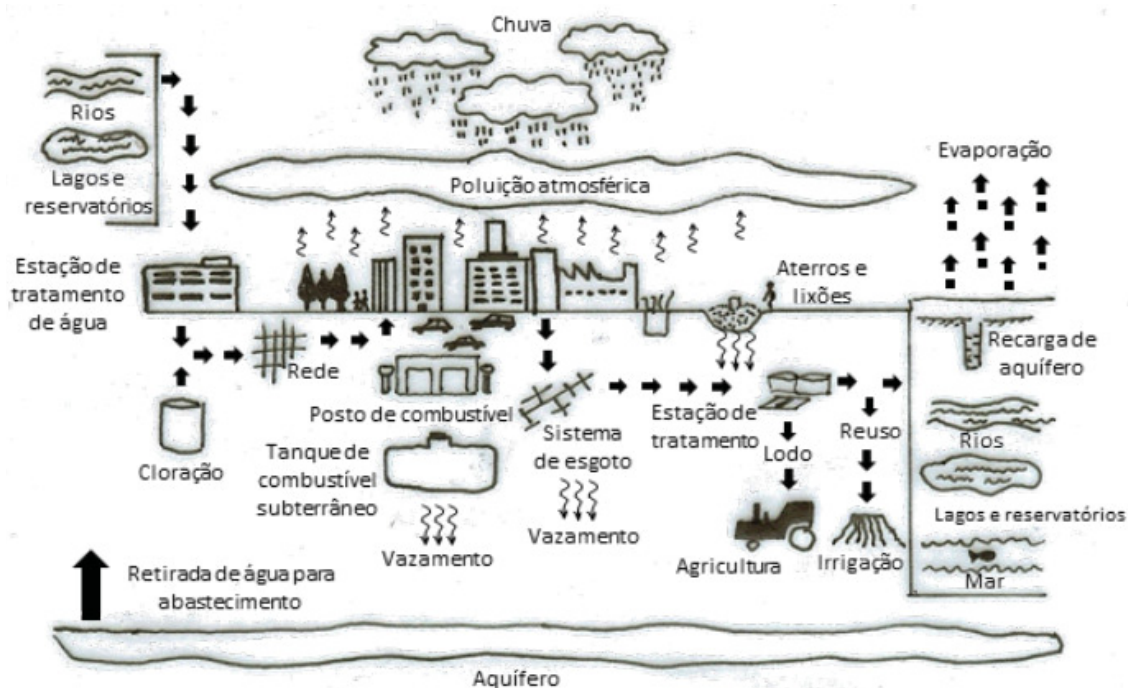
Contudo, a expansão da urbanização, industrialização e o crescimento populacional provocaram alterações no ambiente natural, impactando também



o ciclo hidrológico. A impermeabilização do solo reduziu a infiltração e, conseqüentemente, o escoamento subterrâneo, ao passo que aumentou o escoamento superficial, criando a necessidade de se investir na drenagem urbana. Além disso, a necessidade humana por água (seja para consumo residencial, industrial, agrícola ou qualquer outro) exigiu a inclusão de novos processos que comandam o ciclo da água. O fornecimento de água, tratamento, distribuição, consumo, drenagem urbana, coleta e tratamento de águas residuárias e reúso são alguns dos que podem se destacar. Além disso, outros componentes, que não apenas a água, se tornaram parte do ciclo e merecem atenção para correta gestão do recurso hídrico, como energia, produtos químicos e poluentes (PEÑA-GUZMÁN et al, 2017; MARSÁLEK et al, 2006).

Conforme, representado na FIGURA 2, o ciclo urbano da água engloba todo o caminho percorrido da água e, mais que isso, mostra a importância de se adotar práticas de abordagem integrada na gestão dos recursos hídricos, visto que o que for feito em uma das etapas do ciclo da água, ou em algum dos serviços de saneamento implicará em conseqüências em outras partes integrantes do processo. Por exemplo, a utilização de fontes alternativas nas edificações, como no caso de uso de águas cinzas, acarretará em um volume menor de captação de água dos mananciais e de águas residuárias que irão para tratamento. Em compensação, a concentração dos efluentes será maior.

FIGURA 2 - CICLO URBANO DA ÁGUA



FONTE: LIMA; ANDRADE; HOLLANDA (2013)

## 2.5 PERCEPÇÃO DO USUÁRIO QUANTO AO CONSUMO DE ÁGUA

Ciente do forte impacto que o consumo de água das pessoas tem sobre o sistema em geral, torna-se importante compreender os hábitos de consumo da população, suas práticas de desperdício, assim como sua percepção quanto ao uso da água. Segundo Kiliç (2021), uma correta percepção dos usuários quanto ao seu consumo é o fator chave para afetar seus comportamentos de uso da água e, conseqüentemente, promover o uso racional na população.

Inclusive, Fan et al (2014) concluíram que os usuários que melhor estimam seu consumo tendem a apresentar melhores práticas de consumo. Além disso, os autores constataram que, no geral, as pessoas subestimam seus usos externos e na cozinha, enquanto superestimam o uso interno.

Moraes, Nunes e Silva (2019) fizeram um estudo sobre o consumo em escolas e estimaram que apenas 65% das atividades que utilizam água são feitas de maneira racional, aproximadamente. A causa para isso pode passar por causas técnicas como vazamentos ou aparelhos ineficientes, descaso por parte dos usuários ou mesmo ignorância. Segundo Beal, Stewart e Fielding

(2013), dentre as pessoas que subestimam seu consumo, o mais provável é que as pessoas realmente sejam inconscientes quanto ao uso da água.

Dessa forma, reforça-se a necessidade de entender a percepção da população quanto ao uso da água e contar com a participação deles, inserindo-os no planejamento dos sistemas de saneamento e investindo nas entrevistas e programas que visam compreender essa percepção (GHOLSON et al, 2019).

Gholson et al (2019) também afirmam que os usuários apresentam um comportamento melhor quanto ao consumo de água após vivenciarem períodos de grande estiagem, reforçando a importância de investimento na educação durante esses períodos. Além disso, outro fator que contribui com a percepção dos usuários quanto ao consumo, incentivando-os a adotarem práticas melhores de uso da água, segundo Garcia-Cuerva, Berglund e Binder (2016) são os incentivos financeiros.

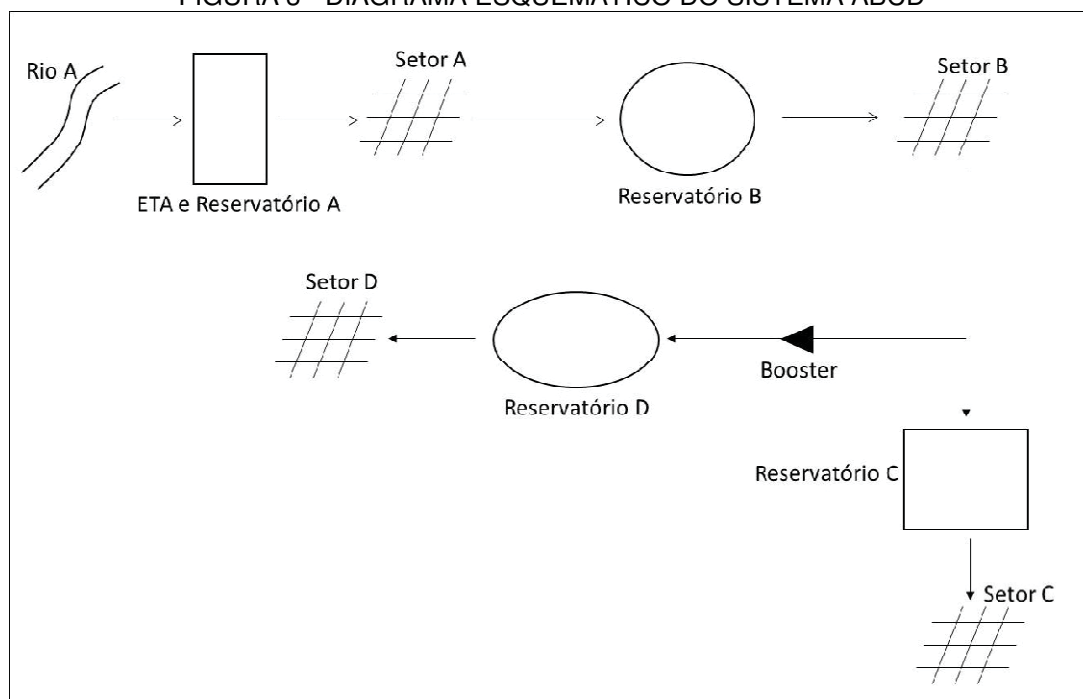
### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste capítulo serão apresentados os materiais e métodos utilizados na pesquisa. O item 5.1 apresenta o sistema escolhido como estudo de caso para simulação das ações de conservação de água. Já o item 5.2 descreve os cenários e fatores condicionantes, incluindo os fatores externos e o Teste AQUA. No 5.3 serão descritas as ações de conservação de água que serão simuladas no sistema em estudo e no 5.4 os indicadores de avaliação destas ações. Por fim, o item 5.5 apresenta e descreve as simulações realizadas, incluindo o *software* utilizado, calibração e considerações adotadas.

#### **3.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA**

O estudo de caso escolhido para este trabalho foi o mesmo utilizado por Raminelli (2019), no intuito de ampliar a abordagem sobre o mesmo. O respectivo SAA está localizado nos municípios de Curitiba e Pinhais, no estado do Paraná. Naquele trabalho, o SAA foi denominado ABCD, o qual integra um sistema maior, que é controlado pelo prestador de serviços de saneamento da região, conforme FIGURA 3.

FIGURA 3 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA ABCD



FONTE: RAMINELLI (2019)

O sistema se estrutura a partir da captação de água bruta no Rio A, essa sendo conduzida até a Estação de Tratamento de Água e na sequência até o Reservatório A. A partir desse ponto, três conjuntos motobombas em paralelo (dois operando e um reserva) recalcam a água para outros centros de reservação. Inicialmente, uma parcela do volume de água recalcada é distribuída no Setor A e outra parcela segue até o Reservatório B. A partir desse reservatório, a água é recalcada por 3 conjuntos motobombas (dois operando e um reserva) e distribuída no Setor B. Por fim, outra parcela do volume de água dirige-se até o Reservatório C, de onde é distribuída por gravidade ao Setor C, enquanto a outra parcela é direcionada ao *booster*, sendo pressurizada ao Reservatório D e distribuída por gravidade ao Setor D. As características de cada sistema elevatório são representadas na TABELA 6.

TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ELEVATÓRIOS

Sistema Elevatório	Reservatório A – Setor A	Reservatório B – Setor B		Booster (Setor B – Reservatório D)
Marca	KSB	EBARA	HAUPT	KSB
Modelo	RDL 150-310A	BHS-813	P84	MEGABLOCK 32-160
Altura Manométrica (m)	36	53	53	44

Número de estágios	-	3	2	-
Vazão (l/s)	55,4	32	32	8,6
Rotor (mm)	-	-	-	176
Motor elétrico	WEG	-	-	-
Potência (CV)	40	35	35	10
Tensão (V)	440	-	-	-
Rotação (rpm)	1770	3500	3500	3500
Quantidade	3 conjuntos	2 conjuntos	1 conjunto	2 conjuntos (1 reserva)
Acionamento	Com inversos de frequência	Sem inversor de frequência	Sem inversor de frequência	Sem inversor de frequência

FONTE: SANEPAR (2014) citado por RAMINELLI (2019)

No que diz respeito ao nível dos reservatórios, a TABELA 7 apresenta o volume e as cotas de cada reservatório. Quanto ao *booster*, este se localiza na cota 921,8m.

TABELA 7 - COTAS E VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS DO SISTEMA ABCD

	Volume (m <sup>3</sup> )	Cota do nível de água máximo (m)	Cota do nível de água mínimo (m)
<b>Reservatório A</b>	15.000	879,90	874,50
<b>Reservatório B</b>	2.000	905,00	901,10
<b>Reservatório C</b>	300	930,15	927,10
<b>Reservatório D</b>	200	961,50	956,90

FONTE: SANEPAR (2013)

A TABELA 8 apresenta alguns dados relevantes sobre os volumes micromedido e produzido, além de informações sobre perdas de água referentes ao ano de 2016. Observa-se um menor índice de perdas nos setores C e D devido ao fato de serem usados hidrômetros de melhor resolução.

TABELA 8 - VOLUMES MICROMEDIDO, PRODUZIDO E PERDAS

Setor	Volume micromedido (m <sup>3</sup> /ano)	Volume produzido (m <sup>3</sup> /ano)	Média anual total de perdas de água (%)	Média anual de perdas de água por vazamento (%)	Média anual de perdas de água por submedição (%)
<b>A</b>	992.147	1.549.035	36,0	28,1	7,6
<b>B</b>	397.730	754.660	47,3	40,7	6,4
<b>C</b>	121.579	132.136	8,0	6,1	1,9
<b>D</b>	150.346	159.424	5,7	3,8	1,9

FONTE: Dados disponibilizados pela SANEPAR (2017) citado por RAMINELLI (2019)

A TABELA 9 apresenta a situação do sistema quanto ao número de economias e população atendidas, além do consumo per capita médio.

Percebe-se o alto consumo médio per capita nos setores C e D, reforçando a diferença de nível social entre os setores.

TABELA 9 - POPULAÇÃO ATENDIDA E CONSUMO PER CAPITA POR SETOR

Setor	Economias atendidas	População atendida (hab.)	Consumo per capita médio da população (L/hab.dia)
<b>A</b>	7.104	22.379	121,5
<b>B</b>	2.749	8.659	125,8
<b>C</b>	351	1.105	301,4
<b>D</b>	522	1.643	250,7

FONTE: Dados disponibilizados pela SANEPAR (2017) citado por RAMINELLI (2019)

ATABELA 10 apresenta as características das adutoras do sistema ABCD quanto ao material e diâmetro.

TABELA 10 - ADUTORAS DO SISTEMA

	Material	Diâmetro (mm)
<b>Adutora entre ETA e Reservatório A e Reservatório B</b>	Ferro fundido dúctil	400
<b>Adutora entre Reservatório B e Tê de Bifurcação</b>	PVC Defofo	300
<b>Adutora entre Tê de bifurcação e Reservatório C</b>	PVC Defofo	200
<b>Adutora entre Tê de bifurcação e booster</b>	PVC Defofo	150
<b>Adutora entre booster e Reservatório D</b>	PVC Defofo	150

FONTE: SANEPAR (2013)

Por fim, a TABELA 11 apresenta a produção de água do SAIC (Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba), sistema onde está inserido o sistema de estudo, para cada ano, conforme projeção feita no Plano Diretor SAIC (SANEPAR, 2013), já considerando os incrementos existirão ao longo dos anos devido às obras de ampliação do sistema.

TABELA 11 - PRODUÇÃO DE ÁGUA DO SAIC AO LONGO DOS ANOS

Ano	2010-2013	2014-2016	2017-2020	2021-2025	206-2030	2030-2040
<b>Produção (l/s)</b>	9.295	10.452	12.086	12.236	12.836	13.765

FONTE: SANEPAR, 2013

## 3.2 CENÁRIOS E VARIÁVEIS CONDICIONANTES

### 3.2.1 Fatores externos

Como dados importantes para estruturação do cenário atual e futuro no qual o sistema está inserido, considerou-se como fatores externos o crescimento populacional ( $\lambda_g$ , expresso em %/ano) e a variação da temperatura média anual ( $\Delta_T$ , expresso em °C).

Quanto ao crescimento populacional, a SANEPAR (2013) divulgou no Plano Diretor SAIC (Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana) as taxas de crescimento populacional conforme zona de abastecimento. Para o estudo de caso desta pesquisa as taxas de crescimento para as décadas 2010-2020, 2020-2030 e 2030-2040 foram, respectivamente, 1,41% ao ano, 1,24% ao ano e 1,08% ao ano. Para determinação da população para cada ano, deve-se utilizar a equação abaixo:

$$P = P_0(1 + \lambda_g)^{\Delta_t}$$

onde:

$P$  = população final (habitantes);

$P_0$  = população inicial (habitantes);

$\Delta_t$  = alcance (anos);

$\lambda_g$  = taxa de crescimento populacional (% ao ano).

Já com relação à variação da temperatura média anual, Silva et al (2020) estimaram um aumento entre 0,25°C e 0,5°C na temperatura até 2035. Sendo assim, considerou-se a variação da temperatura média anual como sendo igual a 0,5°C. Essa informação é importante pois influencia no consumo per capita diário de água, conforme equação abaixo (SANTOS, 2016):

$$qe_T = qe_i + (0,07 * qe_i * \Delta_T)$$

onde:

$q_{eT}$  = consumo per capita diário de água sob temperatura T (L/hab.dia);  
 $q_{ei}$  = consumo per capita diário de água de referência, sem considerar o aumento na temperatura (L/hab.dia);  
 $\Delta T$  = variação da temperatura média anual (°C).

Considerando um horizonte de projeto de 15 anos, na TABELA 12 são apresentados os valores previstos para a população e para o consumo per capita diário de água.

TABELA 12 - FATORES EXTERNOS EM 2035: POPULAÇÃO E CONSUMO PER CAPITA

Setor	População – 2035 (hab.)	$q_{eT}$ – 2035 (L/hab.dia)
<b>A</b>	26.384	125,7
<b>B</b>	10.210	130,2
<b>C</b>	1.304	312,0
<b>D</b>	1.938	259,5

FONTE: O Autor (2021)

### 3.2.2 Apresentação do Teste Avaliação Qualiquantitativa do Uso da Água (AQUA)

Como comentado, o conhecimento do consumo per capita de água é essencial para projeto dos sistemas de saneamento. Porém, mais do que isso, deve-se realizar e compreender a parametrização, que consiste na discriminação do consumo por uso. Essa parametrização do consumo de água contribui para o planejamento e aplicação de medidas de conservação da água através da determinação do volume consumido em cada aparelho sanitário (SANTOS, 2016).

Sendo assim, por meio do Grupo de Pesquisa em Conservação e Salubridade Ambiental, elaborou-se o Teste AQUA (APÊNDICE 1) para avaliar a percepção do entrevistado quanto ao uso e conservação da água, buscando estimar variáveis no intuito de verificar as práticas de uso da água nas edificações.

O teste AQUA, portanto, foi aplicado buscando compreender o uso da água nas edificações, resultando na parametrização do consumo, assim como a identificação das formas de desperdício. Assim, portanto, é possível avaliar a aplicação das medidas de conservação de água, compreendendo qual o



volume produzido de águas cinzas e captado de água da chuva, assim como o consumo possível dessas águas. É possível, igualmente, avaliar o impacto das medidas de uso racional.

Isto posto, a aplicação do Teste AQUA passa pelas seguintes etapas:

- Etapa 1: Caracterização

A primeira etapa do teste consiste na caracterização do entrevistado, de forma a identificar o local de sua residência, o tipo de edificação e o número de moradores. Nesta etapa, o cuidado maior é quanto ao sistema de medição de água da edificação. Nos casos em que esta era coletiva, buscava-se ter a quantidade correta de habitantes na edificação para que se pudesse medir o consumo per capita efetivo de água. Na impossibilidade de assegurar o número de habitantes, evitava-se fazer o teste com esse entrevistado.

- Etapa 2: Estimativa do Consumo per capita médio diário medido (CMD)

A segunda etapa, a qual trata sobre a estimativa do consumo per capita médio diário medido (CMD), diz respeito ao consumo real da edificação de acordo com a medição da companhia responsável pelo saneamento. Com isso, através da divisão entre o consumo mensal e o número de moradores da edificação é possível encontrar o CMD. Nesta etapa, busca-se garantir que a edificação tenha pelo menos seis meses de dados de consumo, de forma que este representasse com maior fidelidade os hábitos de consumo dos residentes.

- Etapa 3: Estimativa do Consumo per capita médio diário estimado (CME)

A terceira etapa objetiva a estimativa do CME por meio da parametrização do consumo por aparelho sanitário. Para isso, é solicitado ao usuário que responda ao teste informando sua percepção quanto ao tempo de uso e o número de utilizações para cada aparelho sanitário.

- Etapa 4: Determinação da vazão e consumo dos aparelhos

A quarta etapa visa medir a vazão de cada aparelho sanitário, possibilitando a determinação do volume de água consumido em cada aparelho e, conseqüentemente, sua porcentagem de uso e parametrização.

Para os equipamentos chuveiro, lavatório, bidê, pia da cozinha, tanque de lavar roupa e torneira de serviço/jardim é solicitado que o participante efetue a medição de vazão dos equipamentos através da medição do tempo gasto para encher um recipiente de volume conhecido. Para medição do tempo, solicita-se o uso de um cronômetro para garantir uma medição mais exata. Para a estimativa do volume é solicitada a pesagem de um recipiente vazio e depois cheio para que, considerando a densidade da água igual a 1g/ml, seja possível calcular o volume de água no recipiente. Nos casos em que a pessoa não consegue medir desta maneira, indica-se a medição da vazão através do enchimento de um recipiente com volume conhecido. Sendo assim, através da razão entre o volume e o tempo, é possível calcular a vazão para cada equipamento.

Para a bacia sanitária, tem-se na bibliografia dados sobre o consumo de água para cada tipo de bacia (válvula ou caixa acoplada), conforme apresentado na TABELA 13. Assim, solicita-se que o participante informe o tipo de bacia em sua residência. Com base na resposta informada, considera-se a média de consumo extraída da bibliografia para cada tipo de equipamento.

TABELA 13 - CONSUMO DE ÁGUA DAS BACIAS SANITÁRIAS COM VÁLVULA E COM CAIXA ACOPLADA

<b>FONTE</b>	<b>Bacia sanitária - válvula</b>	<b>Bacia sanitária – caixa acoplada</b>
DEBOITA, M.; BACK, N. (2014)	9,056	4,0678
DEMARCO, P. O.; SÁ, J. S.; FABIÃO, B. R. P. (2018)	15	6
BERTOLAZZI, L.; CUSTÓDIO, D. A. (2020)	9	---
GHISI, E.; FERREIRA, D. F. (2007)	13,43	---
PROENÇA, L. C. (2007)	7,338	---
ELETRÓBRÁS; PROCEL (2016)	13,25	6,8
BARRETO, D. (2008)	7,9	5,87
<b>Média</b>	<b>10,71</b>	<b>5,91</b>

FONTE: O Autor (2021)

Já para a máquina de lavar louça e máquina de lavar roupa, pesquisa-se diretamente com os fabricantes dos equipamentos para obter o consumo de água de cada aparelho, considerando os principais modelos e tipos, conforme TABELA 14 e TABELA 15. Recomenda-se, quando possível, ao menos três modelos de cada aparelho para cada tipo (número de serviços para máquina de lavar louça e capacidade em quilos para máquina de lavar roupa).

TABELA 14 - CONSUMO DE ÁGUA DAS MÁQUINAS DE LAVAR LOUÇA

Marca	Modelo	Serviços (ud)	Consumo de água (l)
Brastemp	BLF08AS	8	15,3
Consul	Consul Facilite 6 serviços	6	8
Electrolux	LL08S	8	13
Electrolux	LP14X	14	10
Brastemp	BLF14AB	14	11
Panasonic	NP-6M1MBKBRP	8	13,5
Brastemp	BLF10AB	10	13,5
Brastempo	BLF 12AB	12	16
Consul	CLF12AS	12	12
Frigidaire	FDB520RHS	12	22,7
Cuisinart	WQP8-7704 220V	10	9
Electrolux	LV10X	10	9,5
Electrolux	LV14X	14	12
<b>Média</b>		<b>6</b>	<b>8,00</b>
		<b>8</b>	<b>13,93</b>
		<b>10</b>	<b>10,67</b>
		<b>12</b>	<b>16,90</b>
		<b>14</b>	<b>11,00</b>

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 15 - CONSUMO DE ÁGUA DAS MÁQUINAS DE LAVAR ROUPA

<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Capacidade (kg)</b>	<b>Consumo de água (l)</b>
Consul	CWE10A	10	135
Brastemp	BWJ09AB	9	97
Electrolux	LFE11	11	104
Electrolux	LAC12	12	133
Samsung	WF15K6500AV/AZ	15	126,7
Electrolux	LFE10	10	90
Electrolux	LPR14	14	155
Consul	CWE13AB	13	107
Panasonic	NA-F120B5GA	12	110,4
Samsung	WW11K6800AW	11	74,9
Consul	CWB09AB	9	103
Electrolux	LES09	9	98
Brastemp	BWK14AB	14	171
Panasonic	NA-F140B6W	14	113,4
Brastemp	BWK12AB	12	138
LG	FV5011WG4	11	73,5
Electrolux	LPR13	13	155
Electrolux	LES13	13	145
Panasonic	NA-F160B6	16	152
Brastemp	BWH15AB	15	184,5
Electrolux	LES15	15	180
Consul	CWL16AB	16	201,6
Electrolux	LAC16	16	172
Consul	CWC08AB	8	100
Energy	Energy 8kg	8	105,7
Colormaq	LCS 8 BR	8	160
Colormaq	LCS10M	10	160
<b>Média</b>		<b>8</b>	<b>121,90</b>
		<b>9</b>	<b>99,33</b>
		<b>10</b>	<b>128,33</b>

	11	84,13
	12	127,13
	13	135,67
	14	146,47
	15	163,73
	16	175,20

FONTE: O Autor (2021)

Com a vazão dos equipamentos calculada e a frequência de uso informada pelos participantes é possível calcular o CME, assim como a parametrização do uso tendo o consumo de cada aparelho. É importante ressaltar que os alguns aparelhos são de uso coletivo da residência, portanto seu consumo deve ser dividido pelo número de moradores, como pia da cozinha, tanque de lavar roupa, torneira de serviço/jardim, máquina de lavar roupa e máquina de lavar louça. Além disso, alguns equipamentos têm seu uso informado em utilizações na semana, sendo necessária a divisão do consumo pelos 7 dias da semana, como tanque de lavar roupa, máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa e torneira de serviço/jardim.

- Etapa 5: Estimativa do desperdício no uso da água

A quinta etapa destina-se a compreender as práticas de desperdício do usuário através de uma lista de hábitos que costumam ser realizados. Para determinação do volume desperdiçado, baseou-se nas recomendações de uso da SANEPAR [2020a] e SABESP (2014), conforme TABELA 16:

TABELA 16 - PRÁTICAS DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM UMA RESIDÊNCIA

Prática de Desperdício	Volume desperdiçado	Observação
Banho longo	Tempo de excesso do banho X vazão do chuveiro	Multiplicado pelo número de banhos no dia da pessoa
Escovar os dentes com torneira aberta	10,75 L/uso	2 escovações por dia <sup>a</sup>
Fazer barba com torneira ou chuveiro aberto	36,5 L/uso	Barba feita a cada 7 dias
Lavar louça com a torneira aberta o tempo todo	Redução de 87%	
Lavar o carro com mangueira aberta o tempo todo	437,5 L/lavagem	Considerando a porcentagem de uso da torneira externa para cada fim <sup>b</sup>
Usar a mangueira para "varrer" a calçada	279 L/lavagem	
Lavar a calçada com água corrente	279 L/lavagem	
Usar a Máquina de Lavar	Redução de 25%	Utilização da máquina

Roupa com volume menor que a capacidade		com 75% da capacidade	
Lavar o carro mais vezes que o necessário	176 L/lavagem a mais		
Lavar a calçada mais vezes que o necessário	279 L/lavagem a mais		
a: IBGE, 2019			
b: Uso Externo da água			
Uso	Mieli (2001)	Schroeder (2016)	Média
Lavagem de carro	33,3%	19,0%	26,2%
Rega de plantas	33,3%	33,3%	33,3%
Lavagem de calçada	33,3%	47,7%	40,5%

FONTE:Adaptado de SANEPAR [2020a] e SABESP (2014)

Como comentado, o cálculo do volume de água desperdiçado foi feito de acordo com a tabela acima que, por sua vez, foi baseada em recomendações das companhias de saneamento SANEPAR e SABESP. Para determinação do desperdício de água no banho, multiplicou-se o tempo de excesso do banho (informado pelo participante) pela vazão do chuveiro (informação obtida na Etapa 4). Para a escovação de dentes com a torneira aberta, é estimado um gasto de 10,75 litros para cada vez e, conforme informações do IBGE (2019), considerou-se uma média de duas escovações por dia na residência. Fazer barba com torneira ou chuveiro aberto gasta cerca de 36,5 litros cada vez e, estimou-se a frequência de uma vez por semana. Pessoas que lavam a louça sem deixar a torneira aberta o tempo todo gastam, em média, 87% menos água. Quanto à lavagem de roupa com máquina, estimou-se uma redução de 25% no consumo de água para aqueles usuários que indicaram que a usam abaixo de sua capacidade.

Para os usos externos, a lavagem de carro com mangueira aberta gasta 437,5 litros de água por lavagem, enquanto a lavagem de calçada com água corrente gasta cerca de 279 litros por lavagem. Contudo, como estas práticas dependem bastante de fatores específicos da residência de cada pessoa, como tamanho do quintal e do carro e área impermeável, observou-se, em alguns casos, que o volume de desperdício superava o consumo. Sendo assim, baseado em Mieli (2001) e Schroeder (2016), foi determinado que o volume máximo de desperdício seria de 26,2% do consumo da torneira de jardim para a lavagem de carro e de 40,5% para a lavagem de calçada. Nos casos das pessoas que indicaram que lavam mais vezes que o necessário, multiplicou-se

o número de lavagens em excesso por 176 litros para a lavagem de carro e 279 litros e 112 litros para as calçadas.

- Etapa 6: Consumo mínimo de conforto (CMC)

A sexta etapa diz respeito a uma das práticas de desperdício que é o uso dos aparelhos com vazão maior que a necessária. Portanto, repete-se a quarta etapa, porém dessa vez com o ponto de consumo funcionando apenas com a vazão necessária para uso. A quinta e sexta etapas definem o CMC (Consumo Mínimo de Conforto) que corresponde ao volume de água necessário para o uso do indivíduo, sem alterar seu conforto.

Segundo APA (2014), o consumo é definido como a soma entre o uso, as perdas e o desperdício. Sabendo que o uso e as perdas estão englobados juntamente no CMD, o objetivo desta etapa é atuar diminuindo o desperdício de forma a reduzir o consumo de água.

- Etapa 7: Pesquisa qualitativa sobre qualidade e conservação da água

Por fim, a sétima etapa consiste em uma pesquisa qualitativa com uma série de perguntas para avaliar a percepção do usuário quanto ao uso e conservação da água.

### 3.2.3 Aplicação do Teste AQUA

Para a aplicação do Teste AQUA, inicialmente o mesmo foi aplicado entre os integrantes do Grupo de Pesquisa em Conservação e Salubridade Ambiental da UFPR e outros poucos indivíduos escolhidos por amostragem por conveniência, que se trata de uma amostragem não probabilística e não aleatória, feita pela facilidade de acesso. Esse tipo de amostragem é adequado e utilizado comumente em etapas iniciais de pesquisas, em especial para promover a geração de ideias. A intenção foi justamente encontrar falhas, inconsistências e dificuldades em preencher o teste, assim como reunir sugestões para melhoria (OLIVEIRA, 2001).

Posterior à análise do Grupo de Pesquisa, fez-se um estudo para descobrir o tamanho da amostra representativa da população sob estudo, conforme a seguinte fórmula:

$$n = \frac{\frac{z^2 * p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1-p)}{e^2 * N}\right)}$$

Onde:

n: tamanho da amostra;

p: proporção populacional que representa a frequência com que a categoria estudada se observa na população;

e: margem de erro;

N: tamanho da população;

z (escore z): número de desvios padrão entre determinada proporção e a média. O escore z pode ser determinado conforme a TABELA 17:

TABELA 17 - ESCORE Z CONFORME NÍVEL DE CONFIANÇA DESEJADO

Nível de confiança	80%	85%	90%	95%	99%
Escore z	1,28	1,44	1,65	1,96	2,58

FONTE: OCHOA, 2013.

Para a pesquisa em questão, a população considerada foi aquela abastecida pelo sistema de estudo, igual a 33786 habitantes. Definiu-se o nível de confiança como sendo igual a 90% e a margem de erro igual a 10%. Para a proporção que se deseja encontrar, poderia ser estabelecida uma proporção de indivíduos que consome até determinado volume de água, porém como se deseja entender os hábitos de consumo, buscando informações sobre diferentes tipos de usuários e não se tem nenhuma informação a mais sobre o assunto, convém considerar p=50% como sendo o pior cenário, conforme Levine, Berenson e Stephan (2000). Sendo assim, conforme a equação apresentada, o tamanho da amostra considerada será de 68 indivíduos.

A amostragem não-probabilística foi composta por indivíduos que atenderam aos seguintes critérios de entrada:



- Habitantes de Curitiba e Região Metropolitana: esse critério foi definido por considerar que o consumo de água no sistema de estudo se assemelha muito ao consumo dos habitantes de Curitiba e Região Metropolitana devido às condições serem muito similares em alguns quesitos como localização geográfica, clima, relevo, forma de cobrança e valor da tarifa. Há de se considerar também que esses habitantes são atendidos pelo mesmo sistema de abastecimento. Portanto, dado que esses fatores costumam influenciar o consumo de água, possíveis diferenças estariam minoradas devido à escolha do local de aplicação do teste;

- Indivíduos que concordaram em participar da pesquisa: para a participação na pesquisa era necessário que o participante concordasse e assinasse o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFPR sob o CAAE (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética): 36172720.1.0000.0102, conforme Apêndice 2;

- Indivíduos com histórico de consumo de água de pelo menos seis meses: para determinação do consumo médio diário de água, definiu-se o período de seis meses de registros de medição como sendo o mínimo para que o valor fosse representativo quanto ao consumo de água do participante;

- Sistema de Medição Individualizada: o sistema de medição de água da residência do participante deveria ser individualizado ou então, para que se aceitasse o sistema de medição coletivo, era necessário que se conhecesse o total de moradores na edificação de forma a evitar erros grosseiros entre o consumo medido e estimado.

Quanto à aplicação do Teste AQUA, esta foi feita totalmente sem contato com o participante, respeitando as medidas de distanciamento social para contenção do coronavírus, com o formulário e o termo de consentimento sendo enviado por meio digital, assim como a resposta do participante. Contudo, para garantir o correto preenchimento do formulário, este foi elaborado de forma a ser claro em todas as etapas. Além disso, na hora do envio do teste, as instruções de preenchimento eram reforçadas e enfatizava-se que os pesquisadores estavam completamente à disposição para sanar quaisquer dúvidas que pudessem surgir.

### 3.3 AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

O presente trabalho propôs-se a simular aplicações de algumas medidas de conservação de água no sistema escolhido com o objetivo de verificar o impacto com base em alguns critérios. A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (2012) apresentou uma equação interessante para definir o consumo de água e como é composto:

$$CONSUMO = USO + PERDAS + DESPERDÍCIO$$

De acordo com a equação apresentada, definiu-se o consumo como sendo a soma entre uso, perdas e desperdício. O consumo representa o volume de água total consumido pelo sistema, com a intenção de abastecer o usuário. Define-se como “uso” a quantidade de água necessária para realizar alguma atividade, como tomar banho, lavar a louça, regar o jardim, etc. As “perdas”, como já apresentado neste estudo, representam as falhas de um sistema, por meio da quantidade de água que não foi utilizada e está impossibilitada de ser usada, representadas principalmente pelos vazamentos. Por fim, o “desperdício” envolve as perdas de água que poderiam ser evitadas por meio do uso consciente ou de aparelhos mais eficientes, como nos casos de uma torneira aberta durante a escovação de dente.

Portanto, buscou-se aplicar medidas de conservação de forma a interferir em cada componente da equação. Sendo assim, as medidas de conservação adotadas foram separadas entre as aplicáveis no SAA e as aplicáveis nas edificações.

#### 3.3.1 Ações de conservação de água no SAA

A medida de conservação a ser aplicada no SAA escolhida foi:

- Redução do índice de perdas: Heller e Pádua (2016) definem as perdas como a diferença entre o volume de água produzido e o volume entre nas ligações domiciliares, podendo ser reais ou aparentes. As perdas ocorrem em todas as etapas do sistema, incluindo captação, tratamento,

reservação, distribuição e as edificações. Segundo o SNIS (2020), a média nacional para o índice de perdas foi de 39,2% em 2019 e conforme informou a concessionária local, para o sistema em estudo, se aproximava a 50% no Setor B.

Para o caso das perdas reais, OCIEPA, MROWIEC e DESKA (2019) alertam que podem ocorrer devido a vazamentos na rede ou no sistema, problemas nas conexões, transbordamento de reservatório e furtos de água. Indicam também que as principais ações tomadas para reduzir o índice de perdas em um sistema consistem no monitoramento da vazão e pressão na rede de abastecimento de água e no controle de vazamentos. Para isso, recomenda-se que as empresas possuam dispositivos de detecção de vazamentos e adotem o acompanhamento, em especial noturno, de zonas de rede. Além disso, é indicado também a substituição de hidrômetros por modelos mais precisos, assim como a regularização dos usuários em situação irregular.

### 3.3.2 Ações de conservação de água nas edificações

As medidas de conservação a serem aplicadas nas edificações escolhidas foram:

- Uso racional da água: esta medida tem como objetivo principal a redução do desperdício devido à negligência do usuário. É importante ressaltar que essa medida pretende atingir a redução no consumo mantendo o conforto do indivíduo. Carneiro e Chaves (2008) definiram o desperdício como sendo a água disponível no sistema e perdida antes de ser utilizada ou utilizada de forma excessiva. Alguns dos exemplos de desperdício comumente praticados pelos usuários são os banhos longos, escovar os dentes com a torneira aberta, utilização de aparelhos sanitários com vazão maior que a necessária e uso de aparelhos com frequência maior que a necessária.

Portanto, através do Teste AQUA, buscar-se-á a identificação dos hábitos de desperdício da população, na busca de um valor médio de redução do consumo per capita efetivo. Tratando-se de uma medida de

abordagem integrada, esta impactará em outras frentes do saneamento como no SES por exemplo, através de uma menor vazão que deve ser coletada e tratada.

- Utilização de águas cinzas: esta ação visa promover alterações no uso da água por meio da utilização de fontes alternativas. Da mesma forma, a água cinza deve ser utilizada apenas para usos não-potáveis como descargas de bacias sanitárias e usos externos como lavagem de pisos e irrigação. Contudo, algumas discussões surgem quando se comenta sobre o uso para irrigação, devido ao risco de contaminação da água, que apresenta organismos patogênicos (AL-GHEETHI et al, 2016; BUSGANG et al, 2018). Para sucesso da implementação de um sistema de utilização de águas cinzas, deve-se atentar a parametrização do consumo efetivo de água na residência, através da identificação da potencial oferta e demanda de água cinza. A água cinza é proveniente de usos como lavatórios, chuveiros, máquina de lavar roupa e máquina de lavar louça. Além da coleta de água servida, o sistema deve conter as instalações para a condução da água, uma unidade de tratamento, reservatório e a rede de distribuição da água a ser reutilizada (SANTOS, 2016; MARCHETTO; LEAL, 2016).

Portanto, considerando os riscos apresentados, assim como a demanda e a oferta (obtidas através do Teste AQUA) e o disposto na Lei 10.785/2003 de Curitiba (CURITIBA, 2003), far-se-á a utilização de águas cinzas provenientes do chuveiro para serem reutilizadas na descarga da bacia sanitária.

- Aproveitamento da água de chuva: assim como a medida anterior, esta visa atingir mudanças no uso da água promovidas pela utilização de fontes alternativas. Para a aplicação dessa medida, diversos fatores devem ser levados em conta. A água oriunda do aproveitamento da chuva deve ser usada apenas para fins não-potáveis, tais como bacias sanitárias, máquinas de lavar roupa e torneiras de jardim. O projeto de implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva inclui alguns procedimentos como a determinação de precipitação média local,

da área de coleta, coeficiente de escoamento, sistemas complementares necessários para o funcionamento (tubulação, grades, filtros, etc.) e atenção ao descarte da primeira água, devido a esta ser mais poluída. Além disso, outro fator de suma importância para a viabilização do sistema diz respeito ao dimensionamento do reservatório e compreensão da demanda. O levantamento sobre o número de moradores e a estimativa da demanda total de água são necessárias para um projeto adequado. Contudo, a compreensão da demanda de água da chuva é parte fundamental para o sucesso da implantação do sistema. Para isso, torna-se necessário compreender para quais fins e quais aparelhos sanitários a água da chuva será aproveitada, assim como determinar quanto cada aparelho consome. É importante ressaltar a cuidadosa avaliação da demanda, em especial em edificações multifamiliares, devido à reduzida área de coleta de água da chuva (CUSTÓDIO e GHISI, 2019).

Portanto, baseado no Teste AQUA, que apresenta a parametrização do uso residencial, no fato de que o uso de fontes alternativas para a bacia sanitária já será utilizado através da utilização de águas cinzas conforme o disposto na Lei 10.785/2003 de Curitiba (CURITIBA, 2003), aplicou-se a medida de aproveitamento de água da chuva para uso na torneira de serviço/torneira de jardim. No que se refere à abordagem integrada, esta medida impactará no SES devido à maior concentração de poluentes (trazidos pelo escoamento da água pluvial) e no SDU (através da redução no escoamento superficial, diminuindo a chance de ocorrência de inundações).

### 3.3.3 Síntese das ações de conservação de água

Sendo assim, a TABELA 18 apresenta um resumo das ações de conservação de água escolhidas, assim como seu setor de aplicação e modo de aplicação da medida.

TABELA 18 - RESUMO DAS AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA ESCOLHIDAS

Ação de Conservação de Água	Justificativa	Setor de Aplicação
-----------------------------	---------------	--------------------

<b>Redução do Índice de Perdas</b>	Índice de perdas elevado nos setores A e B	A e B
<b>Uso Racional da Água</b>	Consumo per capita elevado nos setores C e D	C e D
<b>Aproveitamento da água de chuva</b>	Possibilidade de uso de fonte alternativa para redução do consumo	Todos
<b>Utilização de águas cinzas</b>	Possibilidade de uso de fonte alternativa para redução do consumo	Todos

FONTE: O Autor (2021)

Como apresentado na TABELA 18, as ações de conservação de água escolhidas são a redução do índice de perdas, o uso racional da água, o aproveitamento da água da chuva e a utilização de águas cinzas.

A redução do índice de perdas será aplicada apenas nos setores A e B, visto que são os setores com índices mais elevados, sendo 36,0% e 47,3% respectivamente, enquanto os índices nos setores C e D são 8,0% e 5,7% respectivamente. Em relação ao uso racional da água, observou-se uma grande diferença entre o consumo médio dos setores C (301,4 L/hab.dia) e D (250,7 L/hab.dia) em comparação aos setores A (121,5 L/hab.dia) e B (125,8 L/hab.dia). Sendo assim, os setores considerados para simular a medida de uso racional serão os setores C e D. Por fim, quanto às medidas de conservação de água com uso de fontes alternativas (aproveitamento da água de chuva e utilização de águas cinzas), será considerado a aplicação em todos os setores, de forma a verificar o impacto destas no sistema.

### 3.4 INDICADORES DE AVALIAÇÃO

Esta etapa do projeto consiste na escolha dos indicadores do sistema que irão avaliar as ações de conservação da água. Para o presente estudo, os indicadores escolhidos foram: cobertura populacional de abastecimento de água, vazão captada e consumo de energia, abrangendo a avaliação dos critérios ambiental e social. A TABELA 19 apresenta os indicadores de avaliação, conforme os setores considerados, assim como a unidade que expressa o resultado.

TABELA 19 - INDICADORES DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA

INDICADOR	SETOR	UNIDADE
Cobertura Populacional	Social	% (percentual de

(SAA)		comparação com a situação atual do sistema, sem a aplicação de ações de conservação de água)
Vazão Captada	Ambiental	
Consumo de energia	Ambiental	

FONTE: O Autor (2021)

A cobertura populacional será o resultado da vazão disponível para consumo (obtida na simulação do EPANET, a ser apresentado a seguir) e a verificação, através do novo consumo per capita, de quantas pessoas podem ser atendidas. Os resultados dos indicadores vazão captada são obtidos diretamente após a simulação do sistema no EPANET e multiplicados por um índice de perdas de 3% (TSUTIYA, 2006) referentes às perdas existentes nos processos da ETA e reservatório. Já para o consumo de energia, após a simulação do sistema no EPANET, é gerado um relatório de energia que informa o consumo de energia para cada conjunto motobomba para o período de tempo em questão, que foi considerado de uma hora, apenas para critério de comparação. Para determinação da energia gasta pelo *booster*, quando foi representado pela Válvula de Perda de Carga Fixa e conseqüentemente não teve valor apresentado no relatório, fez-se o cálculo da energia através das seguintes fórmulas:

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$P_{(kW)} = 0,736 * P_{(CV)}$$

$$P_{(CV)} = \frac{\gamma * Q * H_m}{75 * \eta}$$

Onde:

E: energia (kW.h);

P: potência (kW);

$\Delta t$ : intervalo de tempo = 1 hora;

$\gamma$ : peso específico do fluido = 1000kgf/m<sup>3</sup>;

Q: vazão (m<sup>3</sup>/s), variável conforme a situação do sistema;

H<sub>m</sub>: altura manométrica da bomba = 30 m.c.a., conforme validação do modelo;

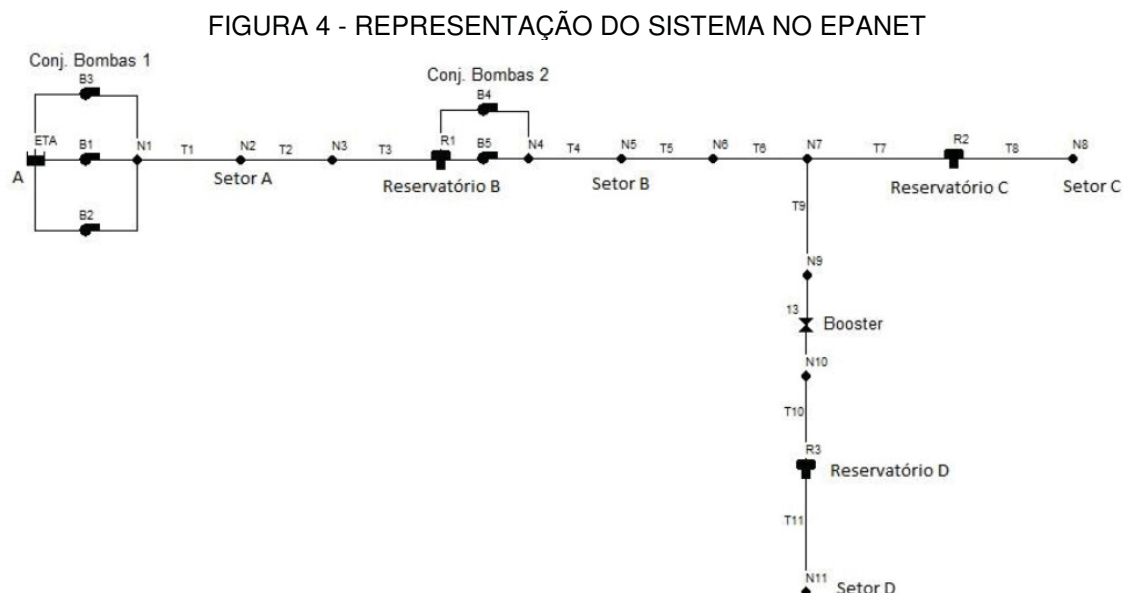
$\eta$ : rendimento = 75%, como não havia informação, considerou-se o valor global pré-definido (USEPA, 2000).

### 3.5 EPANET E SIMULAÇÕES

O EPANET é um software de domínio público desenvolvido pela United States Environmental Protection Agency (USEPA), no qual permite-se executar simulações do comportamento hidráulico em redes de distribuição de água pressurizadas, compostas por tubulações, bombas, reservatórios e válvulas, possibilitando ao usuário acompanhar os valores de vazão nos trechos, pressão nos nós, nível de água nos reservatórios e sendo ferramenta de apoio à análise dos sistemas de distribuição (USEPA, 2000).

#### 3.5.1 Introdução do SAA sob estudo no EPANET

As simulações do sistema foram feitas com base no trabalho desenvolvido por Raminelli (2019) e realizadas no *software* Epanet 2.0 Brasil. O sistema estudado considerou o período de um ano, entre Agosto de 2016 e Julho de 2017, e está representado pela FIGURA 4. Os nós N2, N5, N8 e N11 representam as redes de distribuição dos setores A, B, C e D, respectivamente.



FONTE: RAMINELLI(2019)



A TABELA 20 apresenta as variáveis de entrada do sistema, conforme dados disponibilizados pela prestadora de serviços e expostos por Raminelli (2019), assim como as características de cada trecho, nó e reservatório. As cotas dos nós que representam as redes de cada setor foram feitas por meio da média de suas cotas de montante e de jusante. As rugosidades foram adotadas da literatura conforme material e idade das tubulações e para os coeficientes de perda de carga foram adotados um valor médio para todos os trechos, considerando as singularidades no sistema como válvulas, curvas e entrada e saída do reservatório e a falta de informações sobre esse coeficiente, conforme Raminelli (2019).

TABELA 20 - DADOS DOS TRECHOS REPRESENTADOS NO EPANET

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Comprimento (m)	1446,07	191,83	1787,59	429,14	649,05	3541,59
Diâmetro (mm)	400	450	300	300	150	200
Rugosidade	85	105	105	105	105	105
Coef. perda de carga singular	10	10	10	10	10	10

	T7	T8	T9	T10	T11
Comprimento (m)	394,29	1547,62	1563,29	1796,33	75,94
Diâmetro (mm)	200	150	150	150	150
Rugosidade	105	105	105	105	105
Coef. perda de carga singular	10	10	10	10	10

	N1	N2 Setor A	N3	N4	N5 Setor B	N6	N7	N8 Setor C	N9	N10	N11 Setor D
Cota (m)	890	890	900	920	920	920	920	910	921,8	921,8	930

	ETA e Reservatório A	Reservatório B	Reservatório C	Reservatório D
Cota (m)	874,5	901	927	956,9

Altura de água inicial	-	2	1,625	2,3
Altura de água mínima	-	0	0	0
Altura de água máxima	-	4,1	3,15	4,6
Diâmetro	-	50	11,19	7,44

FONTE: RAMINELLI (2019)

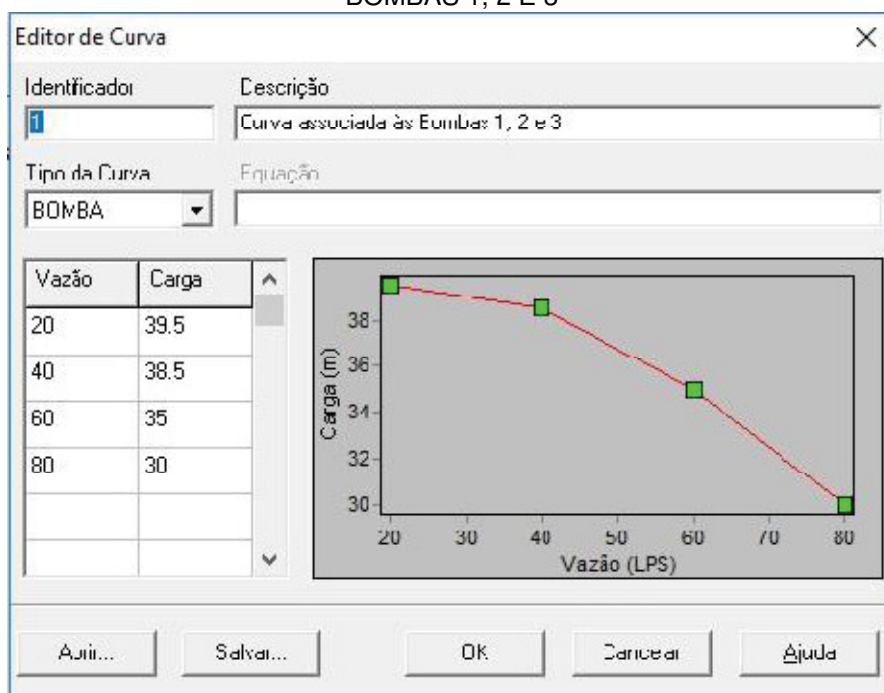
Conforme orientação do manual (USEPA, 2000), o *booster* foi representado como uma Válvula de Perda de Carga Fixa orientada no sentido contrário para, dessa forma, converter a altura de elevação de dimensionamento em pressão equivalente, utilizando-a como parâmetro de controle da válvula, com base nas informações fornecidas pela concessionária, conforme TABELA 21. Em relação às bombas, solicita-se a inserção de informações como vazão e carga para que o *software* gere as curvas da bomba (FIGURA 5 e FIGURA 6).

TABELA 21 - PARÂMETROS DO *BOOSTER* NO EPANET

	Diâmetro (m)	Parâmetro de controle (m)	Coef. perda de carga singular
<i>Booster</i>	100	35	0

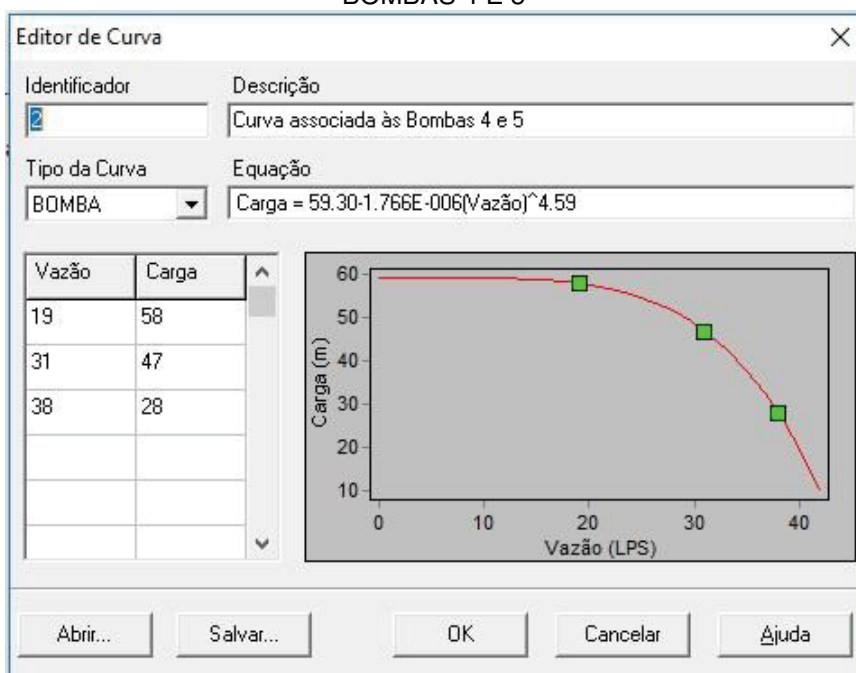
FONTE: RAMINELLI (2019)

FIGURA 5 - CAIXA DE DIÁLOGO DO EPANET PARA A GERAÇÃO DA CURVA DAS BOMBAS 1, 2 E 3



FONTE: RAMINELLI (2019)

FIGURA 6 – CAIXA DE DIÁLOGO DO EPANET PARA A GERAÇÃO DA CURVA DAS BOMBAS 4 E 5



FONTE: RAMINELLI (2019)

### 3.5.2 Validação do modelo

A validação do modelo foi realizada por Raminelli (2019) utilizando o dia de maior consumo (13/12/2016) e confrontando os dados de vazão simulados no *software* com os dados reais horários fornecidos pela prestadora de serviços, por meio da análise estatística correlação de Pearson, conforme TABELA 22.

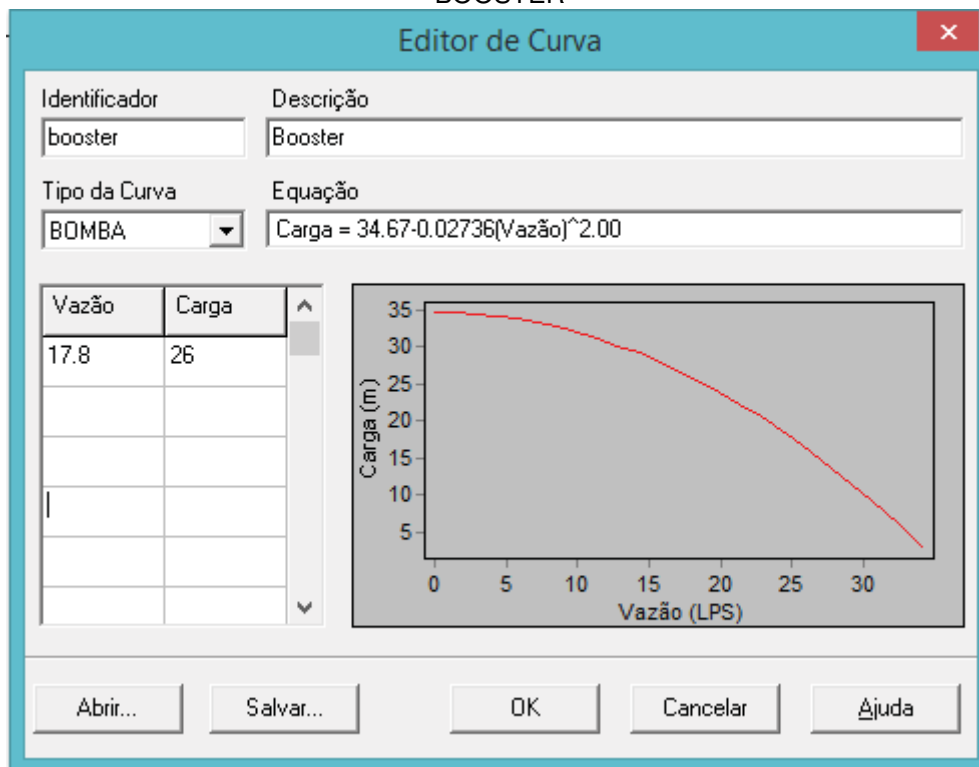
TABELA 22 - DADOS DAS VAZÕES SIMULADAS E REAIS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA VALIDAÇÃO DO MODELO

	Vazão de saída ETA e Reservatório A (L/s)		Vazão de entrada Reservatório B (L/s)		Vazão de saída Reservatório B (L/s)	
	Real	Simulado	Real	Simulado	Real	Simulado
02h	85,59	87,62	48,23	50,26	19,95	26,22
07h	117,21	105,27	41,38	29,44	45,85	57,96
09h	119,47	107,84	36,67	25,04	48,36	54,60
12h	120,62	111,95	24,56	15,89	42,86	39,60
15h	117,84	111,74	22,57	16,47	51,38	47,94
16h	116,37	110,57	25,19	19,39	52,54	60,40
18h	114,21	111,37	20,26	17,42	53,94	62,65
20h	122,38	113,01	22,02	12,65	44,12	54,80
21h	120,97	113,02	20,55	12,60	40,94	52,37
22h	122,38	111,41	17,33	17,33	38,83	50,78
	R = 0,95		R = 0,93		R = 0,85	
	Vazão de saída do <i>booster</i> (L/s)		Vazão de saída do Reservatório C (L/s)		Vazão de saída Reservatório D (L/s)	
	Real	Simulado	Real	Simulado	Real	Simulado
02h	4,27	6,40	14,57	14,57	1,48	1,48
07h	4,47	5,15	1,98	1,98	3,36	3,36
09h	4,52	6,00	9,37	9,37	8,27	8,27
12h	5,52	6,21	21,29	21,29	10,90	10,90
15h	4,49	6,09	19,97	19,97	8,12	8,12
16h	4,56	5,91	5,69	5,69	5,69	5,69
18h	4,49	5,86	4,51	4,51	4,98	4,98
20h	5,35	5,99	4,04	4,04	6,01	6,01
21h	5,35	6,03	3,85	3,85	5,73	5,73
22h	5,39	6,05	3,64	3,64	6,94	6,94
	R = 0,22		R = 1		R = 1	

FONTE: RAMINELLI (2019)

Na tentativa de melhorar a correlação neste trabalho, realizou-se nova calibração, substituindo a válvula que representava o *booster* por uma bomba cuja curva é apresentada na FIGURA 7.

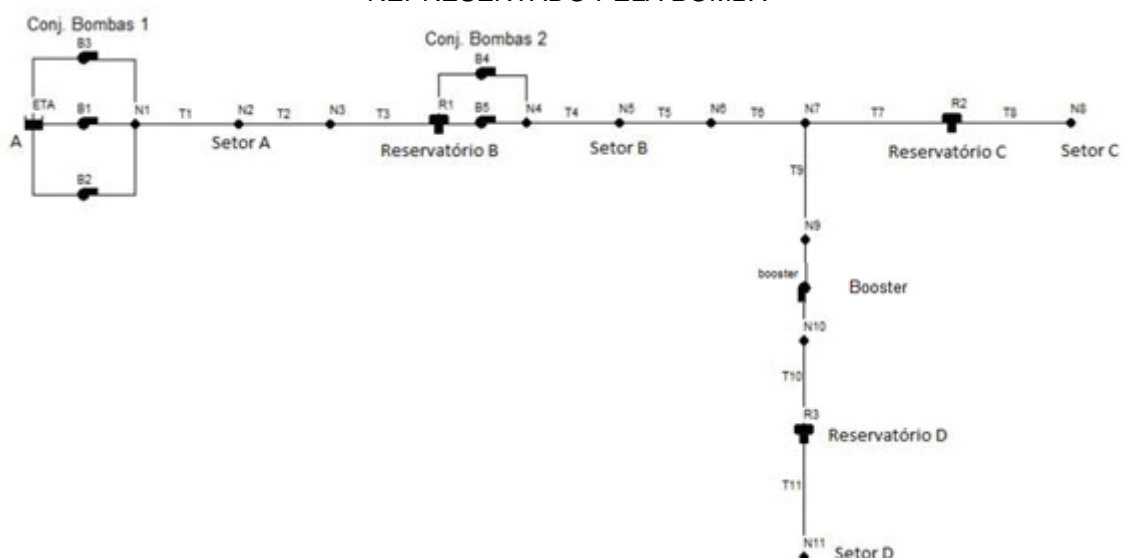
FIGURA 7 - CAIXA DE DIÁLOGO DO EPANET PARA A GERAÇÃO DA CURVA DO BOOSTER



FONTE: O Autor (2021)

Dessa forma, o sistema passou a ser representado pela FIGURA 8 e a calibração é apresentada na TABELA 23.

FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA NO EPANET COM O BOOSTER SENDO REPRESENTADO PELA BOMBA



FONTE: O Autor (2021)

TABELA 23 - NOVOS DADOS DAS VAZÕES SIMULADAS E REAIS E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA VALIDAÇÃO DO MODELO

	Vazão de saída ETA e Reservatório A (L/s)		Vazão de entrada Reservatório B (L/s)		Vazão de saída Reservatório B (L/s)	
	Real	Simulado	Real	Simulado	Real	Simulado
02h	85,59	87,62	48,23	50,26	19,95	25,46
07h	117,21	105,27	41,38	29,44	45,85	57,94
09h	119,47	107,84	36,67	25,04	48,36	54,57
12h	120,62	111,95	24,56	15,89	42,86	39,57
15h	117,84	111,74	22,57	16,47	51,38	47,91
16h	116,37	110,57	25,19	19,39	52,54	60,38
18h	114,21	111,37	20,26	17,42	53,94	62,63
20h	122,38	113,01	22,02	12,65	44,12	54,78
21h	120,97	113,02	20,55	12,6	40,94	52,34
22h	122,4	111,41	28,32	17,33	38,83	50,75
	R = 0,95		R = 0,93		R = 0,85	
	Vazão de saída do booster (L/s)		Vazão de saída do Reservatório C (L/s)		Vazão de saída Reservatório D (L/s)	
	Real	Simulado	Real	Simulado	Real	Simulado
02h	4,95	5,66	14,57	13,4	1,48	1,33
07h	4,47	5,27	1,98	1,82	3,36	3,01
09h	4,52	5,32	9,37	8,62	8,27	7,42
12h	5,52	5,53	21,29	19,58	10,9	9,78
15h	4,49	5,42	19,97	18,36	8,12	7,28
16h	4,56	5,24	5,69	5,23	6,99	6,27
18h	4,49	5,19	4,51	4,15	4,98	4,47
20h	5,35	5,32	4,04	3,71	6,01	5,39
21h	5,35	5,35	3,85	3,54	5,73	5,14
22h	5,39	5,38	3,64	3,35	6,94	6,23
	R = 0,44		R = 1		R = 1	

FONTE: O Autor (2021)

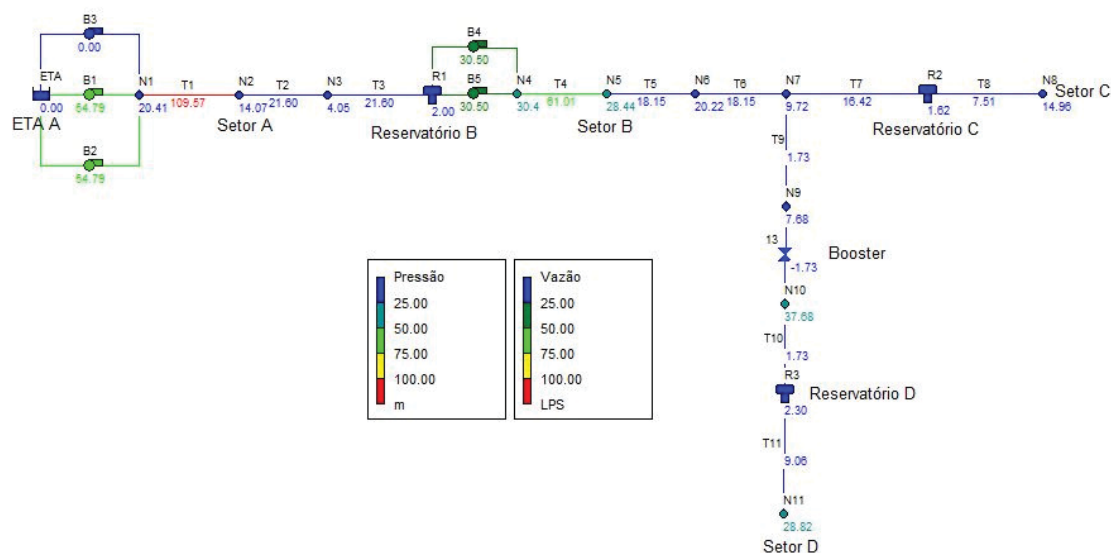
A opção pela representação do *booster* através de uma bomba resultou em um coeficiente de correlação maior na validação do modelo, contudo, a orientação do desenvolvedor do programa é de usar a válvula orientada no sentido contrário. Sendo assim, serão apresentados os resultados para ambos os modelos simulados, fazendo-se uma comparação entre eles. Portanto, a primeira validação será considerada o Modelo 1 e a segunda validação, o Modelo 2.

Ressalta-se que, ainda que tenha sido melhorado, o coeficiente de correlação ainda não está apresentando um resultado muito bom. Contudo, foram simuladas diversas situações de curvas e potências de bombas. Ou seja, provavelmente tenha aparecido uma limitação do programa, visto que este simula diversos eventos em regime permanente com a curva da bomba fixa, enquanto o *booster* real permite fácil regulagem de pressão e vazão conforme a situação e necessidade (SANEINFRA, 2021; TECNOCONTROL, 2021).

### 3.5.3 Simulações com o EPANET

Após todos os dados serem inseridos no sistema, fez-se as simulações considerando o dia de maior consumo no ano para o alcance do projeto (2035), conforme FIGURA 9, obtendo as vazões (L/s) e pressões (m) para cada trecho e nó, respectivamente, assim como a vazão bombeada em cada bomba (L/s). Após os estudos realizados referentes a cada ação de conservação de água, o sistema foi simulado novamente, obtendo novos resultados de pressão e vazão e verificando os indicadores de avaliação.

FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA NO EPANET (MODELO 1)



FONTE: O Autor (2021)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Capítulo 6 apresenta os resultados obtidos no trabalho, sendo o consumo dos usuários estudados apresentado no item 6.1 e a percepção dos mesmos quanto ao uso da água no 6.2. O item 6.3 apresenta a simulação da aplicação das medidas de conservação de água com o impacto destas no SAA sendo mostradas no item 6.4.

#### 4.1 CONSUMO DE ÁGUA

Após a aplicação do Teste AQUA, procedeu-se para a etapa de tratamento dos dados, de forma a assegurar que os dados fossem confiáveis. Inicialmente, utilizou-se o Simulador de Consumo da SABESP [SABESP, 2020] e fez-se o cálculo das vazões utilizadas para cada aparelho. Ressalta-se que, diferentemente do Teste AQUA, o Simulador de Consumo não faz a medição de vazão dos equipamentos, apenas fornece opção de escolha quanto à abertura da torneira (meia volta, volta inteira e abertura total), informando uma vazão pré-determinada para o aparelho conforme a resposta do participante. Sendo assim, calcularam-se as vazões máximas e mínimas para cada aparelho, conforme TABELA 24, fazendo uma comparação com as respostas dos participantes do Teste AQUA, de forma a observar possíveis desvios de preenchimento.

TABELA 24 - VAZÃO DOS APARELHOS SANITÁRIOS CONFORME SIMULADOR DE CONSUMO DA SABESP

Aparelho Sanitário	Vazão mínima (l/s)	Vazão máxima (l/s)
Chuveiro	0,050	0,267
Lavatório	0,033	0,417
Pia de cozinha	0,133	0,483
Tanque de lavar roupas	0,133	0,517
Torneira de serviço/jardim	0,133	0,517

FONTE: Adaptado de SABESP[2020]

Posteriormente, já com os resultados calculados, buscou-se comparar a parametrização do consumo de água, conforme as respostas dos participantes com dados de parametrização retirados de outros trabalhos, de forma a verificar se os dados obtidos no Teste AQUA eram similares a de outros estudos, podendo ser considerados válidos. O comparativo é mostrado na TABELA 25.



TABELA 25 - COMPARATIVO ENTRE ESTUDOS DE PARAMETRIZAÇÃO E TESTE AQUA

Aparelho sanitário	Bacia sanitária	Lavatório	Chuveiro	Pia de cozinha	Máq. de lavar louça	Filtro	Máq. de lavar roupa	Tanque de lavar roupa	Torneira de serviço / jardim
Fonte									
Cohim et al (2009)	23%	10%	21%	29%	0%	0%	0%	17%	0%
Rocha, Barreto, Ioshimoto (1998)	5%	8%	55%	18%	0%	0%	11%	3%	0%
MIELI (2001)	35%	6%	27%	17%	0%	1%	7%	4%	3%
SÓLIS (2002)	36%	16%	16%	7%	0%	4%	14%	0%	8%
MENEGAT et al (1998)	32%	18%	18%	6%	0%	2%	12%	0%	12%
DECA apud Gonçalves (2006)	14%	12%	47%	15%	0%	0%	8%	0%	5%
USP apud Gonçalves (2006)	29%	6%	28%	17%	5%	0%	9%	6%	0%
PNCDA apud Gonçalves (2006)	5%	8%	55%	18%	0%	0%	11%	3%	0%
NSWHEALTH apud Gonçalves (2006)	32%	5%	33%	7%	0%	0%	23%	0%	0%
JENSEN apud Gonçalves (2006)	20%	10%	20%	5%	20%	0%	15%	0%	10%
USEPA apud Gonçalves (2006)	41%	0%	33%	5%	0%	0%	21%	0%	0%
Menor valor	5%	0%	16%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
Maior valor	41%	18%	55%	29%	20%	4%	23%	17%	12%
Média AQUA	25%	11%	29%	14%	0%	1%	9%	6%	2%

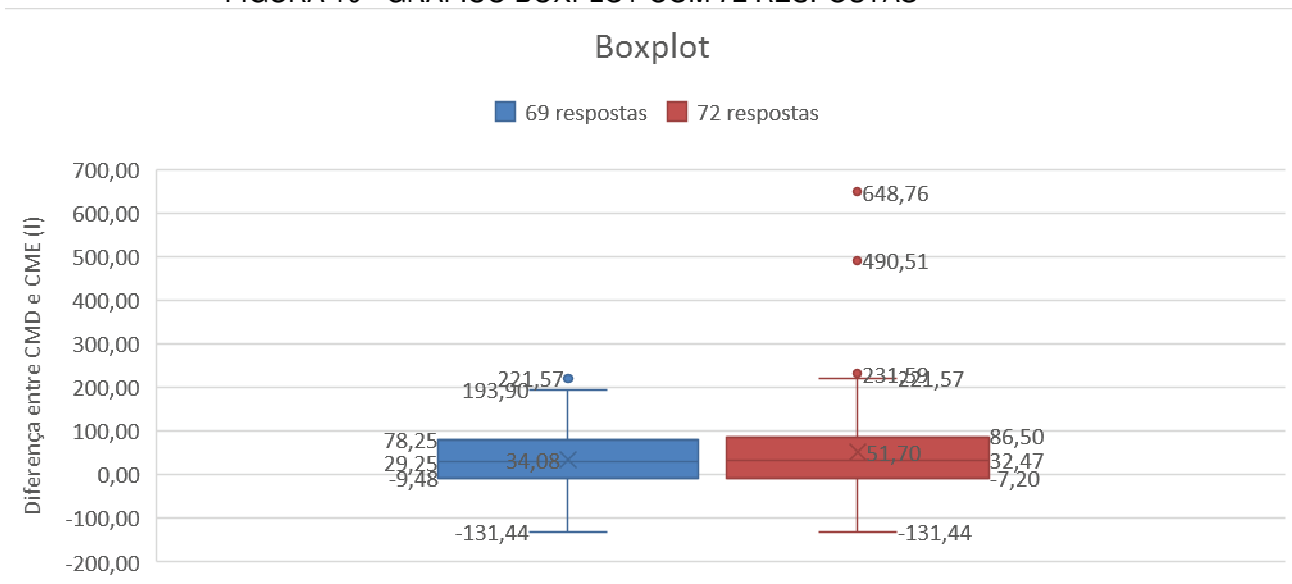
FONTE: O Autor (2021)

Conforme apresentado, percebe-se que os resultados obtidos no Teste AQUA apresentam-se dentro da margem esperada para a parametrização do consumo de água de acordo com prévios trabalhos sobre o assunto.

Contudo, mesmo com a explicação quanto ao preenchimento do Teste AQUA, com o acompanhamento para realização do mesmo e a comparação das respostas com dados de outros estudos, ainda assim apareceram algumas respostas do Teste AQUA que destoaram significativamente das demais. Inicialmente, 72 pessoas responderam ao teste. De forma a verificar se as respostas poderiam ser consideradas válidas, fez-se o cálculo da diferença entre o consumo médio per capita medido (CMD) e estimado (CME). A partir desses valores, fez-se um gráfico *boxplot*, conforme FIGURA 10. Observa-se que houve a presença de três *outliers* que optou-se por descartá-los. A partir

das 69 respostas que sobraram, fez-se outro gráfico *boxplot*. Observa-se a presença de um outlier que também foi descartado.

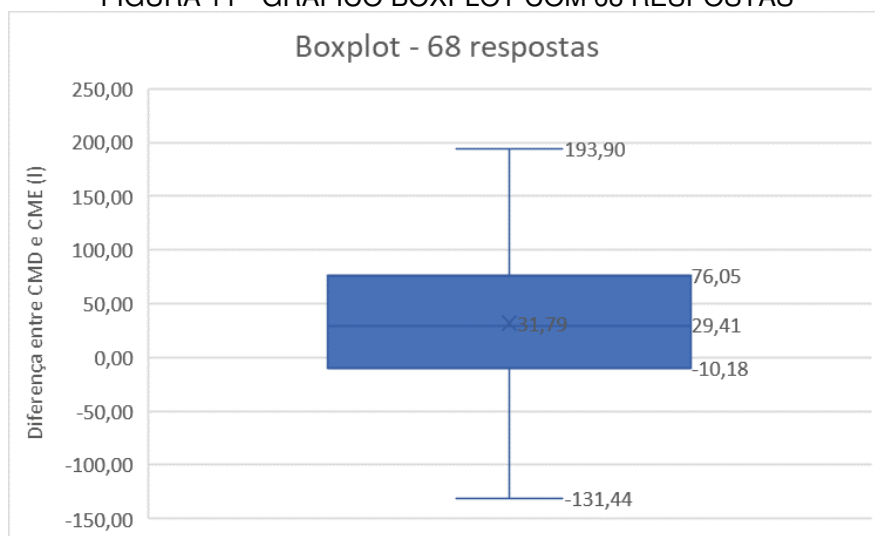
FIGURA 10 - GRÁFICO BOXPLOT COM 72 RESPOSTAS



FONTE: O Autor (2021)

Por fim, com 68 respostas válidas, que era o objetivo inicial de amostragem, fez-se um novo gráfico *boxplot*, conforme FIGURA 11. Dessa vez, não verificou-se a presença de *outliers*, portanto consideraram-se válidas todas as 68 respostas restantes.

FIGURA 11 - GRÁFICO BOXPLOT COM 68 RESPOSTAS



FONTE: O Autor (2021)

É importante ressaltar que a diferença entre CMD e CME é normal de acontecer devido ao fato de que o CME diz respeito à percepção do usuário quanto ao uso da água, sendo praticamente impossível que o mesmo informe com exatidão seu hábito de consumo, e pelo fato de que o CMD é calculado através da divisão igualitária do consumo residencial pelo número de moradores na residência. Ou seja, o CMD não apresenta a diferença do consumo entre os moradores, situação que na prática não ocorre, visto que cada usuário tem seus hábitos próprios de uso da água.

A partir das respostas consideradas válidas, fez-se a análise dos dados de forma a compreender a percepção do usuário quanto ao uso da água e seus hábitos de consumo, além de calcular a parametrização do consumo de água e seu desperdício para aplicação das medidas de conservação de água e posterior simulação do sistema. Na TABELA 26 são apresentadas diversas informações acerca do consumo de água da amostra estudada.

TABELA 26 - DADOS SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA DOS PARTICIPANTES DO TESTE  
AQUA

Participantes		Homens: 47,1%		Mulheres: 52,9%	
Média de moradores na edificação		3,4 moradores			
CMD médio		146,4 l/hab.dia		Desvio padrão: 50,69	
Aparelho Sanitário	Bacia sanitária	Válvula: 60,3%	Caixa acoplada: 39,7%	Consumo: 46,7 l/hab.dia	
	Chuveiro	Usos por dia: 1,2	Tempo de utilização: 10'54"	Pessoas que utilizam: 100%	
		Vazão média: 0,07475 l/s	Consumo: 55,3 l/hab.dia		
	Lavatório	Usos por dia: 7,6	Tempo de utilização: 39,4"	Pessoas que utilizam: 100%	
		Vazão média: 0,07676 l/s	Consumo: 20,9 l/hab.dia		
	Bidê	Pessoas que utilizam: 0%			
	Pia da cozinha	Usos por dia: 6,3	Tempo de utilização: 4'38"	Pessoas que utilizam: 100%	
		Vazão média: 0,07060 l/s	Consumo: 25,5 l/hab.dia		
	Tanque de lavar roupa	Usos por semana: 3,9	Tempo de utilização: 9'45"	Pessoas que utilizam: 89,7%	
		Vazão média: 0,09542 l/s	Consumo: 10,4 l/hab.dia		
	Torneira de serviço/jardim	Usos por semana: 2,6	Tempo de utilização: 14'13"	Pessoas que utilizam: 61,8%	
		Vazão média: 0,10237 l/s	Consumo: 4,5 l/hab.dia		
	Máquina de lavar roupa	Usos por semana: 2,9	Capacidade média: 10,9kg		
		Pessoas que usam: 100%	Consumo: 16,6 l/hab.dia		
	Máquina de lavar louça	Usos por semana: 1,2	Capacidade média: 10,7 serviços		
		Pessoas que usam: 8,8%	Consumo: 0,6 l/hab.dia		
Filtro de água	Pessoas que usam: 41,2%	Consumo: 2,4 l/hab.dia			

FONTE: O Autor (2021)

Observando a TABELA 26, nota-se que todas os participantes utilizam a bacia sanitária, o chuveiro, o lavatório, a pia de cozinha e máquina de lavar roupa, enquanto cerca de 89,7% utilizam o tanque de lavar roupa, 61,8% fazem uso da torneira de serviço/jardim, 8,8% a máquina de lavar louça, 41,2% o filtro de água e nenhum participante utiliza bidê.

Conforme as respostas dos participantes, o maior responsável pelo consumo de água nas residências é o chuveiro, seguido pela bacia sanitária. Quanto à bacia sanitária, observa-se que cerca de 60,3% dos participantes possuem bacia sanitária com válvula, enquanto apenas 39,7% possuem bacia com caixa acoplada. A TABELA 27 apresenta os resultados observados quanto ao desperdício de água.

TABELA 27—AÇÕES DE REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO DOS PARTICIPANTES DO TESTE AQUA

Práticas de Desperdício	Usuários dispostos a reduzir o desperdício	Observação	Volume economizado (l/hab.dia)
Banho longo	47,1%	Redução média: 4'20"	9,9
Escovar os dentes com a torneira aberta	4,4%	---	0,9
Fazer a barba com torneira ou chuveiro abertos	14,7%	---	0,8
Lavar a louça com torneira aberta o tempo todo	13,2%	---	3,7
Lavar o carro com a mangueira aberta o tempo todo	0%	---	0,0
“Varrer” a calçada com a mangueira	26,5%	---	2,8
Máquina de Lavar Roupa abaixo da capacidade	32,4%	---	1,2
Lavar o carro excessivamente	1,5%	Redução média: 1 vez/mês	0,02
Lavar a calçada excessivamente	2,9%	Redução média: 4 vezes/mês	0,4
<b>Vazão maior que a necessária</b>	<b>Usuários dispostos a reduzir o desperdício</b>	<b>Volume economizado (l/hab.dia)</b>	
Chuveiro	5,9%	0,9	
Lavatório	16,2%	3,2	
Bidê	0%	0	
Pia da cozinha	14,7%	2,9	
Tanque de lavar roupa	16,2%	0,7	
Torneira de serviço/jardim	5,9%	0,1	

FONTE: O Autor (2021)

Quando perguntados sobre a disposição em reduzir o desperdício, os participantes indicaram quais as ações que estariam dispostos a mudar. O tempo no banho foi a ação mais comentada (cerca de 47,1% dos participantes) e também a que promoveria maior economia (aproximadamente 9,9 L/hab.dia). Na sequência, destaca-se a prática do uso da máquina de lavar roupa abaixo da capacidade total e limpeza da calçada com a mangueira. Salienta-se também o uso dos aparelhos sanitários com vazão maior que a necessária, em especial no tanque de lavar roupa, lavatório e pia de cozinha, com 16,2%, 16,2% e 14,7% dos usuários dispostos a reduzir, respectivamente. A partir das respostas obtidas e destes resultados apresentados, fez-se a parametrização do consumo de água para o CME (TABELA 28) e considerando o uso racional (TABELA 29).

TABELA 28 - PARAMETRIZAÇÃO DO CME OBTIDA PELO TESTE AQUA

<b>Aparelho</b>	<b>Consumo (l/hab.dia)</b>	<b>Consumo (%)</b>
<b>Bacia sanitária</b>	46,74	24,93%
<b>Chuveiro</b>	55,29	29,48%
<b>Lavatório</b>	20,93	11,16%
<b>Bidê</b>	0,00	0,00%
<b>Pia da cozinha</b>	25,51	13,60%
<b>Tanque de lavar roupa</b>	10,36	5,53%
<b>Torneira de serviço / de jardim</b>	4,50	2,40%
<b>Máquina de lavar roupa</b>	16,58	8,84%
<b>Máquina de lavar louça</b>	0,55	0,29%
<b>Filtro de água</b>	2,40	1,28%
<b>Outro</b>	4,67	2,49%
<b>Total</b>	187,53	100,0%
<b>Diferença CMD e CME (L)</b>	<b>31,79</b>	
<b>Diferença CMD e CME (%)</b>	<b>11,4%</b>	

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 29 - PARAMETRIZAÇÃO DO CME OBTIDA PELO TESTE AQUA, CONSIDERANDO O USO RACIONAL DA ÁGUA

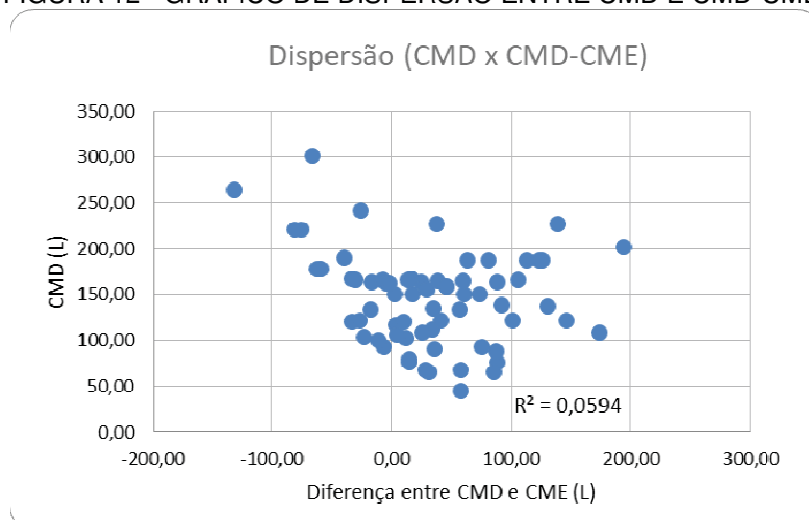
<b>Aparelho</b>	<b>Consumo (l/hab.dia)</b>	<b>Consumo (%)</b>
<b>Bacia sanitária</b>	46,74	28,64%
<b>Chuveiro</b>	44,51	27,27%
<b>Lavatório</b>	16,79	10,29%
<b>Bidê</b>	0,00	0,00%
<b>Pia da cozinha</b>	18,95	11,61%
<b>Tanque de lavar roupa</b>	9,60	5,88%
<b>Torneira de serviço / de jardim</b>	3,64	2,23%
<b>Máquina de lavar roupa</b>	15,38	9,42%
<b>Máquina de lavar louça</b>	0,55	0,34%
<b>Filtro de água</b>	2,40	1,47%
<b>Outro</b>	4,67	2,86%
<b>Total</b>	163,23	100,0%
<b>Diferença CME e Uso Racional (L)</b>	<b>24,3</b>	
<b>Uso Racional/CME (%)</b>	<b>87,04%</b>	

FONTE: O Autor (2021)

Observando a TABELA 28, percebe-se uma diferença de 11,4% entre o CMD e CME, indicando que o consumo estimado não corresponde exatamente ao consumo medido. Alguns motivos podem ter levado a isso, como possíveis falhas de preenchimento por parte do participante; variabilidade no uso da água pelo participante, visto que o mesmo provavelmente não utiliza água sempre da mesma maneira todos os dias; e variabilidade no uso da água entre os moradores da mesma edificação, visto que o CME é obtido pela percepção individual do usuário, enquanto o cálculo do CMD é feito pela divisão simples do consumo na residência pelo número de moradores, sendo que, provavelmente, esses usuários não utilizam exatamente a mesma quantidade de água.

De forma a tentar relacionar o desvio entre as percepções dos usuários e o seu consumo real (CMD-CME), traçou-se um gráfico de dispersão entre CMD e a diferença entre CMD e CME, conforme apresentado na FIGURA 12. Desejava-se relacionar a percepção do usuário quanto ao consumo de água e seu consumo medido, de forma a verificar, por exemplo, se usuários com menor consumo teriam também menores diferenças observadas entre CMD e CME, buscando associar a uma possível maior consciência ambiental e no uso da água. Contudo, não foi possível verificar nenhuma tendência quanto a esses comportamentos.

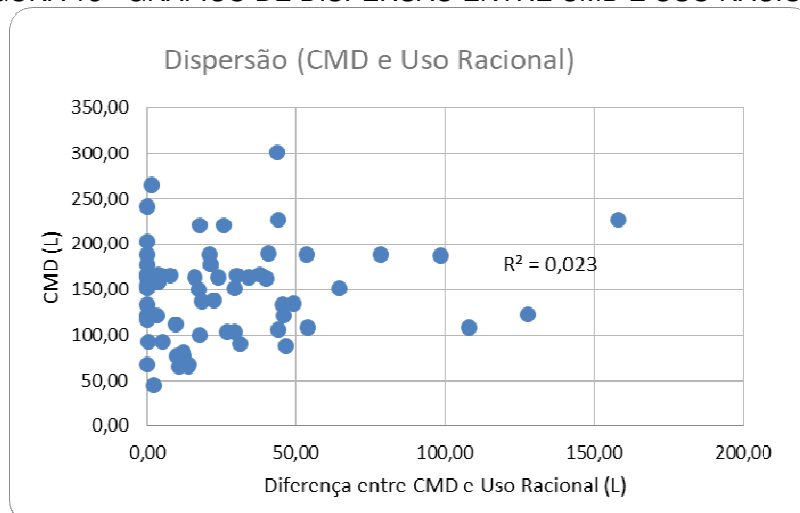
FIGURA 12 - GRÁFICO DE DISPERSÃO ENTRE CMD E CMD-CME



FONTE: O Autor (2021)

A TABELA 29 apresenta a parametrização do consumo de água após a aplicação da medida de uso racional que, conforme apresentado nas etapas 5 e 6 do Teste AQUA, é definida pelo CMC (Consumo Mínimo de Conforto), que corresponde ao volume mínimo necessário para uso dos indivíduos sem alterar seu conforto, ou seja, representa o uso da água sem desperdícios. Esta medida promoveu uma redução de cerca de 12,96% no consumo de água. Buscou-se, também, relacionar a suscetibilidade ao uso racional com o consumo medido do usuário para, por exemplo, verificar se os usuários com elevado consumo estariam mais sujeitos a reduzi-lo. Sendo assim, traçou-se um gráfico de dispersão, conforme apresentado na FIGURA 13 mas, contudo, também não foi possível verificar nenhuma tendência. Ou seja, não houve relação identificável entre o aumento do CMD e a disposição em reduzi-lo.

FIGURA 13 - GRÁFICO DE DISPERSÃO ENTRE CMD E USO RACIONAL



FONTE: O Autor (2021)

## 4.2 PERCEPÇÃO SOBRE O USO DA ÁGUA

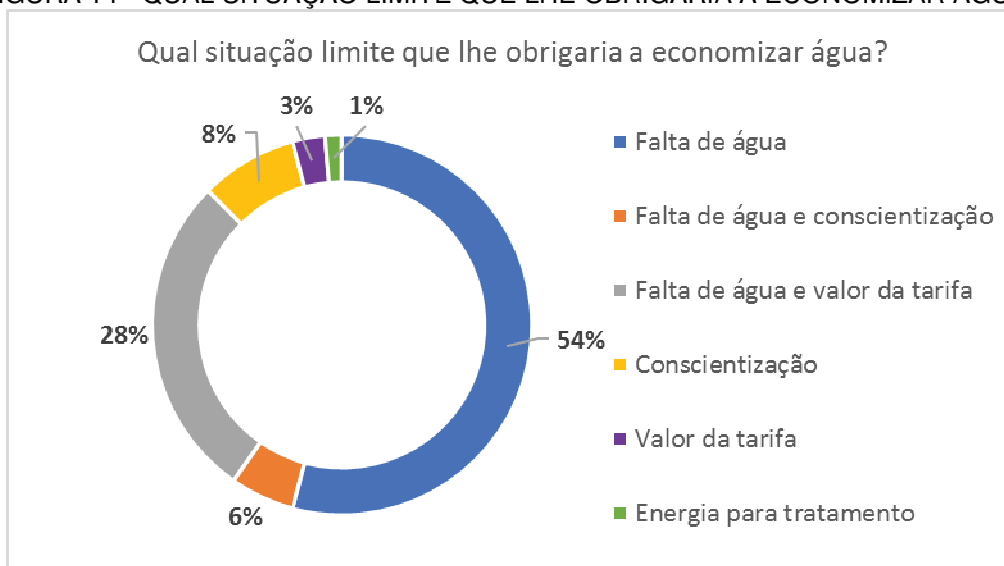
Quanto à percepção sobre o uso da água, com base no Teste AQUA, fez-se uma análise específica das respostas às perguntas qualitativas, assim como uma análise geral sobre a percepção de água dos participantes a partir dos resultados obtidos.

### 4.2.1 Análise Específica sobre a Percepção

Fez-se uma análise a partir das respostas às perguntas qualitativas sobre a percepção dos usuários quanto ao consumo de água, conforme apresentado nas FIGURA 14, FIGURA 15, FIGURA 16 e FIGURA 17 a seguir:



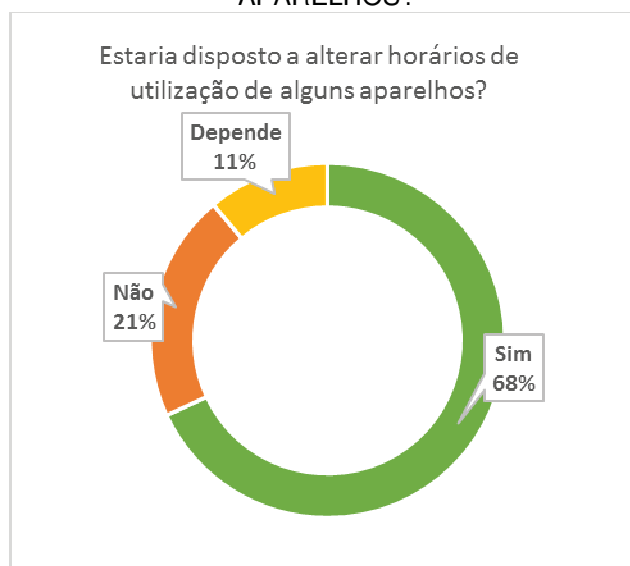
FIGURA 14 - QUAL SITUAÇÃO LIMITE QUE LHE OBRIGARIA A ECONOMIZAR ÁGUA?



FONTE: O Autor (2021)

Ao serem questionados sobre qual a situação limite que lhe obrigaria a economizar água, 88% indicaram que reduziriam o consumo devido à falta de água, enquanto 31% reduziriam por conta do valor da tarifa e 14% devido à conscientização.

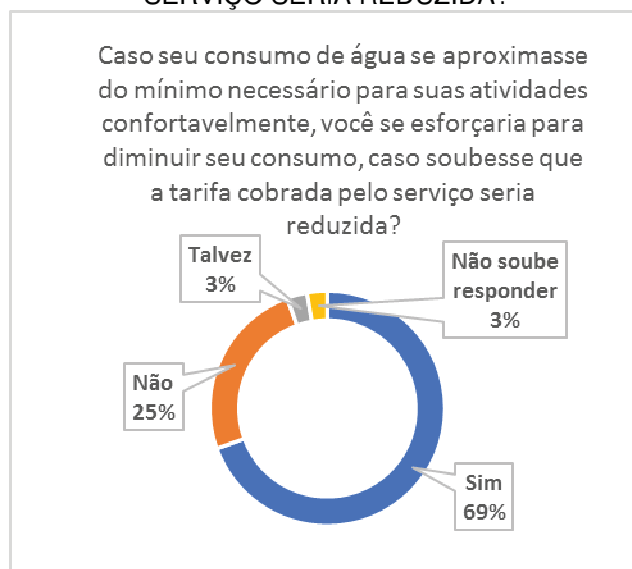
FIGURA 15 - ESTARIA DISPOSTO A ALTERAR HORÁRIOS DE UTILIZAÇÃO DE ALGUNS APARELHOS?



FONTE: O Autor (2021)

Cerca de 68% dos participantes indicaram que estariam dispostos a alterar horários de utilização de alguns aparelhos sanitários, enquanto 21% não se disporem e 11% estariam propensos dependendo da situação.

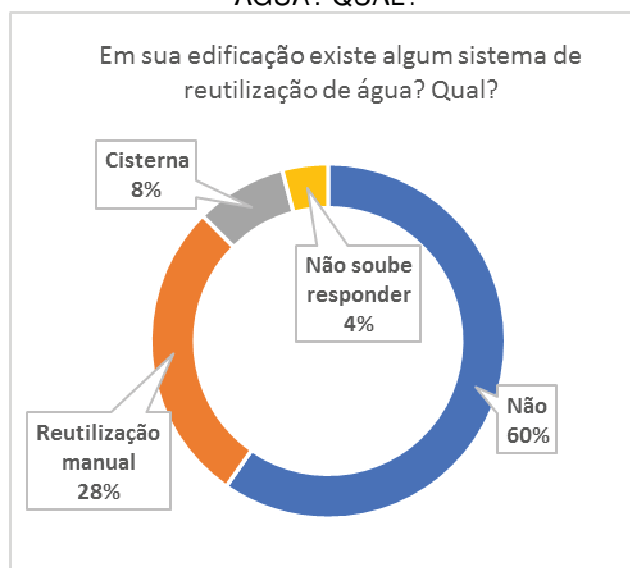
FIGURA 16 - CASO SEU CONSUMO DE ÁGUA SE APROXIMASSE DO MÍNIMO NECESSÁRIO PARA SUAS ATIVIDADES CONFORTAVELMENTE, VOCÊ SE ESFORÇARIA PARA DIMINUIR SEU CONSUMO, CASO SOUBESSE QUE A TARIFA COBRADA PELO SERVIÇO SERIA REDUZIDA?



FONTE: O Autor (2021)

Considerando que o consumo de água se aproximasse do mínimo necessário para fazer as atividades confortavelmente, e sabendo que a tarifa pelo uso da água seria reduzida, cerca de 69% dos participantes indicaram que reduziriam o consumo, enquanto 25% disseram que não, 3% talvez diminuam e 3% não souberam responder.

FIGURA 17 - EM SUA EDIFICAÇÃO EXISTE ALGUM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA? QUAL?



FONTE: O Autor (2021)

Cerca de 60% dos participantes do Teste AQUA indicaram que não possuem nenhum tipo de reutilização de água, enquanto 8% informam ter cisterna e 28% fazem algum tipo de reutilização manual, como usar a água da máquina de lavar roupa para limpeza da calçada ou deixar um balde no chuveiro enquanto toma banho para posteriormente utilizar na bacia sanitária. Além disso, 4% dos participantes não souberam responder.

Já a TABELA 30 apresenta as respostas dos participantes quando questionados se teriam alguma objeção em implementar um sistema de reutilização de água em sua edificação

TABELA 30 - VOCÊ TERIA ALGUMA OBJEÇÃO EM IMPLEMENTAR UM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA EM SUA EDIFICAÇÃO?

<b>Você teria alguma objeção em implementar um sistema de reutilização de água em sua edificação?</b>		
Não soube responder		32
Não		33
Sim	7	<b>Justificativas</b>
		Depende do sistema; Custo e infraestrutura antiga; Falta de espaço; Adaptação e espaço; Projeto e dinheiro; Funcionalidade do sistema e valor alto; Custo de implementação do sistema.

FONTE: O Autor (2021)

Observa-se que 32 participantes não souberam responder o questionamento, enquanto 33 informaram não terem nenhuma objeção a implementar um sistema de reutilização de água e sete pessoas teriam objeções, devido a diferentes motivos como custo, falta de espaço, necessidade de projeto e pelo fato de a infraestrutura da casa ser antiga.

Com relação ao tempo máximo de retorno do investimento, a FIGURA 18 apresenta qual seria o tempo máximo aceitável de acordo com os participantes.

FIGURA 18 - QUAL O TEMPO MÁXIMO DE RETORNO DO INVESTIMENTO ACEITÁVEL PARA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NA SUA EDIFICAÇÃO?



FONTE: O Autor (2021)

Conforme as respostas observadas, quase 70% dos participantes esperam um tempo de retorno do investimento de no máximo dois anos, sendo que cerca de 46% desejam um máximo de um ano. Quatro pessoas informaram ser indiferente ao tempo de retorno e 3 participantes não souberam responder.

#### 4.2.2 Análise Geral sobre a Percepção

A partir dos dados obtidos, é possível analisar e compreender melhor a percepção dos usuários quanto ao uso da água. Conforme as respostas obtidas, o maior motivo que faria as pessoas economizarem água seria a falta dela, com apenas 14% reduzindo por conscientização. Este dado é importante para o planejamento de como deve ser feita uma campanha para conscientização ao uso racional da água, devendo intensificar a campanha de modo a melhorar o índice.

Contudo, com base nas outras respostas, os usuários se mostram mais suscetíveis a mudanças, quando estas são justificadas e, ou, apresentam algum benefício a elas. Em torno de 68% das pessoas considerariam alterar o horário de utilização de alguns equipamentos. Isso pode ser uma ferramenta importante para tentar diminuir o coeficiente de hora de maior consumo e, conseqüentemente, reduzir os picos de consumo de água no SAA. Além disso, quando motivadas por uma redução na tarifa, 69% das pessoas estariam sujeitas a reduzir seu gasto com água.

Quanto aos sistemas de reutilização de água, percebe-se, inicialmente, um desconhecimento das pessoas quanto a alguns termos e tecnologias da engenharia. A água da chuva não se enquadra como reutilização, mas sim como aproveitamento. De toda forma, é possível fazer a análise das respostas considerando o uso de fontes alternativas. Cerca de 8% das pessoas possuem algum tipo de sistema que utilize fontes alternativas, enquanto 28% usam algum sistema manual de reutilização de águas ou aproveitamento de água da chuva, através de baldes deixados no chuveiro, embaixo da calha ou com a utilização da água gerada pela máquina de lavar roupa e pelo tanque.

Além disso, dentre as que não possuem tal sistema, 33 pessoas não teriam problema em instalá-lo, enquanto sete usuários teriam objeções por diferentes motivos. Por fim, ao instalar um sistema que utilize fontes alternativas, o tempo de retorno do investimento aceitável para a maioria das pessoas ficou entre um e dois anos, sendo que, conforme TABELA 5, o tempo de retorno varia entre cinco e doze anos, aproximadamente.

#### 4.3 APLICAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

A partir dos resultados obtidos com a aplicação do Teste AQUA, pôde-se prosseguir para a simulação da aplicação das medidas de conservação de água.

#### 4.3.1 Redução do índice de perdas no SAA

Quanto ao objetivo para o índice de perdas, esta ação baseou-se no estudo desenvolvido através de uma parceria entre Instituto Trata Brasil e GO Associados (2018), adotando o Cenário 2 desse estudo, a saber: para 2033, o índice de perdas desejado é de 20%. Sendo assim, os setores que apresentarem índices superiores a esse, serão reduzidos para 20%.

Verificando os dados de perdas de água de cada setor, verificou-se que os setores A (36,0%) e B (47,3%) são aqueles com índice superior a 20%, enquanto os setores C (8,0%) e D (5,7%) apresentam índice de perdas mais baixo. Portanto, para a medida de conservação de água de redução do índice de perdas, fixou-se as perdas de água dos setores A e B em 20%.

#### 4.3.2 Uso racional da água nas edificações

A medida de conservação de água relacionada ao uso racional foi aplicada conforme as respostas obtidas no Teste AQUA na seção de desperdício de água. A partir das práticas de desperdício assinaladas pelo participante, o volume de água relativo a essa prática era descontado do consumo do indivíduo. Ao final, encontrou-se o consumo mínimo de conforto e, ao dividi-lo pelo consumo per capita estimado, obteve-se uma razão referente a redução no consumo de água que poderia ser feita.

O modo de aplicação foi feito analisando a percepção do usuário, utilizando a média do CMC observado (163,23 l/hab.dia) e dividindo pela média do CME obtido (187,53 l/hab.dia), resultando na razão de 87,04%. Esta porcentagem foi aplicada no qe médio daqueles setores que apresentaram consumo superior a esse, que foram os setores C (301,4 l/hab.dia) e D (250,7 l/hab.dia). Os setores A (121,5 l/hab.dia) e B (125,8 l/hab.dia) já apresentam consumo inferior ao do calculado para o uso racional, portanto não foram considerados nesta medida de conservação de água. Ou seja, após a

aplicação da medida de conservação de água com o uso racional da água nas edificações, os novos valores de  $q_e$  médio são apresentados na TABELA 31.

TABELA 31 - CONSUMO PER CAPITA MÉDIO DOS SETORES APÓS A APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DE USO RACIONAL

Setor	A	B	C	D
$q_e$ médio (l/hab.dia)	121,5	125,8	262,4	218,2

FONTE: O Autor (2021)

#### 4.3.3 Aproveitamento de água da chuva nas edificações

Assim como o uso racional, a medida de conservação de água de aproveitamento de água da chuva foi aplicada com base nas respostas obtidas no Teste AQUA. Considerou-se o aproveitamento de água da chuva para ser usada na torneira de serviço/jardim. Portanto, efetuou-se o cálculo da parametrização para cada setor, conforme TABELA 32, TABELA 33, TABELA 34 e TABELA 35, obtendo um novo valor para o  $q_e$  em cada setor.

TABELA 32 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR A

Aparelho Sanitário	Consumo diário - $q_e$ - potável (l/dia)	$q_c$ - Esgoto (l/dia)	Percentual de Uso (%)
<b>Setor A</b>			
Bacia Sanitária	30,28	30,28	25,5%
Chuveiro	35,81	35,81	30,2%
Lavatório	13,55	13,55	11,4%
Bidê	0,00	0,00	0,0%
Pia da cozinha	16,52	16,52	13,9%
Tanque de lavar roupa	6,71	6,71	5,7%
Torneira de serviço / de jardim	0	0	0,0%
Máquina de lavar roupa	10,74	10,74	9,1%
Máquina de lavar louça	0,36	0,36	0,3%
Filtro de água	1,56	0,00	1,3%
Outro	3,02	3,02	2,5%
<b>Total</b>	<b>118,55</b>	<b>116,99</b>	<b>100,0%</b>

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 33 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR B

Aparelho Sanitário	Consumo diário - qe - potável (l/dia)	qc - Esgoto (l/dia)	Percentual de Uso (%)
<b>Setor B</b>			
Bacia Sanitária	31,37	31,37	25,5%
Chuveiro	37,10	37,10	30,2%
Lavatório	14,04	14,04	11,4%
Bidê	0,00	0,00	0,0%
Pia da cozinha	17,12	17,12	13,9%
Tanque de lavar roupa	6,95	6,95	5,7%
Torneira de serviço / de jardim	0	0	0,0%
Máquina de lavar roupa	11,13	11,13	9,1%
Máquina de lavar louça	0,37	0,37	0,3%
Filtro de água	1,61	0,00	1,3%
Outro	3,13	3,13	2,5%
<b>Total</b>	<b>122,83</b>	<b>121,21</b>	<b>100,0%</b>

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 34 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR C

Aparelho Sanitário	Consumo diário - qe - potável (l/dia)	qc - Esgoto (l/dia)	Percentual de Uso (%)
<b>Setor C</b>			
Bacia Sanitária	75,14	75,14	25,5%
Chuveiro	88,87	88,87	30,2%
Lavatório	33,64	33,64	11,4%
Bidê	0,00	0,00	0,0%
Pia da cozinha	41,01	41,01	13,9%
Tanque de lavar roupa	16,66	16,66	5,7%
Torneira de serviço / de jardim	0	0	0,0%
Máquina de lavar roupa	26,65	26,65	9,1%
Máquina de lavar louça	0,88	0,88	0,3%
Filtro de água	3,86	0,00	1,3%
Outro	7,50	7,50	2,5%
<b>Total</b>	<b>294,21</b>	<b>290,35</b>	<b>100,0%</b>

FONTE: O Autor (2021)



TABELA 35 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O SETOR D

Aparelho Sanitário	Consumo diário - $q_e$ - potável (l/dia)	$q_c$ - Esgoto (l/dia)	Percentual de Uso (%)
<b>Setor D</b>			
Bacia Sanitária	62,49	62,49	25,5%
Chuveiro	73,92	73,92	30,2%
Lavatório	27,98	27,98	11,4%
Bidê	0,00	0,00	0,0%
Pia da cozinha	34,10	34,10	13,9%
Tanque de lavar roupa	13,85	13,85	5,7%
Torneira de serviço / de jardim	0	0	0,0%
Máquina de lavar roupa	22,16	22,16	9,1%
Máquina de lavar louça	0,74	0,74	0,3%
Filtro de água	3,21	0,00	1,3%
Outro	6,24	6,24	2,5%
<b>Total</b>	<b>244,69</b>	<b>241,48</b>	<b>100,0%</b>

FONTE: O Autor (2021)

#### 4.3.4 Utilização de águas cinzas tratadas

Da mesma forma, a medida de conservação de água de utilização de águas cinzas foi aplicada a partir das respostas obtidas no Teste AQUA. Considerou-se a utilização de águas cinzas do chuveiro devidamente tratadas, para serem usadas na bacia sanitária. Portanto, efetuou-se o cálculo da parametrização, conforme TABELA 36, TABELA 37, TABELA 38 e TABELA 39, obtendo um novo valor para o  $q_e$  para cada setor.

TABELA 36 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR A

Aparelho Sanitário	Consumo diário -	$q_c$ - Esgoto (l/dia)	Percentual de Uso
--------------------	------------------	------------------------	-------------------

	qe - potável (l/dia)		(%)
<b>Setor A</b>			
Bacia Sanitária	0	30,28	0,0%
Chuveiro	35,81	5,54	39,3%
Lavatório	13,55	13,55	14,9%
Bidê	0,00	0,00	0,0%
Pia da cozinha	16,52	16,52	18,1%
Tanque de lavar roupa	6,71	6,71	7,4%
Torneira de serviço / de jardim	2,91	0	3,2%
Máquina de lavar roupa	10,74	10,74	11,8%
Máquina de lavar louça	0,36	0,36	0,4%
Filtro de água	1,56	0,00	1,7%
Outro	3,02	3,02	3,3%
<b>Total</b>	<b>91,19</b>	<b>86,72</b>	<b>100,0%</b>

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 37 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR B

Aparelho Sanitário	Consumo diário - qe - potável (l/dia)	qc - Esgoto (l/dia)	Percentual de Uso (%)
<b>Setor B</b>			
Bacia Sanitária	0	31,37	0,0%
Chuveiro	37,10	5,73	39,3%
Lavatório	14,04	14,04	14,9%
Bidê	0,00	0,00	0,0%
Pia da cozinha	17,12	17,12	18,1%
Tanque de lavar roupa	6,95	6,95	7,4%
Torneira de serviço / de jardim	3,02	0	3,2%
Máquina de lavar roupa	11,13	11,13	11,8%
Máquina de lavar louça	0,37	0,37	0,4%
Filtro de água	1,61	0,00	1,7%
Outro	3,13	3,13	3,3%
<b>Total</b>	<b>94,48</b>	<b>89,84</b>	<b>100,0%</b>

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 38 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR C

Aparelho Sanitário	Consumo diário - qe - potável (l/dia)	qc - Esgoto (l/dia)	Percentual de Uso (%)
<b>Setor C</b>			
Bacia Sanitária	0	75,14	0,0%

<b>Chuveiro</b>	88,87	13,74	39,3%
<b>Lavatório</b>	33,64	33,64	14,9%
<b>Bidê</b>	0,00	0,00	0,0%
<b>Pia da cozinha</b>	41,01	41,01	18,1%
<b>Tanque de lavar roupa</b>	16,66	16,66	7,4%
<b>Torneira de serviço / de jardim</b>	7,23	0	3,2%
<b>Máquina de lavar roupa</b>	26,65	26,65	11,8%
<b>Máquina de lavar louça</b>	0,88	0,88	0,4%
<b>Filtro de água</b>	3,86	0,00	1,7%
<b>Outro</b>	7,50	7,50	3,3%
<b>Total</b>	<b>226,30</b>	<b>215,21</b>	<b>100,0%</b>

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 39 - PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA COM A APLICAÇÃO DE MEDIDA DE USO DE ÁGUAS CINZAS PARA O SETOR D

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Consumo diário - qc - potável (l/dia)</b>	<b>qc - Esgoto (l/dia)</b>	<b>Percentual de Uso (%)</b>
<b>Setor D</b>			
<b>Bacia Sanitária</b>	0	62,49	0,0%
<b>Chuveiro</b>	73,92	11,42	39,3%
<b>Lavatório</b>	27,98	27,98	14,9%
<b>Bidê</b>	0,00	0,00	0,0%
<b>Pia da cozinha</b>	34,10	34,10	18,1%
<b>Tanque de lavar roupa</b>	13,85	13,85	7,4%
<b>Torneira de serviço / de jardim</b>	6,01	0	3,2%
<b>Máquina de lavar roupa</b>	22,16	22,16	11,8%
<b>Máquina de lavar louça</b>	0,74	0,74	0,4%
<b>Filtro de água</b>	3,21	0,00	1,7%
<b>Outro</b>	6,24	6,24	3,3%
<b>Total</b>	<b>188,21</b>	<b>178,99</b>	<b>100%</b>

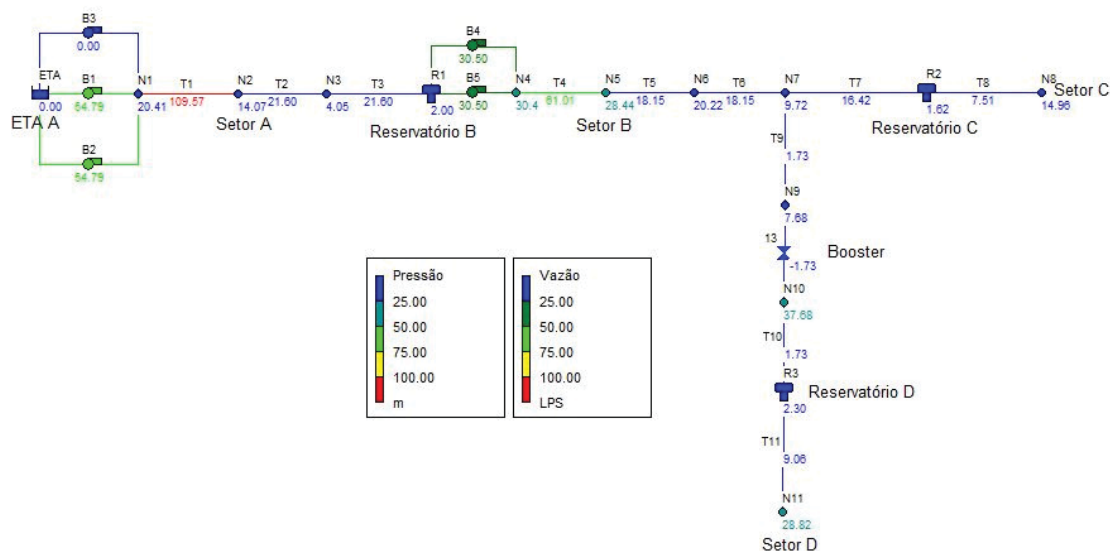
FONTE: O Autor (2021)

#### 4.4 IMPACTO DAS MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA SOBRE O BALANÇO HÍDRICO: ABORDAGEM INTEGRADA

As simulações do sistema de saneamento ABCD por meio de medidas de conservação de água apresentam os impactos causados por elas no que diz respeito aos indicadores de cobertura populacional do SAA, vazão captada e consumo de energia, reforçando a importância da aplicação dessas ações. Quatro ações de conservação de água, além da situação do sistema sem a aplicação de ações (FIGURA 19), foram simuladas sendo aplicadas em

diferentes setores com objetivos específicos para cada caso. Na sequência, serão apresentadas as ações aplicadas em casa setor assim como o objetivo de cada uma delas.

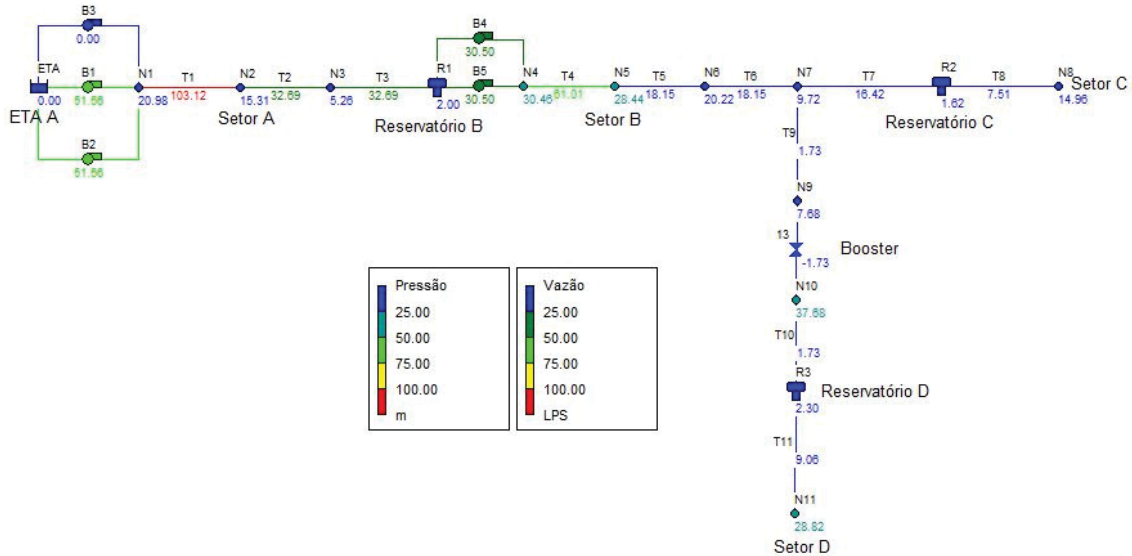
FIGURA 19 - AÇÃO 0.0: SISTEMA SEM APLICAÇÃO DE AÇÕES



FONTE: O Autor (2021)

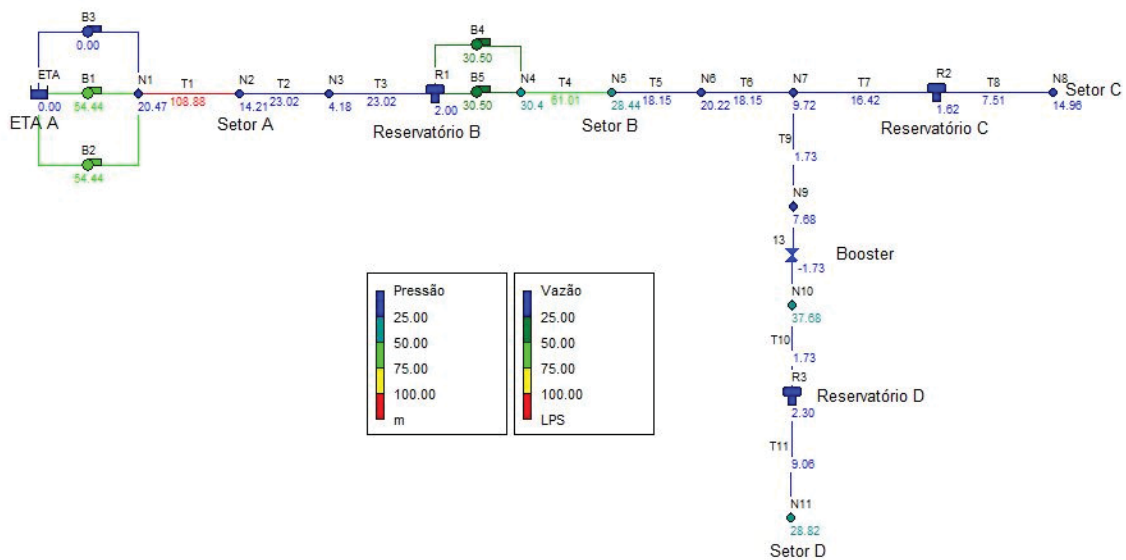
No Setor A foram aplicadas as medidas de redução do índice de perdas (FIGURA 20), aproveitamento de água da chuva (FIGURA 21) e utilização de águas cinzas (FIGURA 22). Essas medidas provocam, evidentemente, uma redução no consumo do setor, ocasionando uma redução na vazão captada e no consumo de energia do Conjunto de Bombas 1, ao passo que a vazão de entrada no Reservatório B aumenta. Sendo assim, sempre que uma ação for aplicada no Setor A, tem-se duas opções possíveis: a primeira é manter o consumo do setor, incluindo as vazões captadas e bombeadas, de forma a garantir maior cobertura populacional. A segunda opção é abastecer toda a população do Setor A e, a partir da aplicação da medida de redução do índice de perdas, com a vazão excedente que segue para o Reservatório B, aumentar a cobertura populacional no Setor B, além de usufruir dos benefícios gerados com a redução na vazão captada e no consumo de energia.

FIGURA 20 - AÇÕES 1.1 E 1.2: REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NO SETOR A



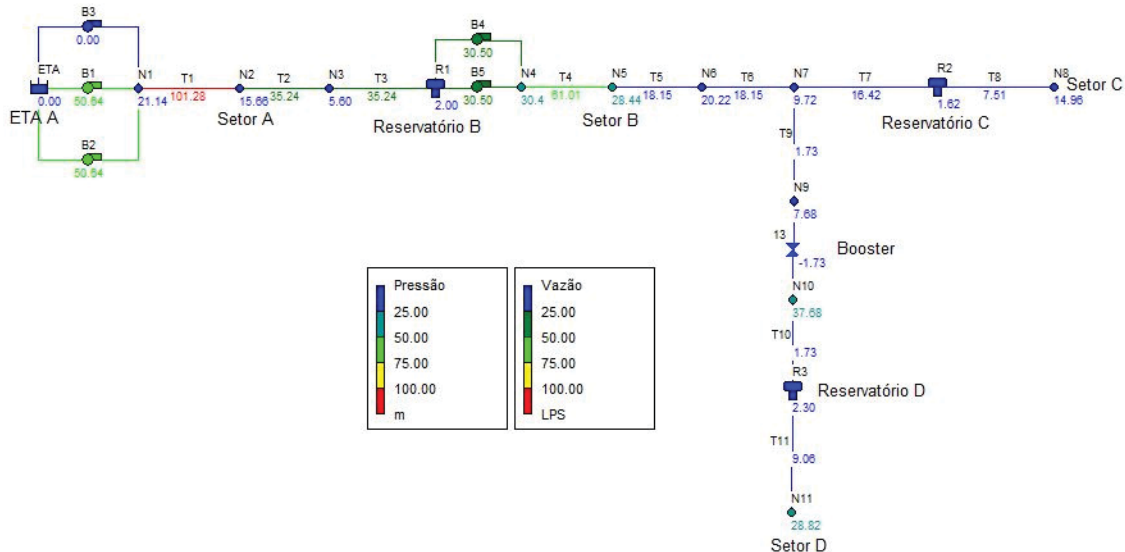
FONTE: O Autor (2021)

FIGURA 21 - AÇÕES 3.1 E 3.2: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR A



FONTE: O Autor (2021)

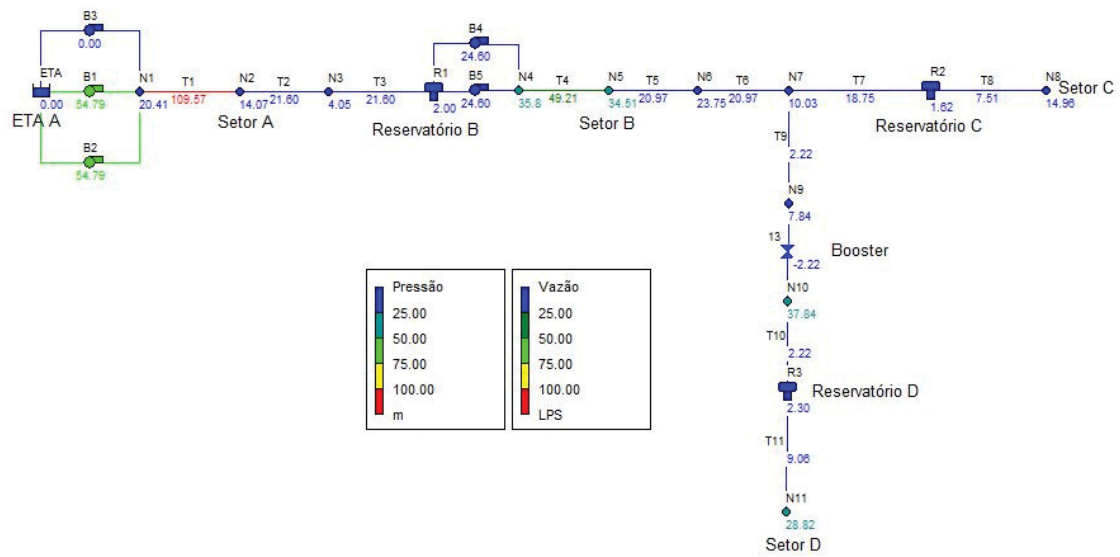
FIGURA 22 - AÇÕES 4.1 E 4.2: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR A



FONTE: O Autor (2021)

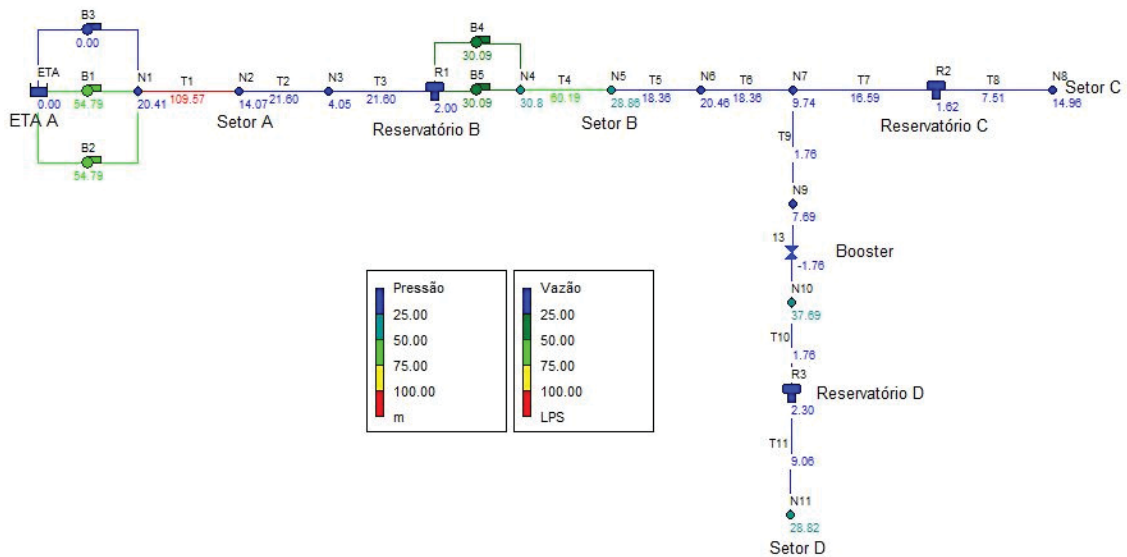
A redução no consumo do Setor B, provocada pela aplicação das medidas de conservação (redução do índice de perdas, aproveitamento de água da chuva e utilização de águas cinzas, representadas respectivamente pelas FIGURA 23, FIGURA 24 e FIGURA 25) nesse setor, ocasiona uma redução no consumo de energia consumida pelo Conjunto de Bombas 2, com um menor volume sendo bombeado, ao passo que há um acréscimo de vazão que se direciona aos Reservatórios C e D. Da mesma forma, duas opções são possíveis de serem feitas: a primeira mantém o consumo no Setor B, garantindo maior cobertura populacional, enquanto a segunda mantém a cobertura no setor e, com a redução no volume de água bombeado, pode-se aumentar a cobertura populacional no Setor A, ao mesmo tempo em que o incremento de vazão a jusante do setor permite o aumento na cobertura populacional dos Setores C e D.

FIGURA 23 - AÇÕES 1.3 E 1.4: REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NO SETOR B



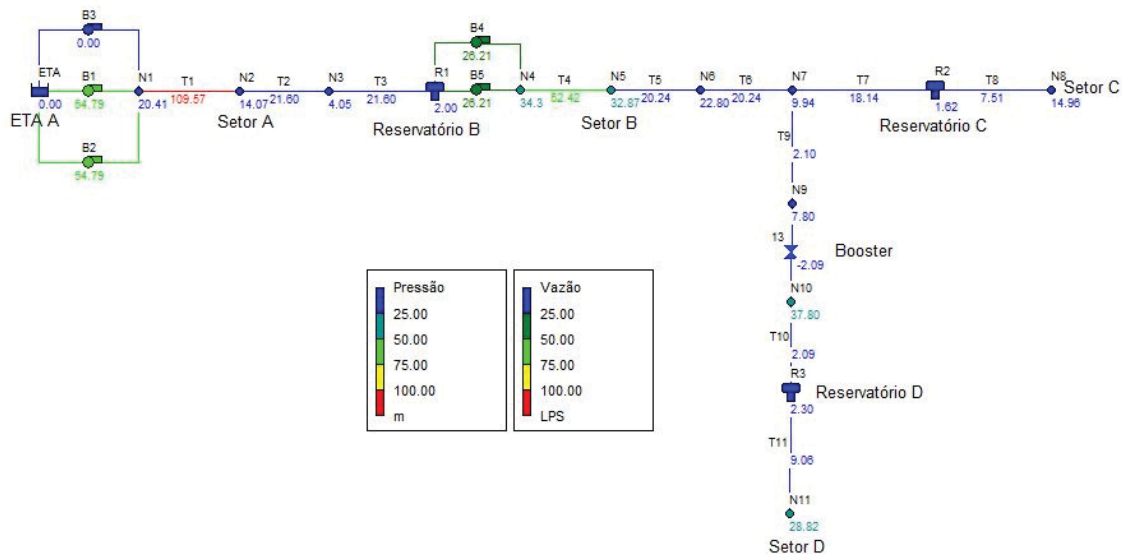
FONTE: O Autor (2021)

FIGURA 24 - AÇÕES 3.3 E 3.4: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR B



FONTE: O Autor (2021)

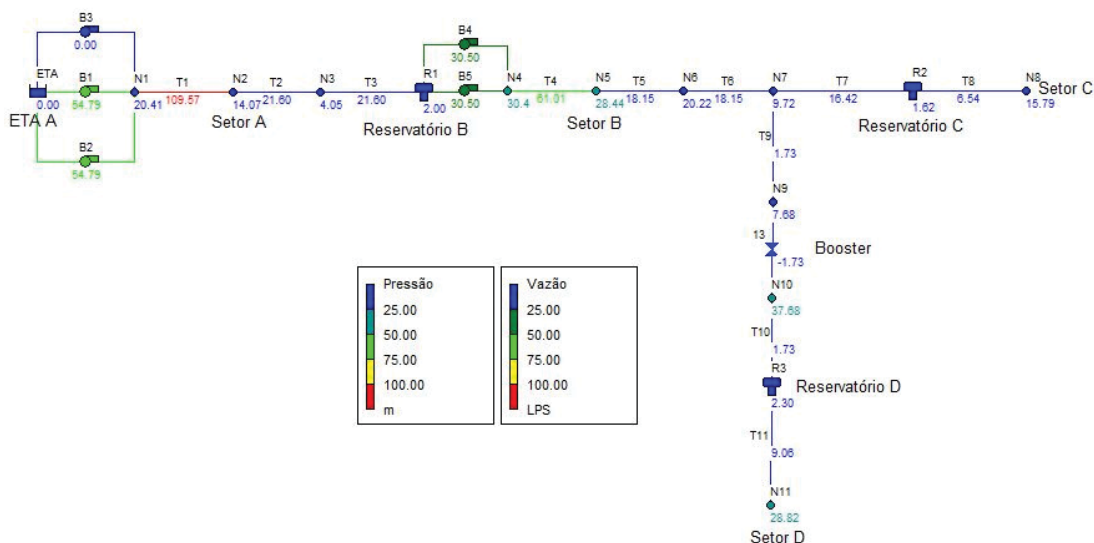
FIGURA 25 - AÇÕES 4.3 E 4.4: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR B



FONTE: O Autor (2021)

Quando aplicadas no Setor C, as medidas de conservação de água, seja uso racional (FIGURA 26), aproveitamento de água da chuva (FIGURA 27) ou utilização de águas cinzas (FIGURA 28) acarretam um menor consumo de água no setor em questão, reduzindo a vazão enviada para o setor. Sendo assim, é possível optar pela manutenção da vazão que chega ao setor, aumentando a cobertura populacional, ou então, com o volume economizado, pode-se aumentar a cobertura populacional do Setor B. Em ambos os casos não há diferença no consumo de energia e na vazão captada.

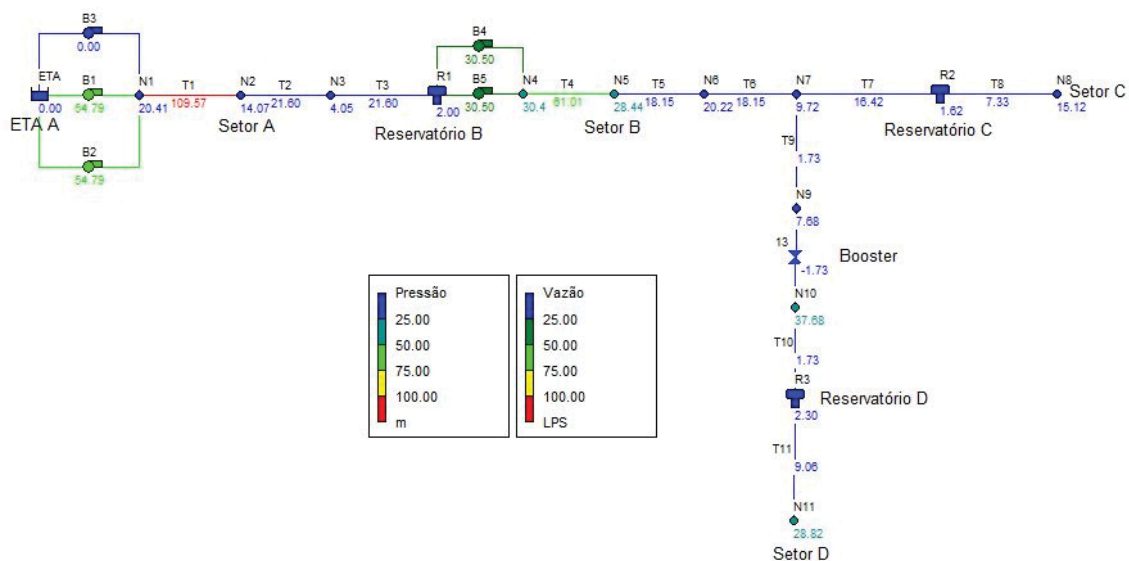
FIGURA 26 - AÇÕES 2.1 E 2.2: USO RACIONAL NO SETOR C



FONTE: O Autor (2021)

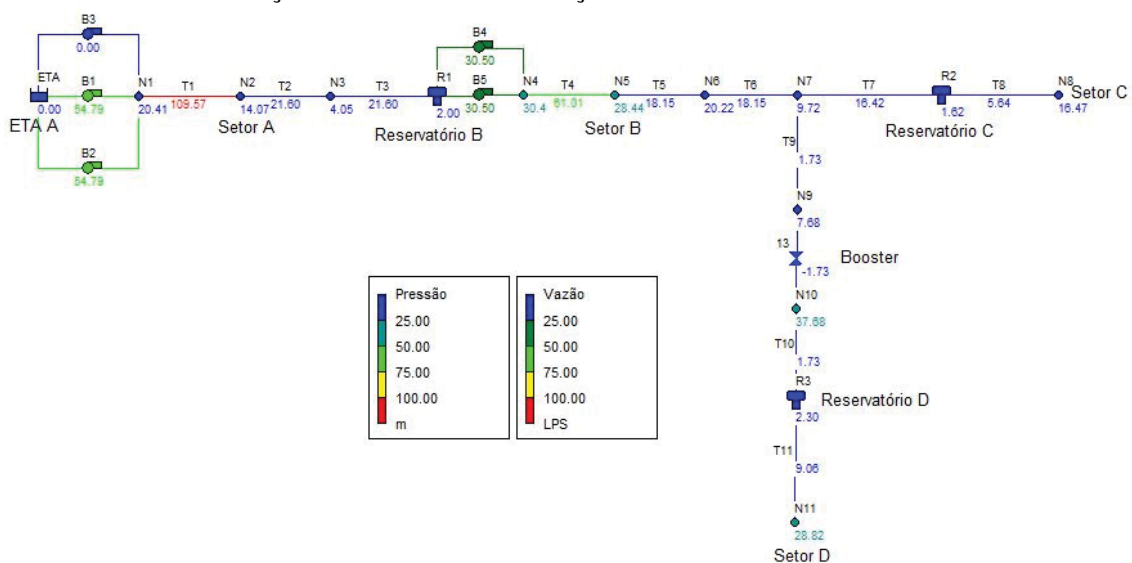


FIGURA 27 - AÇÕES 3.5 E 3.6: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR C



FONTE: O Autor (2021)

FIGURA 28 - AÇÕES 4.5 E 4.6: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR C

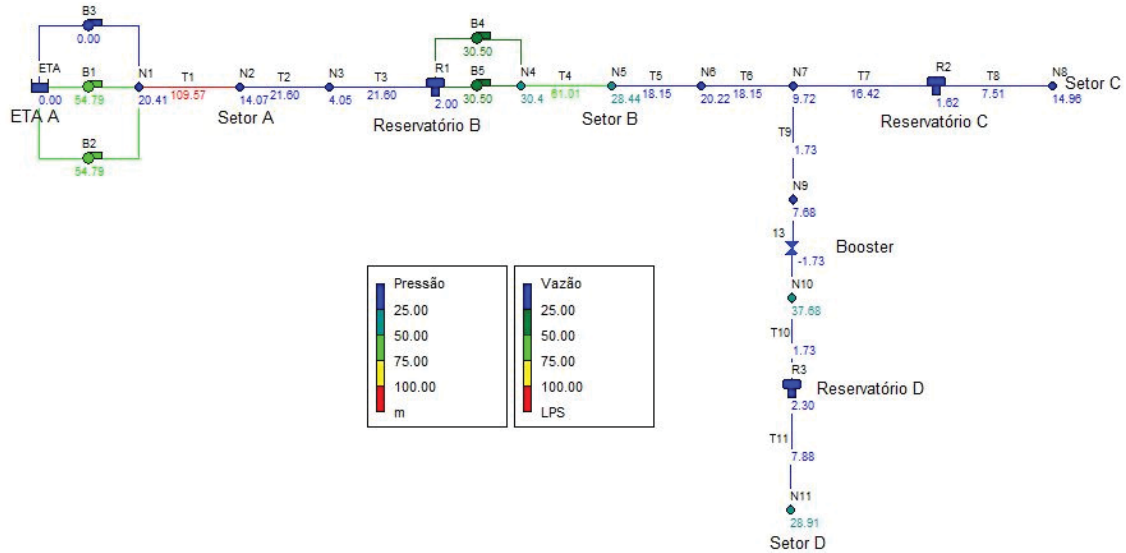


FONTE: O Autor (2021)

Da mesma forma acontece no Setor D. A diminuição no consumo de água no setor é causada pela aplicação de medidas de conservação. No caso, foram aplicadas o uso racional (FIGURA 29), aproveitamento de água da chuva (FIGURA 30) e utilização de águas cinzas (FIGURA 31). Portanto, deve-se optar em manter a vazão que chega ao setor, de forma a aumentar a cobertura populacional, ou com a redução do volume de água que atinge o Setor D é

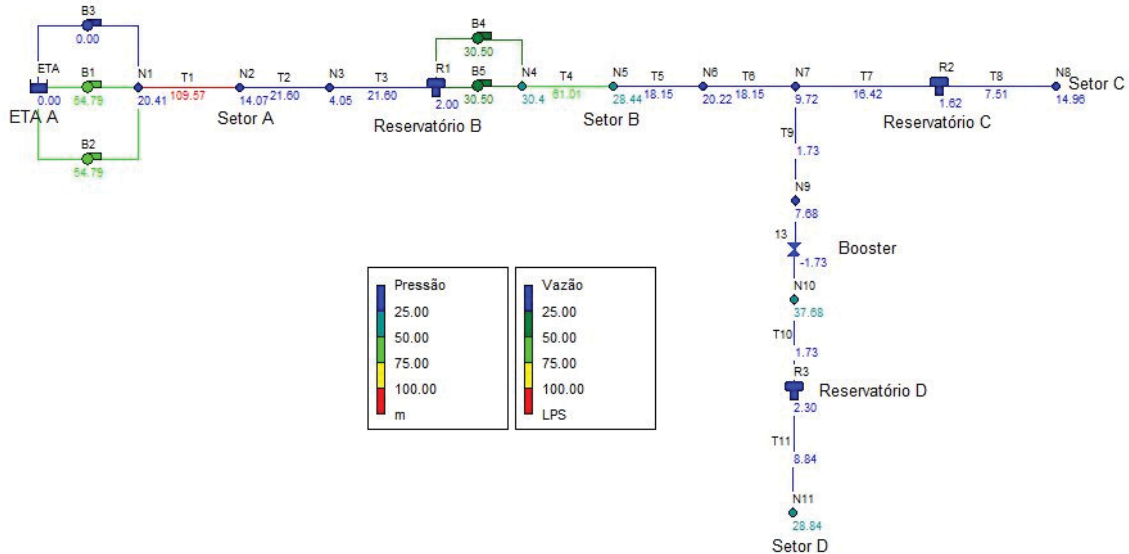
possível abastecer mais pessoas no Setor B, aumentando a cobertura populacional.

FIGURA 29 - AÇÕES 2.3 E 2.4: USO RACIONAL NO SETOR D



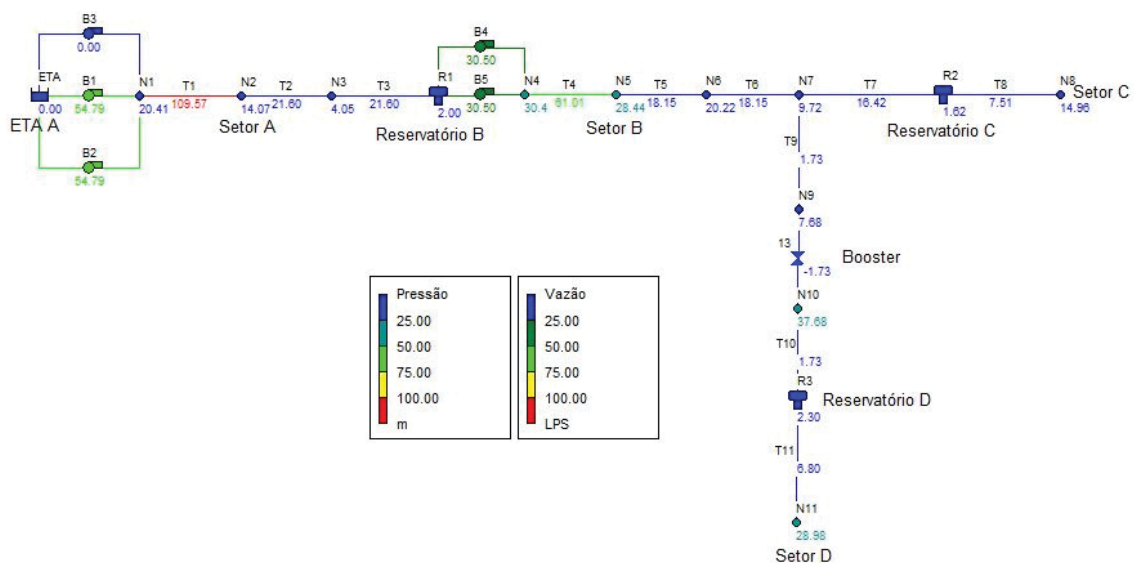
FONTE: O Autor (2021)

FIGURA 30 - AÇÕES 3.7 E 3.8: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO SETOR D



FONTE: O Autor (2021)

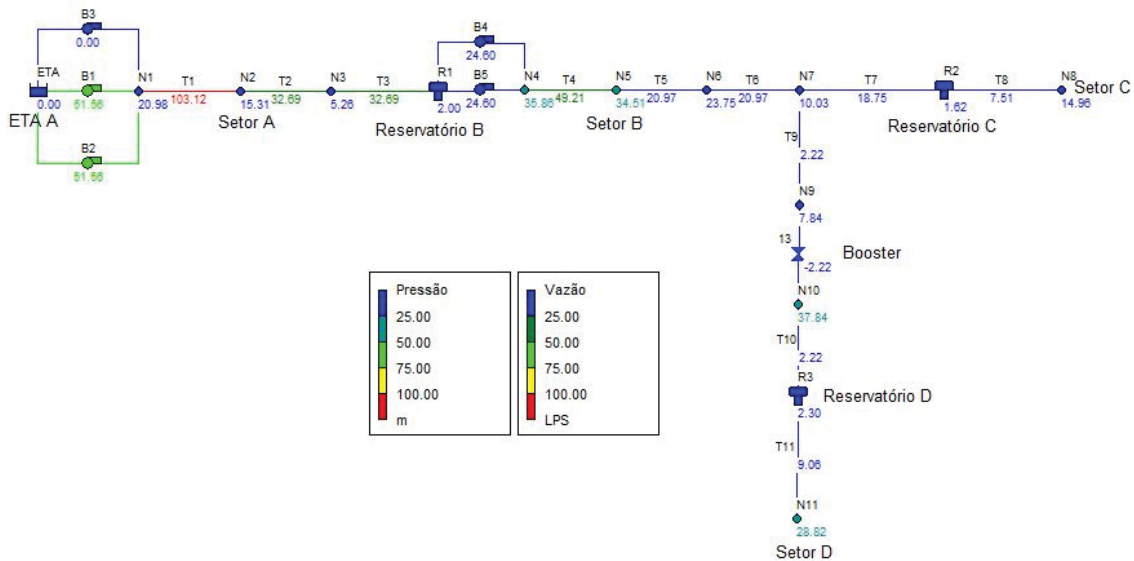
FIGURA 31 - AÇÕES 4.7 E 4.8: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO SETOR D



FONTE: O Autor (2021)

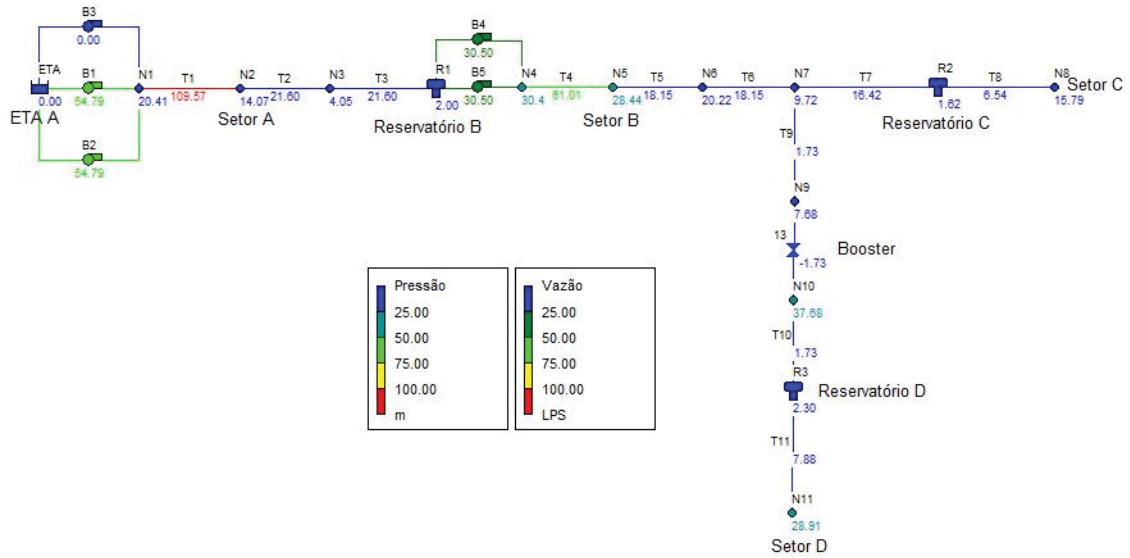
Por fim, simulou-se o SAA com a aplicação das medidas de conservação de água em todos os setores a que deveriam ser aplicadas. A redução do índice de perdas foi simulada nos setores A e B (FIGURA 32), o uso racional foi aplicada nos setores C e D (FIGURA 33) e o aproveitamento de água da chuva (FIGURA 34) e a utilização de águas cinzas (FIGURA 35) foram simulados em todos os setores.

FIGURA 32 - AÇÕES 1.5 E 1.6: REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NOS SETORES A E B



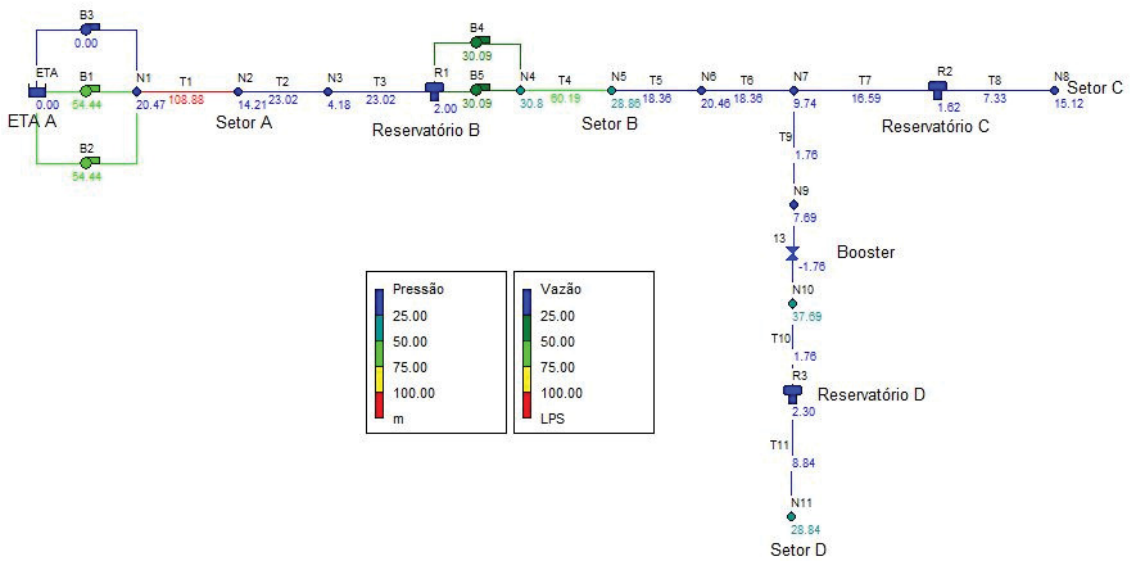
FONTE: O Autor (2021)

FIGURA 33 - AÇÕES 2.5 E 2.6: USO RACIONAL NOS SETORES C E D



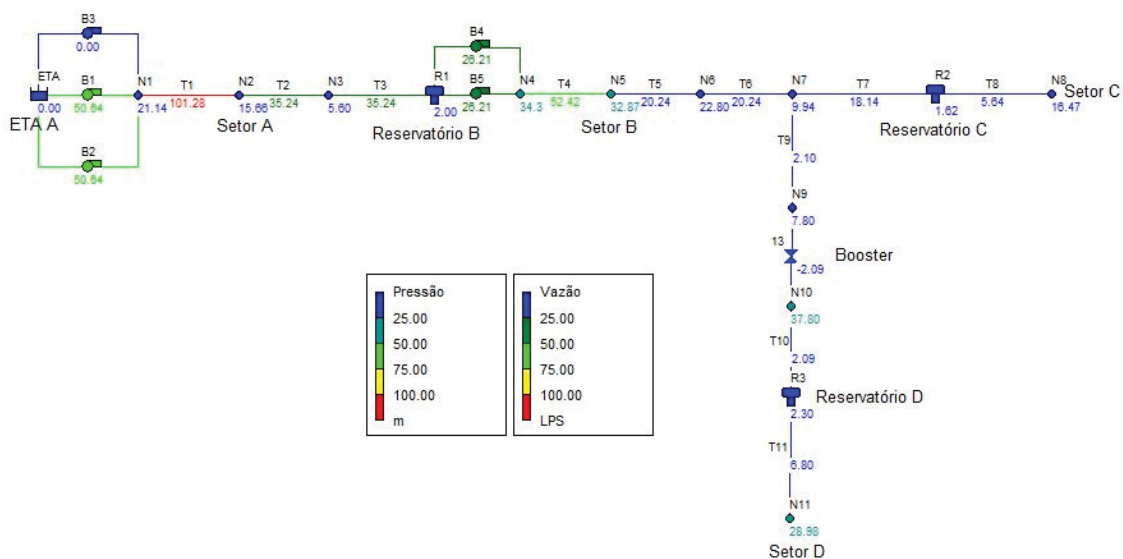
FONTE: O Autor (2021)

FIGURA 34 - AÇÕES 3.9 E 3.10: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NOS SETORES A, B, C E D



FONTE: O Autor (2021)

FIGURA 35 - AÇÕES 4.9 E 4.10: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NOS SETORES A, B, C E D



FONTE: O Autor (2021)

Sendo assim, a TABELA 40 apresenta um resumo dessas ações.

TABELA 40 - RESUMO DA APLICAÇÃO DAS AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Ação	Setor de aplicação	Ação específica	Objetivo	Setor influenciado	
0	Sem Ação	---	0.0	Parâmetro	---
1	Redução do Índice de Perdas	A	1.1	Aumentar a cobertura populacional no setor A	A
			1.2	Aumentar a cobertura populacional no setor B	B
		B	1.3	Aumentar a cobertura populacional no setor B	B
			1.4	Aumentar a cobertura populacional nos setores A, C e D	A C D
		A e B	1.5	Aumentar a cobertura populacional nos setores A e B	A, B, C e D
			1.6	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D
2	C	2.1	Aumentar a cobertura populacional no setor C	C	
		2.2	Aumentar a cobertura populacional no setor B	B	
	D	2.3	Aumentar a cobertura populacional no setor D	D	
		2.4	Aumentar a cobertura populacional no setor B	B	
	C e D	2.5	Aumentar a cobertura populacional nos setores C e D	A, B, C e D	
		2.6	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D	
3	A	3.1	Aumentar a cobertura populacional no setor A	A	
		3.2	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D	
	B	3.3	Aumentar a cobertura populacional no	B	

			setor B			
			3.4	Aumentar a cobertura populacional nos setores A, C e D	A	
					C	
			C	3.5	Aumentar a cobertura populacional no setor C	C
				3.6	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D
			D	3.7	Aumentar a cobertura populacional no setor D	D
				3.8	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D
			Todos	3.9	Aumentar a cobertura populacional em todos os setores	A, B, C e D
				3.10	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D
		4	Utilização de águas cinzas	A	4.1	Aumentar a cobertura populacional no setor A
4.2	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia				A, B, C e D	
B	4.3			Aumentar a cobertura populacional no setor B	B	
	4.4			Aumentar a cobertura populacional nos setores A, C e D	A	
					C	
D						
C	4.5			Aumentar a cobertura populacional no setor C	C	
	4.6			Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D	
D	4.7			Aumentar a cobertura populacional no setor D	D	
	4.8			Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D	
Todos	4.9	Aumentar a cobertura populacional em todos os setores	A, B, C e D			
	4.10	Verificar o impacto na vazão captada e consumo de energia	A, B, C e D			

FONTE: O Autor (2021)

Nas TABELA 41, TABELA 42, TABELA 43 e TABELA 44 estão apresentados os resultados. Ressalta-se que a vazão captada e o consumo de energia são referentes a todo o sistema, enquanto a cobertura populacional é referente aos setores influenciados pela ação. Reforça-se ainda que o sistema foi simulado considerando duas opções para o *booster*. A representação da situação do sistema foi apresentada apenas com a opção da Válvula de Perda de Carga Fixa orientada no sentido contrário. Já os resultados estão apresentados com as duas opções de forma que seja possível comparar as alternativas escolhidas.



TABELA 42 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA: USO RACIONAL

Ação específica	Setor de Aplicação	booster como Válvula de Perda de Carga Fixa				booster como bomba associada a uma curva			
		Cobertura populacional (hab.)	Vazão captada (L/s)	Consumo de energia (kWh)	Consumo de energia (kWh)	Cobertura populacional (hab.)	Vazão captada (L/s)	Consumo de energia (kWh)	Consumo de energia (kWh)
0.0	---	39836	100,00%	112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%
2.1	C	Setor C		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%
		1498	114,89%						
2.2		Setor B		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%
		10441	102,26%						
2.3	D	Setor D		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%
		2227	114,89%						
2.4		Setor B		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%
		10491	102,75%						
2.5	C e D	Todos		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%
		40319	101,21%						
2.6		Todos		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%
		39836	100,00%						

FONTE: O Autor (2021)



TABELA 43 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA: APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Ação específica	Setor de Aplicação	booster como Válvula de Perda de Carga Fixa				booster como bomba associada a uma curva					
		Cobertura populacional (hab.)	Vazão captada (L/s)	Consumo de energia (kWh)	Consumo de energia (kWh)	Cobertura populacional (hab.)	Vazão captada (L/s)	Consumo de energia (kWh)	Consumo de energia (kWh)		
0.0	---	39836	100,00%	112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
3.1	A	Setor A		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
		27032	102,46%								
3.2		Setor B		112,15	99,37%	95,83	99,77%	112,15	99,37%	91,40	99,76%
		10557	103,39%								
3.3		Setor B		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
		10461	102,46%								
3.4	B	Setor A									
		26636	100,96%								
		Setor C		112,86	100,00%	95,95	99,89%	112,86	100,00%	91,40	99,76%
		1334	102,32%								
3.5	C	Setor D									
		1945	100,34%								
		Setor C		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
		1336	102,46%								
3.6	D	Setor B		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
		10254	100,43%								
		Setor D		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
		1986	102,46%								
3.7		Setor B		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
		10264	100,53%								
		Todos		112,86	100,00%	96,05	100,00%	112,86	100,00%	91,62	100,00%
		40815	102,46%								
3.8		Todos		112,15	99,37%	95,73	99,66%	112,15	99,37%	91,18	99,52%
		39836	100,00%								

FONTE: O Autor (2021)

TABELA 44 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA MEDIDA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA: UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS

Ação específica	Setor de Aplicação	booster como Válvula de Perda de Carga Fixa				booster como bomba associada a uma curva			
		Cobertura populacional (hab.)	Vazão captada (L/s)	Consumo de energia (kWh)	Cobertura populacional (hab.)	Vazão captada (L/s)	Consumo de energia (kWh)	Consumo de energia (kWh)	
0.0	---	39836	100,00%	96,05	100,00%	39836	100,00%	91,62	100,00%
4.1	A	Setor A		96,05	100,00%	Setor A		91,62	100,00%
		35144	133,20%			35144	133,20%		
4.2		Setor B		93,13	96,96%	Setor B		88,70	96,81%
		14538	142,39%			14538	142,39%		
4.3		Setor B		96,05	100,00%	Setor B		91,62	100,00%
		13600	133,20%			13600	133,20%		
4.4	B	Setor A		94,82	98,72%	Setor A		89,05	97,19%
		29816	113,01%			29816	113,01%		
		Setor C				Setor C			
		1702	130,50%			1760	134,94%		
		Setor D				Setor D			
4.5	C	2043	105,44%	96,05	100,00%	1972	101,76%	91,62	100,00%
		Setor C				Setor C			
		1737	133,20%			1737	133,20%		
4.6	D	Setor B		96,05	100,00%	Setor B		91,62	100,00%
		10803	105,81%			10803	105,81%		
		Setor D				Setor D			
4.7		2581	133,20%	96,05	100,00%	2581	133,20%	91,62	100,00%
		Setor B				Setor B			
4.8		10927	107,02%	96,05	100,00%	10927	107,02%	91,62	100,00%
		Todos				Todos			
4.9	Todos	53062	133,20%	96,05	100,00%	53062	133,20%	91,62	100,00%
		Todos				Todos			
4.10		39836	100,00%	91,90	95,68%	39836	100,00%	86,13	94,01%

FONTE: O Autor (2021)

No que diz respeito às duas distintas simulações realizadas para representar o *booster*, percebe-se que não houve grande diferença entre os resultados. No que diz respeito à vazão captada, esta manteve-se a mesma, independente da simulação utilizadas. Quanto ao consumo de energia, o *booster* representado como uma bomba associada a uma curva apresentou um gasto de energia ligeiramente menor que quando simulado com uma Válvula de Perda de Carga Fixa, representando 95,4% do valor desta. A representação do sistema, mesmo que não seja perfeita, apresentando coeficiente de correlação mais baixo e indicando que provavelmente se trata de uma limitação do programa, mas que pode ser aceita. Sendo assim, confirma-se poucas diferenças entre a validação feita pelo presente autor e por RAMINELLI (2019), indicando que ambas podem ser admitidas.

A partir das tabelas anteriores, é possível vislumbrar a amplitude dos indicadores por tipo de medida aplicada aos Setores A, B, C e D, conforme TABELA 45.

TABELA 45 - AMPLITUDE DOS INDICADORES POR TIPO DE AÇÃO DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA APLICADA AOS SETORES A, B, C E D

Ação de conservação de água	Indicadores		
	Cobertura Populacional (%)	Vazão Captada (L/s)	Consumo de energia (kWh)
<b>Ação 0: Sem Medida</b>	100	112,86	96,05
<b>Ação 1: Uso Racional - Redução do Índice de Perdas</b>	110,07 a 129,77	106,21 a 112,86	91,87 a 96,05
<b>Ação 2: Uso Racional - Edificações</b>	100,49 a 101,21	112,86	96,05
<b>Ação 3: Fontes Alternativas - Água da chuva</b>	100,08 a 102,46	112,15 a 112,86	95,73 a 96,05
<b>Ação 4: Fontes Alternativas - Água cinza</b>	101,09 a 133,20	104,32 a 112,86	91,90 a 96,05

FONTE: O Autor (2021)

Como observado na TABELA 45, percebe-se elevada amplitude nos valores dos indicadores das ações de conservação de água. Destaca-se que a menor amplitude observada foi na ação de conservação de água de uso racional nas edificações, que foi aplicada apenas nos Setores C e D. Esse fato deve-se à menor população presente nos setores, que conseqüentemente causa menor impacto no SAA. Além disso, demonstra a importância dos reservatórios, diminuindo a necessidade de bombeamento de água e,

consequentemente, reduzindo o consumo de energia, além do reservatório atuar regulando as vazões, diminuindo a necessidade de captação em momentos de pico de consumo. Ainda, percebe-se amplitude baixa também na ação de aproveitamento de água da chuva por conta de, juntamente com a ação de uso racional, serem aquelas que ocorre menor redução no consumo de água per capita, consequentemente causando menor impacto no sistema.

Com base no estudo apresentado e nos resultados obtidos, foi possível observar que a abordagem integrada entre o sistema e as edificações, assim como entre as ações de conservação de água, apresentaram resultados positivos para o sistema no que diz respeito à cobertura populacional, vazão captada e consumo de energia. Todas as ações apresentaram bom desempenho nos indicadores, no entanto, aquela que teve os melhores resultados foi a medida de utilização de águas cinzas. Esta medida foi seguida, na ordem, pela redução do índice de perdas, pelo aproveitamento de água da chuva e, por fim, pelo uso racional.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados observados, de que é possível impactar positivamente o SAA, no que diz respeito a cobertura populacional, vazão captada e consumo de energia, por meio da aplicação de medidas de conservação de água, conclui-se que tais medidas se mostram eficientes para o planejamento e gestão dos SAA, e podem servir como instrumento de auxílio às tomadas de decisões.

O Teste AQUA se mostrou uma ferramenta importante e confiável para compreensão dos hábitos de consumo dos usuários e de análise para implementação de medidas em um sistema de saneamento. Sua importância é destacada pela parametrização do uso da água, o que possibilita a aplicação de medidas de conservação de água de forma mais consciente e sabendo o impacto que ações como o uso racional e uso de fontes alternativas terão no consumo de água dos usuários. Já a confiabilidade é atestada pelo comparativo com diversos estudos já publicados. Contudo, ressalta-se a importância e a possibilidade de se melhorar ainda mais o teste. Algumas das possibilidades para melhoria do mesmo seriam a medição da vazão dos equipamentos de forma mais precisa, a determinação do consumo de água de aparelhos através da verificação exata do modelo com o fornecedor ou até a instalação de medidores em cada aparelho sanitário.

A partir da definição proposta por APA (2014), de que o consumo é definido como a soma entre o uso, perdas e desperdício, e da análise dos conceitos propostos no Teste AQUA, pode-se definir o desperdício como sendo igual à diferença entre o CMD e CMC. Ou seja, é o volume de água utilizado em excesso, que poderia ser reduzido sem alteração no conforto do indivíduo. No presente estudo, a média do CMD encontrada foi igual 146,4 L/hab.dia, enquanto a média do CMC foi de 127,4 L/hab.dia. Ou seja, o desperdício encontrado foi de 19 L/hab.dia ou 87,01%. A formulação do conceito pode ser importante para o desenvolvimento de mais estudos que se proponham a compreender o desperdício e desenvolver formas de reduzi-lo.

Ressalta-se que, quanto às medidas de conservação de água com uso de fontes alternativas, os resultados podem apresentar diferença dependendo da demanda para qual a água da chuva ou a água cinza será utilizada. O uso

nas bacias sanitárias foi feito considerando a utilização de águas cinzas, contudo, o mesmo pode ser feito com o aproveitamento da água da chuva. Sendo assim, é primordial que seja feito adequado estudo da oferta e da demanda das fontes alternativas para aplicação dessas medidas de conservação de água. Todavia, há de se ter precaução na sugestão de medidas de uso de água cinza nas edificações, dadas as questões de segurança sanitária a serem atendidas.

O escopo do trabalho não incluía a análise econômico-financeira da aplicação das medidas, mas percebe-se que a ação de conservação mais barata para ser aplicada é a do uso racional, por se tratar apenas de medidas de conscientização da população, sem a necessidade de intervenções estruturais mais custosas. Coincidentemente, esta é a ação que apresentou resultados menos atrativos quando comparada com as demais, indicando que, caso haja a necessidade de um grande impacto no sistema, também será necessário certo investimento. Outra opção seria uma campanha ainda maior de conscientização dos usuários de forma que estes estejam dispostos a reduzir ainda mais seu consumo de água. Conforme os dados extraídos do Teste AQUA, apenas 14% das pessoas estariam dispostas a reduzir seu consumo apenas por conscientização, enquanto 69% das pessoas indicaram que reduziriam seu consumo se houvesse uma diminuição no valor da tarifa. Sendo assim, é possível estudar estratégias para incentivo ao uso racional da água, envolvendo campanhas de conscientização, criação de faixas de consumo com tarifas maiores para usuários que consomem mais ou então descontos na tarifa para aqueles que apresentarem consumo reduzido.

É importante destacar também que um possível motivo para o resultado da ação de uso racional ser o menos efetivo se deve ao fato de a população estudada estar inserida numa região que enfrenta problemas de escassez hídrica durante o estudo. A região metropolitana de Curitiba vem sofrendo com a falta de água desde o primeiro semestre de 2020, com a população sendo incentivada a reduzir seus hábitos de consumo, além de conviver com racionamento de água e rodízio em diversas épocas do ano. Sendo assim, é possível que o consumo da população já seja igual ou muito próximo ao consumo mínimo de conforto.

Quanto às medidas de conservação de água de aproveitamento de água da chuva e utilização de águas cinzas, o investimento para aplicação é de responsabilidade do usuário. Percebe-se, a partir dos resultados do Teste AQUA, que pouquíssimas pessoas possuem sistemas de fontes alternativas de água, contudo, 88% das pessoas se mostraram favoráveis a ideia caso houvesse uma redução na tarifa. Dentre as pessoas que responderam que não instalariam, destacam-se as justificativas de falta de espaço e custo do sistema. Sendo assim, caso a companhia de saneamento possua interesse em que essa medida seja aplicada, esta pode considerar a ideia de incentivar a instalação da tecnologia, inclusive com aporte financeiro ou desconto na tarifa. Contudo, é importante frisar que se deve realizar uma grande campanha de conscientização para que as pessoas compreendam melhor sobre o sistema, visto que demonstraram certo desconhecimento de alguns termos e temas e dificuldade de responder algumas perguntas, realidade essa demonstrada pelo reduzido tempo de retorno exigido para a instalação do sistema.

Por fim, a redução do índice de perdas nas redes do SAA surge como a segunda mais eficiente dentre as estudadas. Considerando um cenário ainda mais otimista, com uma redução ainda maior no índice de perdas, esta medida apresenta grande potencial de apresentar resultados positivos, tanto no quesito ambiental, social, mas também na parte financeira para a empresa, que poderá ter seus custos reduzidos, podendo diminuir a tarifa e, conseqüentemente, podendo disputar concessões e licitações com maior competitividade.

Analisando o estudo de caso em questão e o plano diretor do SAIC, observa-se que para o ano do horizonte de projeto (2035), a oferta de água será capaz de suprir a demanda. Contudo, esta oferta em questão é considerando o uso de novos mananciais, sendo assim, a aplicação das ações de conservação poderá possibilitar um atraso na utilização destes mananciais. Além disso, não se retira a importância da aplicação das medidas de conservação de água, visto que a cobertura populacional não é o único indicador avaliado. A redução no consumo de energia fornece benefícios ambientais e financeiros, enquanto a redução na vazão captada também fornece ganhos ambientais, além de estender o tempo sem a necessidade de uma ampliação do sistema. Além disso, como o Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Curitiba é integrado, a água economizada no

sistema estudado pode ser destinada a outros locais que porventura apresentem falta de água. Por fim, a redução no consumo gerada pelas ações de conservação de água pode ser importante para o sistema resistir a secas mais severas como a de 2020, evitando a necessidade de racionamento de água.

Quanto às simulações do sistema realizadas no EPANET, destaca-se que foram realizadas conforme indicações do manual do fabricante, além de ter sido feita a validação do modelo buscando atingir o coeficiente de correlação maior possível. Contudo, por se tratar de uma simulação da realidade, a mesma não retrata os resultados com completa precisão. As simulações apresentam limitações, em especial devido ao programa simular diversos eventos em regime permanente com a curva da bomba fixa, enquanto o *booster* real permite fácil regulagem de pressão e vazão conforme a situação e necessidade. Além disso, o programa foi simulado considerando um coeficiente médio de dia de maior consumo, ao passo que o consumo de água no sistema não é constante em todos os dias. De toda forma, trata-se de um programa confiável, assim como as simulações realizadas, credibilizando os resultados obtidos.

Finalmente, a partir da observação dos resultados positivos obtidos no sistema por conta da aplicação das medidas de conservação de água, assim como dos objetivos previstos na lei, considera-se possível que essas medidas sejam incentivadas, tanto para as companhias de saneamento, como para os usuários, podendo, inclusive, integrar os planos de saneamento básico. Nos objetivos previstos na lei destaca-se o Novo Marco Legal do Saneamento, instituído pela Lei nº 14.026 (BRASIL, 2020) que, dentre outras determinações, define que as companhias devem apresentar metas e cronograma de universalização na prestação dos serviços, podendo ter a concessão caducada caso não sejam cumpridos. Além disso, a lei estabelece também que as companhias devem incluir metas de expansão de serviços, redução do índice de perdas, uso racional da água e de energia.



## REFERÊNCIAS

ABES. Consumo de água. In.: GONÇALVES, Ricardo Franci (Org.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Cap. 2, p. 36-98. 2009.

ADDO, I. B., THOMS, M. C., & PARSON, M. **Household water use and conservation behavior: A meta-analysis**. *Water Resources Research*, v. 54, 2018.

AEGEA. **Dia Mundial da Água**: Investir na diminuição de perdas é garantir ganhos que vão além do fornecimento de água para população. 2021. Disponível em: <<https://www.aegea.com.br/2021/03/22/dia-mundial-da-agua-investir-na-diminuicao-de-perdas-e-garantir-ganhos-que-vao-alem-do-fornecimento-de-agua-para-populacao/>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS DO PARANÁ (AEN). Curitiba, 2020. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Estudo da ANA aponta perspectiva de aumento do uso de água no Brasil até 2030**. 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: 18 jun. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas – PRODES**. 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/www/prodes/>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA). **Programa Nacional Para o Uso Eficiente da Água**. Governo de Portugal. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. 2012.

ÁGUAS DE MANAUS. **Ações para combater o desperdício na capital já regularizaram mais de 11 mil ligações de água em 2019**. 2019. Disponível em: <<https://www.aguasdemanaus.com.br/acoes-para-combater-o-desperdicio-na-capital-ja-regularizaram-mais-de-11-mil-ligacoes-de-agua-em-2019/>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

AL-GHEETHI, A. A. et al. **Reduction of microbial risk associated with greywater by disinfection processes for irrigation**. *Journal Water Health*, v. 14, n. 3, 2016.

ALI, J.; NIZAMI, A.; HEBINCK, P. **Mismanagement of Irrigation Water and Ladslips In Yourjogh, Pakistan**. *Mountains Research and Development*, v. 37, n. 2, p. 170-178, 2017.

ALIANÇA PARA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (ALLIANCE). **Água e Energia: Aproveitando as oportunidades deeficientização de água e**

**energia nãoexploradas nos sistemas deágua municipais.** Washington: Alliance, 2002.

ALLIANCE FOR WATER EFFICIENCY (ALLIANCE). **Home Water Works Calculator.** Chicago, 2011. Disponível em: <<https://www.home-water-works.org/calculator>>. Acesso em: 20 set. 2020.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNÁNDEZ, M. F. **Manual de Hidráulica.** 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

BAIN, R. et al. **Global assessment of exposure to faecalcontaminationthrough drinking water based on a systematic review.** Tropical Medicine & International Health, v. 19, n. 8, p. 917-927, 2014.

BARRETO, D. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água.** Ambiente Construído, v. 8, n. 2, p. 23-40, 2008.

BARROS FILHO et al. **Intelligent system for control of water distribution networks.** Water Science & Technology: Water Supply, v. 18, n. 4, p. 1270-1281, 2018.

BASHAR, M. Z. I.; KARIM, M. R.; IMTEAZ, M. A. **Reliability and economic analysis of urban rainwater harvesting: A comparative study within six major cities of Bangladesh.** Resources, Conservation & Recycling, v. 133, p. 146-154, 2018.

BASINGER, M.; MONTALTO, F.; LALL, U. **A rainwater harvesting system reliability model based on nonparametric stochastic rainfall generator.** Journal of Hidrology, v. 392, n. 3-4, p. 105-118, 2010.

BATHROOM MANUFACTURERS ASSOCIATION (BMA). **The Water Calculator.** Newcastle, 2018. Disponível em: <<http://www.thewatercalculator.org.uk>>. Acesso em: 20 set. 2020.

BEAL, C. D; STEWART, R. A.; FIELDING, K. **A novel mixed method smart metering approach to reconciling differences between perceived and actual residential end use water consumption.** Journal of Cleaner Production, v. 60, 2013.

BELLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005.

BERTOLAZZI, L.; CUSTÓDIO, D. A. **Análise econômica de soluções para reduzir o consumo de água potável – estudo de caso de uma residência em Joinville-SC.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 9, p. 186-206, 2020.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o

art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.** Brasília, DF. 8 jan, 1997.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica.** 6. ed. Brasília, 2005.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.** Brasília, DF. 5 jan, 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. **Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.** Brasília, DF. 21 jun, 2010.

BRASIL. Plano nacional de saneamento básico – Plansab. **Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.** Brasília, DF. 2013

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. **Secretaria Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos.** Brasília, DF. 15 jul, 2020.

BUSGANG, A. et al. **Quantitative Microbial Risk Analysis for Various Bacterial Exposure Scenarios Involving Greywater Reuse for Irrigation.** Water, v. 10, n. 4, 2018.

CARBONI, L. S.; COAN, B. P.; BACK, A. J. **Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria de embalagens plásticas.** Artigo – Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), 2016.

CARDOSO, R. N. C.; BLANCO, C. J. C.; DUARTE, J. M. **Technical and financial feasibility of rainwater harvesting systems in public buildings in Amazon, Brazil.** Journal of Cleaner Production, v. 260, 2020.

CARNEIRO, G. L.; CHAVES, J. F. C. Estudo piloto para estabelecimento da vazão de conforto para consumo residencial de água na cidade de Ponta Grossa. In: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 4., 2008, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Ponta Grossa, 2008.

CHELAN COUNTY PUBLIC UTILITY DISTRICT (CHELAN PUD). **Water Use Calculator.** Wenatchee, 2017. Disponível em: <<https://www.chelanpud.org/conservationhome/water-conservation/water-use-calculator>>. Acesso em: 20 set. 2020.

COHIM, E; et al. **Consumo de água em residências de baixa renda – estudo de caso.** 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES. Pernambuco, 2009.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Sabesp mostra o que fazer para reduzir o consumo de água em casa.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaoid=65&id=6110>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Programa de Uso Racional da Água: avanços na área sanitária e alcance nacional.** São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaoid=65&id=7765>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Simulador de consumo de água.** [2020]. Disponível em: <<http://simuladordeconsumo.sabesp.com.br/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR). **Plano Diretor SAIC: Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana.** Curitiba: Sanepar, 2013.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR). **Economia.** [2020a]. Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br/informacoes/economia>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR). **Programas e Projetos.** 2020b. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/a-sanepar/programas-e-projetos>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

CREACO, E.; WALSKI, T. **Economic Analysis of Pressure Control for Leakage and Pipe Burst Reduction.** Journal of Water Resources Planning and Management, v. 143, n.12, 2017.

CUNHA, K. F. **Caracterização e monitoramento do consumo de água em habitações de interesse social**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

CURITIBA. Lei nº 10.785, de 18 de setembro de 2003. Cria no município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Águas nas Edificações - PURAE. **Diário Oficial do Município de Curitiba**, Curitiba, 23 set. 2003, p.4.

CURITIBA. Decreto nº 293, de 22 de março de 2006. Regulamenta a Lei Nº 10.785 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Curitiba**, Curitiba, 28mar. 2006, p.6.

CUSTÓDIO, D. A.; GHISI, E. **Assessing the potential for potable water savings in the residential sector of a city: A case study of Joinville city**. Journal Water, v. 11, n. 10. p. 2074. 2019.

DEBOITA, M.; BACK, N. **Consumo de água em bacias sanitárias com a utilização de descarga de duplo acionamento: estudo de viabilidade econômica**. 15 f. Trabalho de Graduação (Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.

DEMARCO, P. O.; SÁ, J. S.; FABIÃO, B. R. P. Estimativa do volume de água consumido em bacias sanitárias em uma instituição de ensino. In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 11., 2018, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2018.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Manual para aplicação do RTQ-C: Comercial, de serviço e público**. V. 4, 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**: ano base 2019. Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2020.

ESREY, S. A. et al. **Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma**. Boletim da Organização Mundial da Saúde, v. 59, n. 5, p. 609-621, 1991.

FAN, L. et al. **Public Perception of Water Consumption and Its Effects on Water Conservation Behavior**. Water, v. 6, 2014.

FARIAS, P. A. S. S. **Desenvolvimento de Indicador de Desempenho Hidroenergético em Redes de Distribuição de Água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2017.

FRANÇA, A. M. **Análise da viabilidade econômica para o aproveitamento de água de chuva em uma residência na cidade de Goiânia.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FREEMAN, M. C. et al. Systematic review: Hygiene and health: systematic review of handwashing practices worldwide and update of health effects. **Tropical Medicine & International Health**, v. 19, n. 8, p. 906-916, 2014.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Termo de referência para elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico.** Ministério da Saúde. Brasília, 2018.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). **Progresso n household drinking water, sanitation and hygiene.2000-2017. Special focus on inequalities.** Nova Iorque, 2019.

GANDRA, J. M. F. V. et al. **Impacto do saneamento básico na educação brasileira: Perspectivas de políticas públicas no setor.** Revista Espacios, v. 37, n. 34, p. 21, 2016.

GARCIA-CUERVA, L.; BERGLUND, E. Z.; BINDER, A. R. **Public perceptions of water shortages, conservation behaviors, and support for water reuse in the U.S.** Resources, Conservation and Recycling, v. 113, 2016.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. **Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil.** Building and Environment, v. 42, p. 2512-2522, 2007.

GHOLSON, D. M. et al. **A Survey of Public Perceptions and Attitudes about Water Availability Following Exceptional Drought in Texas.** Journal of Contemporary Water Research & Education, v. 166, 2019.

GOMES, H. P. **Eficiência hidráulica e energética em saneamento: análise econômica de projetos.** Rio de Janeiro: ABES, 2005.

GÓMEZ, Y. D.; TEIXEIRA, L. G. **Residential Rainwater harvesting: Effects of incentive policies and water consumption over economic feasibility.** Resources, Conservation and Recycling, v. 127, p. 56-67, 2017.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações.** Vitória: Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB), 2006.

GRACE COMMUNICATIONS FOUNDATION. **Water Calculator.** Nova Iorque, 2017. Disponível em: <<https://www.watercalculator.org/wfc2/q/household/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

GUINDANI, A. M. **Estudo de viabilidade econômica da implantação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais**



**em edificação residencial em Estrela-RS.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016.

HARDIE, A. G. et al. **Impact of powdered and liquid laundry detergent greywater on soil degradation.** Journal of Hydrology, v. 595, 2021.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano.** 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais.** Saneamento - 2017. Brasília, DF. 19 set, 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL; GO ASSOCIADOS. **Perdas de água 2018 (SNIS 2016):** desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. São Paulo, 2018. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

JAHNE, M. A. et al. **Simulation of enteric pathogen concentrations in locally-collected greywater and wastewater for microbial risk assessments.** Microbial Risk Analysis, v. 5, p. 44-52, 2017.

KILIÇ, Z. **The importance of water and conscious use of water.** International Journal of Hydrology, v. 4, n. 5, 2020.

LEONG, J. Y. C. et al. **Prospects of hybrid rainwater-greywater decentralized system for water recycling and reuse: A review.** Journal of Cleaner Production, v. 142, p. 3014-3027, 2017.

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português.** Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LIMA, B. L.; ANDRADE, L. M. S.; HOLLANDA, P. P. T. M. **Padrões de uso e ocupação da bacia hidrográfica do Paranoá e seus impactos para o ciclo da água no meio urbano.** Encontro Latinoamericano de Edificações e Comunidades Sustentáveis. Curitiba, 2013.

LIYANAGE, S. I. H.; VISHWANATHAN, V. **Water Conservation Through Voluntary Responsible Behaviour at Botho University in Botswana.** American Journal of Applied Psychology, v. 9, n. 2, p. 34-41, 2020.

MAGGIONI, E. **Water demand management in times of drought: What matters for water conservation.** Water Resources Research, v. 51, n. 1, 2014.

MARANDU, E. E.; MOETI, N.; JOSEPH, H. **Predicting Residential Water Conservation Using the Theory of Reasoned Action.** J Communication, v. 1, n. 2, p. 87-100, 2010.

MARCHETTO, M.; LEAL, B. L. **Rational Water Use: A Case Study of Gray Water in Brazil.** International Journal of Waste Resources, v. 6, n. 1, p. 198. 2016.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. **Environmental performance of hybrid rainwater-greywater systems in residential buildings.** Resources, Conservation & Recycling, v. 144, p. 100-114, 2019.

MARSALEK, J. et al. **Urban water cycle processes and interactions.** Documento Técnico de Hidrologia do International Hydrological Programme (IHP)n°. 78. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2006.

MASSA, K. H. C.; FILHO, A. D. P. C. **Basic sanitation and self-reported health in Brazilian capitals: a multilevel analysis.** Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 23, 2020.

MELBOURNE CITY COUNCIL. **Household Water Use Calculator.** Melbourne, 2003. Disponível em: <<https://www.melbourne.vic.gov.au/sitecollectiondocuments/water-use-household-calculator.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2020.

MENEGAT, R. et al. **Atlas Ambiental de Porto Alegre.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998.

MIELI, J. C. A. **Reúso de água domiciliar.** 143p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense (UFF). Niterói, 2001.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA.** 2015. Disponível em: <<http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/programa-nacional-combate-ao-desperdicio-agua-pncda>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil.** Edição: jan. 2017. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2017.

MORAES, J. F. S.; NUNES, L. G. C. F.; SILVA, S. R. **Study of perceptions and evaluations of water consumption in public schools of Recife.** Holos Environment, v. 19, n. 1, 2019.

OCHOA, C. **Qual é o tamanho da amostra que eu preciso?** Netquest, 2013. Disponível em: <<https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/qual-e-o-tamanho-de-amostra-que-preciso>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

OCIEPA, E.; MROWIEC, M., & DESKA, I. **Analysis of water losses and assessment of initiatives aimed at their reduction in selected water supply systems.** Journal Water, v. 11, n.5, p.1037. 2019



OLIVEIRA, T. M. V. **Amostragem não probabilística: adequação de situações para uso e limitações de amostras por conveniência, julgamento e cotas.** Administração On Line: Prática, Pesquisa, Ensino, v. 2, n. 3. 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Resolução 70/1. 2015. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **The Right to Water.** Human Rights. Fact Sheet N.º 35, 2010.

PACIFIC INSTITUTE. **WECalc: Your Home Water-Energy-Climate Calculator.** Oakland, 2010. Disponível em: <<http://www.wecalc.org/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

PEÑA-GUZMÁN, C. A. et al. **Urban water cycle simulation/management models: a review.** Journal Water, v. 9, n. 4, p. 285, 2017.

PRADHAN, S.; AL-GHAMDI, S. G.; MACKEY, H. R. **Greywater recycling in buildings using living walls and green roofs: A review of the applicability and challenges.** Science of The Total Environment, v. 652, p. 330-344, 2019.

PROENÇA, L. C. **Usos finais de água potável em edifícios de escritórios localizados em Florianópolis.** Relatório Acadêmico (Iniciação Científica) – Departamento de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Resultados PROCEL 2021: Ano-base 2020.** 2021. Disponível em: <<https://www.procelinfo.com.br/>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

RAMINELLI, L. K. **Hierarquização de ações de eficiência hidroenergética em sistemas de abastecimento de água.** Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – DTA - Documento Técnico de apoio nº E1. Brasília, 1998.

ROSHAN, A.; KUMAR, M. **Water end-use estimation can support the urban water crisis management: A critical review.** Journal of Environmental Management, v. 268, 2020.

RUSSOMANNO, M.; CARLOS, E. **O que muda com o novo marco do saneamento.** Tiago Reis – YouTube. 7 jul. 2020. Entrevista por vídeo para Tiago Reis.

SANEINFRA. **Estação pressurizadora de água**. Valinhos, 2021. Disponível em: <<https://www.planetasaneamento.com.br/estacao-pressurizadora-agua>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SANTOS, D. C. dos. Saneamento para a gestão integrada das águas urbanas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 1 ed.

SCHROEDER, A. K. **Estudo comparativo de viabilidade econômica do aproveitamento de água pluvial e reúso de água cinza em uma residência**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. **Urban water demand management: Prospects and challenges for the developing countries**. Water and Environment Journal, v. 23, n. 3, p. 210–218, 2009.

SILVA, G. K. et al. **Análise de projeções das mudanças climáticas sobre precipitação e temperatura nas regiões hidrográficas brasileiras para o século XXI**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, p. 1-17, 19 jun. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, 2020.

SMART APPROVED WATERMARK (SMART WATERMARK). **Home Water Calculator**. Sidney, 2020. Disponível em: <<https://www.smartwatermark.org/watercalculator/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

SOBRAL, A. et al. Definições Básicas: Dado, Indicador e Índice. In: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Saúde Ambiental: guia básico para construção de indicadores**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. p. 25-128.

SOUTHWEST FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT (SWFWMD). **Water Use Calculator**. Brooksville, 2018. Disponível em: <<https://www.swfwmd.state.fl.us/conservation/water-use-calculator>>. Acesso em: 20 set. 2020.

SOUZA, L. O.; ARAUJO, T. O. D. **Estudo de Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis na instituição Lar Infantil Sol Amigo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SÓLIS, E. T. **Água: não ao desperdício, não à escassez**. CWWA – Associação Caribenha de Água e Águas Residuais; AIDIS – Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental; CEPAL – Comissão Econômica para América Latina e Caribe; OEA – Organização dos Estados

Americanos; OPAS/OMS – Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde; PNUMA/ORPALC – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Escritório Regional para a América Latina e Caribe. Lima: OPAS/CEPIS, 2002.

TECNOCONTROL. **Pressurizadores de rede de água tipo booster**. Blumenau, 2021. Disponível em: <<http://www.tecnocontrol.com.br/produtos/sistema-de-pressurizacao-tipo-booster/pressurizadores-de-rede-de-agua-tipo-booster/>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

THORNTON, J.; STURM, R.; KUNEL, G. **Water Loss Control**. 2. ed. Mc Graw Hill, 2008.

TROW, S.; FARLEY, M. **Developing a strategy for leakage management in water distribution systems**. Water supply, v. 4, n. 3, p. 149-168, 2004.

TSUTIYA, M. T. **Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**. ABES, 1ª Ed., São Paulo, 2001. 185p.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2015.

U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Epanet 2.0: Manual do Usuário**. Tradução de: Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento (LENHS), Universidade Federal da Paraíba, 2009. Título original: Epanet 2 User's Manual, 2000.

VILANOVA, M. R. N.; MAGALHÃES FILHO, P.; BALESTIERI, J. A. P. **Performance measurement and indicators for water supply management: review and international cases**. Renewable & sustainable Energy Reviews. Oxford: Pergamon-elsevier Science Ltd, v. 43, p. 1-12, 2015

WATER CONSERVATION ALLIANCE OF SOUTHERN ARIZONA (WATERCASA). **Residential GraywaterReuse: The Good, The Bad, The Healthy**. 2001. Disponível em: <<http://watercasa.org/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/thereportv2.11.pdf>>. Acesso: em 25 jun. 2020.

WILLIS, R. M. et al. **End use water consumption in households: impact of socio-demographic factors and efficient devices**. Journal of Cleaner Production, v. 60, p. 107-115, 2013.

## APÊNDICE 1 – TESTE AQUA

TESTE AQUA	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO USO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES	Pág. 1																																																																																																			
<b>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL - UFPR</b>																																																																																																					
Consta de um teste para avaliar a percepção do entrevistado quanto ao uso e conservação da água. Busca-se medir e estimar diversas variáveis no intuito de verificar as práticas de uso da água nas edificações.	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div> <p>Para enviar o documento e/ou sanar eventuais dúvidas de preenchimento:            Contato - (DDD) XXXXX-XXXX            contato@email.com</p> </div> </div>																																																																																																				
OBS: Para evitar desperdícios, aproveite a água utilizada no teste (ETAPA 4 E ETAPA 6) para regar as plantas, lavar a louça ou para outra finalidade que encontrar.																																																																																																					
<b>ETAPA 1: CARACTERIZAÇÃO</b>																																																																																																					
Profissão:		Sexo:																																																																																																			
Cidade:	Estado:	Idade:																																																																																																			
<b>Tipo de edificação:</b>																																																																																																					
<input type="checkbox"/> casa	<input type="checkbox"/> apartamento	Sistema de Medição de Água																																																																																																			
	No caso de morar em apartamento, por favor entre em contato conosco para saber como proceder na ETAPA 2	<input type="checkbox"/> Coletiva																																																																																																			
		<input type="checkbox"/> Individualizada																																																																																																			
Número de moradores na edificação:	Total	Adultos																																																																																																			
		Crianças (até 12 anos)																																																																																																			
<b>ETAPA 2: CONSUMO PER CAPITA MÉDIO DIÁRIO MEDIDO (CMD)</b>																																																																																																					
Sua edificação recebe o benefício da tarifa social?		<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO																																																																																																			
<p>Para esta etapa, gostaríamos de solicitar que nos enviasse uma foto de sua conta de água mais recente. Caso não se sinta a vontade para enviar, solicitamos que preencha o quadro abaixo de acordo com o "CONSUMO" e o "HISTÓRICO DE CONSUMO" (Informados em sua tarifa e localizados nos itens 19 e 14 da representação ao lado).</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">Endereço: Rua Engenheiros Rebouças nº 1376            CEP 80.215-900 Curitiba - PR            CNPJ/MF 26.484.013/0001-45            Inscrição Estadual 101.80080-64            Internet : www.sanepar.com.br</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">1</p> <p>NOME DO CLIENTE _____ MATRÍCULA _____</p> <p>ENDEREÇO _____ NÚMERO _____ Nº LADO - Nº FRENTE _____</p> <p>CEP _____ LOCAL _____</p> <p>ROTEIRO DE LEITURA _____ HIDRÔMETRO _____ CAT - RES - COM - IND - UTP - POP _____</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA</th> <th>Turbidez</th> <th>Cor</th> <th>Cloro</th> <th>Floresc.</th> <th>Col. Totais</th> <th>Col. Term.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº Mínimo de Amostras Exigidas</td> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Observação no verso</td> </tr> <tr> <td>Nº Amostras Realizadas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº Amostras que Atenderam à Legislação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Conclusão _____</p> <p>HISTÓRICO DE PAGAMENTOS - CONDICIONADO AS OBSERVAÇÕES CONSTANTES NO VERSO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>12</th> <th>Jan</th> <th>Fev</th> <th>Mar</th> <th>Abr</th> <th>Maio</th> <th>Jun</th> <th>Jul</th> <th>Ago</th> <th>Sep</th> <th>Out</th> <th>Nov</th> <th>Dez</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">13</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">www.sanepar.com.br</p> <p>HISTÓRICO DE CONSUMO (m<sup>3</sup>)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>14</th> <th>15</th> <th>16</th> <th>17</th> <th>18</th> <th>19</th> <th>20</th> </tr> <tr> <th>DIAS DE CONSUMO</th> <th>DATA LEITURA</th> <th>LEITURA ANTERIOR</th> <th>LEITURA ATUAL</th> <th>CONSUMO (m<sup>3</sup>)</th> <th>REFERÊNCIA</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA _____ MÉDIA DE CONSUMO (m<sup>3</sup>) ÚLTIMOS 5 MESES _____ VENCIMENTO _____</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>21</th> <th>22</th> <th>23</th> </tr> <tr> <th>MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA</th> <th>MÉDIA DE CONSUMO (m<sup>3</sup>) ÚLTIMOS 5 MESES</th> <th>VENCIMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>24</th> <th>25</th> <th>26</th> <th>27</th> <th>28</th> </tr> <tr> <th>PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA</th> <th>ÁGUA</th> <th>ESGOTO</th> <th>SERVIÇOS</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">29</p> <p>AUTENTICAÇÃO NO VERSO _____ OBSERVAÇÕES NO VERSO _____ COMPROVANTE CLIENTE _____</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">30</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">AUTENTICAÇÃO NO VERSO _____ COMPROVANTE SANEPAR _____</p> </div>		QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA	Turbidez	Cor	Cloro	Floresc.	Col. Totais	Col. Term.	Nº Mínimo de Amostras Exigidas	11					Observação no verso	Nº Amostras Realizadas							Nº Amostras que Atenderam à Legislação							12	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez														14	15	16	17	18	19	20	DIAS DE CONSUMO	DATA LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO (m <sup>3</sup> )	REFERÊNCIA									21	22	23	MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA	MÉDIA DE CONSUMO (m <sup>3</sup> ) ÚLTIMOS 5 MESES	VENCIMENTO				24	25	26	27	28	PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA	ÁGUA	ESGOTO	SERVIÇOS	TOTAL					
QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA	Turbidez	Cor	Cloro	Floresc.	Col. Totais	Col. Term.																																																																																															
Nº Mínimo de Amostras Exigidas	11					Observação no verso																																																																																															
Nº Amostras Realizadas																																																																																																					
Nº Amostras que Atenderam à Legislação																																																																																																					
12	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez																																																																																									
14	15	16	17	18	19	20																																																																																															
DIAS DE CONSUMO	DATA LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO (m <sup>3</sup> )	REFERÊNCIA																																																																																																
21	22	23																																																																																																			
MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA	MÉDIA DE CONSUMO (m <sup>3</sup> ) ÚLTIMOS 5 MESES	VENCIMENTO																																																																																																			
24	25	26	27	28																																																																																																	
PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA	ÁGUA	ESGOTO	SERVIÇOS	TOTAL																																																																																																	
<p>Caso encontre algum problema no histórico (valores zerados, medições "ausentes" ou sinalizados como "R", etc.), por favor contate-nos para verificarmos como proceder</p>																																																																																																					

TESTE AQUA		AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO USO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES		Pág. 2
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL - UFPR				
ETAPA 3: CONSUMO MÉDIO PER CAPITA ESTIMADO (CME)				
Para esta etapa, solicitamos que preencha:				
- O número de utilizações que você faz <b>NA SUA EDIFICAÇÃO</b> (sem contar usos no trabalho, escola, academia, etc);				
- O tempo de utilização para cada aparelho sanitário com o chuveiro ou torneira <b>efetivamente abertos</b> (por ex: a torneira da pia da cozinha fica aberta cerca de 10% a 15% do tempo total gasto para lavar a louça)				
Atente-se que, para alguns deles, é solicitado o <b>número de utilizações por semana</b> e/ou o <b>número de utilizações considerando todos os moradores da edificação.</b>				
Qual tipo de bacia sanitária (vaso sanitário) você possui?				
( )	Caixa acoplada (peça que fica acima do vaso e armazena água, equipada com botão de descarga)	( )	Válvula (sistema de descarga com a válvula instalada na parede)	
Quantas vezes <b>por dia</b> você utiliza a bacia sanitária na sua edificação?				
Quantas vezes <b>por dia</b> você utiliza o chuveiro na sua edificação?				
Por quanto tempo costuma utilizar o chuveiro a cada vez, em média?				
Quantas vezes <b>por dia</b> você utiliza o lavatório (pia do banheiro)?				
Por quanto tempo costuma utilizar o lavatório a cada vez, em média?				
Quantas vezes <b>por dia</b> você utiliza o bidê?				
Por quanto tempo costuma utilizar o bidê a cada vez, em média?				
Quantas vezes <b>por dia</b> a pia da cozinha é utilizada ( <b>considerando todos os moradores da edificação</b> )?				
Por quanto tempo costumam utilizar a torneira da pia da cozinha ( <b>tempo com a torneira efetivamente aberta</b> ) a cada vez, em média?				
Quantas vezes <b>por semana</b> o tanque de lavar roupas é utilizado ( <b>considerando todos os moradores da edificação</b> )?				
Por quanto tempo costumam utilizar o tanque de lavar roupas a cada vez, em média?				
Quantas vezes <b>por semana</b> a torneira de serviço/torneira de jardim é utilizada ( <b>considerando todos os moradores da edificação</b> )?				
Por quanto tempo costumam utilizar a torneira de serviço a cada vez, em média?				
Quantas vezes <b>por semana</b> a máquina de lavar roupas é utilizada ( <b>considerando todos os moradores da edificação</b> )?				
Qual a capacidade, em kg, da sua máquina de lavar roupas?				
Quantas vezes <b>por semana</b> a máquina de lavar louças é utilizada ( <b>considerando todos os moradores da edificação</b> )?				
Qual a capacidade, em número de serviços, da sua máquina de lavar louças?				
No caso de possuir filtro de água acoplado à torneira ou ao encanamento. Quantos litros de água costuma utilizar <b>por dia</b> ?				
Você possui algum outro aparelho sanitário ou outro aparelho que consuma água? Quantas vezes por dia o utiliza? Qual o consumo de água desse aparelho?				

TESTE AQUA		AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO USO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES		Pág. 3
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL - UFPR				
ETAPA 4: DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DOS APARELHOS				
Solicitamos que execute o <b>PROCEDIMENTO A</b> . Caso não seja possível, por não possuir balança ou por outro motivo, pode-se realizar o <b>PROCEDIMENTO B</b> .				
<b>PROCEDIMENTO A</b>			<b>PROCEDIMENTO B</b>	
1) Pese um recipiente vazio (balde, bacia, pote, etc); 2) Acione o ponto de consumo (lavatório, chuveiro, pia de cozinha, tanque e torneira de serviço) conforme normalmente costuma usar; 3) Posicione o recipiente de forma a capturar toda a água que sai do aparelho ao mesmo tempo em que aciona o cronômetro (pode ser do celular mesmo); 4) Após algum tempo, simultaneamente feche o ponto de consumo e pare o cronômetro; 5) Pese o recipiente preenchido e anote o tempo despendido.			1) Acione o ponto de consumo (lavatório, chuveiro, pia de cozinha, tanque e torneira de serviço) conforme normalmente costuma usar; 2) Posicione um recipiente de volume conhecido de forma a capturar toda a água que sai do aparelho ao mesmo tempo em que aciona o cronômetro (pode ser do celular mesmo); 3) Após algum tempo, simultaneamente feche o ponto de consumo e pare o cronômetro; 4) Anote o tempo despendido e o volume preenchido.	
Aparelho Sanitário	Tempo para encher o recipiente	PROCEDIMENTO A		PROCEDIMENTO B
		Peso do recipiente vazio	Peso do recipiente cheio	Volume do recipiente
Chuveiro				
Lavatório				
Bidê				
Pia de cozinha				
Tanque de Roupas				
Torneira de Serviço				
Outros: Qual?				
ETAPA 5: DESPERDÍCIO OBSERVADO				
<b>CONSUMO = USO + PERDAS + DESPERDÍCIO</b>				
Considerando que o " <b>desperdício</b> " seja o volume de água utilizado além do necessário para seu conforto, assinale quais práticas de desperdício você considera que faz e como poderia reduzi-las				
Costuma praticar?	Desperdício			
	Banho longo. Quanto tempo poderia reduzir, mantendo seu conforto?			
	Escovar os dentes com a torneira aberta			
	Fazer a barba com a torneira ou chuveiro abertos			
	Lavar a louça com a torneira aberta o tempo todo			
	Lavar o carro com a mangueira aberta o tempo todo			
	Usar a mangueira para "varrer" a calçada			
	Frequentemente usar a Máquina de Lavar Roupa com menor volume de roupas que sua capacidade			
	Lavar o carro mais vezes que o necessário. Quantas vezes poderia reduzir?			
	Lavar a calçada mais vezes que o necessário. Quantas vezes poderia reduzir?			
	Lavar a calçada com água corrente (mangueira ou wap) ao invés de balde			
	Utilização dos aparelhos com vazão maior que a que você considere necessária * (Ex: abrir a torneira/chuveiro/mangueira muito forte)			
* No caso de assinalar a última opção, solicitamos que preencha a ETAPA 6				

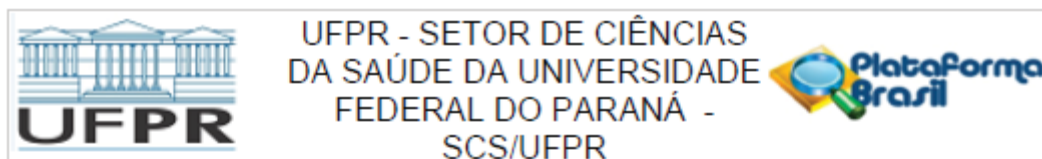
TESTE AQUA		AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO USO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES		Pág. 4
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL - UFPR				
ETAPA 6: CONSUMO MÍNIMO DE CONFORTO (CMC)				
*(Preencher apenas se assinalou a última alternativa da ETAPA 5)				
Solicitamos que execute o <b>PROCEDIMENTO A</b> . Caso não seja possível, por não possuir balança ou por outro motivo, pode-se realizar o <b>PROCEDIMENTO B</b> .				
<b>PROCEDIMENTO A</b>			<b>PROCEDIMENTO B</b>	
1) Pese um recipiente vazio (balde, bacia, pote, etc); 2) Acione o ponto de consumo (lavatório, chuveiro, pia de cozinha, tanque e torneira de serviço) <b>até a vazão de água que lhe seja suficiente para o uso;</b> 3) Posicione o recipiente de forma a capturar toda a água que sai do aparelho ao mesmo tempo em que aciona o cronômetro (pode ser do celular mesmo); 4) Após algum tempo, simultaneamente feche o ponto de consumo e pare o cronômetro; 5) Pese o recipiente preenchido e anote o tempo despendido.			1) Acione o ponto de consumo (lavatório, chuveiro, pia de cozinha, tanque e torneira de serviço) <b>até a vazão de água que lhe seja suficiente para o uso;</b> 2) Posicione um recipiente de volume conhecido de forma a capturar toda a água que sai do aparelho ao mesmo tempo em que aciona o cronômetro (pode ser do celular mesmo); 3) Após algum tempo, simultaneamente feche o ponto de consumo e pare o cronômetro; 4) Anote o tempo despendido e o volume preenchido.	
Aparelho Sanitário	Tempo para encher o recipiente	PROCEDIMENTO A		PROCEDIMENTO B
		Peso do recipiente vazio	Peso do recipiente cheio	Volume do recipiente
Chuveiro				
Lavatório				
Bidê				
Pia de cozinha				
Tanque de Roupas				
Torneira de Serviço				
Outros: Qual?				
ETAPA 7: PESQUISA QUALITATIVA SOBRE QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA				
1 - Qual sua opinião sobre a qualidade da água potável nesta edificação?				
2 - Caso considere que a qualidade da água não seja adequada, quais seriam as possíveis causas para tal fato?				
3 - No momento do uso da água, você está consciente da quantidade de água que está utilizando?				
4 - Qual a situação limite que lhe obrigaria a economizar água? Falta de água? Valor da tarifa? Outro motivo?				
5 - Você acha que desperdiça água? Estaria disposto a economizar? De que forma?				



TESTE AQUA		AVALIAÇÃO QUANTIQUALITATIVA DO USO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES		Pág. 5
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL - UFPR				
6 - Estaria disposto a alterar horários de utilização de alguns aparelhos (banho, máquina de lavar roupa, etc)?				
7 - Caso seu consumo de água se aproximasse do mínimo necessário para suas atividades confortavelmente, você se esforçaria para diminuir seu consumo, caso soubesse que a tarifa cobrada pelo serviço seria reduzida?				
8 - Em sua edificação existe algum sistema de reutilização de água? Qual?				
9 - Caso tenha respondido não para a pergunta 8, qual seria o motivo?				
10 - Caso tenha respondido não para a pergunta 8, você teria alguma objeção em implementar um em sua edificação?				
11 - Sabendo que a utilização de sistemas de reutilização de água pode resultar em uma diminuição na tarifa, você consideraria instalar algum sistema em sua edificação?				
12 - Caso você instalasse um sistema de reutilização de água na sua edificação, qual seria o tempo máximo de retorno do investimento (tempo necessário para recuperar o dinheiro investido) que você consideraria como aceitável?				
13 - Considerando que o uso da água da chuva e de água cinza (água proveniente de outros usos como máquinas de lavar, chuveiro ou pias) é previsto para fins não potáveis, para quais dessas atividades você utilizaria?				
Fim	Atividade	Água da chuva	Água cinza	
NÃO-POTÁVEL	Lavar o carro			
	Lavar a calçada			
	Limpar a casa			
	Regar o jardim			
POTÁVEL	Lavar roupa			
	Lavar louça			
	Tomar banho			
	Cozinhar			
	Dar banho no animal de estimação			
14 - Existe alguma outra particularidade sobre seus hábitos de consumo de água ou sobre sua edificação que considere relevante destacar?				
<p>Muito obrigado por preencher o formulário! Será de fundamental ajuda para nós.          Esperamos que possa servir de incentivo para que você possa adotar hábitos melhores de conservação de água.          Caso queira entender melhor algum item que foi apresentado no formulário, colocamo-nos à disposição.          Da mesma forma, estamos abertos a quaisquer dúvidas, sugestões, críticas, etc.</p>				



## APÊNDICE 2 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Gestão do Uso da Água em Curitiba e Região Metropolitana

**Pesquisador:** DANIEL COSTA DOS SANTOS

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 36172720.1.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.256.036

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa sob a responsabilidade de Daniel Costa dos Santos, professor orientador. Os colaboradores dessa pesquisa são uma doutoranda (Taiane Regina Hoepers) e dois mestrandos (Gabriel Rieke Takaki e Marília Strapasson de Souza) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental – PPGERHA da UFPR, todos sob orientação do professor Dr. Daniel Costa dos Santos. Também é colaboradora dessa pesquisa uma graduanda de engenharia civil (Luiza Helena de Souza) que é membro de um projeto de extensão do pesquisador principal. A pesquisa de campo está programada para ser iniciada no segundo semestre de 2020 e ser finalizada no segundo semestre de 2023.

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivos da Pesquisa

“O objetivo geral da pesquisa é demonstrar que a concepção sistêmica do uso e do gerenciamento da água no ciclo urbano pode resultar em melhorias na sustentabilidade ambiental, econômica e social.

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Analisar a percepção dos usuários de água quanto ao ciclo da água no meio urbano;
- b. Avaliar a percepção dos usuários quanto ao seu comportamento de uso da água, como a quantidade total de água por eles consumida, as atividades que mais consomem água, noções de desperdício e etc.;

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

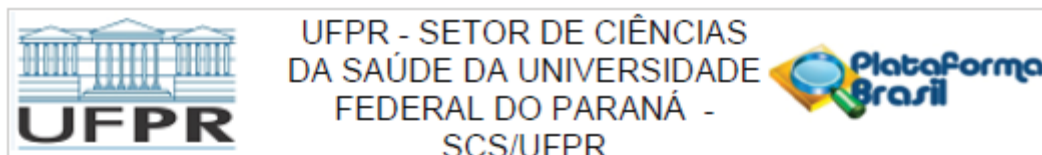
**Bairro:** Alto da Glória

**UF:** PR **Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**CEP:** 80.060-240

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 4.256.036

- c. Avaliar a aceitabilidade de medidas de preservação de água pela comunidade;
- d. Avaliar a percepção do ciclo da água no meio urbano e suas sinergias pelo Comitê de Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira;
- e. Identificar, junto ao Comitê de Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, qual a visão desejada para o futuro com relação à gestão do uso da água;
- f. Identificar, junto ao Comitê de Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, quais fatores externos serão considerados para a elaboração de diferentes cenários a fim de verificar seus impactos na gestão do uso da água;
- g. Identificar, junto ao Comitê de Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, quais medidas de conservação da água são melhor aceitas."

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

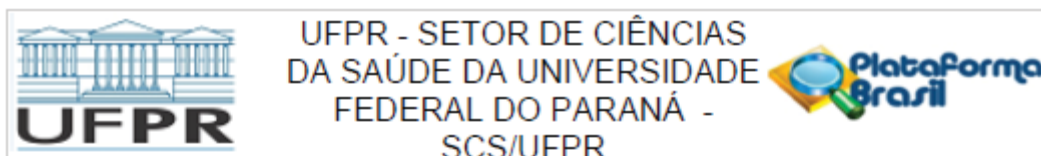
Os benefícios diretos apontados pelos autores seriam: proporcionar ao participante o conhecimento do meio em que vive no que diz respeito a infraestrutura sanitária, bem como sobre seus hábitos de consumo de água; facilitar o acesso a informações sobre medidas de conservação de água que beneficiem a sua comunidade, possivelmente sensibilizando o usuário quanto à adoção de hábitos mais sustentáveis de consumo de água, contribuindo para a melhoria de qualidade de vida da população.

Como benefício indireto, os autores apontam que "o projeto proposto contribuirá ao disponibilizar uma ferramenta de tomada de decisão de medidas de saneamento a serem implementadas em áreas urbanas com fragilidades na infraestrutura sanitária. Além das informações sobre o saneamento das cidades e medidas possíveis que serão disponibilizadas ao público. Será elaborado um Plano de Gestão das Águas Urbanas para as comunidades inseridas no estudo de caso."

Quanto aos possíveis riscos derivados da aplicação de questionários, observação direta e entrevistas, os pesquisadores listaram: Invasão de privacidade; Divulgação de dados confidenciais (registrados no TCLE); Divulgação de imagem por meio de filmagens ou registros fotográficos. Segundo os autores, "com relação à aplicação de questionários e entrevistas, à utilização de dados secundários na pesquisa e à observação participante ou direta, a possibilidade de ocorrência dos riscos associados é alta." Deste modo apresentam uma série de medidas para a minimização e proteção do participante da pesquisa:

- a) Garantia do acesso aos resultados individuais e coletivos;

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar	CEP: 80.060-240
Bairro: Alto da Glória	
UF: PR	Município: CURITIBA
Telefone: (41)3380-7259	E-mail: cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 4.256.036

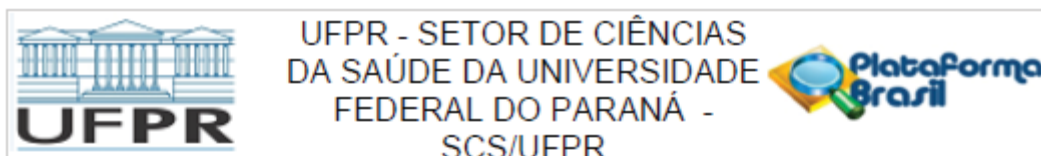
- b) Minimização de desconfortos, garantindo local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras;
- c) Garantia que os pesquisadores sejam habilitados ao método de coleta dos dados;
- d) Atenção aos sinais verbais e não verbais de desconforto;
- e) Segurança da confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico-financeiro;
- f) Garantia do acesso da população da área de estudo à ferramenta;
- g) Garantia da divulgação pública dos resultados, a menos que se trate de caso de obtenção de patenteamento; neste caso, os resultados devem se tornar públicos, tão logo se encerre a etapa de patenteamento;
- h) Garantia que sempre serão respeitados os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos, bem como os hábitos e costumes quando as pesquisas envolverem comunidades;
- i) Garantia que as pesquisas em comunidades, sempre que possível, traduzir-se-ão em benefícios cujos efeitos continuem a se fazer sentir após sua conclusão;
- j) Segurança da inexistência de conflito de interesses entre o pesquisador e os participantes da pesquisa ou patrocinador do projeto;
- k) Comprometimento de comunicar às autoridades sanitárias os resultados da pesquisa, sempre que os mesmos puderem contribuir para a melhoria das condições de saúde da coletividade, preservando, porém, a imagem e assegurando que os participantes da pesquisa não sejam estigmatizados ou percam a autoestima."

Os pesquisadores afirmam que "caso sejam identificados e comprovados gastos e/ou danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito ao ressarcimento. Este ressarcimento será realizado, em espécie, após a comprovação do gasto gerado (recibos, cupons e/ou notas fiscais, por exemplo), mediante a assinatura de documento para comprovação do valor ressarcido."

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto guarda-chuva que abrigará orientandos do pesquisador principal nos níveis de graduação e pós-graduação. Segundo os autores, a pesquisa objetiva "demonstrar que a concepção sistêmica do uso e do gerenciamento da água no ciclo urbano pode resultar em melhorias na sustentabilidade ambiental, econômica e social." O projeto apresenta extensa revisão de literatura e um método detalhado e coerente.

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar	
Bairro: Alto da Glória	CEP: 80.060-240
UF: PR	Município: CURITIBA
Telefone: (41)3360-7250	E-mail: cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 4.256.036

Os autores apontam que é "necessário avaliar a percepção dos usuários de água quanto a questões gerais relacionadas à sustentabilidade, orientá-los quanto à natureza das medidas para o uso e gerenciamento sustentáveis da água e, finalmente, identificar a aceitabilidade desse grupo em relação a essas medidas. Essa avaliação será feita em duas fases, a primeira será através da aplicação de um teste, denominado 'Teste AQUA', que busca compreender o uso da água nas edificações e as práticas de desperdício, bem como o entendimento e a aceitabilidade do usuário quanto às medidas de conservação de água." As atividades de avaliação da percepção, orientação sobre medidas e identificação da aceitabilidade das mesmas pelo usuário de água serão realizadas através de um teste que está sendo elaborado pelo grupo de pesquisa.

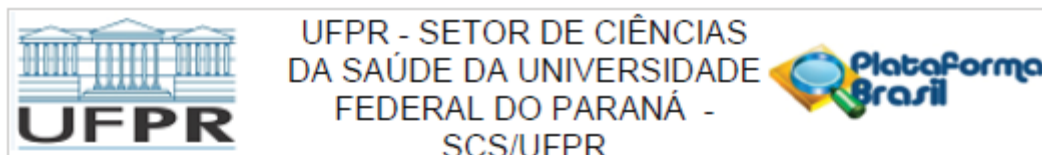
A segunda fase, consiste "de workshops com membros do Comitê de Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, de forma a avaliar qualitativamente a sua percepção quanto a realidade atual, suas expectativas de realidade futura e sua aceitabilidade perante medidas de gestão e uso sustentável da água." Quanto ao tamanho da amostra, esta fase da pesquisa deverá ser realizada com a participação de pelo menos um membro representante de cada setor componente do COALIAR (mínimo de 11 participantes). A pesquisa tem método misto com abordagem tanto quantitativa quanto qualitativa, visto que serão investigados perfis de consumo de água, resultando em dados estruturados e estatísticos, também serão investigadas as impressões e opiniões dos participantes com relação a questões gerais de sustentabilidade e medidas de preservação de água. A pesquisa é dividida em duas fases, sendo a primeira fase concebida para avaliar a percepção dos usuários de água e a segunda fase concebida para avaliar a percepção do Comitê de Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira. Os participantes da pesquisa serão distribuídos em dois grupos: a) Indivíduos da comunidade (amostra estimada de 68 pessoas da comunidade); b) Comitê de Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira – COALIAR (serão recrutadas 11 pessoas). O questionário ao ser aplicado para o grupo a) poderá ser transformado em formato eletrônico caso as políticas de distanciamento social seja estendidas. O recrutamento será feito através de sugestões de participantes pelos colaboradores da pesquisa.

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram anexados e estão adequados. Devido ao momento de pandemia, solicita-se que pelo menos um telefone pessoal seja incluído para garantir o contato com os pesquisadores no TCLE, uma vez que as dependências da UFPR não estão sendo acessadas.

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar	
Bairro: Alto da Glória	CEP: 80.060-240
UF: PR	Município: CURITIBA
Telefone: (41)3360-7250	E-mail: cometica.saude@ufpr.br





Continuação do Parecer: 4.256.036

**Recomendações:**

Ver item seguinte.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Considerando sua relevância social, consistência teórica e metodológica e baixo risco para seus participantes somos de parecer favorável à sua aprovação.

Favor inserir em seu TCLE e TALE o número do CAAE e o número do Parecer de aprovação, para que possa aplicar aos participantes de sua pesquisa, conforme decisão da Coordenação do CEP/SD de 13 de julho de 2020.

Após o isolamento, retornaremos à obrigatoriedade do carimbo e assinatura nos termos.

Qualquer dúvida, retornar e-mail ou pelo WhatsApp 41-3360-7259.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

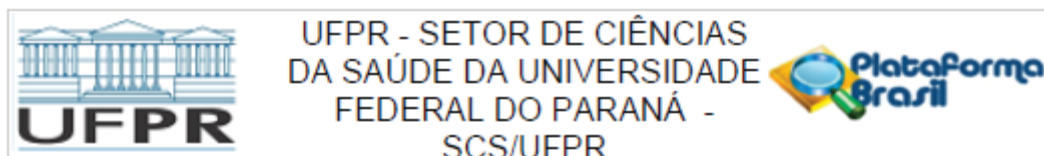
Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) (obrigatório envio)

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1605717.pdf	05/08/2020 14:20:46		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.docx	05/08/2020 14:18:14	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito
Outros	2_ANALISE_DE_MERITO.pdf	05/08/2020	TAIANE REGINA	Aceito

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
 Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-240  
 UF: PR Município: CURITIBA  
 Telefone: (41)3360-7259 E-mail: [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR

Continuação do Parecer: 4.256.036

Outros	2_ANALISE_DE_MERITO.pdf	14:18:05	HOEPERS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DE_PESQUISA.docx	05/08/2020 14:17:17	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	04/08/2020 11:04:11	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito
Declaração de concordância	Ata_252_final.pdf	04/08/2020 11:01:47	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	UFPR_Concordancia_servicos.pdf	04/08/2020 11:01:35	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito
Outros	Check_List_Documental.pdf	04/08/2020 11:00:55	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	carta_de_encaminhamento_ao_pesquisador_do_CEP.pdf	04/08/2020 10:58:54	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	6_Declaracao_de_Compromissos_da_Equipe_de_Pesquisa.pdf	04/08/2020 10:58:21	TAIANE REGINA HOEPERS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 03 de Setembro de 2020

---

Assinado por:  
IDA CRISTINA GUBERT  
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-240  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3360-7259 E-mail: cometica.saude@ufpr.br