



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA**



RÔMULO DE ALCÂNTARA GERALDI

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NA
IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO EM UMA
ORGANIZAÇÃO PÚBLICA**

**VITÓRIA-ES
2020**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA



RÔMULO DE ALCÂNTARA GERALDI

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NA
IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO EM UMA
ORGANIZAÇÃO PÚBLICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão Pública, do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção título de Mestre em Gestão Pública.

Orientadora: Prof^a. D.Sc. Adriana Fiorotti Campos.

VITÓRIA-ES
2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

G354e Geraldí, Rômulo de Alcântara, 1988-
Estudo de viabilidade econômico-financeira na implantação de
um sistema de aproveitamento de água proveniente dos
aparelhos de ar condicionado em uma organização pública /
Rômulo de Alcântara Geraldí. - 2020.
92 f. : il.

Orientadora: Adriana Fiorotti Campos.
Tese (Mestrado Profissional em Gestão Pública) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Jurídicas e Econômicas.

1. Água - Reuso. 2. Ar condicionado. 3. Gestão pública. I.
Campos, Adriana Fiorotti. II. Universidade Federal do Espírito
Santo. Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas. III. Título.

CDU: 35



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA



RÔMULO DE ALCÂNTARA GERALDI

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NA
IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO EM UMA
ORGANIZAÇÃO PÚBLICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão Pública.

Aprovado em 16 de dezembro de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA

Adriana Fiorotti Campos

Prof.^a D.Sc. Adriana Fiorotti Campos
Orientadora - PPGGP/UFES

[Assinatura]

Prof. D.Sc. Lourenço Costa
Membro Interno- PPGGP/UFES

[Assinatura]

Prof.^a D.Sc. Andrea Borges de Souza Cruz
Membro Externo- PPGDLUNISUAM

Dedico este trabalho à minha família, na figura de minha mãe Rita, avó Marly e irmão Romualdo; à minha esposa Luana e à minha filha Anna, que se encontra no ventre da mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pela compreensão e ajuda neste momento.

Aos meus amigos do mestrado pelas parcerias nos trabalhos que desenvolvemos.

Aos meus colegas de trabalho pelo suporte nas horas de conflito entre os interesses do mestrado e as exigências das minhas atividades na Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do Estado do Espírito Santo (SEAG).

Ao Governo do Estado do Espírito Santo pela parceria promovida com a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), visando a qualificação do servidor público.

À Ufes e ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão Pública pela oportunidade de aprendizagem e crescimento.

RESUMO

GERALDI, Rômulo de Alcântara. **Estudo de viabilidade econômico-financeira na implantação de um sistema de aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado em uma organização pública.** 2020. 92f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

A título de introdução registra-se que o crescimento populacional desordenado vem gerando o aumento na demanda por recursos hídricos. O Brasil se destaca por possuir cerca de 12% de toda água doce do planeta, detendo um enorme potencial hídrico. Em virtude do uso demasiado, dos desperdícios e de gestão inadequada a água vem se tornando escassa ao longo do tempo, logo há necessidade de ações voltadas ao seu uso eficiente e sustentável. O que torna o reúso de água uma alternativa para suprir este aumento na demanda e uso irregular. A utilização de aparelhos de ar condicionado para climatização de ambientes, por sua vez, torna-se uma alternativa possivelmente viável de reúso, pois, durante o processo de resfriamento do ar, há a retirada da sua umidade, expelida em estado líquido ao fim deste processo e sendo, na maioria dos casos, descartada sem reutilização alguma. O contexto está pelo fato de que nos últimos anos, o Estado do Espírito Santo, sofreu com ausências de chuvas passando por um período de crise hídrica devido à escassez de água, aliado a isso, a forte crise econômica que assolou o país a partir de 2015, fez com que o Estado tomasse medidas de contenção de gastos, a partir daí, o Estado publicou o Decreto Estadual nº 3.779-R, no qual contem diretrizes para a redução do consumo de água nas edificações públicas, dando alternativas para reutilização de água. O **problema** identificado, por outro lado, foi justamente a escassez hídrica vivida pelo Estado do Espírito Santo em 2014 e nos anos seguintes, provocando queda na arrecadação e resultando em medidas de contenção de gastos. Assim, essa pesquisa justifica-se em motivos diversos, do ecológico ao econômico, destacando-se aqui o uso racional e sustentável da água. Desse modo, **o objetivo principal** do presente estudo consistiu em averiguar a viabilidade econômico-financeira de implantação de um sistema de aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionado na lavagem de pisos na SEAG, de modo que haja redução no consumo deste valioso recurso. Em **termos teóricos**, foram utilizados: as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), trabalhos publicados com o tema semelhante e as Resolução CONAMA nº 357/2005 e Portaria MS nº 2.914/2011. Quanto aos **métodos e procedimentos**, foi utilizada a dimensão quantitativa, configurando-se a pesquisa como aplicada. Os dados foram coletados por meio de pesquisa documental, bibliográfica e levantamento em campo. O material pesquisado foi lido e analisado de forma crítica. **Nos resultados encontrados**, foi possível constatar a viabilidade econômico-financeira na implantação do sistema de reúso por meio do *payback* simples, havendo retorno do investimento a partir de 10 anos e três meses. Já numa avaliação econômica num horizonte de 20 anos, foram obtidos valores do VPL (R\$ 158,17 > 0) e TIR (8,69% a.a. > 8,48% a.a.) que comprovam a viabilidade do projeto. Cabe ressaltar, que se foram adotadas outras finalidades de reúso como por exemplo o reúso em descargas sanitárias é possível que este projeto se torne viável num menor período com relação ao apresentado nos resultados. Ao fim, foi elaborado o **produto tecnológico**, neste caso, um **Relatório técnico conclusivo** contendo o orçamento e estudo de viabilidade econômico-financeira para implantação do sistema.

Palavras-chave: Reúso de água. Ar condicionado. Viabilidade econômico-financeira. Gestão Pública.

ABSTRACT

GERALDI, Rômulo de Alcântara. **Economic and financial feasibility study on the implementation of a system for the use of water from air conditioning units in a public organization.** 2020. 92p. Dissertation (Professional Master in Public Management) – Federal University of Espírito Santo, Vitória, 2020.

As an introduction, it is registered that the disordered population growth has been generating an increase in the demand for water resources. Brazil stands out for having about 12% of all fresh water on the planet, holding enormous water potential. Due to overuse, waste and inadequate management, water has become scarce over time, so there is a need for actions aimed at its efficient and sustainable use. What makes water reuse an alternative to supply this increase in demand and irregular use. The use of air conditioning devices for air conditioning in environments, in turn, becomes a possibly viable alternative for reuse, because during the process of cooling the air, there is the removal of its moisture, expelled in liquid at the end of this process. process and, in most cases, discarded without any reuse. The context is due to the fact that in the last years, the State of Espírito Santo, suffered from absence of rains going through a period of water crisis due to water scarcity, coupled with this, the strong economic crisis that hit the country from 2015, made the State take measures to contain expenses, from there, the State published State Decree nº 3.779-R, which contains guidelines for the reduction of water consumption in public buildings, giving alternatives for water reuse. The **problem** identified, on the other hand, was precisely the water scarcity experienced by the State of Espírito Santo in 2014 and in the following years, causing a drop in revenue and resulting in measures to contain expenses. Thus, this research is justified on several grounds, from ecological to economic, highlighting here the rational and sustainable use of water. Thus, **the main objective** of the present study was to ascertain the economic and financial feasibility of implementing a system to use water from air conditioning units to wash floors at SEAG, so that there is a reduction in the consumption of this valuable resource. In **theoretical terms**, the following were used: the norms of the Brazilian Association of Technical Norms (ABNT), works published with a similar theme and the CONAMA Resolution nº 357/2005 and Portaria MS nº 2,914 / 2011. As for **the methods and procedures**, the quantitative dimension was used, configuring the research as applied. Data were collected through documentary, bibliographic and field research. The researched material was read and analyzed critically. **In the results found**, it was possible to verify the economic and financial viability in the implementation of the reuse system through simple payback, with a return on investment from 10 years and three months on. Already in an economic evaluation over a 20-year horizon, values of NPV (R \$ 158.17 > 0) and IRR (8.69% p.a. > 8.48% p.a.) were obtained, which prove the feasibility of the project. It should be noted that if other reuse purposes were adopted, such as reuse in sanitary discharges, it is possible that this project will become viable in a shorter period compared to that presented in the results. At the end, the **technological product** was prepared, in this case, a **conclusive technical report** containing the budget and economic and financial feasibility study for the implementation of the system.

Keywords: Water Reuse. Air conditioning. Economic and financial feasibility. Public Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Recursos hídricos internos renováveis totais per capita (m ³ /habitante/ano) em 2017	22
Figura 2 – Ciclo urbano da água	23
Figura 3 – Formas de reúso de água	27
Figura 4 – Organograma com a composição do SNGREH	30
Figura 5 – Esquema de funcionamento dos aparelhos de ar condicionado	35
Figura 6 – Aparelho de ar condicionado do tipo janela instalado na SEAG	36
Figura 7 – Componentes do aparelho tipo <i>split</i> instalados numa residência (térreo).....	37
Figura 8 – Mapa de localização da SEAG.....	42
Figura 9 – Vista da fachada e entrada do prédio principal da SEAG	43
Figura 10 – Vista da Fachada do Prédio Anexo SEAG (lado esquerdo), ao fundo Garagem com acesso independente	43
Figura 11 – Condensadores de ar condicionado instalados nos fundos do prédio principal da SEAG	44
Figura 12 – Condensadores de ar condicionado instalados na lateral do prédio anexo da SEAG.....	45
Figura 13 – Etapas da pesquisa	46
Figura 14 – Esquema do reservatório com as tubulações	59
Figura 15 – Tanque slim 600 litros com tampa da marca Fortlev	60
Figura 16 – Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao.....	63
Figura 17 – Esquema dos componentes hidráulicos do sistema de reúso	64

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 – Exemplos de definição de “reúso de água” e “água de reúso”27**
- Quadro 2 – Classificação e parâmetros do efluente, de acordo com o reúso ...30**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Países com maiores e menores volumes totais de fontes renováveis de água doce em 2017	20
Tabela 2 – Países com médias anuais totais das fontes de água doce em m ³ per capita em 2017	21
Tabela 3 – Estimativa da demanda de uso de água para lavagem dos pisos do prédio principal SEAG	52
Tabela 4 – Estimativa da demanda de uso de água para lavagem dos pisos do prédio anexo SEAG	54
Tabela 5 – Previsão de volume de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio principal	54
Tabela 6 – Previsão de volume de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio anexo	57
Tabela 7 – Vazão nas peças de utilização e pesos relativos	61
Tabela 8 – Dimensionamento do barrilete e coluna de distribuição da água de reúso	64
Tabela 9 – Tarifas de água da CESAN por faixa de consumo aplicável a partir de 01/12/2020	68
Tabela 10 - Tarifas de esgoto da CESAN por faixa de consumo aplicável a partir de 01/12/2020	68
Tabela 11 – Fluxo de caixa e indicadores de viabilidade econômico-financeira	70
Tabela 12 – Autores e seus trabalhos desenvolvidos, utilizados nesta pesquisa	73

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.1	PERCURSO ACADÊMICO E PROFISSIONAL	14
1.2	O TEMA DA PESQUISA	14
1.3	O CONTEXTO E O PROBLEMA	15
1.4	OBJETIVOS	17
1.4.1	Objetivo geral.....	17
1.4.2	Objetivos específicos.....	17
1.5	PRODUTO TÉCNICO OBTIDO	17
1.6	DELIMITAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	18
2	APORTE TEÓRICO	20
2.1	RECURSOS HÍDRICOS	20
2.1.1	Recursos hídricos no mundo.....	20
2.1.2	Recursos hídricos no Brasil	24
2.1.2.1	Recursos e crise hídrica no Estado do Espírito Santo	25
2.2	REÚSO DE ÁGUA	26
2.2.1	Histórico e aspectos legais	28
2.2.2	Formas de reúso de água	32
2.2.3	Reúso de Água na Administração Pública	33
2.3	FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO	34
2.3.1	Tipos de aparelhos de ar condicionado	35
2.4	VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	37
2.4.1	Período de retorno do investimento (<i>payback</i>).....	38
2.4.2	Valor presente líquido e taxa interna de retorno	39
2.4.3	Taxa mínima de atratividade.....	40
3	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	42
3.1	CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA.....	42

3.2	ABORDAGEM E TIPOLOGIA DA PESQUISA	45
3.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	45
3.3.1	Estimativa do volume de água utilizado para lavagem de pisos.....	46
3.3.2	Quantificação da vazão da água gerada pelos aparelhos de ar condicionado.....	47
3.3.3	Definição do uso.....	48
3.3.4	Dimensionamento dos sistemas de captação, armazenamento e distribuição.....	49
3.3.5	Serviços (insumos e mão de obra) para implantação do sistema e orçamentação.....	49
3.3.6	Estudo de viabilidade econômico-financeira	50
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	51
4.1	ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA	51
4.2	VOLUME DE ÁGUA GERADO PELOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO	54
4.3	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE REÚSO	57
4.3.1	Sistema de captação	58
4.3.2	Sistema de Armazenamento	58
4.3.3	Sistema de sucção e recalque.....	60
4.3.4	Sistema de distribuição	61
4.4	ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE REÚSO	65
4.5	VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SISTEMA DE REÚSO	66
4.5.1	Despesas.....	66
4.5.2	Receitas.....	67
4.5.3	Indicadores de viabilidade econômico-financeira	69
5	CONCLUSÕES	72
5.1	RESGATANDO OS OBJETIVOS	72
5.2	CONTRIBUIÇÕES GERAIS DA DISSERTAÇÃO	73

5.3	PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO.....	74
5.4	CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS DA DISSERTAÇÃO	74
5.5	ADERÊNCIA DA DISSERTAÇÃO.....	74
5.6	IMPACTOS DA DISSERTAÇÃO.....	75
5.7	APLICABILIDADE E REPLICABILIDADE DA DISSERTAÇÃO.....	75
5.8	INOVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	75
5.9	COMPLEXIDADE DA DISSERTAÇÃO	75
5.10	ÊNFASE DA DISSERTAÇÃO	76
5.11	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	76
	REFERÊNCIAS.....	77
	APÊNDICES	84
	APÊNDICE A – Termo de autorização para pesquisa e coleta de dados.....	84
	APÊNDICE B – Atestado de recebimento de produto técnico/tecnológico	85
	APÊNDICE C – Orçamento do projeto de implantação do sistema de reúso de água do prédio principal	86
	APÊNDICE D – Orçamento do projeto de implantação do sistema de reúso de água do prédio anexo.	89
	APÊNDICE E – Composição do serviço de código nº 140701	90

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 PERCURSO ACADÊMICO E PROFISSIONAL

Sou servidor público desde o ano de 2011, quando ingressei no Estado do Espírito Santo para desempenhar as funções relativas ao cargo de especialista em políticas públicas e gestão governamental. Desde o início, fui alocado na Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG), logo, vendo a necessidade de me especializar em algo afim à área de agricultura, realizei o curso de Gestão e Educação Ambiental no ano de 2012, concluído em 2013.

No intuito de enriquecer o currículo para alcançar o objetivo futuro de tornar-me professor universitário, vislumbrei a possibilidade de ingressar no Mestrado em Gestão Pública ofertado pelo Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas (CCJE) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), principalmente pelo fato de o referido programa ofertar vagas exclusivas a servidores públicos estaduais, por meio de uma parceria entre a UFES e a Escola de Serviço Público Estadual (ESESP).

Um dos requisitos para ingresso no mestrado era a elaboração de um pré-projeto, para o qual escolhi um tema que tinha a ver com a minha formação, tendo sido já abordado no meu trabalho de conclusão de curso na graduação, o reúso de água, mas no caso do presente trabalho em específico, numa organização pública.

Aliado a isso, o estado havia sido assolado por um severo período de escassez hídrica e contenção de gastos, diante do que o governo vinha adotando práticas para incentivo na economia de água, sendo uma delas o reúso. Assim nasceu esta pesquisa.

1.2 O TEMA DA PESQUISA

Atualmente o crescimento populacional desordenado vem gerando o aumento na demanda pelos recursos hídricos. Em 2050, a expectativa é que a demanda hídrica mundial aumente 55% (CONNOR et al., 2017).

Cunha, Klusener Filho e Schröder (2016), por sua vez, afirmam que o crescimento da população, juntamente com o seu desenvolvimento, acarreta uma maior utilização de

recursos naturais, sendo a água o principal elemento consumido e degradado pela ação humana.

Diante da demanda populacional no que tange o uso e consumo dos recursos hídricos, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabelece 110 litros diários, ou seja, 40 m³ por habitante por ano como o volume mínimo suficiente para que sejam mantidos os ecossistemas aquáticos e garantidos os exercícios das atividades humanas, econômicas e sociais. Apesar da desigualdade na distribuição e no acesso ao referido recurso, o Brasil destaca-se por possuir cerca de 12% de toda a água doce do planeta, detendo um enorme potencial hídrico que o torna capaz de prover um volume de água por pessoa 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela ONU (MMA, 2019).

A água é um recurso finito e, cada vez mais, torna-se escassa em virtude do uso demasiado, dos desperdícios e de gestão inadequada. Portanto, há necessidade de ações voltadas ao uso eficiente/sustentável deste recurso (ZATTA et al., 2018), como por exemplo, o reúso de água.

Cada vez mais, os aparelhos de ar condicionado são utilizados em escritórios de organizações públicas, extraíndo o calor do ambiente até a temperatura desejada, a fim de se propiciar um conforto maior para os servidores desempenharem suas atividades laborais. Durante o resfriamento do ambiente, a umidade do ar é expelida, sendo, na maioria dos casos, descartada, sem destinação/utilização qualquer.

Portanto, o reúso de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado pode ser uma das alternativas para evitar o desperdício do recurso hídrico em organizações públicas.

1.3 O CONTEXTO E O PROBLEMA

Diante da escassez hídrica vivida nos últimos anos, aliada às mudanças climáticas, principalmente em 2014 no Estado do Espírito Santo, é crescente a preocupação com a conservação e a utilização racional e eficiente dos recursos hídricos, pois, o uso da água per capita aumenta e a disponibilidade de água pronta para o consumo vem diminuindo.

Em virtude das últimas crises econômicas e das quedas bruscas na arrecadação de tributos, o corte de gastos no serviço público tornou-se recorrente, resultando em

medidas de contenção de gastos que têm como meta a diminuição dos excessos e desperdícios. Um exemplo dessas medidas são as práticas que visam à redução no consumo de energia e de abastecimento de água/esgoto de repartições públicas.

Neste sentido o estado do Espírito Santo publicou o Decreto Estadual nº 3.779-R/2015, contendo diretrizes para a redução do consumo de água nas edificações públicas e fornecendo alternativas, como a utilização de água de reúso.

Isto posto, vale destacar que desde 2015 a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG) vem implementando ações que visam a economia no uso da água, como a substituição de válvulas de descargas por caixa acoplada e instalação de torneiras com temporizador.

Existem diversas maneiras de se reutilizar a água, sendo uma destas possibilidades o reaproveitamento da água proveniente dos condicionadores de ar, o que tem se mostrado uma alternativa possível, inclusive com exemplos de aplicação como demonstrado nas pesquisas de Rigotti (2014) e Pimenta (2016).

De acordo com Ramos et al. (2016), a temperatura máxima média anual na região metropolitana de Vitória/ES varia entre 28°C e 30°C, podendo chegar, no verão, à faixa de 30°C a 32°C; logo, na SEAG, assim como nas demais organizações públicas, há o uso do aparelho de ar condicionado para climatização dos ambientes, pois na maior parte ano, a região é acometida por elevadas temperaturas.

Dentre as possibilidades de reaproveitamento da água, há a sua reutilização para a lavagem de pisos, reduzindo o uso da água tratada fornecida pela operadora de abastecimento, o qual ocorre de maneira tarifada, gerando custos para o órgão.

A escolha desta alternativa está atrelada ao fato de que não há necessidade alguma no tratamento desta água, conforme pode-se observar no estudo feito por Cunha et al. (2015). Pelo fato de a água a ser reutilizada não carecer de um tratamento prévio, esta alternativa torna-se também um atrativo financeiro para a implantação de um projeto.

Desta maneira, fica a seguinte questão de pesquisa: é viável economicamente e financeiramente a implantação de um sistema de reúso da água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado para utilização na atividade de lavagem de pisos da SEAG?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Estudar a viabilidade econômico-financeira de implantação de um sistema de aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionado na lavagem de pisos na SEAG, de forma que haja redução no consumo de água no espaço físico deste órgão estadual.

1.4.2 Objetivos específicos

- Dimensionar o sistema de captação, armazenamento e distribuição de água dos aparelhos de ar condicionado;
- Descrever os materiais e serviços necessários para implantação do sistema de captação, armazenamento e distribuição;
- Orçar os custos para implantação do sistema de captação, armazenamento e distribuição;
- Avaliar a viabilidade econômico-financeira do sistema de reúso.

1.5 PRODUTO TÉCNICO OBTIDO

Ao final da pesquisa, foram obtidos dados suficientes para visualizar a viabilidade do ponto de vista econômico-financeiro na implantação do sistema de reúso de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, tendo como finalidade a lavagem dos pisos da SEAG. Desta forma, dois produtos serão entregues à SEAG por meio de um relatório técnico, quais sejam:

- Orçamento completo contendo todos os custos de mão de obra e insumos para implantação do sistema;
- Estudo de viabilidade econômico-financeira, contendo o período de retorno do investimento necessário para implantação do sistema.

Por fim, uma vez comprovada a vantagem financeira da utilização de água de reúso para lavagem de pisos, a pesquisa foi desenvolvida dentro Linha de Pesquisa 2 –

(Tecnologia, Inovação e Operações no Setor Público), Projeto Estruturante 3 – (Ações e programas finalísticos e de apoio/suporte ao governo). A aderência da mesma justifica-se na abordagem ambiental e econômica, visto que a ideia de se aplicar práticas de reúso de água, ainda pouco usuais em organizações públicas, é um tema inovador na seara da sustentabilidade.

Este PTT encontra respaldo no Plano de Desenvolvimento do Espírito Santo – ES 2030¹, dentre as propostas constantes no documento em seu Capítulo 4 – Como vamos chegar lá, seção 4.3 (p. 209) possui entre as propostas para economia ambientalmente sustentável a efetivação da gestão do uso, controle e preservação dos recursos hídricos.

1.6 DELIMITAÇÃO E JUSTIFICATIVA

De acordo com o *site* oficial do governo do estado do Espírito Santo, sua estrutura administrativa é composta atualmente por 23 Secretarias, dentre elas, a SEAG. Algumas destas dividem o mesmo espaço físico, ou seja, estão alocadas numa mesma edificação, outras ocupam de forma exclusiva um local. Neste caso, a SEAG situa-se numa localização independente das demais secretarias.

Quanto ao reúso da água, há possibilidade de o mesmo ocorrer de maneira direta e indireta; e para diversos fins, sejam eles, urbanos, agrícolas, florestais, ambientais e industriais. Neste caso, será utilizado o reúso direto para fins urbanos, exclusivamente na atividade de lavagem do piso do Edifício da SEAG.

Estudar e propor a implantação de reúso da água proveniente de outros efluentes, em primeiro lugar, demandaria tempo maior de dedicação e, em segundo lugar, a escolha do reúso da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado deu-se em virtude de não haver necessidade de tratamento prévio do efluente, ou seja, não haverá necessidade de implantação de um sistema de tratamento de água de reúso o que oneraria mais ainda o investimento inicial do projeto, uma vez que este efluente enquadra-se nos parâmetros estabelecidos de qualidade da água para consumo

¹ <https://planejamento.es.gov.br/Media/sep/Plano%20ES%202030/ES2030.pdf>

humano e seu padrão de potabilidade constantes na Portaria MS nº 2.914/2011 é já demonstrado no estudo de Cunha et al. (2015).

A água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado também podem ser usadas para outras fins, como por exemplo para descargas sanitárias, entretanto para isso estudos mais aprofundados devem ser realizados inclusive de avaliação da atual instalação hidrossanitário do prédio da SEAG, pois adequações para este tipo de reúso são necessárias tendo em vista que a distribuição da água de reúso deve ocorrer de forma independente da água tratada fornecida pela concessionária.

Para esta finalidade haveria necessidade de uma avaliação em *in loco* por mais tempo o que não foi possível pois em virtude do atual período que passamos com medidas de distanciamento e trabalho remoto devido a pandemia do novo corona vírus (COVID-19) não foi possível ir ao local da pesquisa para elaborar com exatidão as adequações que seriam necessárias.

Portanto, a presente pesquisa delimita-se ao reúso direto não potável na modalidade de fins urbanos, exclusivamente para a lavagem dos pisos da SEAG. Caso seja demonstrada sua viabilidade econômico-financeira, o projeto poderá ser definido como piloto, podendo ser implementado em outras órgãos do governo estadual.

Por fim, em virtude do atual momento de contenção de gastos reforçado pelo atendimento ao Decreto Estadual nº 3.779-R/2015 e em razão das fortes crises hídricas que assolaram o estado nos últimos anos, além de não haver uma destinação adequada para a água expelida pelos aparelhos de ar condicionado; é que se justifica a necessidade deste trabalho, dada a relevância do uso racional e sustentável da água, em especial no âmbito da Administração Pública, podendo tornar-se uma alternativa para uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos e, principalmente, servir de exemplo para outras organizações.

2 APORTE TEÓRICO

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

2.1.1 Recursos hídricos no mundo

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2020a), 97,5% da água no mundo é salgada, ou seja, não está própria para o consumo humano. Já o restante, composto de água doce (2,5%), é distribuído em 69% de geleiras, 30 % de águas subterrâneas e apenas 1% de rios e lagos disponíveis para consumo humano.

De acordo com os dados fornecidos pelo sistema global de informações sobre a água (AQUASTAT) elaborado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) o Brasil é o país com maior volume de fontes renováveis de água doce no mundo², seguido por Rússia e EUA.

Na lista dos países com menores volumes identifica-se países do Golfo Pérsico como Kuwait e Catar além de algumas ilhas localizadas no mar do Caribe.

Tabela 1 – Países com maiores e menores volumes totais de fontes renováveis de água doce em 2017

Maiores volumes (km ³ /ano)		Menores volumes (km ³ /ano)	
País	Volume	País	Volume
Brasil	8.647	Kuwait	0,02
Rússia	4.525	São Cristovão das Neves	0,024
EUA	3.069	Maldivas	0,03
Canadá	2.902	Malta	0,0505
China	2.840	Antígua e Barbuda	0,052
Colômbia	2.360	Catar	0,058
Indonésia	2.019	Barbados	0,08
Índia	1.911	São Vicente e Grenadinas	0,1
Peru	1.880	Bahrein	0,116
Venezuela	1.325	Emirados Árabes	0,15

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Aquastat (2018)

Quando levado em consideração a relação da água com o total de habitantes por país é possível fazer uma leitura melhor dessa distribuição, de forma a fornecer

² O total das fontes renováveis de água doce (Total Renewable Water Resources - TRWR) de um país é a soma das fontes internas renováveis de água doce (Internal Renewable Water Resources - IRWR) com as fontes externas renováveis de água doce (External Renewable Water Resources - ERWR). Esse total corresponde ao volume anual máximo teórico de água doce disponível para um país ao longo de um ano (FAO, 2020).

informações para fins econômicos e sociais, dando real noção sobre a disponibilidade de água.

A Tabela 2 apresenta os países com as maiores médias anuais totais das fontes renováveis de água doce em m³ per capita.

Tabela 2 – Países com médias anuais totais das fontes de água doce em m³ per capita em 2017

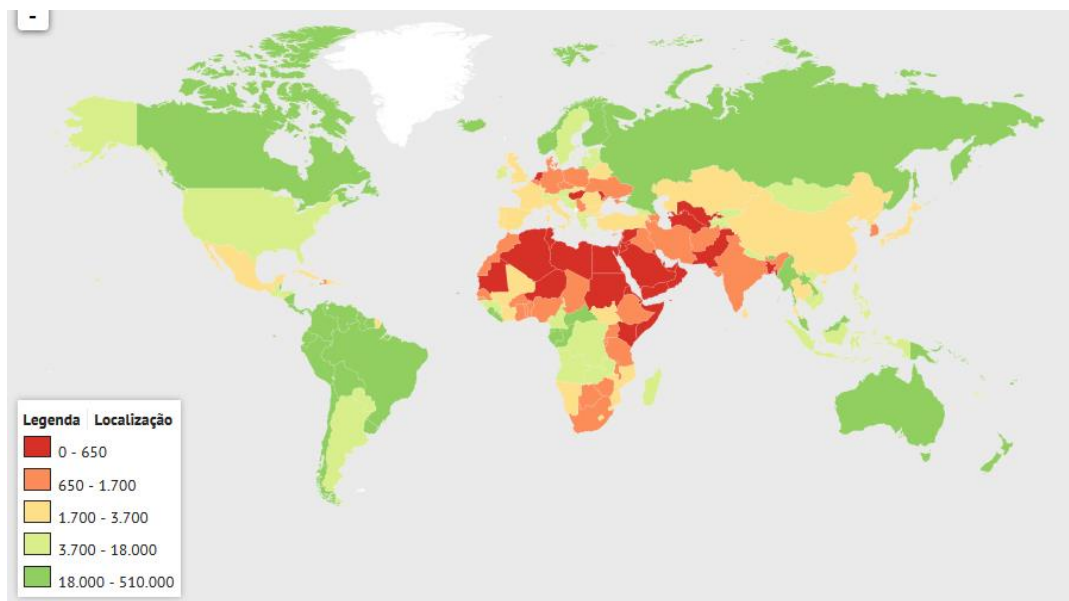
Maiores volumes		Menores volumes	
País	Média anual per capita	País	Média anual per capita
Islândia	516.090	Kuwait	5,139
Guiana	353.279	Emirados Árabes	16,38
Suriname	182.320	Catar	25,95
Congo	180.087	Arábia Saudita	76,09
Papua Nova Guiné	105.132	Iêmen	78,26
Butão	100.671	Maldivas	82,49
Gabão	96.232	Bahreim	84,24
Canadá	80.746	Singapura	107,1
Ilhas Salomão	76.594	Líbia	111,5
Noruega	75.417	Malta	120,6

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Aquastat (2018).

A partir dos dados da Tabela 2 pode-se constatar que Kuwait além de ser o país com menor volume (Tabela 1), também é o país com menor volume de água doce no per capita, seguido por países situados na Península Arábica. Países como Islândia, Guiana e Suriname com uma pequena densidade demográfica possuem os três maiores volume per capita.

Com relação a lista dos países com maiores volumes da Tabela 1, quando se obtém o volume per capita, estes não figuram entre os com maiores médias per capita. Na Figura 1 é possível identificar de uma forma geral a média anual per capita de todas as regiões do mundo.

Figura 1 - Recursos hídricos internos renováveis totais per capita (m³/habitante/ano) em 2017



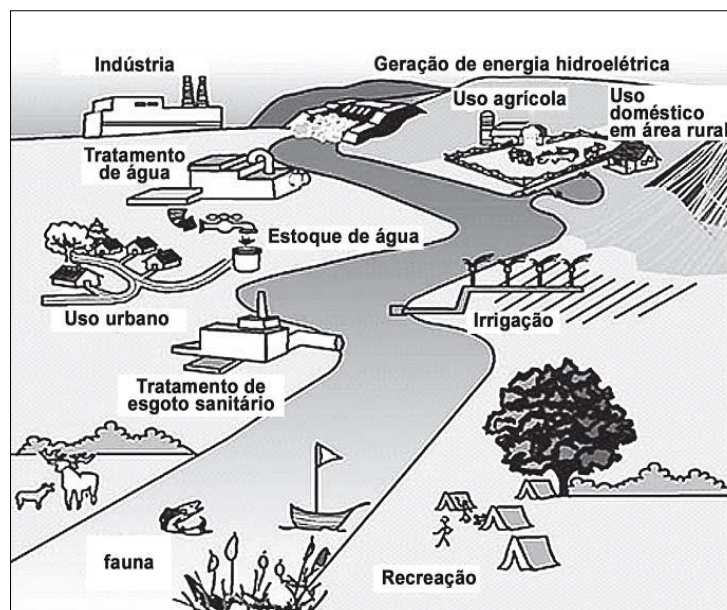
Fonte: World Data Atlas (2020).

Além da baixa disponibilidade de água apta para o consumo ou uso humano, a distribuição de água no mundo é muito desigual, sendo que a maior parte da população vive em locais com escassez desse recurso. A maioria das áreas urbanas enfrentam dificuldades, em muitos casos tendo que fazer escolhas difíceis e adotar soluções caras para atender às demandas atuais e futuras (SANTOS; DOMICIANO; BEZERRA, 2010).

Passos et al. (2017) afirmam que além de ser destinada para o consumo humano, a água também é utilizada pelo homem na agricultura, indústria e em atividades recreativas que passam a aproveitar grandes volumes de água diariamente.

A presença da água no meio em que vivemos também pode ser descrita por meio do ciclo urbano da água, que corresponde ao momento em que o recurso é captado para tratamento até seu retorno à natureza, conforme demonstrado na Figura 2, logo a seguir. Observa-se no ciclo urbano que o homem utiliza a água para a realização das suas principais atividades com fins econômicos e sociais:

Figura 2 – Ciclo urbano da água



Fonte: Gonçalves (2006, p. 30).

Em função de o planeta Terra ser constituído em sua maioria por água, há a sensação de que esse recurso venha a ser inesgotável, o que não condiz com a realidade, conforme defendem SANTOS et al. (2016). É nesse sentido, portanto, que o desenvolvimento sustentável por meio da utilização racional dos recursos naturais é hoje o grande alvo dos pesquisadores ambientais de todo o mundo, os quais traçam métodos na busca de uma melhor qualidade de vida não só para geração atual, mas para garantir às futuras gerações o bem-estar do planeta (SILVA et al., 2018).

No que tange à preocupação quanto ao atendimento das demandas de gerações futuras e ao acesso por parte dessa geração aos recursos naturais disponíveis na atualidade, o Relatório Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49), o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como:

[...] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas.

Portanto, o uso da água deve ocorrer de maneira sustentável e de forma que a mantenha no meio ambiente com qualidade para sua utilização, seja para o consumo

direto do ser humano, seja de forma indireta quando usada para a produção de alimentos e na produção industrial.

2.1.2 Recursos hídricos no Brasil

Estima-se que o Brasil concentre 12% de toda a água doce do planeta, mas, apesar da abundância, o acesso a esse recurso vital não se dá de uma maneira uniforme entre a população brasileira. As características geográficas de cada região e variações climáticas ao longo do ano são os principais fatores que afetam a sua distribuição (BRASIL, 2019).

A região Norte concentra, por exemplo, aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país (BRASIL, 2019).

Essa distribuição faz com que haja a necessidade da implantação de mecanismos de gestão da água, por tratarem-se de regiões com elevada densidade demográfica, entretanto, pouca disponibilidade hídrica, como é o caso do sudeste brasileiro.

Com o passar do tempo e a crescente demanda de usos diversificados dos recursos hídricos, portanto, a população fica suscetível à baixa disponibilidade qualitativa dos mesmos, resultando em frequentes embates pelo consumo do referido recurso, visto que a água não deve ser usada livremente para o consumo, para a produção ou para o lazer, conforme defende Bicudo, Tundisi e Scheuenstuhl (2010).

Com relação à maior demanda de água, o Brasil segue a tendência mundial, sendo o setor da agropecuária responsável por quase 79,2% de toda a demanda (média anual de consumo), seguido pela indústria 8,8% e abastecimento urbano 8,6% (BRASIL, 2018).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), 48 milhões de pessoas foram afetadas por secas (duradouras) ou estiagens (passageiras) no território nacional entre 2013 e 2016. Nesse período, foram registrados 4.824 eventos de seca com danos humanos. Somente em 2016, ano mais crítico em impactos para a população, 18 milhões de habitantes foram afetados por esses fenômenos climáticos que causam escassez hídrica (ANA, 2017).

Muitas regiões afetadas por fortes secas também são prejudicadas pelo uso irracional dos recursos hídricos por parte de outras localidades. Dentre os prejuízos, estão incluídos a desigualdade de acesso aos recursos hídricos e os problemas de âmbito sociocultural.

Diante desse contexto, nota-se que com as frequentes alterações ambientais resultantes de ação antrópica, é exigida o maior aporte de investimentos financeiros nas estações de tratamento de água para o reestabelecimento dos padrões ideais de uso e consumo da água.

2.1.2.1 Recursos e crise hídrica no Estado do Espírito Santo

A região Sudeste, composta pelos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, concentra 45% da população nacional, ou seja, quase metade dos habitantes que vivem no Brasil. Entretanto, essa região brasileira concentra apenas 3% dos recursos hídricos do país (BRASIL, 2018).

De acordo com Coelho, Cardoso e Firpo (2016), durante os verões de 2013/2014 e 2014/2015 a região Sudeste do Brasil sofreu importantes déficits de precipitação, resultando em vazões baixas nos cursos d'água com impactos em diversos setores da sociedade, incluindo o abastecimento humano, agricultura e a geração de energia hidroelétrica.

Como estado integrante da região Sudeste do Brasil, o Espírito Santo enfrentou a mais grave crise hídrica de sua história no ano de 2014. A redução de chuvas no referido período provocou uma diminuição recorde da vazão dos rios, provocando inclusive o racionamento de água em várias cidades do referido estado, conforme Machado (2016).

Somada ao déficit de chuvas, a má gestão dos recursos hídricos também influenciou a crise hídrica vivida pela região Sudeste. Essa escassez serviu para colocar em discussão a eficiência da gestão dos recursos hídricos no Brasil, em especial, na região de maior consumo.

De acordo com o Relatório de Governança dos Recursos Hídricos no Brasil apesar da abundância de água no Brasil e as reformas feitas em 1997 com a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos e em 2000 com a criação da ANA ainda existem pontos

que precisam ser revistos como: (1) um melhor planejamento das bacias hidrográficas, pois a governança dificilmente ocorrerá sem o fortalecimento do estado; (2) a cobrança pelo uso de água e gestão pelos seus múltiplos usos, uma vez que quando existem cobranças, estas são baixas, de forma que o recurso arrecadado não é revertido em investimentos para o comitê de bacias (OECD, 2015).

Durante a crise, algumas ações foram tomadas pelo governo do estado do Espírito Santo, como o acordo entre a empresa Energias de Portugal (EDP), proprietária da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) de Rio Bonito, localizado entre os municípios de Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá. Esse acordo contemplou uma compatibilização entre a geração de energia elétrica e o abastecimento humano da região metropolitana da capital, Vitória.

Ademais, o rio de maior vazão do Espírito Santo, o Rio Doce, em novembro de 2015, sofreu com o derramamento da lama tóxica vinda das barragens da mineradora Samarco, situadas na cidade de Mariana (MG). O derramamento culminou na destruição da vida de cerca de 600 km de rio e, além disso, gerou prejuízos econômicos, sociais e risco à saúde da população, agravando mais ainda a crise hídrica estadual.

Sempre que a água com a qualidade requerida para determinado uso torna-se um recurso escasso, são buscadas alternativas de suprimento ou repressão do consumo para que seja restabelecido o equilíbrio oferta/demanda desse precioso recurso, como nos episódios relatados anteriormente. Vamos então, agora, nos debruçar sobre a exposição de uma alternativa sustentável para o uso da água.

2.2 REÚSO DE ÁGUA

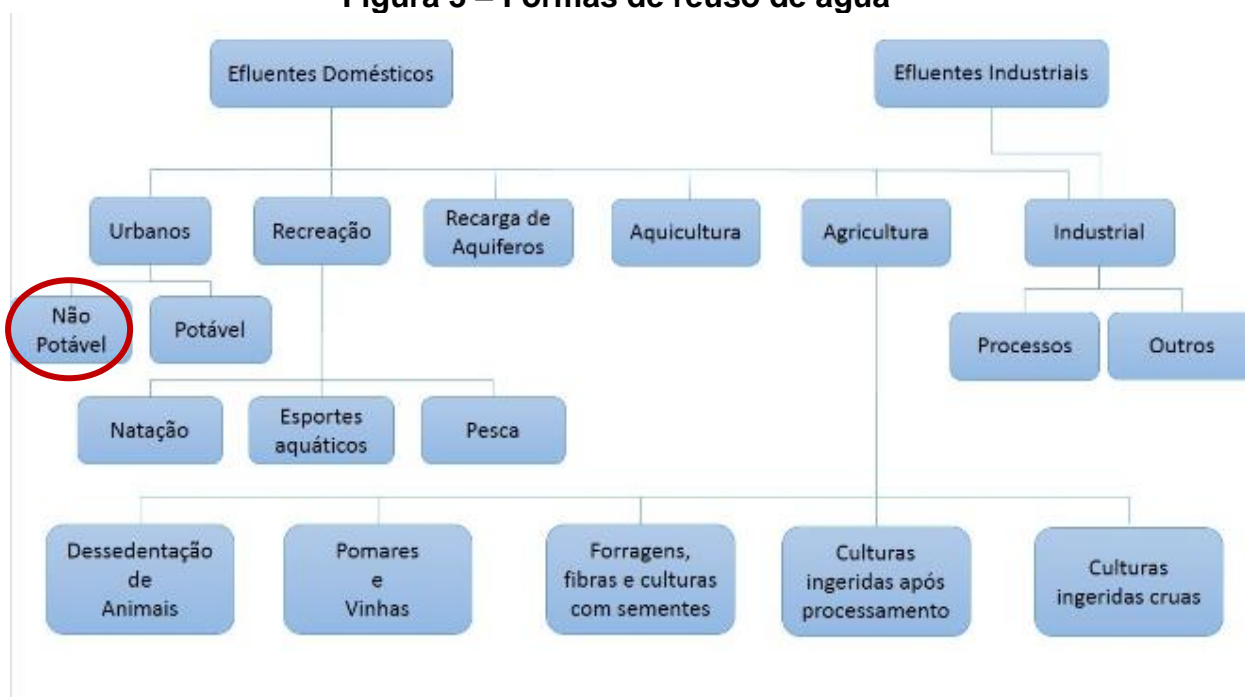
O reúso consiste no reaproveitamento da água que foi insumo para o desenvolvimento de uma atividade humana, logo, esse reaproveitamento ocorre a partir da transformação da água residuária em água de reúso. No Quadro 1, são apresentados exemplos de definições de reúso de água e água de reúso.

Quadro 1 – Exemplos de definição de “reúso de água” e “água de reúso”

Termo	Definição	Fonte
Reúso de água	O aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir a necessidade de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações planejadas ou não.	Lavrador Filho (1987)
	O uso de efluente sanitário tratado para uso benéfico, como irrigação ou uso industrial.	Eddy et al. (2013)
	O uso de água residuária (esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não).	CNRH (2018)
Água de reúso	Água residuária (esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não).	CNRH (2018)
	Efluente municipal (doméstico e industrial) tratado nos padrões exigidos para finalidade pretendida.	Eddy et al. (2013)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Lavrador Filho (1987); Eddy et al. (2013) e CNRH (2018).

Na Figura 3, são apresentados os tipos básicos de usos potenciais de esgotos tratados que podem ser implementados na área urbana e rural.

Figura 3 – Formas de reúso de água

Fonte: Elaborado pelo Autor a partir de Hespanhol (1999).

De acordo com Hespanhol (1999, p. 142) o reúso direto não potável da água possui as seguintes finalidades: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, lavagem de pisos e praças, desobstrução

de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

Todavia, este estudo tratará das águas de reúso para fins urbanos, principalmente para a limpeza de áreas comuns em edificações da Administração Pública do executivo estadual no Espírito Santo.

2.2.1 Histórico e aspectos legais

Em 1981 foi promulgada no Brasil a Lei Federal nº 6.938/1981, a primeira a tratar sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Entretanto, não consta na referida lei o tema de reúso de água, embora já possa ser observado em seus princípios, o uso racional da água, como descrito no inciso II do Artigo 2º, que dispõe sobre a *racionalização do uso do solo, da água e do ar*.

Já no cenário internacional, a Conferência de Dublin, realizada em 1992, estabeleceu princípios para a gestão sustentável da água, sendo eles: a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, para o desenvolvimento e para o meio ambiente; o seu gerenciamento deve ser baseado na participação dos usuários, planejadores e formuladores de políticas, em todos os níveis; as mulheres desempenham um papel essencial na provisão, no gerenciamento e na proteção da água e o reconhecimento do valor econômico da água (FERNANDES, 2017). A partir de então, houve grandes esforços exercidos pelas comunidades internacional e brasileira, na questão pertinente ao Desenvolvimento Sustentável.

A Eco/92, sendo um dos expoentes dessa continuidade, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro, teve como principal objetivo o enfrentamento aos desafios ambientais do século XXI, dando importância ao reúso, recomendando aos países participantes a implementação de políticas públicas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes (HESPANHOL, 2008).

Um dos produtos desta Conferência foi a elaboração da Agenda 21, cujo principal objetivo é o enfrentamento aos desafios ambientais do século XXI, como por exemplo, o buraco na camada de ozônio, a retração de florestas tropicais, o avanço das desertificações, o efeito estufa, a chuva ácida, a extinção acelerada das espécies da flora e fauna e a poluição de oceano e mares, além de mencionar que a água passou

a ser considerada como um bem econômico devido ao aumento na sua demanda e escassez, segundo Bastos e Calmon (2013).

Em alguns Capítulos da Agenda 21, são tratados temas relacionados ao reuso da água – Capítulos 14, 18, 21 e 30 – o que mostra a relevância do assunto em questão, inclusive recomendando-se a implantação de políticas públicas para uso e reciclagem de efluentes. A partir daí, países como o Brasil iniciaram a elaboração de aspectos legais que visam orientar e promover essa prática. Portanto, pode-se dizer que após a realização da Eco/92, houve uma preocupação maior sobre o tema de racionalização da água por parte do poder público.

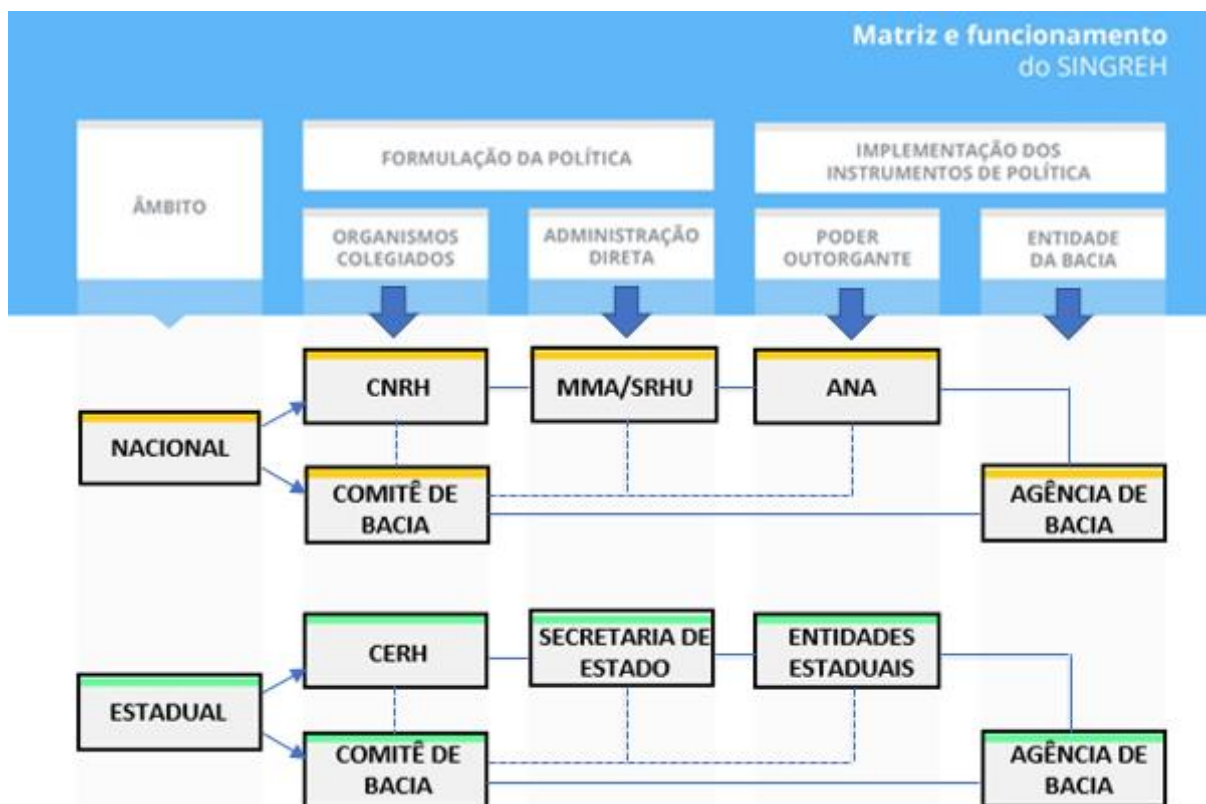
Nesse sentido, em janeiro de 1997 foi aprovada a Lei Federal nº 9.433/1997, a qual institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, sendo um de seus principais fundamentos a gestão dos recursos hídricos, de forma a proporcionar o uso múltiplo das águas. A Lei criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), cujo papel principal é realizar a gestão dos usos de água de forma democrática e participativa.

Já em julho de 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA) por meio da Lei Federal nº 9.984/2000. A entidade federal é responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e pela coordenação do SNGRH.

Conforme verificado na Figura 4, o Conselho Nacional dos Recursos Hídricos ocupa a maior instância do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGREH) do Brasil, tendo como principal atribuição o estabelecimento de diretrizes voltadas para a boa gestão dos mesmos no âmbito nacional.

Um exemplo dessas diretrizes é a Resolução CNRH nº 54/2005, na qual são estabelecidas modalidades, diretrizes e critérios gerais para prática do reúso direto da água não potável, sendo a referida Resolução considerada como primeira legislação brasileira a abordar o tema relacionado ao reúso de forma mais direta.

Figura 4 – Organograma com a composição do SNGREH



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ANA (2020b)

Atualmente, consta na legislação brasileira a NBR 13.969/1997, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que, apesar de não tratar especificamente do reúso de água, aborda um planejamento técnico para essa prática, conforme consta no Quadro 2.

Quadro 2 – Classificação e parâmetros do efluente, de acordo com o reúso

Classes	Parâmetros
Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes.	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez < 5 UNT¹ • Coliforme fecal < 200 NMP²/100 ml; • Sólidos dissolvidos totais < 200 mg/l • pH entre 6,0 e 8,0 • cloro residual entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l
Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez < 5 UNT • Coliforme fecal < 500 NMP/100 ml • Cloro residual > 0,5 mg/l
Classe 3 – Reúso nas descargas das bacias sanitárias.	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez < 10 UNT • Coliforme fecal < 500 NMP/100 ml
Classe 4 – Reúso nos pomares cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	<ul style="list-style-type: none"> • Coliforme fecal < 5.000 NMP/100 ml • Oxigênio dissolvido > 2 mg/l

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ABNT (1997).

Notas: 1. UNT – a turbidez pode ser entendida como a medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas em suspensão ou coloidais, sendo expressa como Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU – *Nephelometric Turbidity Unity*). 2. NMP – número mais provável, é um método que permite calcular o número de microorganismo específico numa amostra de água, utilizando tabelas de probabilidades.

A Norma também refere-se aos sistemas de reserva e distribuição da água de reúso, devendo ser observados os seguintes aspectos:

- Todo o sistema de reserva deve ser dimensionado para atender pelo menos duas horas de uso de água no pico da demanda diária, exceto para uso na irrigação da área agrícola ou pastoril;
- Todo o sistema de reserva e de distribuição do esgoto a ser reutilizado deve ser claramente identificado, através de placas de advertência nos locais estratégicos e nas torneias, além do emprego de cores nas tubulações e nos tanques de reserva distintas das de água potável.

Outras legislações também abordam o reúso, fazendo interferências sobre suas definições e parâmetros para o uso da água, como, por exemplo, a Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Portaria MS nº 2.914/2011. A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de fornecer outras providências. Já a Portaria MS nº 2.914/2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Insta frisar que em 2016 foi publicada a Resolução CNRH nº 181/2016 que aprova as prioridades, ações e metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020, dentre as prioridades, a quinta trata do desenvolvimento de ações para a promoção do uso sustentável e reúso de água.

Por fim, segundo a NBR 13.969/1997, todo sistema de reservação e distribuição deve ser identificado com a utilização de placas de advertência e cores nas tubulações de reúso. Por isso, ao longo de toda tubulação, deverá ser inserida a escrita: Água de reúso. Já nos reservatórios, deverão ser colocados adesivos com a seguinte escrita: Reservatório de água de reúso proveniente das evaporadoras dos aparelhos de ar condicionado. Utilização somente para lavagem dos pisos.

Em relação à cor das tubulações do sistema de distribuição, será utilizada como referência a NBR 6.493/2019, que aborda o tema sobre o emprego de cores para identificação de tubulações industriais, sendo adotada para este caso a cor verde.

2.2.2 Formas de reúso de água

De acordo com a Academia Nacional de Pesquisa Americana (*National Research Council of the National Academies*) (NRC, 2012) as práticas de reúso em água tem se tornando uma eficiente alternativa contra os crescentes problemas de escassez hídrica mundial, é o que ficou constatado em 2008 num levantamento realizado entre 43 países espalhados pelo mundo.

Ainda neste estudo, é relatado que cerca de 50 milhões m³/dia de água de esgoto são reutilizados mundialmente, sendo que deste total 21 milhões m³/dia (42%) corresponde ao volume de efluente tratado e 29 milhões m³/dia (58%) de efluente não tratado.

Os EUA são responsáveis por 7,6 milhões m³/dia deste total de efluente tratados, com destaque para os estados da Flórida, Califórnia, Arizona e Texas, sendo que aproximadamente 55% desse volume total de efluentes reutilizados são destinados a atividades de irrigação e paisagismo (NRC,2012).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency - EPA*), publicou em 2004 diretrizes para reúso de água, importante ressaltar que nos EUA cada estado possui autonomia para adotar normas e critérios de qualidade de água específicos. As normas e critérios de qualidade de água de reúso mais difundidos são os adotados na Califórnia e conhecidos como *Title 22*, um capítulo do *California Drinking Water Code* (CALIFORNIA, 2015).

Em outros países, principalmente aqueles de clima desértico como Arábia Saudita, Egito, Israel, Síria o reúso de esgoto tratado vem crescendo cada vez mais, de forma a consolidar o reúso como uma alternativa eficiente contra a carência de água.

Nestes países, a principal finalidade da água de reúso é voltada para a agricultura, como acontece em Israel, onde esse uso chega a um percentual de 75% dos efluentes tratados, em Singapura e no Kuwait a água de reúso representa mais de 10% da água utilizada (NRC, 2012).

Quanto a reutilização de efluente não tratado (29 milhões m³/dia), destaca-se como maiores usuários a China com 14,1 milhões m³/dia e em segundo lugar o México com 13,6 milhões m³/dia, sendo usados principalmente na agricultura para irrigação (NRC, 2012).

2.2.3 Reúso de Água na Administração Pública

A Administração Pública é grande consumidora e usuária de inúmeros recursos naturais, tendo papel decisivo na promoção e indicação de novos padrões de produção e de consumo desses insumos. Assim sendo, deve ser exemplo na redução de impactos socioambientais negativos gerados pela atividade pública, tendo como principais estratégias: sensibilizar os servidores, adotar novos procedimentos administrativos, estabelecer parcerias e metas (com critérios/indicadores de monitoramento), usar racionalmente os recursos disponíveis (energia, água, material de expediente) e destinar adequadamente os materiais recicláveis (cooperativas de catadores) (BRASIL, 2009).

No âmbito Federal, consta na Comissão de Meio Ambiente do Senado o Projeto de Lei nº 175/2020 que altera a Lei Geral de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007), para impor às prestadoras do serviço de abastecimento de água a adoção de medidas destinadas à redução de perdas e aumento da eficiência do sistema de distribuição da mesma, além de determinar à União, no âmbito da Política Nacional de Saneamento Básico, a adoção de estímulos para uso de águas pluviais e de reúso de águas servidas em novas edificações e nas atividades que descreve.

No contexto do governo do estado do Espírito Santo, ainda são tímidas as ações legais voltadas para a gestão dos recursos hídricos. Segundo Rocha (2017, p. 5), "uma das medidas que podem ser adotadas para que não gere déficit no fornecimento de água é o reúso da água, para fins não potáveis como irrigação, descarga de vasos sanitários e lavagens em geral [...]".

Somente no ano de 2015, o governo do estado do Espírito Santo, considerando o cenário de escassez hídrica, promulgou o Decreto Estadual nº 3.779-R/2015, o qual dispõe sobre diretrizes para redução do consumo e uso racional da água pelos órgãos e entidades do Poder Executivo Estadual. É importante destacar que o art. 4º deste

decreto estabelece para o ano de 2015 uma redução de 20% no consumo de água quando comparado com a média do consumo mensal do ano de 2014.

Já o termo reúso, por sua vez, é abordado no art. 7º, inciso I, alínea a, onde há recomendação da utilização de água de reúso para limpeza de pisos, paredes, pátios e calçadas dos bens móveis e imóveis.

Da mesma maneira, o art. 9º sugere a utilização de técnicas de uso racional da água, resguardada a atenção à higiene e à saúde pública. Neste ponto, o poder executivo faz ressalva sobre os cuidados a serem tomados na aplicação da água de reúso, por isso é necessária uma análise qualitativa quanto às questões de potabilidade, abordadas principalmente na Portaria MS nº 2.914/2011 e na Resolução CONAMA nº 357/2011.

Portanto, cabe às organizações públicas, no âmbito do poder executivo estadual, implementarem ações e medidas que visem ao uso racional da água por meio de técnicas ambientalmente sustentáveis, sobretudo na reutilização de águas provenientes dos aparelhos de ar condicionados, se o potencial desse reaproveitamento for representativo para aplicação neste cenário.

2.3 FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO

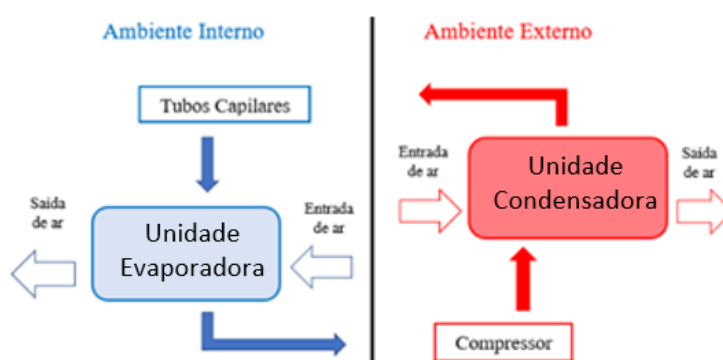
O aparelho de ar condicionado possui entre seus objetivos, o controle da temperatura do ambiente em que foi instalado, sendo que uma consequência deste processo é a retirada da umidade do ambiente interno de uma edificação, umidade esta que é expelida para o ambiente externo por meio do processo de condensação.

De acordo com Antonovicz e Weber (2013), os componentes básicos de um sistema de ar condicionado são: compressor, condensador, válvula de baixa pressão e o evaporador. O processo tem início quando o ventilador suga o ar quente do interior do ambiente para dentro do equipamento. O ar sugado passa por uma serpentina que contém líquido refrigerante (R-22 ou *freon*) a uma temperatura entre 7°C e 8°C, momento em que ocorre o resfriamento do ar que, em seguida, é devolvido ao ambiente interno na temperatura desejada pelo usuário.

O líquido refrigerante absorve o calor e muda de estado tornando-se gás, que por sua vez, passa pelo compressor do aparelho e tem sua temperatura elevada. Novamente,

o gás é conduzido a outra serpentina, denominada de unidade condensadora. Em contato com o ambiente externo da edificação, essa serpentina reduz a temperatura do gás, que começa a liquefazer-se. Logo após esse processo, então, o líquido refrigerante segue para uma válvula de expansão e sofre uma perda de pressão, o que permite que ele resfrie novamente a 7°C, retornando ao estado gasoso, conforme descrevem Fortes, Jardim e Fernandes (2015). Na Figura 5, por sua vez, é demonstrado o sistema de funcionamento dos aparelhos de ar condicionado.

Figura 5 – Esquema de funcionamento dos aparelhos de ar condicionado



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Alexandre (2019, p. 8).

No contato entre o ar captado do ambiente interno e a serpentina (unidade condensadora), que contém o gás refrigerante; ocorre a condensação da sua umidade, gerando água que é conduzida por uma bandeja de coleta para um sistema de drenagem. Neste estudo, a água eliminada, que hoje não possui uma destinação correta e é descartada em sua totalidade, será captada e reutilizada para fins não potáveis na SEAG.

2.3.1 Tipos de aparelhos de ar condicionado

Existem diversos tipos de aparelhos de ar condicionado responsáveis por climatizar os ambientes. Os mais utilizados em edifícios comerciais e residenciais são do tipo janela e *split*³.

Os aparelhos do tipo janela são compactos, sendo que todos os componentes estão agrupados num único compartimento, conforme demonstrado na Figura 6. Eles

³ *Split* do inglês, significa literalmente "dividido", uma vez que este tipo de aparelho possui mais de um componente, ficando dividido entre um local interno e outro externo à edificação a ser refrigerada.

também são conhecidos como “modelo de parede” e estão muito presentes em edificações mais antigas. Esses aparelhos possuem como principais vantagens a fácil instalação e manutenção, já que trata-se de um acessório único. Com a utilização de compressores rotativos, por sua vez, os ruídos produzidos por estes aparelhos tiveram uma considerável redução. Segundo Antonovicz e Weber (2013), estes aparelhos possuem uma vida útil de 10 a 15 anos, dependendo das condições de ambiente e manutenção regular do aparelho.

Figura 6 – Aparelho de ar condicionado do tipo janela instalado na SEAG



Fonte: Acervo particular do autor.

Os aparelhos do tipo *split* vêm ganhando mercado, pois produzem menos ruído e são esteticamente mais agradáveis, não requerem aberturas em paredes ou janelas, e possuem mais de um componente, ao contrário dos aparelhos do tipo janela. Seus componentes principais são a unidade interna (evaporadora), instalada no interior do ambiente, e a unidade externa (condensadora), instalada num local externo ao ambiente, conforme Figura 7.

Figura 7 – Componentes do aparelho tipo *split* instalados numa residência (térreo)



Fonte: Rezende (2012, p. 51).

Os componentes da unidade condensadora, onde fica o compressor, são responsáveis pela emissão de ruídos, entretanto, como são alocados na área externa, não causam transtornos, reduzindo substancialmente o incômodo. Na SEAG são encontrados os dois tipos de aparelho, sendo que em sua grande maioria são *split*.

2.4 VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

A viabilidade econômico-financeira torna-se uma importante ferramenta para realização de estudos ambientais, permitindo que se dê robustez à interpretação dos resultados sobre o impacto de processos, de forma a subsidiar os tomadores de decisões com informações técnicas (GONZALEZ, 2018).

Na busca pela racionalização do uso da água, a viabilidade econômico-financeira contribui de forma crucial para a decisão em gestão voltada para a eficácia do consumo, permitindo a utilização de fontes não potáveis, as quais antes eram eliminadas sem qualquer forma de reutilização.

De acordo com Abes (2015), citado por Gonzalez (2018), ainda que denote possíveis custos evitados na conta da água, ganhos econômicos e as tecnologias sejam acessíveis, não há uma configuração de políticas públicas voltadas para a disseminação da conservação e reúso de água de aparelhos de ar condicionado, como proposto nesta presente pesquisa.

Atualmente, portanto, não são comuns os projetos de reúso de água no âmbito da administração pública brasileira, o que faz com que a utilização do estudo de viabilidade econômico-financeira tenha como intuito, dar solidez ao projeto no viés econômico, principalmente com as últimas estratégias de governos visando à redução de gastos com custeio num contexto socioeconômico de queda nas arrecadações.

Para a realização das análises dos investimentos, devem ser considerados o estudo de fluxo de caixa com entradas e saídas de valores no projeto estudado ao longo do tempo, sendo a viabilidade caracterizada quando há retorno monetário do capital inicialmente investido.

Neste trabalho serão utilizados como métodos para análise de investimentos o *Payback* Simples, Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno.

No *Payback* Simples é considerado um regime de capitalização simples, pois os juros não são incorporados ao capital para futuras capitalizações. Já nos indicadores de VPL e TIR, por sua vez, são utilizados o fluxo de caixa descontado que analisa o movimento do dinheiro no tempo.

2.4.1 Período de retorno do investimento (*payback*)

O retorno financeiro do investimento será calculado através do método do Período de Retorno do Investimento Simples (*Payback* Simples) conforme a Equação 1:

$$\textit{Payback} \textit{ Simples} = \text{Investimento inicial} / \text{Ganho no período} \quad (1)$$

Segundo Mallmann (2012), neste método é avaliado o fluxo de caixa a partir do investimento inicial até o momento em que o valor acumulado se torna positivo, sendo este o período em que haverá o retorno do investimento. Quanto maior o *Payback* Simples, maior o tempo necessário para que o investimento retorne e maiores os riscos envolvidos.

Dispondo do orçamento para implantação do sistema, será possível estimar o tempo de retorno do investimento.

2.4.2 Valor presente líquido e taxa interna de retorno

Para o cálculo do VPL são levados em consideração todo fluxo de caixa e a análise do investimento, tendo em vista o valor do dinheiro no tempo, ou seja, o somatório de todos os valores ao longo do período considerado, aliado a isso a incidência de uma taxa de juros denominada de taxa mínima de atratividade (TMA), conforme demonstrado na Equação 2 para o valor de VPL:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{Fn}{(1+i)^t} - \left[I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{It}{(1+i)^t} \right] \quad (2)$$

em que:

VPL = Valor Presente Líquido de um fluxo de caixa (R\$);

t = nº de períodos envolvidos em cada elemento da série de receitas e dispêndios do fluxo de caixa;

Fn = valores envolvidos no fluxo de caixa que ocorrem em “n” períodos (R\$);

Io = valor do investimento inicial;

It = valor do investimento previsto em cada período;

i = taxa mínima de atratividade (%).

De acordo com Assaf Neto e Lima (2014) existem três possibilidades para a aceitabilidade de projetos de investimento utilizando o Valor Presente Líquido, quais sejam:

- VPL > 0, o projeto deve ser aceito;
- VPL = 0, é indiferente o aceite do projeto;
- VPL < 0, o projeto não deve ser aceito.

Já a Taxa Interna de Retorno (TIR) se dá na utilização de uma taxa de juros que anula o VPL do projeto. Segundo Malmann (2012), é uma medida relativa, sendo fácil de ser comunicada e compreendida.

$$\sum_{t=1}^n \frac{Fn}{(1+TIR)^t} = \left[I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{It}{(1+TIR)^t} \right] \quad (3)$$

em que:

t = nº de períodos envolvidos em cada elemento da série de receitas e dispêndios do fluxo de caixa;

Fn = valores envolvidos no fluxo de caixa que ocorrem em “n” períodos (R\$);

Io = valor do investimento inicial;

It = valor do investimento previsto em cada período;

TIR = Taxa Interna de Retorno (%).

De acordo com Assaf Neto e Lima (2014) existem três possibilidades para a aceitabilidade de projetos de investimento utilizando o Valor presente líquido, quais sejam:

- $TIR > TMA$, o projeto deve ser aceito;
- $TIR = TMA$, é indiferente o aceite do projeto;
- $TIR < TMA$, o projeto não deve ser aceito.

2.4.3 Taxa mínima de atratividade

Durante uma análise de investimento com a utilização dos métodos de Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno, é necessário a definição da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) utilizada como referência para indicação da viabilidade econômico-financeira de um projeto.

Esta taxa é composta pela por uma taxa livre de risco adicionado de um prêmio pelo risco ou prêmio de liquidez, portanto é possível concluir que quanto maior o risco do investimento a ser feito maior será o valor de TMA (ASSAF NETO; LIMA, 2014).

Uma empresa ou neste caso uma organização pública possui diversas fontes de financiamento seja por recursos próprio ou de terceiros, por exemplo, no caso de uma linha de crédito junto a um banco internacional. Portanto a partir daí a TMA é calculada pelo custo médio ponderado de capital ($WACC^4$) (ASSAF NETO; LIMA, 2014).

De acordo com Assaf Neto e Lima (2014) o custo capital representa quanto a empresa deve exigir de retorno dos seus investimentos e representa o custo médio ponderado entre as fontes de financiamento da empresa, sendo o cálculo realizado pela seguinte equação:

$$WACC = \sum_{f=1}^n Wf + Kf \quad (4)$$

em que:

$WACC$ = custo médio ponderado de capital;

Kf = custo específico de cada fonte de financiamento;

Wf = participação relativa (proporção) de cada fonte de financiamento total.

⁴ *Weighted Average Cost of Capital - WACC*

Neste projeto a única fonte de investimento será a utilização do recurso próprio da SEAG, não sendo utilizado qualquer linha de crédito ou financiamento de instituição financeira ou bancária.

Baseado no trabalho desenvolvido por Gonzalez (2018) o risco do negócio foi considerado nulo por se tratar de investimento voltado para uso interno da água na edificação.

A taxa livre de risco será composta por um custo de oportunidade e o prêmio da liquidez. O custo oportunidade será adotado como referência a Taxa Selic acumulada dos últimos 12 meses, quanto ao prêmio por liquidez será utilizado como referência os valores definidos por Gonzalez (2018) pelo fato de se tratar de mesma abordagem, neste caso, reúso de água.

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

A presente pesquisa foi realizada na atual Sede da Secretaria de Estado de Agricultura, Aquicultura, Abastecimento e Pesca (SEAG), localizada na Rua Raimundo Nonato, 116, Bairro Forte São João, CEP 29060-490, Vitória/ES.

Sobre a questão geográfica, o município de Vitória apresenta um clima tropical úmido, com temperatura média em torno de 24,2º Celsius (C) e Umidade Relativa do Ar (U.R.A) média de 77,00% (INMET, 2020).

Figura 8 – Mapa de localização da SEAG



Fonte: Acervo particular do autor.

A SEAG está instalada em duas edificações, a primeira, denominada como prédio principal, é composta pelo pavimento Térreo, onde se localiza a Portaria e Garagem, sendo os demais pavimentos ocupados pelos diversos setores administrativos, totalizando seis pavimentos.

A segunda edificação, denominada de prédio anexo, é composta pelo pavimento Térreo, onde se localiza o Protocolo Geral, Auditório e Garagem. O segundo

pavimento é composto pela Gerência de Obras e Infraestrutura Rural, totalizando dois pavimentos.

Figura 9 – Vista da fachada e entrada do prédio principal da SEAG



Fonte: Acervo particular do autor.

O prédio anexo possui dois acessos. O primeiro é pelo Térreo do prédio principal - Figura 9, e o outro, pela garagem, conforme consta na Figura 10.

Figura 10 – Vista da Fachada do Prédio Anexo SEAG (lado esquerdo), ao fundo Garagem com acesso independente



Fonte: Acervo particular do autor.

Já as unidades condensadoras dos aparelhos de ar condicionado responsáveis pelo resfriamento interno do edifício, em sua maioria, estão localizadas nos fundos do prédio principal e na lateral do Anexo, conforme as Figuras 11 e 12.

Para coleta da água, por sua vez, será necessária a instalação de tubos em PVC⁵ nas saídas dos drenos das unidades evaporadoras, de forma que as águas sejam direcionadas a um reservatório para armazenamento. Neste reservatório deverá ser instalada outra tubulação que conduzirá a água para os locais de coleta para realização das lavagens dos pisos. Serão instalados pontos de água em todos os pavimentos da Edificação Principal. Já no Térreo dos dois Prédios e no 1º Andar do Anexo, a coleta será realizada diretamente no reservatório do respectivo prédio.

A escolha do local a ser estudado para a implementação deste projeto, por outro lado, deu-se por conta da facilidade em coletar os dados e informações para subsidiar a pesquisa, com possibilidade, caso comprovada sua viabilidade econômico-financeira, de implantação do reúso nos demais prédios públicos.

Figura 11 – Condensadores de ar condicionado instalados nos fundos do prédio principal da SEAG



Fonte: Acervo particular do autor.

⁵ PVC é a sigla inglesa de “*Polyvinyl chloride*” que em português significa Policloreto de polivinila (ou policloreto de vinil), um plástico também conhecido como vinil.

Figura 12 – Condensadores de ar condicionado instalados na lateral do prédio anexo da SEAG



Fonte: Acervo particular do autor.

3.2 ABORDAGEM E TIPOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa possui uma abordagem quantitativa, uma vez que, no estudo de viabilidade econômico-financeira, foi necessário estimar a demanda de água utilizada para lavagem dos pisos, e calcular o volume total de água produzido pelos condicionadores de ar.

Do ponto de vista da sua natureza, a pesquisa é classificada como aplicada que, de acordo com Silva e Meneses (2001), trata-se de uma pesquisa que visa desenvolver conhecimento técnico para sua aplicação prática, principalmente para solução de problemas propostos.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento de uma pesquisa é necessária a escolha de métodos de pesquisa, ou seja, a maneira que são obtidos os dados necessários para o desenvolvimento do trabalho proposto.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), os dados provenientes de materiais publicados, impressos ou digitais, são denominados de pesquisa bibliográfica e documental; e aqueles oriundos de dados fornecidos por pessoas são denominados de pesquisa experimental, *ex-post-facto*, estudo de caso, pesquisa-ação e a pesquisa participante.

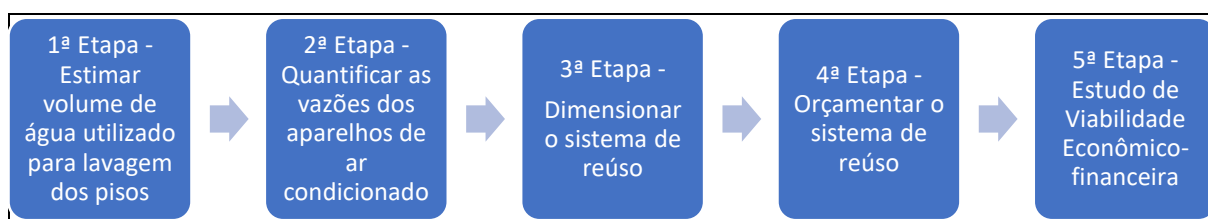
Para a etapa de coleta de dados foi realizado levantamento em campo, onde foram solicitados ao órgão, dados do histórico do consumo de água, cronograma com a rotina da limpeza realizada no prédio e plantas baixas contendo as áreas de cada ambiente.

Ainda na coleta de dados, foram utilizadas como procedimento metodológico a pesquisa documental e bibliográfica. Segundo Gil (2002), a principal diferença entre esses tipos de pesquisa são as naturezas das fontes de ambas, sendo classificadas de origem primária e secundária, respectivamente.

No caso da pesquisa bibliográfica, foram pesquisados artigos em periódicos, teses, dissertações e monografias disponibilizados principalmente em meios eletrônicos, tendo em vista a dificuldade atual em ter acesso a materiais impressos.

Por sua vez, a pesquisa documental ocorreu a partir da consulta de leis, decretos, portarias, resoluções publicadas no Diário Oficial da União e do estado do Espírito Santo. Na Figura 13 serão descritas de forma detalhadas as etapas da pesquisa.

Figura 13 – Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.1 Estimativa do volume de água utilizado para lavagem de pisos

Para o cálculo do volume de água utilizado para lavagem dos pisos das áreas comuns (salas, auditórios e corredores), garagens e banheiros existentes no local, foi estimado um consumo de 2,0 l/dia/m², conforme sugerido por Tomaz (2009).

Portanto, para o cálculo do volume total da demanda de água mensal, consideraram-se as áreas totais dos ambientes e a frequência com que estes são lavados em um mês.

$$V_{TDA} = A_{T,AMB} \times 2,0 \text{ l/dia/m}^2 \times F \quad (5)$$

em que:

V_{TDA} = Volume total da demanda de água mensal para lavagem dos pisos (l);

$A_{T,AMB}$ = Área total dos ambientes (m^2);

F = Frequência de lavagem dos pisos no intervalo de um mês.

3.3.2 Quantificação da vazão da água gerada pelos aparelhos de ar condicionado

Inicialmente foi necessário realizar um cadastramento de todos os aparelhos de ar condicionado da SEAG, utilizando-se planilhas com as seguintes colunas: MARCA, MODELO, POTÊNCIA (BTU), SALA, ANDAR. A primeira planilha foi preenchida com as informações obtidas no prédio principal; já a segunda planilha, com as informações do anexo.

Durante a execução deste cadastro, foi possível identificar que as evaporadoras dos aparelhos de ar condicionado do prédio principal estão localizadas na fachada frontal (em frente à rua) e na fachada dos fundos. Na fachada principal, todos os aparelhos já possuem tubulação coletando água e conduzindo-a para um local não identificado, com possibilidade deste local ser a rede pública pluvial, ou de esgoto.

Portanto, a proposta do presente trabalho foi feita para a utilização das águas eliminadas pelas evaporadoras localizadas na fachada dos fundos. Ainda assim, foi calculado o potencial total de água eliminada pelos aparelhos localizadas na fachada frontal.

Outro fato que cabe destaque é o que diz respeito as medições da vazão na SEAG que seriam feitas nos aparelhos de ar condicionado, entretanto não foi possível realiza-las *in loco*, uma vez que, em virtude da pandemia do novo Corona vírus (SARS-CoV-2) o governo estadual por meio do Decreto nº 4599-R, de 17 de março de 2020, institui o trabalho remoto para os servidores públicos estaduais, ou em alguns casos, em modalidade híbrida, ou seja, revezando entre *home office* e SEAG.

Posto isso e de posse das planilhas com o levantamento realizado dos aparelhos, foi calculada a vazão de água produzida nos mesmos em operação por meio da Equação (6), elaborada por Marinho (2018). Nela, levam-se em consideração dois parâmetros que influenciam a quantidade de água eliminada pelas unidades condensadoras, sendo eles: umidade relativa do ar e potência do equipamento de ar condicionado.

$$Q = P \times 4,10 \times 10^{-5} + H \times 1,25 \times 10^{-2} - 0,215 \quad (6)$$

em que:

Q = Vazão a ser obtida por aparelho (l/h);

P = Potência do equipamento de ar condicionado (BTU/h);

H = Umidade Relativa do Ar (%).

Com o valor da vazão obtido por meio da Equação (6), para cada aparelho foi procedido o somatório dos valores de cada aparelho para obtenção da vazão total horária.

$$Q_{TOTAL} = \sum Q \quad (7)$$

em que:

Q_{TOTAL} = Vazão total horária de todos os aparelhos da SEAG (l/h).

Tendo em vista que o horário de expediente na SEAG inicia-se às 08:00 horas e encerra-se às 18:00 horas, e que um mês possui 22 dias úteis, além de levar-se em consideração que os aparelhos são ligados durante todo o expediente diário, chega-se a uma carga horária de 220 horas/mês trabalhadas. Assim sendo, tem-se a seguinte equação para o volume total de água:

$$V_{TOTAL} = Q_{TOTAL} \times 220 \text{ horas/mês} \quad (8)$$

em que:

V_{TOTAL} = Volume total de água a ser captada dos aparelhos de ar condicionado (l/mês).

3.3.3 Definição do uso

De acordo com os estudos feitos por Cunha et al. (2015), após análise qualitativa da água eliminada pelas unidades condensadoras de ar, utilizando como referência os parâmetros de qualidade da Portaria MS nº 2.914/2011 e Resolução CONAMA nº 357/2005, ficou constatada a possibilidade de utilização da água coletada para

lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins. Restava saber se tal alternativa era viável economicamente para a sua implantação, questão abordada no estudo de viabilidade econômico-financeira.

3.3.4 Dimensionamento dos sistemas de captação, armazenamento e distribuição

O sistema de aproveitamento da água aqui proposto, será composto por tubulações em PVC que coletarão água nos drenos dos aparelhos de ar condicionado. Para o dimensionamento, *layout* e traçado do sistema. Foram utilizados como base os critérios adotados em Alexandre (2015) e Bolzan (2017) e metodologia da norma técnica NBR nº 5.626/2020 – Instalação Predial de Água Fria.

Toda a água coletada será direcionada a um reservatório que será localizado aos fundos da garagem do Edifício Principal da SEAG, sendo adotados como base os critérios de dimensionamento aplicados em Alexandre (2015) e Bolzan (2017) e metodologia da norma técnica NBR nº 13.969/1997 – Tanques Sépticos.

Para distribuição da água, haverá necessidade de implantar um sistema de bombeamento, uma vez que haverá um ponto de água em cada pavimento do Edifício Principal. Para o dimensionamento, *layout* e traçado do sistema de distribuição, serão utilizados como base os critérios adotados em Alexandre (2015) e Bolzan (2017) e metodologia da norma técnica NBR nº 5.626/2020 – Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.

3.3.5 Serviços (insumos e mão de obra) para implantação do sistema e orçamentação

A quantidade dos materiais e mão de obra, além da inclusão dos preços unitários para cada serviço que será executado, serão estimados após o dimensionamento de todo o sistema de reúso. Para essa etapa do trabalho, foi utilizado como referência o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), elaborado pela Caixa Econômica Federal, além da Tabela de Custos Unitários

Referenciais para Licitações de Obras Públicas, disponibilizada pelo Departamento de Edificações e de Rodovias do Estado do Espírito Santo (DER-ES).

3.3.6 Estudo de viabilidade econômico-financeira

O estudo de viabilidade econômico-financeira deve ser feito sempre que houver um projeto em fase de avaliação. Neste estudo, utilizamos três métodos para análise de investimento: *Payback* Simples, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Foi levado em consideração, inicialmente no Ano zero, o valor que seria investido para a implantação do sistema de reúso e, logo a seguir, o fluxo de caixa, quando, então, levaram-se em consideração as entradas e saídas dos recursos, e por fim, foi considerada a análise de viabilidade do investimento propriamente dita.

Aliado ao aspecto financeiro, existe o ambiental, um custo que não foi calculado neste projeto, portanto considerado como um limitador da pesquisa, este viés possui dentre as possíveis contribuições a de conscientização organizacional quanto ao uso consciente dos recursos hídricos.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Inicialmente, por meio do levantamento de áreas realizado nas plantas baixas da SEAG, foi estimada a demanda de água para lavagem dos pisos das áreas comuns (corredores, banheiros, escadas e garagens), garagens e banheiros existentes (V_{TDA}). Em seguida, com o cadastramento geral de todos os aparelhos de ar condicionado e aplicação das Equações 6, 7 e 8, tem-se o volume total de água captado pelos aparelhos de ar condicionado (V_{TOTAL}), conforme demonstrado nas Tabelas 5 e 6.

De posse desses valores, já será possível saber se o volume de água coletada atenderá parcialmente ($V_{TOTAL} \leq V_{TDA}$) ou em sua totalidade ($V_{TOTAL} > V_{TDA}$) a lavagem dos pisos quando o projeto for executado concretamente.

Posteriormente, foi realizado todo o dimensionamento e disposição do *layout* da rede de captação, armazenamento, bombeamento e distribuição, a fim de que seja possível, por meio das informações reunidas, trabalhar na elaboração da planilha orçamentária com os dados quantitativos, preços unitários e totais dos serviços, incluindo os dados referentes à mão de obra, materiais e equipamentos necessários.

Prontamente foi calculado o valor de água a ser economizado mensalmente com a utilização do sistema de reúso, obtido pelo produto do volume utilizado de água de reúso e a tarifa água e esgoto cobrada pela concessionária de abastecimento, neste caso, a Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

Finalmente, utilizando os métodos para análise de investimento (*Payback* Simples, *VPL* e *TIR*), foi possível comprovar a viabilidade econômico-financeira da implantação do sistema de reúso, inclusive com a indicação de quanto tempo será necessário para alcançar o retorno deste investimento para a organização estudada.

4.1 ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA

O presente estudo propõe a utilização de água de reúso para lavagem dos pisos. Antes de se estimar a quantidade de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado, contudo, é necessário estimar a demanda de água necessária para finalidade proposta neste trabalho. Esta estimativa foi calculada por meio da Equação 5, a partir da qual as áreas de cada ambiente foram extraídas das plantas baixas de cada pavimento da Edificação Principal da SEAG e, além disso, foi acrescentada a

frequência em que a limpeza é realizada em cada ambiente. Dessa forma, tem-se na Tabela 3 a área total em que será realizada a lavagem dos pisos com a água de reúso, a demanda mensal, semanal, semanal crítica, diária e diária crítica.

Tabela 3 – Estimativa da demanda de uso de água para lavagem dos pisos do prédio principal SEAG

(Continua)

Pavimento	Consumo estimado (L/dia/m ²)	2,00	Rotina de Limpeza		Frequência no mês - F	V _{TDA} (L)
			Descrição do Ambiente	Área (m ²)		
Térreo	Garagem	237,7			1	475,44
		2				
	Acesso e Hall	60,25	1		4	482,00
	WC Acessível	4,67	2		8	74,72
	WC Unissex	2,27	2		8	36,32
	Área descoberta (lateral)	47,08	1		4	376,64
2º Pavimento	WC Feminino	6,20	2		8	99,20
	WC Masculino/acessível	3,66	2		8	58,56
	Circulação	52,57	1		4	420,56
3º Pavimento	Copa	5,62	1		4	44,96
	Sanitário (Secretário)	3,11	2		8	49,76
	Sanitário (Gab. Secretário)	4,14	2		8	66,24
	WC Feminino	6,20	2		8	99,20
	WC Masculino/acessível	3,66	2		8	58,56
	Circulação	52,57	1		4	420,56
4º Pavimento	Copa	3,52	1		4	28,16
	Sanitário	4,14	2		8	66,24
	WC Feminino	6,20	2		8	99,20
	WC Masculino/acessível	3,66	2		8	58,56
	Circulação	52,57	1		4	420,56

Tabela 4 – Estimativa da demanda de uso de água para lavagem dos pisos do prédio principal SEAG

(Finalização)

Consumo estimado (L/dia/m ²)		2,00	Rotina de Limpeza		Frequência no mês - F	V _{TDA} (L)
Pavimento	Descrição do Ambiente	Área (m ²)	Semana	Mensa		
5º Pavimento	Sanitário	4,08	2		8	65,28
	WC Feminino	6,20	2		8	99,20
	WC Masculino/acessível	3,66	2		8	58,56
	Circulação	38,27	1		4	306,16
6º Pavimento	WC Feminino	6,20	2		8	99,20
	WC Masculino/acessível	3,66	2		8	58,56
	Circulação	19,46	1		4	155,68
	Área total de Escadas	40,90	1		4	327,20
Área total para lavagem dos pisos						682,24
Demanda mensal						4605,28
Demanda semanal						1032,46
Demanda semanal crítica (Semana em que há limpeza de todos os ambientes listados)						1507,90
Demanda diária crítica (Dia em que há limpeza de todos os ambientes listados)						1364,48

Fonte: Elaborado pelo autor.

As demandas semanais e diárias críticas foram calculadas tomando como base a hipótese de limpeza em todos os ambientes naquele respectivo espaço de tempo.

Quanto ao prédio anexo da SEAG, para o cálculo da demanda de água, foi necessário realizar medição no local para obter as dimensões e, conseqüentemente, a área de cada ambiente. A partir daí, foi elaborada a Tabela 4, também com a área total de cada ambiente para lavagem e a demanda mensal, semanal, semanal crítica, diária e diária crítica; de água.

Tabela 5 – Estimativa da demanda de uso de água para lavagem dos pisos do prédio anexo SEAG

PRÉDIO ANEXO - SEAG						
Consumo estimado (L/dia/mês)		2,00	Rotina de Limpeza		Frequência mensal - F	V _{TDA} (L)
Pavimento	Descrição do Ambiente	Área (m ²)	Semanal	Mensal		
Térreo	Copa	5,76	2		8	92,16
	WC Masculino	5,58	2		8	89,28
	WC Feminino	5,76	2		8	92,16
	Circulação Banheiros	15,20	1		4	121,6
Mesanino	WC Feminino	2,07	2		8	33,12
	WC Masculino/acessível	2,07	2		8	33,12
Área total de lavagem dos pisos						36,44
Demanda mensal						461,44
Demanda semanal						115,36
Demanda semanal crítica						115,36
Demanda diária crítica						72,88

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 VOLUME DE ÁGUA GERADO PELOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Neste tópico será demonstrado o cadastramento feito de todos os aparelhos de ar condicionado da SEAG, sejam eles do prédio principal e anexo. De posse das planilhas, foram levantados os seguintes dados: PAVIMENTO, DESCRIÇÃO DO AMBIENTE, MARCA/MODELO, POTÊNCIA em BTU, TIPO, LOCALIZAÇÃO DA EVAPORADORA e, VAZÃO, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 6 – Previsão de volume de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio principal

(Continua)

CADASTRO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO - EDIFÍCIO PRINCIPAL						
Pavimento	Descrição do Ambiente	Marca/Modelo	Potência (BTU)	Tipo	Localização Evaporadora	Q (L/h)
Térreo	Almoxarifado	SPRINGER	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
	Almoxarifado	SPRINGER	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
	Almoxarifado	GREE	10000	SPLIT	FRENTE	1,15
2º Pavimento	Sala 202	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	Sala 203	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	Sala 204 A	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11
	Sala 204 B	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11
	Sala 205 A	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11

Sala 205 B	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
Sala 205 C	KOMECO	18000	SPLIT	FUNDO	1,48

Tabela 7 – Previsão de volume de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio principal

(Continua)

CADASTRO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO - EDIFÍCIO PRINCIPAL						
Pavimento	Descrição do Ambiente	Marca/Modelo	Potência (BTU)	Tipo	Localização Evaporadora	Q (L/h)
3º Pavimento	Sala 301 A	CONSUL	10000	JANELA	LATERAL	1,15
		CONSUL	9000	SPLIT	FRENTE	1,11
	Sala 301 B	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 302	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 303	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 304	ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
		ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
	Sala 305	ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
		ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
	Sala 306 A	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	Sala 306 B	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11
	Sala 306 C	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	Sala 307 A	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11
	Sala 307 B	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11
	Sala 307 C	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	Sala 308 A	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11
	Sala 308 B	KOMECO	9000	SPLIT	FUNDO	1,11
	Sala 309	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	4º Pavimento	Sala 401 A	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE
Sala 401 B		ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
Sala 402		ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
Sala 403		ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
Sala 404		ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
Sala 405		ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
Sala 406		ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
Sala 407		ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
Sala 409		KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
Sala 410		KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
Sala 411		KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
Sala 412		KOMECO	18000	SPLIT	FUNDO	1,48
		CONSUL	30000	SPLIT	FUNDO	1,97
Sala 413	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23	

Tabela 8 – Previsão de volume de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio principal

(Finalização)

CADASTRO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO - EDIFÍCIO PRINCIPAL						
Descrição do Ambiente	Marca/Modelo	Potência (BTU)	Tipo	Localização Evaporadora	Q (L/h)	
5º Pavimento	Sala 501	KOMECO	9000	SPLIT	FRENTE	1,11
		KOMECO	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 502 A	ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
	Sala 502 B	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 503	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 504				FUNDO	
	Sala 505 A	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	Sala 505 B					
	Sala 506 A	KOMECO	12000	SPLIT	FUNDO	1,23
	Sala 506 B					
	Depósito 1, 2 e 3	ELGIM	36000	SPLIT		2,22
		ELGIM	30000	SPLIT		1,97
		CONSUL	30000	SPLIT		1,97
		CONSUL	30000	SPLIT		1,97
		CONSUL	30000	SPLIT		1,97
6º Pavimento	Sala 601 A	ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
		ELECTROLUX	18000	SPLIT	FRENTE	1,48
	Sala 601 B	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 602	ELECTROLUX	12000	SPLIT	FRENTE	1,23
	Sala 603 B (Refeitório)	CONSUL	10000	JANELA	FUNDO	1,15
		CONSUL	10000	JANELA	FUNDO	1,15
	Volume captação horária (frente+fundo)					
Volume captação semanal (frente+fundo)						3998,50
Volume captação mensal (frente+fundo)						17593,40
Volume captação semanal fundo						1605,00
Volume captação mensal fundo						7062,00
Volume captação diário fundo						321,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

No cálculo para quantificar a previsão da vazão, foi utilizada a Equação 6. A umidade relativa do ar (URA) considerada foi de 77%, obtida por meio da média aritmética dos valores mensais de URA da normal climatológica do Brasil 1981-2010 (Umidade Relativa do Ar), fornecida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Da mesma forma que foi calculada a previsão de volume de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio principal, foram calculados os volumes da água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio anexo, conforme demonstra a Tabela 6.

Tabela 9 – Previsão de volume de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado do prédio anexo

CADASTRO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO - EDIFÍCIO ANEXO						
Pavimento	Descrição do Ambiente	Marca/Modelo	Potência (BTU)	Tipo	Localização Evaporadora	Q (L/h)
Térreo	Protocolo	KOMECO	9000	SPLIT	FACHADA CIRCULAÇÃO	1,11
	Arquivo	CONSUL	10000	JANELA	FACHADA CIRCULAÇÃO	1,15
Mesaino	Recepção	KOMECO	9000	SPLIT	FACHADA LATERAL	1,11
	Sala 201	KOMECO	9000	SPLIT	FACHADA CIRCULAÇÃO	1,11
	Sala 202	KOMECO	12000	SPLIT	FACHADA CIRCULAÇÃO	1,23
		KOMECO	18000	SPLIT	FACHADA CIRCULAÇÃO	1,48
	Sala 203	KOMECO	9000	SPLIT	FACHADA LATERAL	1,11
	Sala 204	KOMECO	9000	SPLIT	FACHADA LATERAL	1,11
Volume captação horária (lateral + circulação)						9,41
Volume captação semanal (lateral + circulação)						470,50
Volume captação mensal (lateral + circulação)						2070,20
Volume captação semanal circulação						304,00
Volume captação mensal circulação						1337,60

Fonte: Elaborado pelo autor.

No prédio anexo coletaria água apenas dos aparelhos da fachada de circulação, assim como o próprio, localizadas entre os dois prédios. O armazenamento ocorreria por meio de um reservatório (a ser dimensionado) que ficaria locado nesta área de circulação entre os dois prédios. Não haverá necessidade de dimensionamento de sistema de distribuição do prédio anexo, pois a distribuição será feita por meio de uma torneira a ser instalada diretamente neste reservatório.

4.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE REÚSO

4.3.1 Sistema de captação

O sistema de captação é composto pela tubulação que receberá diretamente a água eliminada pelos drenos dos aparelhos de ar condicionado em cada pavimento e um condutor vertical denominado tubo de queda, o qual conduzirá a água coletada de cada pavimento até o seu encontro com o reservatório inferior por ação da gravidade.

Para o dimensionamento do sistema de captação, foram utilizados como referência os diâmetros adotados nas pesquisas de Alexandre (2015) e Bolzan (2017); além do diâmetro recomendado pela Tabela Referencial de Preços do SINAPI, elaborada pela Caixa Econômica Federal. Portanto, o diâmetro utilizado para tubulação de coleta será de 25 mm e deverá possuir uma declividade mínima de 2% de encontro ao tubo de queda.

4.3.2 Sistema de Armazenamento

O sistema de armazenamento é composto pelos reservatórios que irão manter a água de reúso e suas respectivas tubulações que são ligadas diretamente ao reservatório, sendo elas: entrada (alimentação), saída, extravasor e limpeza. Para a realização do cálculo do dimensionamento do prédio principal, fez-se um recorte semanal no volume de água eliminado pelos aparelhos de ar condicionado e volume da demanda de água utilizada para limpeza em sua semana crítica, na qual há intervenção em todos os ambientes.

De acordo com as Tabelas 3 e 5, consta respectivamente que o volume estimado para lavagem dos pisos é de 1507,90 litros e o volume estimado de água coletada dos aparelhos de ar condicionado é de 1605 litros.

Utilizando como referência a NBR 5.626/2020, o volume total deve ser dividido da seguinte forma: 60% para o reservatório inferior (Ri) e 40% para o reservatório superior (Rs).

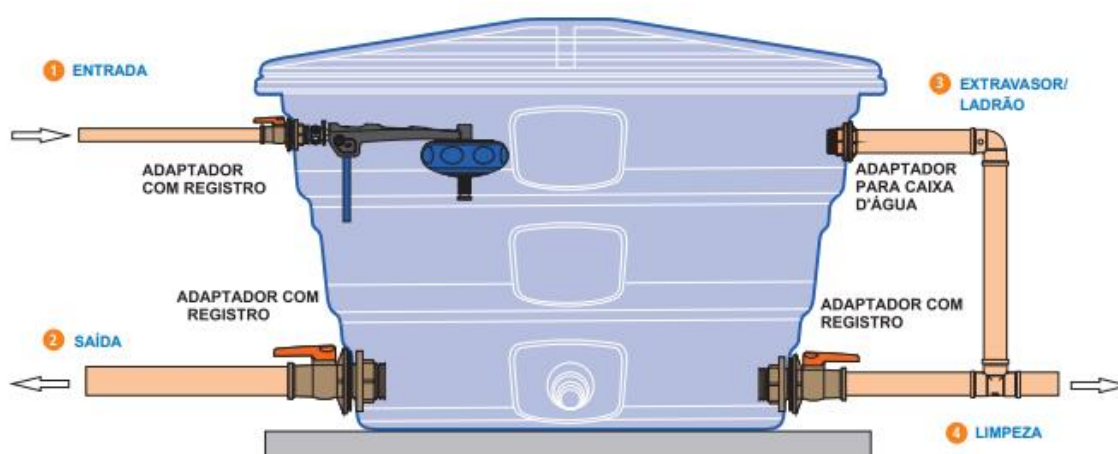
Desta forma, tomando como base de cálculo o volume total de demanda na semana crítica, o volume do reservatório inferior será de 603 litros e o reservatório superior de 904 litros. Para elaboração do orçamento, foram adotados os volumes de reservatórios encontrados no mercado, portanto será concebido um Ri com capacidade de 750 litros e Rs de 1000 litros.

Além da definição do volume de cada reservatório, é necessário o dimensionamento das demais tubulações que compõem o sistema de armazenamento, sendo eles: tubo extravasor (ladrão) e o tubo de limpeza. O primeiro é responsável pela drenagem da água excedente ao nível de transbordamento, também servindo de alerta caso a boia ou outro componente apresente defeito. Esta tubulação deve desaguar em local de fácil escoamento e absorção. A tubulação de limpeza, conforme o próprio nome diz, serve para escoar a água durante a execução do serviço de limpeza do reservatório.

Segundo NBR 5.626/2020, as tubulações do extravasor e da limpeza são dimensionadas considerando uma bitola comercial imediatamente superior à bitola do alimentador. Neste caso, será adotado o diâmetro de 32 mm, uma vez que o tubo de queda responsável pela alimentação do reservatório inferior possui um diâmetro de 25 mm.

No Ri, a tubulação de alimentação já foi dimensionada no sistema de coleta, o qual foi denominado tubo de queda. A tubulação de saída, por sua vez, terá seu dimensionamento detalhado no tópico a seguir e será responsável por realizar a sucção da água do reservatório para o sistema de recalque. Na Figura 14 está demonstrada a localização de cada tubulação em um reservatório.

Figura 14 – Esquema do reservatório com as tubulações



Fonte: Tigre (2013, p. 60).

No Rs, a alimentação será efetuada pela tubulação de recalque dimensionada no tópico a seguir. Ainda no Rs a tubulação de saída será a responsável por fazer a alimentação das torneiras a serem instaladas em cada pavimento. Por fim, a tubulação do extravasor e da limpeza é a mesma adotada no Ri.

O Ri será localizado ao fundo da garagem, na área descoberta para coletar água dos aparelhos daquela fachada. Esse tanque será abastecido por gravidade pelo tubo de queda. O Rs será localizado na parte superior do reservatório em concreto de água e, para que chegue água ao Rs, é necessário a implantação de um sistema de bombeamento, interligando os dois reservatórios.

No prédio anexo, em virtude da quantidade de demanda (Tabela 4) e volume de água (Tabela 6) ser bem inferior que a da edificação principal, foi projetado um único reservatório de 600 litros de polietileno (Figura 15) e o aproveitamento da água de reúso será feito pela retirada direta do reservatório, não havendo necessidade de Reservatório superior, nem de sistema de sucção e recalque, e sistema de distribuição. Nada impede que a água armazenada neste reservatório seja aproveitada para uso de lavagem dos pisos do prédio principal, principalmente no térreo.

Figura 15 – Tanque slim 600 litros com tampa da marca Fortlev



Fonte: Fortlev (2020).

4.3.3 Sistema de sucção e recalque

O reservatório superior é alimentado por uma instalação elevatória que deverá ser composta por duas bombas hidráulicas, sendo que uma funcionará como reserva, a fim de garantir um abastecimento contínuo caso alguma falhe. Deverá ser realizado

um comando para ligar e desligar automaticamente as bombas de acordo com o nível máximo de água do Rs.

Para o dimensionamento deste sistema, foram utilizados como referência os diâmetros e a potência das bombas adotadas na pesquisa de Alexandre (2017), uma vez que a altura manométrica (Hm) a ser vencida na pesquisa da autora foi de valor aproximado à identificada no prédio da SEAG. Portanto, para que a água chegue até o Rs, será adotado um sistema de recalque, com duas bombas de modelo BCR-2010 de ½ cv da marca Schineider. O diâmetro para tubulação de recalque e sucção será de 20 mm e 25 mm respectivamente.

4.3.4 Sistema de distribuição

Para o cálculo do dimensionamento do sistema de abastecimento, será utilizado o método de consumo máximo provável, o qual considera que o uso simultâneo de todos os aparelhos, neste caso, todas as torneiras para lavagem dos pisos, é pouco provável. A razão pela escolha deste método justifica-se uma vez que não é realizada a lavagem dos pisos concomitantemente em todos os pavimentos do Prédio Principal da SEAG.

O primeiro passo é definir quais as peças que serão utilizadas no projeto e, em seguida, separá-las por segmentos e consultar os seus respectivos pesos relativos na Tabela 7.

Tabela 10 – Vazão nas peças de utilização e pesos relativos

(Continua)

Aparelho Sanitário	Peça de utilização	Vazão de Projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,7	32
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1
Bebedouro	Registro de pressão	0,1	0,1
Bidê	Misturador (água fria)	0,1	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,2	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,1	0,1
Lavadora de pratos ou roupa	Registro de pressão	0,3	1,0

Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório (com sifão)	cerâmico	Válvula de descarga	0,5	2,8

Tabela 11 – Vazão nas peças de utilização e pesos relativos

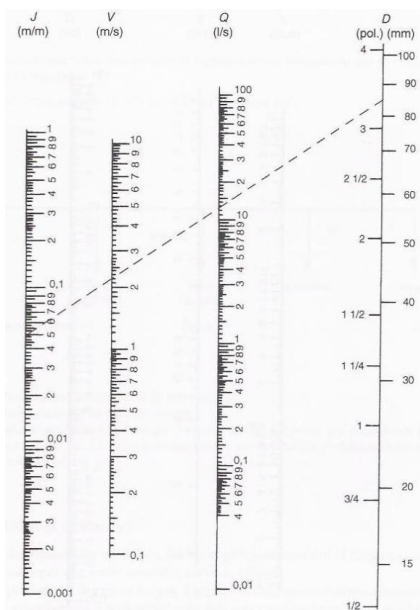
(Finalização)

Aparelho Sanitário	Peça de utilização	Vazão de Projeto (L/s)	Peso relativo
Mictório (sem sifão)	cerâmico Caixa de descarga, registro de pressão ou Válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,1	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,2	0,4

Fonte: Tigre (2013, p. 33).

Os pesos deverão ser somados de acordo com os segmentos que atendem, ou seja, barrilete, colunas de distribuição e ramais. Posteriormente deverá ser consultado o ábaco de Fair-Whipple-Hsiao (Figura 16), onde a soma dos pesos é relacionada ao diâmetro a ser adotado naquele segmento delimitado.

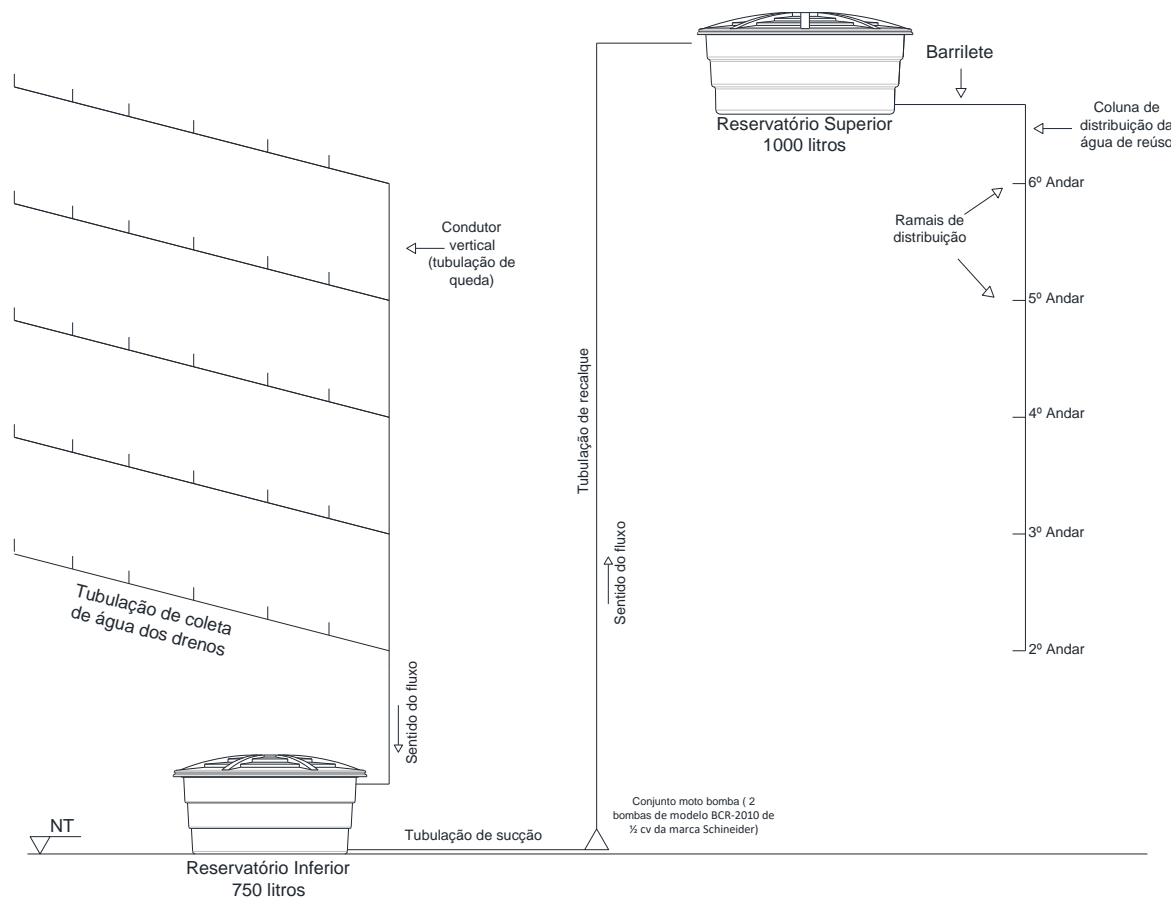
Figura 16 – Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao



Fonte: NBR 5626 (1998).

Portanto, em cada pavimento, no banheiro feminino, será implantado um ramal com torneira para lavagem dos pisos, com exceção do térreo, onde a retirada será feita diretamente no reservatório inferior. A escolha do banheiro feminino como o local para a instalação do ponto de água de reúso se deu devido ao fato por estar no mesmo alinhamento que o reservatório superior, logo se usará menos material para sua implantação. O sistema e seus componentes ficarão dispostos conforme a Figura 17.

Figura 17 – Esquema dos componentes hidráulicos do sistema de reúso



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir deste *layout* é possível realizar o cálculo dos diâmetros das tubulações do barrilete, coluna de distribuição e ramais, conforme tabela 8:

Tabela 12 – Dimensionamento do barrilete e coluna de distribuição da água de reúso

Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)
Reservatório – 6º andar (Barrilete e início coluna distribuição)	2,00	0,42	25,00
6º andar – 5º andar	1,60	0,38	25,00
5º andar – 4º andar	1,20	0,33	25,00
4º andar – 3º andar	0,80	0,27	20,00

3º andar – 2º andar	0,40	0,19	20,00
---------------------	------	------	-------

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto aos ramais, uma vez que estes dispõem apenas de uma torneira para lavagem geral, verifica-se no ábaco a indicação de uso de um diâmetro correspondente a 20 mm.

Apesar de constar o diâmetro de 20 mm para o trecho do 2º ao 4º andar e ramais, será adotado um diâmetro único de 25 mm, uma vez que pode-se tornar antieconômico utilizar diferentes diâmetros. Essa escolha justifica-se primeiro devido às sobras que normalmente ocorrem em virtude da variedade de diâmetro e, segundo, pela necessidade de adquirir um maior número de conexões (reduções).

4.4 ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE REÚSO

Nesta seção são detalhados e descritos os serviços a serem executados em cada etapa do projeto de implantação do sistema de reúso de água provenientes dos aparelhos de ar condicionado da SEAG dos prédios principal e anexo. Na planilha orçamentária dos serviços elaborados, foram utilizadas como referência para os preços unitários as Tabelas Referenciais do SINAPI com a data base de agosto de 2020 contendo a desoneração e as tabelas do DER-ES com data base de junho de 2020. Contudo, em sua maioria, os itens utilizados foram do SINAPI.

A planilha orçamentária traz apenas o custo unitário do referido serviço (devidamente comprovado pela sua composição de custo unitário) e o quantitativo do serviço correspondente. Os insumos não constam, portanto, nessa planilha de maneira direta, mas sim indireta, pois estão devidamente incluídos nas composições de custos unitários por meio dos seus coeficientes de consumo.

Altounian (2007, p. 58) define em sua obra que o insumo é “qualquer item utilizado na execução de serviços da obra, definido sempre em função de uma unidade”. Estes insumos são divididos em três grupos: material, mão de obra e equipamento. Já serviço, “é qualquer atividade realizada na construção, definida em função da combinação de quantidades de insumos” (ALTOUNIAN, 2007, p. 58).

Portanto, para cada serviço há uma composição de custo unitário correspondente, que, por sua vez, contém de forma qualitativa e quantitativa a mão de obra, materiais e equipamentos a serem utilizados.

O custo orçado para implantação do sistema no prédio principal foi de R\$ 7.844,64 conforme Apêndice D. Vale ressaltar que alguns ajustes se fizeram necessários, uma vez que não foram encontrados alguns serviços nas tabelas referenciais consultadas. Neste caso, entretanto, foram utilizados serviços semelhantes à dimensão imediatamente superior para o reservatório e tubulações nos itens: 2.1, 2.3, 3.4 e 4.2 da planilha orçamentária constante no Apêndice D. Além disso, foi necessária a inclusão da peça “torneira de pressão cromada de uso geral” ao item 5.4, tendo em vista que em sua composição não havia este aparelho (Apêndice F).

Para o prédio anexo, de acordo com o especificado na seção de dimensionamento, o sistema de reúso será mais simples, dispondo apenas de um reservatório a ser instalado na área de circulação entre os dois prédios, sendo que a distribuição será feita diretamente neste tanque. Cabe destacar que foi realizada uma pesquisa de preços para o item 2.1 da planilha orçamentária do Apêndice E, e os demais itens foram obtidos por meio da Tabela Referencial do SINAPI com data base de agosto 2020. O custo orçado para implantação foi de R\$ 1.048,39 conforme Apêndice E.

Com isso, de posse dos custos totais para implantação do sistema, na próxima seção será possível analisar a viabilidade econômico-financeira.

4.5 VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SISTEMA DE REÚSO

Para avaliação econômico-financeira deve-se construir um fluxo de caixa, ou seja, o movimento de entradas (receitas) e saídas (despesas) de dinheiro. Neste estudo, foram considerados como despesas os valores para implantação do sistema e custos referentes ao funcionamento e manutenção. As receitas foram obtidas com base na redução do volume de água usado pela rede de abastecimento de água e esgoto.

4.5.1 Despesas

Para o funcionamento do sistema de reúso, foi considerado como despesa o gasto com energia elétrica do sistema de bombeamento (sucção e recalque) e a limpeza e

desinfecção bacteriológica dos reservatórios. De acordo com a Lei Municipal nº 5.879/2003, a limpeza deve ser realizada semestralmente sob pena de aplicação de multa.

O sistema de reúso apresentado neste estudo, diferentemente de outras formas de reaproveitamento de águas residuárias, não será dotado de nenhuma estrutura para tratamento da água (efluente), pois a água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado já se enquadram nos limites dispostos da Portaria MS nº 2.914/2011, conforme comprovado no estudo realizado por Cunha et al. (2015), dispensando assim, seu tratamento prévio para a finalidade pretendida neste trabalho, qual seja, lavagem de pisos.

Os gastos referentes à manutenção corretiva, aqueles oriundos de vazamentos, não serão considerados, uma vez que não possuem previsibilidade, ficando impossibilitado de considerar possíveis desembolsos para execução de serviços de reparo e troca de peças hidráulicas, também não foram considerados os gastos com relação a manutenção do sistema de sucção e recalque.

Nas projeções anuais dos valores das despesas, foi aplicada uma taxa de correção 3,50% ao ano, baseada na média da previsão para o Índice de preços ao consumidor amplo (IPCA) para os próximos três anos, segundo o Relatório de Inflação de junho de 2020 elaborado pelo Banco Central do Brasil (BCB, 2020).

4.5.2 Receitas

As receitas foram calculadas com base no volume de água a ser economizado, obtido pelo produto do volume utilizado de água de reúso e o preço do serviço de água e esgoto cobrado pela concessionária responsável pelo abastecimento, neste caso, a CESAN.

$$R = V_{\text{REÚSO}} \times (\text{Págua} + \text{Pesgoto}) \quad (8)$$

Onde:

R = Receita (R\$);

$V_{\text{reúso}}$ = Volume de água de reúso (m^3);

$P_{\text{água}}$ = Preço unitário pago pelo consumo de água (R\$/ m^3);

P_{esgoto} = Preço unitário pago pelo volume de esgoto (R\$/ m^3).

Para esta análise da receita, será adotado como referência as tabelas de tarifa de água e esgoto publicado no Diário Oficial do Estado em 02 de novembro de 2020 por meio da Resolução SEDURB Nº 001/2020 elaborado pela ARSP, destacada a seguir:

Tabela 13 – Tarifas de água da CESAN por faixa de consumo aplicável a partir de 01/12/2020

Categorias	Tarifas de água por faixa de consumo (R\$/ m^3)					
	0-10 m^3	11-15 m^3	16-20 m^3	21-30 m^3	31-50 m^3	>50 m^3
Tarifa social	1,39	1,65	5,59	7,68	8,20	8,57
Residencial	3,48	4,09	6,98	7,68	8,20	8,57
Comercial e serviços	5,55	6,27	8,70	9,15	9,44	9,72
Industrial	8,92	9,18	9,98	10,07	10,34	10,52
Pública	5,81	6,56	8,42	8,70	8,82	8,94

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de CESAN (2020)

Tabela 14 - Tarifas de esgoto da CESAN por faixa de consumo aplicável a partir de 01/12/2020

Categorias	Tarifas de esgoto por faixa de consumo (R\$/ m^3)					
	0-10 m^3	11-15 m^3	16-20 m^3	21-30 m^3	31-50 m^3	>50 m^3
Tarifa social	1,11	1,32	4,47	6,14	6,56	6,86
Residencial	2,78	3,27	5,58	6,14	6,56	6,86
Comercial e serviços	5,55	6,27	8,7	9,15	9,44	9,72
Industrial	8,92	9,18	9,98	10,07	10,34	10,52
Pública	5,81	6,56	8,42	8,70	8,82	8,94

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de CESAN (2020)

Foi considerado a incidência do percentual de reajuste a partir da tarifa do mês de agosto de cada ano da mesma forma como é posto pela ARSP na concessão de reajustes do setor.

Nas projeções anuais foram aplicadas uma taxa de correção 3,50% ao ano para as tarifas de água e esgoto cobradas pela CESAN. Este percentual é baseado na média da previsão para o Índice de preços ao consumidor amplo (IPCA) para os próximos

três anos, segundo o Relatório de Inflação de junho de 2020 elaborado pelo Banco Central do Brasil (BCB, 2020). O IPCA é utilizado como referência pela ARSP para o cálculo dos custeios efetivados na formação dos preços.

4.5.3 Indicadores de viabilidade econômico-financeira

Para o cálculo do *Payback* Simples, foram levados em consideração os custos com valores negativos e as receitas com valores positivos. O retorno do investimento ocorrerá de maneira gradativa a cada mês a partir da economia na conta de água e esgoto, ou seja, o valor do investimento para implantação do sistema de reúso é reduzido até atingir o ponto em que será concretizado o retorno do investimento, sendo este um parâmetro para tomada de decisão quanto à viabilidade econômico-financeira.

Conforme já mencionado, o investimento inicial, os gastos com a energia e a limpeza dos reservatórios serão considerados como saídas e o valor mensal da economia na conta de água e esgoto será considerado como receita (entrada) no fluxo de caixa.

Para o cálculo do VPL, foi utilizada a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Esta taxa é utilizada para trazer os valores das saídas e entradas no fluxo de caixa num tempo futuro ao momento inicial (presente). Neste trabalho, será adotado o TMA igual a 8,48% ao ano (a.a), sendo 3,48% a.a referente à Taxa Selic acumulada entre o período de Outubro/2019 a Outubro/2020, adicionado a um prêmio de liquidez de 5% a.a, sendo este último, o mesmo percentual adotado no projeto de Gonzalez (2018). Com isso, os três métodos (*Payback* Simples, VPL e TIR) são calculados conforme demonstrado na Tabela 11.

Baseando-nos nos valores da Tabela 11, é possível constatar que os resultados indicam a viabilidade econômico-financeira na implantação do sistema de reúso, uma vez que o valor de VPL foi positivo (R\$ 158,17) e a TIR (8,69%) foi superior a TMA de 8,48% a.a., além de que, conforme o cálculo do *Payback* Simples, é possível apurar que o retorno financeiro começa a ocorrer a partir de 10 anos e três meses contados a partir do valor inicial para implantação do sistema, sendo considerado a data de 01/01/2021.

Vale ressaltar na possibilidade de redução do retorno do investimento, uma vez que é demonstrado um valor superior de água captada com relação a demanda para lavagem de pisos, além de não ter sido considerado nesta pesquisa a captação de água dos condicionadores de ar da fachada frontal.

Portanto se foram adotadas outras finalidades de reúso como por exemplo na em descargas sanitárias⁶ é possível que o projeto se torne viável num menor período com relação a presente pesquisa.

Tabela 15 – Fluxo de caixa e indicadores de viabilidade econômico-financeira

(Continua)

Período (Ano)	Receita		Despesas		Fluxo de caixa	Payback Simples
	Economia água	Limpeza dos Reservatórios	Energia elétrica Bomba			
	TMA = 8,48% a.a			Em R\$		
0					- 8.893,03	
1	1.102,80	240,00	153,00	709,80	- 8.183,23	
2	1.157,75	248,40	158,36	750,99	- 7.432,24	
3	1.221,08	257,09	163,90	800,09	- 6.632,15	
4	1.262,93	266,09	169,63	827,20	- 5.804,95	
5	1.306,50	275,41	175,57	855,53	- 4.949,42	
6	1.352,00	285,04	181,72	885,24	- 4.064,17	
7	1.398,72	295,02	188,08	915,62	- 3.148,55	
8	1.447,16	305,35	194,66	947,15	- 2.201,40	
9	1.497,52	316,03	201,47	980,01	- 1.221,39	
10	1.549,10	327,10	208,52	1.013,48	- 207,91	
11	1.602,40	338,54	215,82	1.048,04	840,13	
12	1.658,13	350,39	223,38	1.084,37		
13	1.715,79	362,66	231,19	1.121,94		

Tabela 16 – Fluxo de caixa e indicadores de viabilidade econômico-financeira

(Finalização)

Período (Ano)	Receita		Despesas		Fluxo de caixa	Payback Simples
	Economia água	Limpeza dos Reservatórios	Energia elétrica Bomba			
	TMA = 8,48% a.a			Em R\$		
14	1.775,18	375,35	239,29	1.160,54		
15	1.836,99	388,49	247,66	1.200,84		

⁶ O Quadro 2 apresenta na Classe 3 a possibilidade de reúso de água em descargas sanitárias e os os parâmetros que os efluentes devem apresentar e também apresentado por Rocha (2017, p. 5)

16	1.900,73	402,08	256,33	1.242,32
17	1.966,19	416,16	265,30	1.284,73
18	2.034,09	430,72	274,59	1.328,78
19	2.104,41	445,80	284,20	1.374,42
20	2.177,17	461,40	294,14	1.421,63
Payback Simples				10,25
Valor Presente Líquido (VPL)				158,17
Taxa Interna de Retorno (TIR)				8,69%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente insta frisar que deve se avaliar também o aporte financeiro desta finalidade ao valor de investimento inicial, visto a necessidade de readequação da atual rede de água fria e expansão da rede de reúso.

5 CONCLUSÕES

Conforme demonstrado nos resultados da pesquisa por meio do cálculo dos métodos de análise de investimentos *Payback* Simples, VPL e TIR demonstrados na Tabela 11, ficou demonstrada a viabilidade econômico-financeira do projeto numa avaliação para um horizonte de 20 anos, pois o valor do VPL foi positivo e a TIR foi maior que a TMA. Também por meio da análise do *Payback* Simples, foi visto que o retorno do investimento começa a ocorrer entre o 10º e 11º ano após a implantação do sistema de reúso.

Também foi possível constatar que ainda há potencial de reutilização de água dos aparelhos de ar condicionado, pois, no presente estudo, não foram contempladas as captações da água dos aparelhos localizados na fachada frontal do prédio principal.

5.1 RESGATANDO OS OBJETIVOS

Ao iniciar esta pesquisa, diante do problema encontrado, foi traçado o objetivo geral de Estudar a viabilidade econômico-financeira de implantação de um sistema de aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionado na lavagem de pisos na SEAG, de forma que haja redução no consumo de água, desdobrado nos objetivos específicos: dimensionar o sistema de captação, armazenamento e distribuição de água dos aparelhos de ar condicionado; descrever os materiais e serviços necessários para implantação do sistema de captação, armazenamento e distribuição; orçar os custos para implantação do sistema de captação, armazenamento e distribuição; e avaliar a viabilidade econômica e financeira do sistema de reúso.

Os dois primeiros objetivos específicos serviram como base para a elaboração do orçamento para implantação do sistema de reúso. Com o orçamento do prédio principal e anexo concluído, foi possível analisar a viabilidade econômico-financeira do projeto que, por meio do cálculo do método de *Payback* Simples, demonstrou que o retorno do investimento inicial feito ocorreria após o décimo ano. Para um horizonte de 20 anos, o projeto demonstrou ser viável conforme verificado nos valores do VPL e TIR, o primeiro com valor positivo e o segundo com valor superior à TMA.

Vale destacar que os orçamentos elaborados não contemplaram a coleta de água de todos os aparelhos de ar condicionado. O prédio principal, portanto, possui ainda potencial para coleta de água dos aparelhos que se localizam na fachada frontal.

5.2 CONTRIBUIÇÕES GERAIS DA DISSERTAÇÃO

Os resultados obtidos mostram-se relevantes quando comparados aos aqueles que resultaram de outros trabalhos, pois, além de: (1) quantificar o volume de água eliminada; (2) estimar a água para lavagem dos pisos e; (3) dimensionar todo o sistema de reúso como visto nos trabalhos correlatos levantados e analisados, acrescentou outra perspectiva, qual seja: a análise de viabilidade econômico-financeira para implantação de um projeto de reutilização de água.

Na Tabela 12 foram relacionados os autores e temas correlatos dos trabalhos desenvolvidos que foram utilizados neste projeto.

Tabela 17 – Autores e seus trabalhos desenvolvidos, utilizados nesta pesquisa

Autor(es)	Tema (título)
Mallmann (2012)	Análise da Viabilidade de um Empreendimento de Produção Musical
Rigotti (2014)	Projeto de Aproveitamento de Água Condensada de Sistema de Condicionadores de Ar
Cunha et. al (2015)	Aparelhos de ar condicionados para uma proposta de reúso direto no IFCE-Campus Quixadá
Alexandre (2015)	Análise de Viabilidade do Aproveitamento de Águas de Chuva e de Ar Condicionado: estudo de caso aplicado ao núcleo de inovação tecnológica da UFRN
Pimenta (2016)	Análise Quantitativa do Aproveitamento da Água dos Aparelhos de Ar Condicionado do Centro de Tecnologia da UFRN
Bolzan (2017)	Sistema de reuso de água cinza originária de aparelhos de ar condicionado em um prédio comercial
Marinho (2018)	Análise Quantitativa da Vazão de Água Condensada em Aparelhos Condicionadores de Ar para Fins Não Potáveis
Gonzalez (2018)	Viabilidade econômica e financeira para estratégias de conservação e reuso de água em edificação comercial de grande porte

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da pesquisa podem ser utilizados como base para a tomada de decisão quanto a implantação de sistemas de aproveitamento de água, uma vez que se demonstrou viável o investimento inicial realizado quando analisado num horizonte de 20 anos.

Aliado ao aspecto financeiro, existe o ambiental, cuja principal contribuição é a conscientização quanto ao uso da água. A ideia é que se for considerado o aspecto ambiental, o projeto torna-se ainda mais atraente.

5.3 PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO

Tomando por base os objetivos alcançados com a análise dos dados, obteve-se ao final, um diagnóstico da situação estudada, que conduziu a elaboração de uma proposta para implantação de um projeto de reutilização de água eliminada por aparelhos de ar condicionado para a atividade de lavagem de pisos na SEAG.

O produto técnico resultante desta dissertação consiste em um Relatório Técnico que conterá o orçamento e o estudo de viabilidade econômico-financeira para implantação do sistema de reúso de água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado. Dessa forma, foi elaborado um Relatório contendo o orçamento em que consta a lista dos materiais, serviços e especificações técnicas que o projeto deverá conter durante a sua execução, como, por exemplo, a declividade das tubulações, localização dos reservatórios de água, ponto de água de reúso e quantidade e especificações das bombas do sistema de sucção e recalque.

5.4 CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS DA DISSERTAÇÃO

Nesta pesquisa, ao contrário dos estudos desenvolvidos por Rigotti (2014) e Pimenta (2016), não houve coleta em campo de água dos aparelhos de ar condicionado, neste caso, foi adotada como parâmetro para a estimativa da água eliminada pelos aparelhos de ar condicionado a Equação 6, desenvolvida e elaborada por Marinho (2018).

5.5 ADERÊNCIA DA DISSERTAÇÃO

A pesquisa e o produto técnico foram desenvolvidos dentro da Linha de Pesquisa 2 – (Tecnologia, Inovação e Operações no Setor Público), Projeto Estruturante 3 – (Transformação e Inovação Organizacional); e sua aderência constata-se nos âmbitos ambiental e econômico, visto que a ideia de se aplicar práticas de reúso ainda pouco usuais em organizações públicas é um tema inovador.

5.6 IMPACTOS DA DISSERTAÇÃO

Na possibilidade da aplicação desta pesquisa no âmbito da SEAG os impactos potenciais podem ser definidos como de nível baixo, pois valeu-se da combinação de conhecimentos pré-estabelecidos por atores diferentes, para a estimativa da demanda de água necessário para lavagem dos pisos, volume de água eliminado pelos aparelhos de ar condicionado e dimensionamento de todo o sistema que foram utilizados de trabalhos semelhantes e normas brasileiras adaptadas para o reúso.

5.7 APLICABILIDADE E REPLICABILIDADE DA DISSERTAÇÃO

O presente estudo poderá ser aplicado em outras Secretarias ou Autarquias da administração pública estadual, uma vez que é possível que seja observada em qualquer edificação, seja pública ou privada, a aplicação das práticas de reúso de água, principalmente a de reaproveitamento das águas eliminadas pelos aparelhos de ar condicionado.

5.8 INOVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A inovação desta dissertação está no fato de a mesma trazer à tona um tema ainda pouco abordado e aplicado na administração pública, que são as práticas de reutilização de água. O tema possui relevância pois, com as crises financeiras e ambientais vividas no Brasil nos últimos cinco anos, projetos nesta área podem encaixar-se como solução para medidas de contingenciamento de gastos com o custeio das edificações e medidas sustentáveis em órgãos públicos, podendo servir de exemplo para as demais organizações.

5.9 COMPLEXIDADE DA DISSERTAÇÃO

Informar que aqui será descrita a complexidade da dissertação conforme o envolvimento dos atores, uso e aplicação de modelos e teorias.

5.10 ÊNFASE DA DISSERTAÇÃO

A ênfase desta pesquisa possui natureza prática, pois foi colocada em discussão a possibilidade de reutilização da água que é eliminada sem qualquer reutilização. Para isso, foi verificada a quantidade de aparelhos de ar condicionado no edifício estudado, bem como a localização e disposição de todos os aparelhos. Foi preciso, dessa forma, analisar em quais locais das edificações estariam dispostas as tubulações de captação e distribuição, os reservatórios para armazenamento e os ambientes em que serão instalados os pontos para abastecimento da água de reúso.

Por fim, foi possível elaborar um projeto visando o reúso de água no âmbito da SEAG, inclusive demonstrando sua viabilidade econômico-financeira, de forma que este estudo se torne uma ferramenta para a tomada de decisão da alta gestão sobre possibilidade da implantação do sistema de reúso de água.

5.11 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Dentre as propostas para o desenvolvimento de trabalhos semelhantes, destaca-se a possibilidade de reaproveitamento de água pluvial, sendo outra fonte em potencial para o reúso de água, a elaboração de um estudo e proposta de um projeto de lei incentivando os prédios públicos a implantar sistemas de reaproveitamento de água visando a redução de gastos com custeio, além da incorporação do custo ambiental no projeto estudado.

REFERÊNCIAS

AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

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

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6493**: Emprego de cores para identificação de tubulações industriais. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ALEXANDRE, M. E. L. **Análise de Viabilidade do Aproveitamento de Águas de Chuva e de Ar Condicionado**: estudo de caso aplicado ao núcleo de inovação tecnológica da UFRN. 2019. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

ARSP. Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo. **Tarifas de Saneamento**. Vitória: ARSP, 2020. Disponível em: <https://arsp.es.gov.br/tarifas-saneamento>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Situação da Água no Mundo**. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo#:~:text=Estima%2Dse%20que%2097%2C5,%25%20encontra%2Dse%20nos%20rios>. Acesso em: 06 jul. 2020a.

_____. **O que é o SINGERH?** Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-singreh>. Acesso em: 10 fev. 2020b.

_____. Portal da Qualidade das Águas. **Indicadores de Qualidade**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 3 out. 2019.

_____. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2018**: informe anual. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2019.

_____. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017**: informe anual. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

ANTONOVICZ, D.; WEBER, R. B. **Inventário e PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle - Nos Condicionadores de Ar do Câmpus Medianeira da**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

ALTOUNIAN, C. S. **Obras públicas:** licitação, contratação, fiscalização e utilização. Belo Horizonte: Fórum, 2007.

AQUASTAT, F. A. O. **FAO's Information System on Water and Agriculture.** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma-IT: FAO, 2018.

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. **Curso de Administração Financeira.** 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BCB. BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de Inflação**, vol. 22, n. 2, 2020. Disponível em:

<https://www.bcb.gov.br/content/ri/relatorioinflacao/202006/ri202006p.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

BASTOS, C. S.; CALMON, J. L. Uso de água residual do ar condicionado e de água pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. **Hábitat Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 66-74, 2013.

BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil:** análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

BOLINA, C. C. et al. Reúso de água de dreno de ar condicionado para fins não potáveis. **Engvista**, v. 19, n. 5, p. 1387-1400, 2017.

BOLZAN, C. B. **Sistema de reúso de água cinza originária de aparelhos de ar condicionado em um prédio comercial.** 2017. 94f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BOXWELL, R. J. et al. **Benchmarking para Competir con Ventaja.** New York: McGraw-Hill, 1995.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm. Acesso em: 11 fev. 2020.

_____. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 11 fev. 2020.

_____. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 28 maio 2020.

CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES (DWR). **California Water Plan Update, DWR**, 2013. Disponível em:

<http://www.waterplan.water.ca.gov/cwpu2013/>. Acesso em: 24 set. 2020.

CESAN. Companhia Espírito Santense de Saneamento. **Tarifas e Preços**. CESAN: Vitória, 2020. Disponível em: <https://www.cesan.com.br/servicos/atendimento-e-informacoes/tarifas-e-precos/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução nº 54 de 28 de nov. de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília: CNRH, 2005. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/reuso-de-agua-recursos-hidricos/37-resolucao-n-54-de-28-de-novembro-de-2005/file>. Acesso em: 10 dez. 2018.

COELHO, C. A.; CARDOSO, D. H.; FIRPO, M. A. A seca de 2013 a 2015 na região Sudeste do Brasil. **Climanálise – Edição especial de 30 anos**, p. 55-61, 2016.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 28 maio 2020.

CONNOR, R. et al. **Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2017: águas residuais o recurso inexplorado**. Perúgia-IT: WWAP/UN-Water, 2017. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_por. Acesso em: 28 maio 2020.

COSTA, A. P. et al. Aproveitamento da água condensada dos aparelhos de ar-condicionado como fonte de irrigação para espaços verdes no município de Batalha/AL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 7., 2016, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2016.

CUNHA, K. T.; KLUSENER FILHO, L. C.; SCHRÖDER, N. T. Reaproveitamento da água de condensação de equipamentos de ar condicionado. **Revista de iniciação científica da ULBRA**, v. 14, p. 166-176, 2016.

CUNHA, J. A. O. et al. Aparelhos de ar condicionados para uma proposta de reuso direto no IFCE-Campus Quixadá. In: ENCONTRO INTERCONTINENTAL SOBRE A NATUREZA, 7., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: IHAB, 2015.

EDDY, M. et al. **Wastewater Engineering: treatment and resource recovery**. New York: McGraw-Hill, 2013.

ESPÍRITO SANTO. **Decreto nº 3.779-R, de 04 de fevereiro de 2015**. Dispõe sobre diretrizes para redução do consumo e uso racional da água pelos órgãos e entidades do Poder Executivo do Estado do Espírito Santo. Vitória, 2015. Disponível em: <http://www.conslegis.es.gov.br/>. Acesso em: 5 jan. 2019.

_____. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba: novo PEDEAG 2007-2025**. Vitória: SEAG, 2008.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Aquastat Glossary**. Roma-IT: FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossary/search.html>. Acesso em: 23 nov. 2020.

FERNANDES, V. M. C. Padrões para reuso de águas residuárias em ambientes urbanos. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 2., 2016, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Comitê Rio Passo Fundo, 2016.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. C. F.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 12., 2015, Resende. **Anais...** Resende: Associação Estadual Dom Bosco, 2015.

FORTLEV. **Tanque Slim de Polietileno 600L**. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/produtos/meio-ambiente/solucoes-fortlev-armazenamento-agua-da-chuva/tanque-slim-de-polietileno-600l/>. Acesso em: 19 set. 2020.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas. 2002.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES. 2006.

GONZALEZ, H. M. **Viabilidade econômica e financeira para estratégias de conservação e reuso de água em edificação comercial de grande porte**. 2018. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

HESPANHOL, I. Água e saneamento básico-uma visão realista. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos Climatológicos**. Brasília: INMET, 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>. Acesso em: 15 jan. 2020.

INTERÁGUAS - PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR ÁGUAS. **Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reuso de efluente sanitário tratado no Brasil**. Produto VI – Plano de ações/política de reuso. Brasília: MMA/MCidades, 2018.

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o Entendimento do Reuso Planejado da Água e Algumas Considerações sobre suas Possibilidades no Brasil**. 1987. 191f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

MACHADO, V. **Apesar da chuva, ES vive 'escassez permanente de água', aponta doutor**. G1 ES, Vitória. 30 nov. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/11/apesar-da-chuva-es-vive-escassez-permanente-de-agua-aponta-doutor.html>. Acesso em: 28 maio 2020.

MALLMANN, R. **Análise de Viabilidade de um Empreendimento de Produção Musical**. 2012. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. dos. **Reúso de Água**. São Paulo: Manole, 2003.

MARINHO, D. S. **Análise Quantitativa da Vazão de Água Condensada em Aparelhos Condicionadores de Ar para Fins Não Potáveis**. 2018. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Departamento de Cidadania e Responsabilidade Socioambiental. **A3P. Agenda Ambiental na Administração Pública**. 5. ed. Revista e atualizada. Brasília: MMA, 2009.

_____. **Água**. Brasília: MMA, 2019. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/agua.html>. Acesso em: 3 out. 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES (NRC). **Water Reuse: potential for expanding the nation's water supply through reuse of municipal wastewater**. Washington D.C. The National Academy Press, 2012.

OCDE. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**. Organização para A Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Paris: OCDE, 2015. Disponível em: <https://www.oecd.org/fr/gov/governanca-dos-recursos-hidricos-no-brasil-9789264238169-pt.htm>. Acesso em: 23 nov. 2020.

PASSOS, V. V. et al. Análise do potencial de reúso nas águas de aparelhos de ar condicionado no campus IFCE Sobral. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE JOVENS INVESTIGADORES, 4., 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Editora Realize, 2017.

PIMENTA, P. L. **Análise Quantitativa do Aproveitamento da Água dos Aparelhos de Ar Condicionado do Centro de Tecnologia da UFRN**. 2016. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico [Recurso Eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMOS, H. E. A. et al. A estiagem no ano hidrológico 2014-2015 no Espírito Santo. **Incaper em revista**, v. 6 e 7, n. 4, p. 6-25, 2016.

REZENDE, P. H. O. **Uma Proposta de Modelagem de Condicionadores de Ar Split Visando a Análise de Pedidos de Ressarcimento por Danos Elétricos**.

2012. 159f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

RIGOTTI, P. A. C. **Projeto de Aproveitamento de Água Condensada de Sistema de Condicionadores de Ar**. 2014. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2014.

ROCHA, D. P. B. **Sistema de Reuso de Água Proveniente de Aparelhos de Ar Condicionados para Fins Não Potáveis**: estudo de caso aplicado ao centro de tecnologia da UFRN. 2017. 19f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

SANTOS, A. M.; DOMICIANO, G. J.; BEZERRA, M. M. S. Os recursos hídricos e as mudanças climáticas: discursos, impactos e conflitos. **Revista Geográfica Venezuelana**, v. 51, n.1, p. 59-68, 2010.

SANTOS, A. S. et al. Quantificação da água de condicionadores de ar no Campus do Sertão da UFAL: promovendo uma relação entre a engenharia e a sustentabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 44., 2016, Natal. **Anais...** Natal: 2016, v. 44.

SILVA, E. L.; MENESES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVA, J. et al. Aproveitamento das fontes hídricas alternativas do IFPB Campus Cajazeiras (PB) – enfoque na sustentabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 9., 2018, São Bernardo do Campo. **Anais...** São Bernardo do Campo: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2018.

SOARES, E. Seca no Nordeste e a transposição do Rio São Francisco. **Revista Geografias**, p. 75-86, 2013.

TIGRE. **Manual Técnico Tigre**: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais. 5. Ed. Joinville: Tigre, 2013

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis**. São Paulo: Plínio Tomaz, 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **2004 Guidelines for Water Reuse**. Washington, D.C., USA, 2004.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta Água Morrendo de Sede**: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: Edipucrs, 2007.

VITÓRIA. **Lei nº 5.879, de 07 de maio de 2003**. Obriga a limpeza periódica das caixas d'água dos edifícios e residências do Município. Vitória, 2003. Disponível em: <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/consulta.cfm?id=89915>. Acesso em: 28 set. 2020.

WORLD DATA ATLAS. **Recursos hídricos: total renováveis per capita**. Disponível em: <https://pt.knoema.com/atlas/topics/%c3%81gua/Total-dos-Recursos-H%c3%addricos-Renov%c3%a1veis/Recursos-h%c3%addricos-total-renov%c3%a1veis-per-capita?type=maps>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ZATTA, S. M. et al. A captação e utilização de água pluvial em residências como alternativa para fins não potáveis. In: SIMPÓSIO DE SUSTENTABILIDADE E CONTEMPORANEIDADE NAS CIÊNCIAS SOCIAIS, 6., 2018, Cascavel. **Anais...** Cascavel: Fundação Assis Gurgacz, 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de autorização para pesquisa e coleta de dados



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO SECRETARIA DE ESTADO DA
AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA - SEAG

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA E COLETA DE DADOS

Eu, Paulo Roberto Foletto, na função de Secretário de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca, matrícula nº 3025365, autorizo o mestrando **Rômulo de Alcântara Geraldi**.

a coletar dados para o desenvolvimento da pesquisa intitulada **ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRO NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTES DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO NUMA ORGANIZAÇÃO PÚBLICA**, sob a orientação da **professora Dsc. Adriana Fiorotti Campos** no Prédio da SEAG, localizado na Rua Raimundo Nonato, 116, Bairro Forte São João, CEP 29060-490, Vitória/ES no período de 06.07.2020 a 31.12.2020, com a utilização dos seguintes procedimentos:

- acessar os documentos referentes ao inventário de aparelhos de ar condicionado instalados no prédio da SEAG;
- acessar as plantas baixas, cortes e demais projetos referentes a edificação da SEAG.

Vitória, 09 de Julho de 2020

PAULO ROBERTO FOLETTTO
Secretário de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG

APÊNDICE B – Atestado de recebimento de produto técnico/tecnológico

ATESTADO DE RECEBIMENTO/EXECUÇÃO DO PRODUTO
TÉCNICO/TECNOLÓGICO

Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG

ATESTADO DE RECEBIMENTO/EXECUÇÃO DE PRODUTO
TÉCNICO/TECNOLÓGICO

Atestamos para fins de comprovação que recebemos o produto/serviço, dentro de padrões de qualidade, prazo e viabilidade, contidos no relatório intitulado Relatório técnico *per se*: orçamento e estudo de viabilidade econômico-financeira para implantação de sistema de reúso de água proveniente de aparelhos de ar condicionado, que teve como origem os resultados da dissertação desenvolvida pelo servidor Rômulo de Alcântara Geraldi, no Mestrado Profissional em Gestão Pública da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), orientado pela prof.^(a) D. Sc. Adriana Fiorotti Campos, no período de março/2020 a dezembro/2020. O resultado consiste em um Relatório técnico *per se* contendo: orçamento e o estudo de viabilidade econômica e financeira para implantação de um sistema de reúso de água proveniente de aparelhos de ar condicionado na atividade de lavagem de pisos da SEAG.

Vitória-ES, 06 de Abril de 2021

Rodrigo Vaccari dos Reis
Subsecretário de Infraestrutura Rural - SEAG

ASSINATURA

Documento original assinado eletronicamente, conforme MP 2200-2/2001, art. 10, § 2º, por:

RODRIGO VACCARI DOS REIS
SUBSECRETARIO ESTADO OCE-01
SEAG - SUBINF
assinado em 06/04/2021 16:03:21 -03:00



INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO

Documento capturado em 06/04/2021 16:03:21 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por ROMULO DE ALCANTARA GERALDI (ESPECIALISTA EM POL PUB E GESTAO GOVERNAMENTAL - SEAG -
SUBINF)
Valor Legal: ORIGINAL | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: <https://e-docs.es.gov.br/d/2021-7QBSHM>

APÊNDICE C – Orçamento do projeto de implantação do sistema de reúso de água
do prédio principal

Código	Fonte	Item	Descrição dos serviços e materiais	Und	Qtde	Preço unitário	Preço total
BDI desonerado				28,42%			
1 Sistema de captação							
89865	SINAPI	1.1	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12_2014	m	56,75	9,77	712,02
89402	SINAPI	1.2	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	13,9	7,25	129,41
89866	SINAPI	1.3	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	und	7	3,71	33,35
89869	SINAPI	1.4	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	und	23	5,95	175,74
						SUBTOTAL 01	1050,52
2 Sistema de armazenamento - Reservatório inferior							
170540	DER-ES	2.1	RESERVATÓRIO DE POLIETILENO DE 750L, INCLUSIVE PEÇA DE MADEIRA 6X16CM PARA APOIO, EXCLUSIVE FLANGES E TORNEIRA DE BÓIA (PREÇO UNITÁRIO DE 1.000L)	und	1	610,71	784,27
141522	DER-ES	2.2	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL COM FLANGES LIVRES P/CX.AGUA 25MM (LABOR) - ALIMENTAÇÃO E SUCCÃO	und	2	11,71	30,07
141524	DER-ES	2.3	ADAPTADOR PVC SOLD.FLANGES LIVRES P/CX.AGUA 32MM (LABOR) - EXTRAVASOR/LIMPEZA (PREÇO UNITÁRIO DE 40 MM)	und	2	24,64	63,28
142120	DER-ES	2.4	TORNEIRA BOIA HASTE METALICA BALAO PLASTICO - 1" (LABOR)	und	1	93,2	119,68
170321	DER-ES	2.5	REGISTRO DE GAVETA BRUTO 25MM (LABOR) - ALIMENTAÇÃO E SUCCÃO	und	2	49,97	128,34
170322	DER-ES	2.6	REGISTRO DE GAVETA BRUTO 32MM (LABOR) - LIMPEZA	und	1	68,49	87,95
89492	SINAPI	2.7	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - EXTRAVASOR/LIMPEZA	und	1	5,35	6,87
89620	SINAPI	2.8	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - EXTRAVASOR/LIMPEZA	und	1	8,46	10,86
89447	SINAPI	2.9	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - EXTRAVASOR/LIMPEZA	m	35	8,5	382,04
						SUBTOTAL 02	1613,36
3 Sistema de sucção e recalque							

94483	SINAPI	3.1	CONJUNTO HIDRÁULICO PARA INSTALAÇÃO DE BOMBA EM AÇO ROSCÁVEL, DN SUÇÃO 32MM E DN RECALQUE 25 MM, PARA EDIFICAÇÃO COM ATÉ 4 PAVIMENTOS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	und	1	889,93	1142,84
180302	DER-ES	3.2	BOMBA CENTRÍFUGA MONOFÁSICA DE 1/2 CV	und	2	711,98	1828,64
94648	SINAPI	3.3	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016 - TUBULAÇÃO SUÇÃO	m	5	7,79	50,01
89446	SINAPI	3.4	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - TUBULAÇÃO RECALQUE - PREÇO UNITÁRIO DN 25MM	m	25	4,01	128,74
SUBTOTAL 03							3150,23
4 Sistema de armazenamento - Reservatório superior							
170540	DER-ES	4.1	RESERVATÓRIO DE POLIETILENO DE 1000L, INCLUSIVE PEÇA DE MADEIRA 6X16CM PARA APOIO, EXCLUSIVE FLANGES E TORNEIRA DE BÓIA	und	1	610,71	784,27
141522	DER-ES	4.2	ADAPTADOR PVC SOLD.FLANGES LIVRES P/CX.AGUA 20MM - ALIMENTAÇÃO - PREÇO UNITÁRIO DE 25MM	und	1	11,71	15,03
141522	DER-ES	4.3	ADAPTADOR PVC SOLD.FLANGES LIVRES P/CX.AGUA 25MM (LABOR) - SAÍDA/EXTRAVASOR/LIMPEZA	und	3	11,71	45,11
170320	DER-ES	4.4	REGISTRO DE GAVETA BRUTO 20MM - 3/4" - ALIMENTAÇÃO	und	1	40,91	52,53
170321	DER-ES	4.5	REGISTRO DE GAVETA BRUTO 25MM (LABOR) - SAÍDA/EXTRAVASOR/LIMPEZA	und	3	49,97	192,51
89492	SINAPI	4.6	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - EXTRAVASOR/LIMPEZA	und	4	5,35	27,48
89620	SINAPI	4.7	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - EXTRAVASOR/LIMPEZA	und	1	8,46	10,86
89447	SINAPI	4.8	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - EXTRAVASOR/LIMPEZA	m	25	8,5	272,89
SUBTOTAL 04							1400,68
5 Sistema de distribuição							
89402	SINAPI	5.1	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - BARRILETE E COLUNA DISTRIBUIÇÃO	m	21,55	7,25	200,64
89866	SINAPI	5.2	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - BARRILETE E COLUNA DISTRIBUIÇÃO	und	2	3,71	9,52
89869	SINAPI	5.3	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014 - COLUNA DISTRIBUIÇÃO	und	4	0,98	5,03

140701	DER- ES	5.4	PONTO DE ÁGUA FRIA - RAMAIS - INCLUSIVE TORNEIRA DE PRESSÃO CROMADA DE USO GERAL	und	5	64,58	414,66
						SUBTOTAL 05	629,85
						TOTAL GERAL	7844,64

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE D – Orçamento do projeto de implantação do sistema de reúso de água
do prédio anexo.

Código	Fonte	Item	Descrição dos serviços e materiais	Und	Qtde	Preço unitário	Preço Total
BDI onerado						22,16%	
		1	Sistema de captação				
89865	SINAPI	1.1	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12_2014	m	20	10,47	255,80
89402	SINAPI	1.2	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	2	7,66	18,71
89866	SINAPI	1.3	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	und	2	3,97	9,69
89869	SINAPI	1.4	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	und	6	6,28	46,02
						SUBTOTAL 01	330,22
		2	Sistema de armazenamento				
	Cotação Própria (Leroy Merlin)	2.1	TANQUE SLIM 600 LITROS COM TAMPA FORTLEV, RETIRADO NA LOJA	und	1	587,90	718,17
						SUBTOTAL 02	718,17
							1048,39

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE E – Composição do serviço de código nº 140701

Item: 140701 - Ponto de água fria (lavatório, tanque, pia de cozinha, etc...) **Unidade:** pt**Código****Base:** LABOR**Base:** '140701**Fonte:** LABOR**Versão:** 1

MÃO DE OBRA	Unid	Código	Coefic.	C. Prod.	Pr. Prod.	Pr. Improd.	Pr. Unit.	Fator Ac.	Subtotal
AJUDANTE (LABOR)	H	'010101	2,1442	1	5,86	0	15,08	-	32,335
ENCANADOR (LABOR)	H	'010118	1,4249	1	6,94	0	17,85	-	25,434
SubTotal:									57,77

MATERIAL	Unid	Código	Coefic.	C. Prod.	Pr. Prod.	Pr. Improd.	Pr. Unit.	Fator Ac.	Subtotal
TUBO DE PVC SOLDAVEL DE 25MM (LABOR)	M	'062502	4,843	1	2,63	0	2,63	-	12,737
JOELHO 90 DE PVC SOLDAVEL DE 25MM (LABOR)	UN	'062511	1	1	0,68	0	0,68	-	0,68
TE DE PVC SOLDAVEL DE 25MM (LABOR)	UN	'062520	1	1	0,98	0	0,98	-	0,98
ADESIVO PARA TUBO DE PVC RIGIDO (LABOR)	KG	'069513	0,0174	1	44,07	0	44,07	-	0,767
SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC RIGIDO (LABOR)	L	'069514	0,007	1	33,6	0	33,6	-	0,235
TORNEIRA DE PRESSÃO CROMADA DE USO GERAL	und	66009	1	1	63,71	0	63,71	-	63,71
SubTotal:									79,11

RESUMO

DISCRIMINAÇÃO	TAXA(%)	VALORES
Mão-de-Obra(A)	157,27	57,77
Materiais(B)		79,11
Equipamentos(C)		0
Produção da Equipe(D)		1
Custo Horário Total(A+C)		57,77
Custo Unitário da Execução[(A/D)+(C/D)] = E		57,77
Custo Direto Total(B+E)		136,88
Bonificações e Despesas Indiretas - BDI	0	0
CUSTO UNITÁRIO (Adotado)		136,88

Fonte: Elaborado pelo autor.