

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

BRUNELA DOS SANTOS NEVES

**ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO COM APROVEITAMENTO DE FONTES
NÃO POTÁVEIS DE ÁGUA**

Orientador: Prof. Dr. Diogo Costa Buarque
Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves

Vitória

2022

BRUNELA DOS SANTOS NEVES

**ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO COM APROVEITAMENTO DE FONTES
NÃO POTÁVEIS DE ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental na área de Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Costa Buarque

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Franci
Gonçalves

Vitória

2022

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

N511e Neves, Brunela, 1990-
Estratégias de conservação de água residencial de alto padrão com com aproveitamento de fontes não potáveis de água / Brunela Neves. - 2022.
135 f.

Orientador: Diogo Buarque.
Coorientador: Ricardo Franci.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Água - Reuso. I. Buarque, Diogo. II. Franci, Ricardo. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 628



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO COM APROVEITAMENTO DE FONTES NÃO POTÁVEIS DE ÁGUA

Brunela dos Santos Neves

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Diogo Costa Buarque
Orientador - PPGEA/CT/UFES

Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves
Coorientador - PPGEA/CT/UFES

Prof.^a Dr.^a Edumar Ramos Cabral Coelho
Examinadora Interno – PPGEA/CT/UFES

Documento assinado digitalmente
gov.br MONICA PERTEL
Data: 25/10/2022 20:45:56-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a Dr.^a Monica Pertel
Examinadora Externa – UFRJ

ELISA VALENTIM GOULART
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Vitória/ES, 25 de outubro de 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
RICARDO FRANCI GONCALVES - SIAPE 1176053
Departamento de Engenharia Ambiental - DEA/CT
Em 26/10/2022 às 07:50

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/591389?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
EDUMAR RAMOS CABRAL COELHO - SIAPE 1172695
Departamento de Engenharia Ambiental - DEA/CT
Em 16/11/2022 às 14:45

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/604049?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
DIOGO COSTA BUARQUE - SIAPE 1042788
Departamento de Engenharia Ambiental - DEA/CT
Em 16/11/2022 às 16:17

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/604269?tipoArquivo=O>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por guiar os meus caminhos e por dar força e sabedoria para concretizar esse sonho.

A minha mãe e irmã por toda força e ensinamentos que possibilitaram minha formação profissional e pessoal.

Ao meu namorado pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Diogo Costa Buarque, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves, pela orientação e todo apoio e confiança no meu trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, por todo conhecimento e experiências compartilhadas.

Aos amigos do Laboratório de LabHiG e Prof. Flávio Vassalo, por todo companheirismo dos momentos que compartilhamos juntos.

Ao CNPQ, pelo auxílio financeiro.

A Fluxo Ambiental e Tommasi Ambiental pelo fornecimento dos orçamentos.

A todos que estiveram ao meu lado durante essa trajetória.

RESUMO

A avaliação técnica e econômica para implantação de sistemas de reúso e aproveitamento de água para fins não potáveis é ferramenta imprescindível em tomadas de decisão. A presente pesquisa buscou avaliar a viabilidade técnica e econômica de estratégias de conservação da água para atendimento às demandas não potáveis do Edifício Luiz Nogueira, Vitória - ES. Foram avaliados cenários de reúso de água cinza, água de chuva e de água de condensado. A avaliação técnica foi realizada com auxílio do software STAN (subSTance flow ANalysis), por meio da elaboração de balanços hídricos para três cenários hipotéticos para a edificação. A avaliação econômica foi realizada por meio de orçamentos para a implantação de quatro configurações e dois tipos diferentes de tratamento para fontes alternativas de água não potável. Os resultados obtidos na avaliação de viabilidade técnica indicaram que o reúso de água cinza oferece melhor desempenho no atendimento às demandas por água não potável, quando comparado ao aproveitamento de água de chuva e de água de condensado, por garantir maior segurança hídrica para a edificação, de modo que toda a demanda por água não potável poderia ser suprida apenas com a oferta de águas cinzas. Os resultados obtidos na avaliação de viabilidade econômica indicaram que o cenário com reúso de águas cinzas, após tratamento de Wetlands Construídos, apresenta a melhor viabilidade econômica, com melhor VPL, TIR e Payback quando comparados com outros cenários e tratamentos. Apesar de apresentar maiores custos de investimento inicial e de operação e manutenção, os sistemas que consideram o reúso de águas cinzas por atenderem a demanda total por água não potável, apresentam maior economia de água potável e proporciona maior segurança hídrica para a edificação. Desse modo, para O Edifício Luiz Nogueira, o reúso de águas cinzas após tratamento de Wetlands Construídos apresentou melhor viabilidade técnica e econômica para as condições consideradas nesta pesquisa.

Palavras chave: Viabilidade Técnica; Viabilidade Econômica; Reúso de Águas Cinzas; Wetlands Construídos.

ABSTRACT

The technical and economic evaluation for the implementation of systems for use and reuse of water for non-potable purposes is an essential tool in decision making. The present research sought to evaluate the technical and economic feasibility of water conservation strategies to meet the non-potable demands in Luiz Nogueira Building at Vitória - ES. Three water reuse scenarios were evaluated: gray water, rainwater and condensate. The technical evaluation was carried out with the aid of the STAN software (subSTance flow ANalysis), through the elaboration of water balances for three hypothetical scenarios for the building. The economic evaluation was carried out through budgets for the implementation of four configurations and two different types of treatment for alternative sources of non-potable water. The results obtained in the technical feasibility assessment indicated that the reuse of gray water offers better performance in meeting the demands for non-potable water, when compared to the use of rainwater and condensate water, as it ensures greater water security for the building, so that the entire demand for non-potable water could be met only with the supply of gray water. The results obtained in the evaluation of economic viability indicated that the scenario with reuse of gray water, after treatment of Constructed Wetlands, presents the best economic viability, with better NPV, IRR and Payback, when compared to other scenarios and treatments. Although higher initial investment and operation and maintenance costs, systems that consider the reuse of gray water as meet the total demand for non-potable water, have greater savings in potable water and provide greater water security for the building. Thus, for Edifício Luiz Nogueira, the reuse of gray water after the treatment of Constructed Wetlands showed better technical and economic feasibility for the conditions considered in this research.

Keywords: Technical feasibility, Economic feasibility, Gray water reuse, Constructed Wetlands.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico com a distribuição percentual dos diversos usos de águas potável e não potável em edificações	22
Figura 2. Esquema simplificado do sistema de aproveitamento de água de chuva	26
Figura 3. Divisão do capítulo de metodologia em 6 seções	38
Figura 4. Edifício Luiz Nogueira, localizado na Praia do Canto, Vitória - ES.....	39
Figura 5. Planta baixa humanizada, sem escala, de um pavimento tipo do Edifício Luiz Nogueira.....	40
Figura 6. Reservatórios Inferiores de (a) Água Potável (RIAP) e de (b) Água de Reúso (RIAR), do Edifício Luiz Nogueira. As referidas instalações encontram-se no subsolo da edificação	41
Figura 7. Componentes da ETAC do Edifício Luiz Nogueira.....	43
Figura 8. Planta baixa de cobertura do Edifício Luiz Nogueira	46
Figura 9. Esquema geral proposto para o Edifício Luiz Nogueira	49
Figura 10. Esquema de tratamento de águas cinzas proposto para o Edifício Luiz Nogueira composto por um filtro anaeróbico, um wetland construído subsuperficial de fluxo vertical (CW-FV) e pós-tratamento de filtro de areia e desinfecção por cloração.	50
<i>Figura 11. Planta baixa com vista superior e corte do sistema de Wetlands a ser integrado na área permeável.</i>	<i>53</i>
Figura 12. Esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 1 para o Edifício Luiz Nogueira.....	55
Figura 13. Esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 2 para o Edifício Luiz Nogueira.....	56
Figura 14. Esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 3 para o Edifício Luiz Nogueira.....	57
Figura 15. Balanço Hídrico diário em m ³ /dia do Edifício Luiz Nogueira para o cenário 1, que considera apenas o aproveitamento de água de chuva como fonte alternativa para usos não potáveis.	66
Figura 16. Atendimento da demanda geral anual por água não potável do Edifício Luiz Nogueira considerando o aproveitamento de água de chuva no período de 2011 a 2021.....	67
Figura 17. Atendimento da demanda anual de rega de jardim e lavagem de pisos por água não potável do Edifício Luiz Nogueira considerando o aproveitamento de água de chuva – Período 2011 a 2021.	67
Figura 18. Balanço Hídrico diário em m ³ /dia do Edifício Luiz Nogueira para o cenário 2, que considera o aproveitamento de água de chuva e água de condensado	69
Figura 19. Atendimento da demanda geral anual por água não potável do Edifício Luiz Nogueira considerando o aproveitamento de água de chuva e de condensado no período de 2011 a 2021.	69
Figura 20. Balanço Hídrico diário em m ³ /dia do Edifício Luiz Nogueira para o cenário 3, que considera o reúso de água cinza	70
Figura 21. Percentuais de fontes de água para atender as demandas por água não potável da edificação para o Cenário 1	71

Figura 22. Percentuais de fontes de água para atender as demandas por água não potável da edificação para o Cenário 2	72
Figura 23. Comparação dos cenários avaliados para atendimento da demanda não potável	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites para os parâmetros de qualidade da água não potável segundo a NBR 16.783/2019.....	30
Tabela 2. Frequência de amostragem para água não potável em edificações multifamiliar e coletiva definidos pela NBR 16.783/2019.....	30
Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água de chuva para usos não potáveis segundo a NBR 15527/2019	31
Tabela 4. Frequência de amostragem da água de chuva para usos não potáveis segundo a NBR 15527/2019	31
Tabela 5. Pontos de consumo de água fria potável (AFP), água quente potável (AQP), e água de reúso (AR), em cada pavimento do edifício Luiz Nogueira.....	41
Tabela 6. Cenários de reúso e reaproveitamento de água no condomínio Luiz Nogueira...	48
Tabela 7. Consumo energético para equipamentos que compõem as alternativas 1 e 2 de tratamento.....	60
Tabela 8. Histórico de preços e reajustes anuais de tarifas de água e esgoto, referentes aos municípios da Grande Vitória na categoria “residencial”, no período de 2014 a 2020.....	61
Tabela 9. Histórico de reajustes históricos de reajustes do IPCA de 2014 a 2020	61
Tabela 10. Histórico anual da taxa Selic de 2014 a 2020.....	62
Tabela 11. Custos de implantação do cenário 1: Aproveitamento de água de chuva	73
Tabela 12. Custos de operação e manutenção do cenário 1: Aproveitamento de água de chuva	74
Tabela 13. Receitas do cenário 1: Aproveitamento de água de chuva	75
Tabela 14. Fluxo de caixa do cenário 1, que considera apenas o aproveitamento de água de chuva como fonte alternativa	75
Tabela 15. Custos de implantação do cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado	77
Tabela 16. Custos de operação e manutenção do cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado	78
Tabela 17. Receitas do cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado.....	78
Tabela 18. Fluxo de caixa do cenário 2, que considera o aproveitamento de água de chuva e água de condensado	79
Tabela 19. Custos de implantação do cenário 3: Reúso de águas cinzas.....	81
Tabela 20. Custos de operação e manutenção do cenário 3: Reúso de águas cinzas	81
Tabela 21. Receitas do cenário 3: Reúso de águas cinzas.....	82
Tabela 22. Fluxo de caixa do cenário 3, que considera o Reúso de águas cinzas – alternativa 1	83
Tabela 23. Fluxo de caixa do cenário 3, que considera o Reúso de águas cinzas – alternativa 2.....	84
Tabela 24. Indicadores de viabilidade econômica dos cenários analisados.....	85

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CESAN	Companhia Espírito Santense de Saneamento
DEC	Decantador Secundário
ETAC	Estação de Tratamento de Água Cinza
FAn	Filtro anaeróbico de fluxo ascendente
FBAS	Filtro Biológico Aerado Submerso
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
kWh	Quilowatt hora
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
m ³	Metro cúbico
RIAR	Reservatório Inferior de Água de Reúso
RIAR	Reservatório Superior de Água de Reúso
TQE	Tanque de Equalização
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket
VPL	Valor Presente Líquido
CW	Wetland Construído
CW-FV	Wetland construído subsuperficial de fluxo vertical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	21
3.2	CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES	23
3.2.1	<i>Uso Racional</i>	24
3.2.2	<i>Fontes Alternativas de Água Não Potável</i>	24
3.2.2.1	Reúso de Água Cinzas	25
3.2.2.2	Aproveitamento de Água de Chuva.....	25
3.2.2.3	Aproveitamento de Água de Condensado.....	28
3.3	QUALIDADE DE ÁGUA PARA USOS NÃO POTÁVEIS	29
3.4	TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS	31
3.5	BALANÇO HÍDRICO	33
3.6	ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	35
4	METODOLOGIA	38
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	39
4.2	CONSUMO DE ÁGUA	43
4.3	DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL E NÃO-POTÁVEL.....	44
4.4	AVALIAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA	45
4.4.1	<i>Água Cinza</i>	45
4.4.2	<i>Água de Chuva</i>	45
4.4.3	<i>Água de Condensado</i>	47
4.5	VIABILIDADE TÉCNICA.....	47
4.5.1	<i>Análise de Cenários</i>	47
4.5.2	<i>Balanço Hídrico</i>	48
4.5.3	<i>Tratamento de Água Não Potável</i>	49
4.5.3.1	Águas Cinzas.....	49
4.5.3.2	Água de Chuva e Condensado	54
4.5.4	<i>Viabilidade técnica de cenários</i>	54
4.5.4.1	Cenário 1: Aproveitamento de água de chuva	54
4.5.4.2	Cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado	55
4.5.4.3	Cenário 3: Reúso de água cinza	56
4.6	VIABILIDADE ECONÔMICA	58
4.6.1	<i>Custos de implantação</i>	58
4.6.2	<i>Custos de operação e manutenção</i>	59
4.6.3	<i>Receitas</i>	60
4.6.4	<i>Taxas, Tarifas e Reajustes</i>	60
4.6.5	<i>Indicadores de Viabilidade Econômica</i>	62

4.6.6	<i>Considerações gerais</i>	63
5	RESULTADOS	65
5.1	VIABILIDADE TÉCNICA	65
5.1.1	<i>Cenário 1: Aproveitamento de água de chuva</i>	65
5.1.2	<i>Cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado</i>	68
5.1.3	<i>Cenário 3: Reúso de água cinza</i>	70
5.2	VIABILIDADE ECONÔMICA	73
5.2.1	<i>Cenário 1: Aproveitamento de água de chuva</i>	73
5.2.1.1	Custo de implantação	73
5.2.1.2	Custo de operação e manutenção.....	74
5.2.1.3	Receitas.....	75
5.2.1.4	Fluxo de caixa.....	75
5.2.2	<i>Cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado</i>	77
5.2.2.1	Custo de implantação	77
5.2.2.2	Custo de operação e manutenção.....	77
5.2.2.3	Receitas.....	78
5.2.2.4	Fluxo de caixa.....	79
5.2.3	<i>Cenário 3: Reúso de água cinza</i>	80
5.2.3.1	Custo de implantação	80
5.2.3.2	Custo de operação e manutenção.....	81
5.2.3.3	Receitas.....	82
5.2.3.4	Fluxo de caixa.....	82
5.2.4	<i>Indicadores de Viabilidade Econômica</i>	85
6	CONCLUSÕES	87
7	RECOMENDAÇÕES	88
	REFERÊNCIAS	89
	APENDICE A	105
	APENDICE B	110
	APENDICE C	115
	APENDICE D	117
	APENDICE E	118
	APENDICE F	120
	APENDICE G	121
	APENDICE H	123
	ANEXO A	124
	ANEXO B	135

1 INTRODUÇÃO

A crescente escassez dos recursos hídricos é ocasionada por diversos fatores, tais como crescimento populacional desordenado (FONSECA et al., 2018), mudanças climáticas (BATES et al., 2008; FEIL e TUCCI, 2014), gestão imprópria dos recursos hídricos (RDH, 2006; GWP, 2013; FEIL e TUCCI, 2014). A água é considerada um dos poucos recursos que possui influência incontestável para a sobrevivência humana, motivo pelo qual as estratégias de gestão para sua conservação são tão importantes (FEIL e TUCCI, 2014). Assim a gestão do consumo e da oferta de água são elementos essenciais na promoção da segurança hídrica (ARBUÉS et al., 2003; BROOKS, 2006; JEFFREY e GEAREY, 2006).

O Brasil tem um arcabouço legal bastante interessante para a gestão dos recursos hídricos. Dentre estes instrumentos, estão os Planos Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos e os Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas, cada um deles procurando tratar das diferentes escalas e preparação de políticas públicas para enfrentar os desafios de gestão das águas. O Novo Plano Nacional de recursos Hídricos 2022-2040 estabelece políticas públicas voltadas para melhoria da oferta de água que prepare o país, a população e as instituições para enfrentar os riscos de novas crises hídricas e garantir água em quantidade e qualidade para todos os usos (PNRH, 2022).

Nesse contexto, os programas de conservação constituem-se em importantes ferramentas de gestão do consumo e da oferta de água, compreendendo ações que resultam em economia de água nos domicílios, nas redes do sistema de abastecimento e nos mananciais (OLIVEIRA, 1999; GONÇALVES, 2006).

A conservação da água prevê a gestão do consumo juntamente com a ampliação da oferta com uso de fontes alternativas de água (PIRES, 2012; ANDRÉ et al., 2015; SILVA 2016, FONSECA et al., 2018). Tais fontes alternativas suprem demandas em usos cuja a potabilidade da água não é necessária, tais como descargas de bacias sanitárias, rega de jardim, lavagem de piso e outros.

Dentre as fontes alternativas de água não potável a ABNT (2019b), contempla: água de chuva, água pluvial, água de rebaixamento de lençol freático, águas cinzas claras, águas cinzas escuras, águas negras e esgoto sanitário.

O aproveitamento da água de chuva se destaca como uma alternativa dominante, no entanto depende do regime de chuva local (SILVA, et al. 2019). O aproveitamento em si é considerado uma tecnologia simples e de baixo custo, fornecendo água com

qualidade necessária para usos menos nobres que não requerem potabilidade da água (NETO, 2013; FERREIRA et al., 2017; SARMENTO et al., 2017, FONSECA et al., 2018).

Vários autores, como Lawrence et al. (2010), Bastos e Calmon (2013), Magrini et al. (2015), Camargo et al. (2017), Magrini et al. (2017), Faé et al. (2020), vêm destacando também o potencial de geração e aproveitamento de água de ar condicionado, chamada de água de condensado. A ABNT (2019b) contempla os efluentes gerados de sistemas de resfriamento, sistema de vapor, condensado e sistema de destilação como águas claras. Além disso, o projeto de lei nacional N.º 4.060-B (BRASIL, 2015) dispõe sobre coleta, escoamento e aproveitamento da água proveniente do processo de condensação de aparelhos de ar condicionado.

O reúso de águas residuárias para o consumo não potável também vem sendo cada vez mais disseminado como uma opção de conservação (AGUIAR, 2010; PIRES, 2012; SILVA et al., 2016; GUZZO, 2017; VALENTINA, 2017; FONSECA et al. 2018). Dentre as águas residuárias de origem predial utilizadas para reúso, destacam-se as águas cinzas, as quais são provenientes de lavatórios, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupa e tanques, excetuando a contribuição da descarga das bacias sanitárias, nas quais são classificadas como águas negras (OTTERPOHL, 2001). A água cinza representa a maior parte da vazão de água residuária produzida em uma residência e sua reutilização resulta em economia de água potável (AGUIAR, 2010; PEREIRA e CARTAXO (2017); GHISI e MARINOSKI, 2019).

Para considerar o reúso de águas cinzas é necessário um tratamento adequado. Neste sentido, diversos tipos de tratamento de águas cinzas para reúso não potável tem apresentado eficiência utilizando tecnologias de processos físicos (MEMON et al., 2007; GHAITIDAK e YADAV, 2013), químicos (MEMON et al., 2007) e biológicos (GHAITIDAK e YADAV, 2013; EDWIN et al., 2013; BELER-BAYKAL, 2015), ou de combinação de processos (ZHANG et al., 2009; MOHAMED et al. 2013; GHAITIDAK e YADAV, 2013; LEAS et al., 2013; BELER-BAYKAL, 2015).

Como uma das opções de tratamento para águas cinzas que envolve fenômenos físicos, químicos e biológicos, destaca-se os *Wetlands* Construídos - CW (MONTEIRO, 2014; LIMA, 2016). Os CW podem ser definidos como sistemas alagados artificiais desenvolvidos para tratar vários tipos de águas residuárias (MONTEIRO, 2014; LIMA, 2016; BENASSI, 2018). Esses sistemas são projetados para utilizar plantas aquáticas e microrganismos no controle da poluição da água, melhorando sua qualidade (MONTEIRO, 2014; LIMA, 2016; BENASSI, 2018). Os sistemas de *wetlands* construídos

foram pensados para tirar proveito da capacidade de assimilação e conversão de matéria orgânica (carbono) e nutrientes (nitrogênio e fósforo), como ocorre nos alagados naturais como pântanos e brejos (BENASSI, 2018)

Os CW são vantajosos, quando comparados aos sistemas convencionais de tratamento, pelo baixo custo de construção, operação, manutenção e eficiência de tratamento em diversas cargas orgânicas de águas residuárias incluindo a eficiência de tratamento em água cinza, além de poder ser integrados perfeitamente à paisagem natural (PLATZER et al., 2007). Diversos autores tem demonstrado a eficiência de *wetlands* construídos para o tratamento de água cinzas comparados com outros tipos de tratamento (GROSS et al., 2007; EDWIN et al., 2013; GHAITIDAK and YADAV, 2013; MONTEIRO, 2014; SARNAGLIA, 2014; OLIVEIRA E COSTANZI, 2014; BELER-BAYKAL, 2015; SEZERINO et al., 2015; LIMA, 2016; VIEIRA et al., 2020, GONÇALVES et al., 2020.

Para a implantação de fontes alternativas de água é necessário analisar o balanço hídrico da edificação. Valentina (2017), por exemplo, mostrou que a implantação de um sistema de reúso de águas cinzas com *wetlands* construídos em um Shopping Center mostrou-se viável e permitiu reduzir o estresse hídrico e as despesas com o abastecimento de água potável.

Além disso, estudos tem destacado que o suprimento de água na edificação pode ser maximizado com a associação de mais de uma fonte alternativa (GARCÍA-MONTOYA et al., 2016; GUZZO, 2017; GOMES, 2018; GHISI e MARINOSKI, 2019; GUZZO et al. 2019; SILVA et al. 2019), caso uma única fonte não seja suficiente para atender toda a sua demanda por água não potável. Essa associação de várias fontes alternativas, chamada de sistemas híbridos, também têm sido avaliada de forma positiva quanto à sua viabilidade técnica e econômica (GARCÍA-MONTOYA et al., 2016; GUZZO, 2017; GOMES, 2018; GONZALEZ; 2018; GHISI e MARINOSKI, 2019).

Diante do exposto a presente pesquisa tem por objetivo avaliar a utilização de fontes alternativas de água associadas e do tratamento de águas cinzas por *wetlands* construídos, para atendimento à demanda não potável em uma edificação residencial de alto padrão. A edificação em estudo está localizada no município de Vitória/ES e já possui uma estação de tratamento de águas cinzas (ETAC) que, atualmente, está inoperante. Desta maneira busca-se ter uma avaliação das vantagens entre as alternativas propostas para atendimento às demandas não potáveis com um sistema de tratamento diferente em relação ao que já existe, mas inoperante, na edificação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a utilização de fontes alternativas de água associadas e do tratamento de águas cinzas por *wetlands* construídos, para atendimento à demanda não potável em uma edificação residencial de alto padrão em Vitória - ES.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a viabilidade técnica da utilização de fontes alternativas de água não potável associadas (águas cinzas, água de chuva, água de condensado) para atendimento da demanda de água não potável na edificação;
- Avaliar o potencial de uma estação de tratamento de águas cinzas do tipo *wetlands* construídos para atendimento da demanda de água não potável na edificação;
- Avaliar se as alternativas propostas possuem viabilidade econômica.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

O consumo de água residencial, dependendo da localidade, representa mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Como exemplos em relação ao consumo total urbano, no estado da Califórnia - EUA o consumo residencial corresponde a 68% (ERLER & KALINOWSKI Inc, 2016), na região metropolitana de São Paulo corresponde a 84,4% (GONÇALVES et al., 2010), na cidade de Vitória-ES aproximadamente 85% (RODRIGUES, 2005). Buscando reduzir esse consumo, adotar técnicas de conservação de água em edificações residenciais tem sido cada vez mais frequente e necessário (KOOP, 2019; VIANNA e SOUZA., 2019). O incentivo a adoção de técnicas de conservação de água em edificações visa não apenas a diminuição do consumo de água potável, mas também a conservação dos recursos hídricos.

O consumo de água residencial inclui os usos interno e externo. O uso interno é destinado à preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal, lavagem de roupas, limpeza em geral, descarga de bacias sanitárias e ingestão humana. Já os usos externos às residências estão relacionados à irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de veículos e piscinas, entre outros (GONÇALVES, 2009).

Segundo o Programa de Conservação e Reúso de Água - PCRA em edifícios (FIESP, 2005), que define um conjunto de ações específicas de racionalização do uso da água nas edificações, o consumo de água em uma edificação pode ser descrito pela Equação 1:

$$\text{Consumo} = \text{Uso} + \text{Perda} + \text{Desperdício} \quad 1$$

Onde: “uso” corresponde à quantidade de água necessária para a realização de determinada atividade; “perda” é a quantidade de água que escapa antes de ser utilizada para uma atividade fim, podendo ocorrer por causa de vazamentos, mau desempenho do sistema e/ou por negligência do usuário; e “desperdício” refere-se à quantidade de água utilizada de modo inadequado.

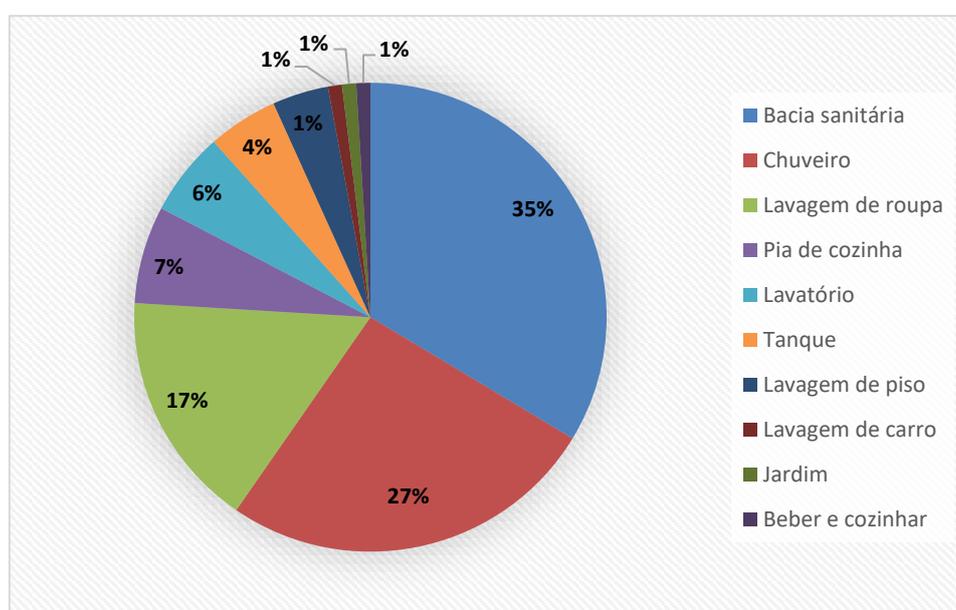
Observa-se que a expressão só considera a variável “quantidade de água”. No entanto, em sistemas prediais a avaliação sobre a utilização de água deve compreender,

obrigatoriamente, o binômio quantidade e qualidade (GONÇALVES, 2006). A variável qualidade da água pode ser caracterizada ou estabelecida por leis, portarias, resoluções, normas ou por consenso tecnicamente estabelecido (GONÇALVES, 2009).

Afim de se maximizar os benefícios da conservação de água em uma edificação é necessário destinar a cada uso a quantidade e a qualidade de água estritamente requerida por esse uso. Em uma edificação, os usos são classificados como potáveis e não potáveis. Segundo a NBR 16.783 (ABNT 2019b), usos não potáveis são a descarga de bacias sanitárias e mictórios, lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas, lavagem de veículos, irrigação para fins paisagísticos, uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos), sistemas de resfriamento de água e arrefecimento de telhados.

A Figura 1 apresenta a distribuição dos diversos usos de água potável e não potável em edificações. De acordo com Pereira e Cartaxo (2017) a bacia sanitária é apontada em geral como uma das responsáveis pelo maior consumo de água em edifícios residenciais. Em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis (GONÇALVES, 2009).

Figura 1. Gráfico com a distribuição percentual dos diversos usos de águas potável e não potável em edificações



Fonte: Adaptado de Pereira e Cartaxo (2017).

3.2 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

A conservação de água pode ser definida como qualquer ação que reduza a quantidade de água extraída em fontes naturais; reduza o consumo de água; reduza o desperdício de água; aumente a eficiência do uso de água; e ou aumente a reciclagem e o reúso de água (GONÇALVES, 2006). De acordo com Gonçalves (2006), é importante destacar a evolução do conceito de “uso racional da água” para o de “conservação de água”. Uso racional objetiva o controle da demanda, através da redução do consumo, preservando a quantidade e a qualidade da água para as diferentes atividades consumidoras (Item 3.2.1). Por outro lado, a conservação de água prevê o controle da demanda juntamente com a ampliação da oferta, por meio do uso de fontes alternativas de água tais como o aproveitamento da água de chuva, aproveitamento de água de condensado, reúso de águas cinzas e de esgoto sanitário (Item 3.2.2).

Em uma pesquisa no mercado imobiliário do Espírito Santo, Bissoli-Dalvi et al. (2016) constatou um retrocesso no investimento em tecnologias de conservação de água em edifícios, especificamente sobre o uso de fontes alternativas de água não potável do ano de 2009 para 2015. De acordo com a pesquisa, como fontes alternativas de água não potável, tem-se destacado apenas o uso de água de chuva e de poço artesiano.

Em alguns casos, na região Metropolitana da Grande Vitória, por não ter sido planejado anteriormente, os usuários das edificações fazem adaptações no sistema original para poder se valer do reúso de água (GOMES, 2018).

O município de Vitória/ES aderiu na lei 9.271/2018 (PMV, 2018) a exigência de sistema para aproveitamento de água não potável, com volume, no mínimo, igual a 30% da capacidade do sistema de captação, armazenamento e disposição. A exigência são para projetos de reforma com área acrescida ou edificações novas, com área construída igual ou superior a cinco mil metros quadrados (PMV, 2018).

Com foco na realidade brasileira, Bastos et al. (2019) propôs uma nova ferramenta de gerenciamento de água chamada “+ água” que pode ser adotada pelas concessionárias de água e esgoto em todas as cidades do Brasil para incentivar a aplicação de conceitos ambientais nas construções. O cumprimento dos parâmetros propostos pode trazer, além de ganhos econômicos com a redução do consumo de água potável, benefícios sociais e ambientais (BASTOS et al., 2019).

Países europeus com baixo potencial de recursos hídricos, vem criando ferramentas de avaliação específicas de consumo de água, bem como selos ambientais para incentivar a conservação de água nas suas edificações (PIMENTEL; AFONSO, 2016).

Empreendedores do setor privado da construção civil estão adotando certificações internacionais como LEED (GBC BRASIL, 2014) e AQUA (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2016) em edifícios residenciais e comerciais, os quais tem como pré-requisito a conservação da água nos empreendimentos. Isso permite o destaque perante à concorrência, por contribuírem com benefícios como a preservação do meio ambiente e o potencial de economia no consumo de energia e de água na edificação.

3.2.1 Uso Racional

Uso racional pressupõe o uso eficiente da água, buscando o menor consumo de água nas atividades de uma edificação. Como ações de aplicação nas edificações, podem ser adotadas campanhas de conscientização e combate ao desperdício, substituição de aparelhos convencionais por sistemas e componentes economizadores de água, sistema de medição individual do consumo de água, detecção e correção de vazamentos (VIANNA e SOUZA., 2019).

Com o objetivo de reduzir a água utilizada e os desperdícios nos edifícios, diversos estudos comprovam eficiência no uso da água em programas de combate ao desperdício (MARINHO et al. 2014; KOOP, 2019), ao utilizar equipamentos economizadores de água (SANTOS, 2010; FIDAR et al., 2010; VIANNA e SOUZA., 2019; SOUSA et al., 2019), efetuar correções de vazamentos (SANTOS, 2010) e implantar medição individualizada de água (DAVIES et al., 2014; VIANNA e SOUZA., 2019).

3.2.2 Fontes Alternativas de Água Não Potável

Considerando as diversas fontes de água não potável, a seguir serão apresentadas as principais características das fontes alternativas de água: águas cinzas, água de chuva e água de condensado.

3.2.2.1 Reúso de Água Cinzas

De acordo com BIRKS e HILLS (2007), ALLEN et al. (2010) e KNUPP (2013), as águas residuárias de origem predial podem ser classificadas da seguinte forma: águas negras, que são efluentes provenientes das bacias sanitárias, incluindo principalmente fezes, urina e papel higiênico, podendo ou não conter água; águas amarelas, que representam somente a urina, ou uma mistura de urina e água; águas marrons, que são representadas por grandes quantidades de fezes e papel higiênico podendo ter água ou não; águas cinzas, que são águas servidas provenientes dos diversos pontos de consumo na edificação excetuando-se a água residuária proveniente do vaso sanitário.

Entretanto, dentre as águas cinzas, alguns autores excluem as águas oriundas da pia da cozinha e da máquina de lavar louça, por possuírem compostos indesejáveis como óleos e gorduras, denominando-as de “água cinza escura” e a contribuição restante de “água cinza clara” (BIRKS e HILLS, 2007; ALLEN et al., 2010; SARNAGLIA, 2014).

A água cinza representa cerca de 50-80% do esgoto total produzido em uma residência, e ao ser reutilizada em descarga de sanitários, rega de jardim, lavagem de veículos e pisos, agricultura, como outros usos não potáveis, pode resultar numa economia de água potável de até 30% (KNUPP, 2013).

Dessa forma, o reúso de água cinza promove a redução do consumo de água potável de uma edificação e do consumo de energia, além de promover a preservação dos corpos d’água (MACCARINI et al., 2019).

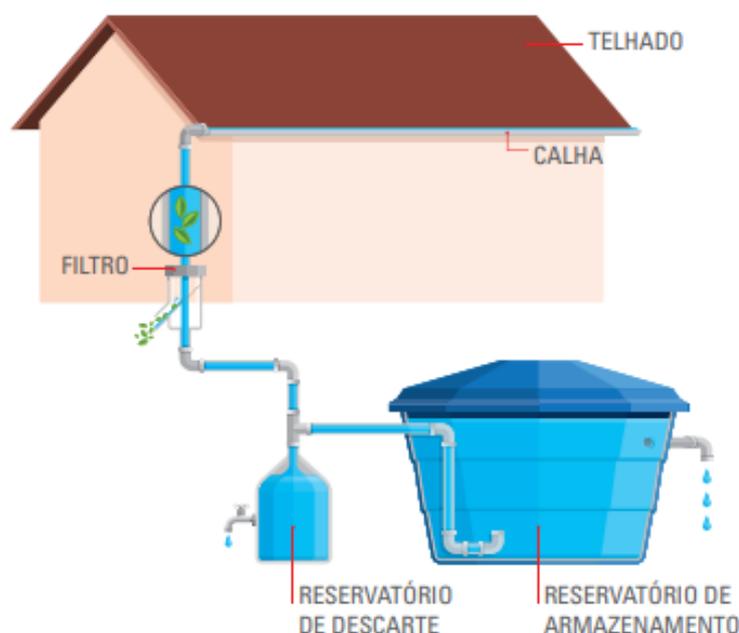
3.2.2.2 Aproveitamento de Água de Chuva

O aproveitamento de água de chuva é considerado uma tecnologia simples e de baixo custo, que consiste na coleta, armazenamento e tratamento simplificado, fornecendo água com a qualidade necessária para usos menos nobres que não necessitam da qualidade de potável.

Vitória aderiu na lei 9.271/2018 (PMV, 2018) a exigência de execução de sistema de captação, armazenamento e disposição de águas de chuva na aprovação de projetos de novas edificações em terrenos igual ou maior que 500 m² em bacias críticas de drenagem (PMV, 2018). Com as recentes determinações do PDU de Vitória impulsionarão a adesão da construção de instalações para o uso de água não potável, principalmente o aproveitamento de água de chuva.

Atualmente, no Brasil, a captação e a utilização de águas pluviais são regulamentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio das normas NBR 15527 (ABNT, 2019c) que estabelece requisitos para o aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis e NBR 10844 (ABNT, 1989) para instalações prediais de águas pluviais. A Figura 2 mostra os componentes especificados na NBR 15527 para o sistema de aproveitamento de água da chuva: superfície de coleta, calha e condutores (os quais devem atender à ABNT NBR 10844), pré-tratamento e reservatórios.

Figura 2. Esquema simplificado do sistema de aproveitamento de água de chuva



Fonte: SANTOS (2016).

O principal ponto de captação de água de chuva são os telhados que, assim como outras áreas expostas, recebem continuamente detritos, folhas, sedimentos e poluentes em sua superfície. Desta forma, a parcela inicial da chuva tende a ter uma qualidade inferior às restantes. Segundo Kinkade-Levario (2007) o descarte de primeiro fluxo de água pluvial é o processo inicial na redução dos detritos e poluentes solúveis. De acordo com a norma brasileira para o aproveitamento de água da chuva de coberturas para fins não potáveis (ABNT, 2019c), para a melhoria da qualidade da água e diminuição dos sólidos suspensos e dissolvidos recomenda-se instalar no sistema um dispositivo para o

descarte da água de escoamento inicial, na falta de dados, o descarte dos primeiros 2mm da água da chuva é suficiente para remover grande parte da contaminação acumulada na cobertura.

Após coletado, o primeiro fluxo é direcionado para um recipiente que, ao encher, é vedado de forma automática e a água da chuva mais limpa é direcionada para o reservatório no qual ficará armazenada (SANT'ANA, 2017). Além disso, a ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019c) recomenda que seja realizada uma etapa de desinfecção, na qual pode ser utilizado cloro, ultravioleta, ozônio ou outras tecnologias.

De acordo com Silva et al.(2019), a coleta e o uso da água da chuva em alguns locais tem sido uma estratégia dominante em relação a outras fontes alternativas de água. No entanto, devido ao regime de chuvas irregulares o tamanho de reservatório deve ser avaliado para atender o consumo de água, mesmo em estações secas (FERREIRA et al, 2017; SILVA et al., 2019).

O sistema de aproveitamento de água de chuva é uma prática bastante comum em muitos lugares do mundo, e no Brasil é praticado principalmente no Nordeste, devido à escassez hídrica característica da região (FERREIRA et al., 2017). A eficiência de sistemas de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis tem sido avaliada por diversos estudos em edificações residenciais (MARTINS E MEMELLI, 2011; GOMES, 2018; GHISI et al., 2017; GHISI E MARINOSKI, 2019), edificações comerciais (BASTOS E CALMON, 2013, SILVA, 2016; VALENTINA, 2017; GUZZO, 2017), edificações industriais (MOREIRA et al., 2016), instituições de ensino (CAMARGO et al., 2017; SILVA et al., 2019).

Brandão; Marcon (2018), Pozzebon; Gastaldini (2013) sugerem vários métodos de dimensionamento de cisternas (reservatórios de águas pluviais), como os métodos de Rippl, Simulação, métodos empíricos: Pratico Alemão, Azevedo Neto, e o Pratico Inglês.

Um dos métodos de dimensionamento de cisternas é o da Simulação, que realiza um balanço hídrico por meio da aplicação da equação da continuidade a um volume de reservatório preestabelecido. Os métodos de dimensionamento que simulam continuamente o comportamento de um reservatório trazem melhores aproximações acerca do desempenho deste e sobre o tempo de retorno do investimento realizado, mesmo em sistemas mais complexos (BRITISH STANTARDS, 2009; THOMAZ, 2009; WARD; MEMON; BUTLER, 2012). Por isso, o método da simulação é amplamente utilizado e indicado para o dimensionamento de reservatórios (THOMAZ, 2009;

CAMPISANO & MODICA, 2012; DORNELLES; GOLDENFUM; TASSI, 2012; FONTANELA et al., 2012).

Thomaz (2009) considera o método da Simulação o melhor método para se avaliar um reservatório, visto que com o método é possível arbitrar um volume de cisterna e acompanhar o volume de água excedente (overflow), bem como a demanda de água, sendo possível, portanto, avaliar a eficiência do sistema de captação de água pluvial.

3.2.2.3 Aproveitamento de Água de Condensado

A NBR 16.783 (ABNT 2019b) define a água de condensado como a água proveniente de condensação de processos de troca térmica de sistemas de ar condicionado. O projeto nacional de lei N.º 4.060-B (BRASIL, 2015) dispõe sobre coleta, escoamento e aproveitamento da água proveniente do processo de condensação de aparelhos de ar condicionado, e dá outras providências.

Aparelhos de ar condicionado geram diariamente em média 48 litros de água, dependendo das condições climáticas do local e da potência do aparelho (BASTOS e CALMON, 2013). Esse volume d'água, que em geral é descartado, poderia ser utilizado, por exemplo, na limpeza, jardinagem ou reúso nas edificações. O aproveitamento da água gerada pelos aparelhos de ar condicionado, além de proporcionar um ganho econômico, ajuda a conservar os recursos hídricos.

O potencial de geração e reutilização de água de condensado tem sido demonstrado por vários autores. Bastos e Calmon (2013) verificaram que a geração de água dos condicionadores de ar atende à demanda diária de quase 78% das descargas sanitárias de uma edificação comercial em Vitória (ES). Já Magrini et al. (2015) e Magrini et al. (2017) verificaram que a água de condensado atende a 56,4% e 47%, respectivamente, da demanda diária de água em um hotel moderno em Abu Dhabi (EAU).

A água de condensado possui uma qualidade semelhante a água destilada, devido à remoção de minerais durante o processo de evaporação. Assim, ela possui baixos teores de sólidos suspensos, turbidez e salinidade e um pH neutro. Contudo ela pode conter microrganismos, nitritos, nitratos e contaminantes provenientes do ar, sendo necessário o tratamento por desinfecção (GLAWE et al., 2016; MAGRINI et al., 2015; MAGRINI et al., 2017).

3.3 QUALIDADE DE ÁGUA PARA USOS NÃO POTÁVEIS

Com a prática crescente do reúso e aproveitamento de água e a percepção de seus benefícios, diversos países têm desenvolvido arcabouços legais que normatizam esta prática, visando principalmente incentivar o reúso de água de forma segura aos usuários. O estabelecimento de normas e regulações da qualidade da água para usos não potáveis é extremamente importante para minimizar os riscos do seu uso (COUTO et al., 2015).

Os critérios de qualidade da água podem afetar o desenvolvimento social, a aceitação pública e a viabilidade econômica de projetos de reutilização de água, além de serem parte indispensável na garantia de proteção da saúde pública e do meio ambiente (PARANYCHIANAKIS et al., 2014).

A água destinada para fins não potáveis pode ser caracterizada de acordo com as exigências mínimas de qualidade da água para as diferentes atividades a serem realizadas. Dessa forma, é possível comparar os requisitos de cada uso com as qualidades intrínsecas de cada fonte de alternativa de água não potável, maximizando a eficiência no uso da água e minimizando o consumo de energia (HARDY et al., 2015).

A NBR 16.783 (ABNT, 2019b) apresenta limites para os padrões de qualidade da água não potável destinada aos seguintes usos: descarga de bacias sanitárias e de mictórios, lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas, lavagem de veículos, irrigação para fins paisagísticos; uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos), sistemas de resfriamento de água e arrefecimento de telhados. Os parâmetros e os limites abordados na referida norma são exibidos na Tabela 1 e a frequência de amostragem são exibidos na Tabela 2.

Tabela 1. Limites para os parâmetros de qualidade da água não potável segundo a NBR 16.783/2019

PARÂMETROS	LIMITE
PH	6,0 a 9,0
ESCHERICHIA COLI	<200 NMP/100mL
TURBIDEZ	≤ 5 UT
DBO5,20	≤ 20 mgO2/L
COLORO RESIDUAL LIVRE (CRL)	Mínimo 0,5 mg/L – Máximo 5,0 mg/L Recomendável 0,5 mg/L – Máximo 2,0 mg/L
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) OU CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	≤ 2.000 mg/L ou ≤ 3.200 µS/cm
CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) ¹	< 4mg/L

(¹) somente para água de rebaixamento de lençol freático

Fonte: (ABNT, 2019b)

Tabela 2. Frequência de amostragem para água não potável em edificações multifamiliar e coletiva definidos pela NBR 16.783/2019

PARÂMETROS	FREQUENCIA DE AMOSTRAGEM (EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR/COLETIVA)
PH	Diária
ESCHERICHIA COLI	Mensal
TURBIDEZ	Semanal
DBO5,20	Mensal
COLORO RESIDUAL LIVRE (CRL)	Diária
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT) OU CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	Semanal
CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) ¹	Semestral

(¹) somente para água de rebaixamento de lençol freático

Fonte: (ABNT, 2019b)

Para sistemas de aproveitamento de água de chuva, os padrões de qualidade devem estar em conformidade com a ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019c). A norma destaca que os padrões de qualidade da água de chuva devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista, porém, para usos previstos pela norma, devem ser considerados os valores dos critérios estabelecidos na Tabela 3 e frequência de amostragem na Tabela 4.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água de chuva para usos não potáveis segundo a NBR 15527/2019

PARÂMETROS	LIMITE
ESCHERICHIA COLI	< 200/100mL
TURBIDEZ	< 5uT
PH	6,0 a 9,0
CLORO RESIDUAL LIVRE¹	0,5 e 2,0mg/L
⁽¹⁾ Desinfecção a critério do projetista	

Fonte: (ABNT, 2019c)

Tabela 4. Frequência de amostragem da água de chuva para usos não potáveis segundo a NBR 15527/2019

PARÂMETROS	FREQUENCIA DE AMOSTRAGEM
ESCHERICHIA COLI	Semanal
TURBIDEZ	Semanal
PH	Semanal
CLORO RESIDUAL LIVRE¹	Semanal

Fonte: (ABNT, 2019c)

3.4 TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

A escolha do sistema de tratamento a ser utilizado depende das características do efluente, da finalidade de uso e da disponibilidade de área e financeira (MONTEIRO, 2014; SEZERINO et al., 2015; LIMA, 2016). Diversos tipos de tratamento para as águas cinzas vêm sendo propostos por muitos autores, desde tecnologias mais simples como processos físicos de filtração com areia grossa e membranas (MEMON et al., 2007; ZHANG et al., 2009); processos químicos que incluem coagulação (GHAITIDAK e YADAV, 2013), oxidação foto-catalítica, troca iônica e carvão ativado granular (LEAS et al., 2013); e processos biológicos como filtro biológico rotativo (BELER-BAYKAL, 2015), reator em batelada sequencial (BELER-BAYKAL, 2015), reator anaeróbio de manta de lodo – UASB (DAUD et al., 2018), biorreator à membrana (MEMON et al., 2007; ZHANG et al., 2009) e wetlands construídos (MONTEIRO, 2014; LIMA 2016; ARDEN E MA, 2018).

Os *Wetlands* Construídos (CW) denominação do nome em inglês *Constructed Wetlands*, também chamados de alagados construídos, jardins filtrantes, zona de raízes, terras úmidas e leitos construídos, simulam os sistemas de “*wetlands*” naturais sob condições controladas de engenharia. Estes ambientes naturais os quais se desenvolvem espécies vegetais adaptadas à saturação de água, apresentam-se com enorme diversidade biológica. Neles a água, os vegetais e o solo se interagem favorecendo a reciclagem de nutrientes obtida através de processos químicos, físicos e biológicos (MONTEIRO, 2014; LIMA, 2016). Além disso são sugeridos como uma maneira econômica e eficientemente energética (ARDEN e MA, 2018)

Os CW são vantajosos, quando comparados aos sistemas convencionais de tratamento, pelo baixo custo de construção, operação, manutenção e eficiência de tratamento em diversas cargas de águas residuárias. Além disso, podem ser integrados perfeitamente à paisagem natural (PLATZER et al., 2007) e o apelo estético da presença de vegetação colabora para uma redução nos índices de rejeição ao sistema de tratamento de águas residuárias por parte da população (ZANELLA et al., 2007).

Os CW apresentam diversas configurações relacionadas à direção e ao tipo do fluxo do efluente, regime de aplicação do afluente e tipo de macrófita utilizada. Os CW são classificados em dois grandes grupos: sistemas de lâmina livre ou escoamento superficial (freewatersurface/surfaceflow - SFW) e sistemas de escoamento subsuperficial (subsurfaceflow - SF) (SEZERINO et al., 2015). No primeiro caso, há a possibilidade de se utilizar plantas emergentes, plantas submersas, plantas com

flutuação livre e com folhas flutuantes. Já no segundo caso, onde o fluxo do efluente é submerso, os CW também são classificados em relação à direção do fluxo: horizontal e vertical (SARNAGLIA, 2014).

Os CW subsuperficial de fluxo vertical apresentam vantagens em relação ao de fluxo horizontal. A primeira vantagem desses sistemas é que a taxa de carga orgânica (gDBO/m²d) de entrada, distribuída pela área superficial do tanque, é muito menor na configuração deste tipo do que nos modelos de fluxo horizontal, minimizando os potenciais de colmatagem do sistema. A segunda é que a mistura da água nos leitos filtrantes é maior, havendo uma maior disponibilidade hídrica, além do fornecimento constante de nutrientes ao cultivo das plantas (HOFFMANN et al., 2011; Nivala et al. 2013).

Sarnaglia (2014) mostrou que um sistema de *wetland* vertical vegetado é viável quando utilizado como pós-tratamento de um filtro anaeróbico. As plantas tiveram boa adaptabilidade, demonstrando eficiência na absorção de nutrientes além de possibilitar a sua aplicação paisagística no reuso predial.

Silveira et al. (2019), Trein et al. (2015), Oliveira e Costanzi (2014) também analisaram wetlands de fluxo vertical como pós-tratamento de águas cinzas e obtiveram eficiências de remoção significativas. Silveira et al. (2019) encontrou eficiência de remoção de cargas poluentes em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) (58%), fósforo total (63%) e, principalmente, nitrogênio amoniacal com redução de 100% no sistema integrado. Trein et al. (2015) obtiveram desempenho de tratamento com até 93% de remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO), 97% de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), 94% de remoção de Sólidos Suspensos (SS), 93% de remoção de nitrogênio amoniacal e 93% de remoção de fósforo. Oliveira e Costanzi (2014) encontraram que a eficiência de remoção dos parâmetros cor aparente, turbidez e Demanda Química de Oxigênio (DQO), apresentaram médias maiores que 90%, tendo alguns destes sido enquadrados nas normas de padrão de potabilidade.

3.5 BALANÇO HÍDRICO

Um balanço hídrico ou também chamado de balanço de massa é a quantidade de água envolvendo todas as entradas, saídas e armazenamentos de água de um sistema (MENG e KENWAY, 2018).

Vários autores destacam a importância de um balanço hídrico em estudos de conservação da água em diversos setores como indústrias (FONTANA, 2004; ANDRÉ E TEIXEIRA, 2018), edifícios comerciais (VALENTINA, 2017; GUZZO, 2017), edifício corporativo (SOBREIRA, 2015), edifícios residenciais (MARTINS E MEMELLI, 2011; BELISARIO, 2014; CACERES, 2018; VIANNA E SOUZA, 2019).

O balanço hídrico residencial é elaborado a partir da caracterização hídrica do edifício e contempla os consumos de água e geração de efluentes das diversas atividades consumidoras, contendo informações para elaboração da matriz de oferta e demanda de água (SODRÉ et al. 2019). As informações para elaboração da matriz de oferta e demanda de água listadas pela NBR 16.782 (ABNT 2019a) são: demandas de água existentes; volumes e vazões necessárias e respectivos requisitos de qualidade associados; demandas potáveis e não potáveis; indicadores de consumo; possíveis ofertas de água potável e não potável.

Entretanto, o grande desafio na confecção de um balanço hídrico está relacionado à coleta de dados, especialmente à dificuldade de medir individualmente os diferentes consumos residenciais, já que os hidrômetros medem apenas o total da edificação ou da unidade habitacional (FONTANA et al., 2004; RODRIGUES et al., 2009; MARTINS et al., 2010). Como consequência dessa falta de medidores instalados para levantamento das correntes aquosas em cada ponto de consumo, são utilizadas outras metodologias para obtenção dos dados de vazões, tais como dados de projetos, balanço de massa e estimativas com base na literatura (FONTANA et al., 2004; MARTINS et al., 2010).

Dentre as metodologias aplicadas para obtenção dos dados de vazões, a Análise de Fluxo de Material (AFM) tem sido aplicada para descrever os fluxos de água de um determinado sistema (VALENTINA, 2017, GUZZO, 2017; VERGER et al., 2018; NIKA et al., 2020). A AFM é um instrumento confiável para descrever fluxos de materiais dentro de vários sistemas (CENCIC e RECHBERGER, 2008). A partir da avaliação sistemática dos fluxos e estoques de materiais dentro de um sistema definido no espaço e no tempo, a AFM conecta as fontes, os caminhos e os cursos intermediários e finais de um material (IWR, 2017).

O software STAN (Substance Flow Analysis), desenvolvido pelo Centro de Pesquisa de Resíduos e Gestão de Recursos da Technische Universität de Viena, ajuda a realizar análise de fluxo de material por meio do balanço de massa. STAN é um software

disponível gratuitamente (<http://www.stan2web.net/downloads>) que suporta AFM e permite a reconciliação de dados (IWR, 2012). Com a reconciliação de dados é possível que os valores de dados incertos sejam alterados de maneira que as contradições desapareçam, assim, a incerteza dos dados reconciliados é reduzida (IWR, 2012). O software utiliza os softwares Microsoft Excel e MATLAB como interface (IWR, 2012; CENCIC, 2016).

Meng e Kenway (2018) utilizaram o método de balanço hídrico UMEF4Water para avaliação das mudanças no ciclo da água urbana com o desenvolvimento urbano, mostrando que a urbanização alterou significativamente os fluxos de água.

Agudelo-Vera et al. (2013) utilizaram a ferramenta Urban Harvest Approach (UHA) para análise do consumo de água em dois tipos de edificações, sendo a primeira uma residência unifamiliar e a segunda multifamiliar. Os resultados mostraram que os dispositivos de economia de água podem reduzir 30% da demanda convencional e a captação de água da chuva pode suprir aproximadamente 80% da demanda no caso de residência multifamiliar e 60% no caso da residência unifamiliar.

Guzzo (2017) aplicou o método do Balanço Hídrico Reconciliado (BHR) na reconciliação dos dados de vazões em uma edificação comercial, com intuito de reduzir os erros embutidos nas diferentes formas de medição de vazões. O BHR demonstrou pouca diferença entre as vazões medidas e reconciliadas. A partir das vazões reconciliadas foram calculados indicadores de consumo de água potável e água não potável, bem como geradas estratégias com os possíveis usos das águas não potáveis o que correspondeu cerca de 84% de economia da demanda de água não potável.

3.6 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de viabilidade econômica consiste em verificar se os benefícios gerados com um investimento compensam os gastos realizados relativos à implantação, operação e manutenção de um sistema. Todo investimento é necessário realizar um desembolso presente buscando construir um fluxo de caixa futuro para avaliar a viabilidade de determinado investimento (BRUNI, 2013). Esse processo acontece em três etapas, onde a primeira consiste em conhecer o investimento inicial no momento zero (SOUSA, 2007). A segunda etapa refere-se à análise dos fluxos de caixa, sendo pontuadas entradas e saídas de recursos e a terceira e última etapa é a aplicação das técnicas de avaliação de investimentos como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de

Retorno (TIR) e o Payback, baseadas em métodos fornecidos pela ciência econômica para se obter um posicionamento final (SOUSA, 2007).

De acordo com Bruni (2013) o fluxo de caixa permite calcular o Valor Presente Líquido (VPL), que consiste no somatório dos saldos do fluxo de caixa, ainda informa se os retornos serão positivos ou negativos tendo como base uma taxa referencial, conhecida como Taxa Mínima de Atratividade – TMA. Sendo o VPL superior a zero, o projeto cobrirá o investimento inicial, gerando ainda um excedente financeiro, sendo economicamente viável. No caso de escolha entre dois projetos, deve-se escolher o que possua o maior VPL (Valentina, 2017).

A TIR é definida como a taxa de juros que torna nulo o valor presente de um fluxo de caixa. São considerados atrativos, quanto à análise da TIR, os projetos em que a taxa interna de retorno é superior à TMA, sendo viável o projeto (PUCCINI, 2011).

O tempo de recuperação do capital ou Payback é muito utilizado em estudos de viabilidade de pequenos projetos na área ambiental e equivale ao período de tempo necessário para recuperar o investimento inicial, no qual a economia gerada pelo sistema se iguale aos custos de manutenção, operação e implantação, considerando as taxas de juros. (GONZALEZ, 2018).

Trabalhos de viabilidade econômica sobre reúso e conservação de água em edificação indicaram que o investimento em sistemas de reúso e aproveitamento de água da chuva é também viável economicamente (FRANCI, 2011; VALENTINA, 2017; GONZALEZ, 2018).

Gonzalez (2018) avaliou o investimento de sistemas de conservação e reúso de água para o Shopping Center Vila Velha, localizado no município de Vila Velha (ES) e apontou viabilidade econômico-financeira em cinco cenários estudados. O cenário com 90% de reúso de água não potável da edificação possui maior investimento e melhor retorno econômico financeiro, com payback de 2,4 anos.

Valentina (2017) avaliou a implantação de um sistema de *wetlands* para o reúso de águas cinzas no mesmo Shopping Center Vila Velha (ES) do estudo de Gonzalez (2018). No sistema estudado, o efluente tratado seria empregado nas bacias sanitárias de dez banheiros, que consomem em média, 37,6 m³/dia. O sistema mostrou-se viável

de ponto de vista técnico e econômico com VPL de R\$ 1.291.987,34, a TIR de 88,91%, e o payback de 1,4 anos.

Goastico (2014) realizou um estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema de reúso de água cinza com *wetlands* para uma residência unifamiliar de alto padrão. O investimento para instalação do sistema apresentou um valor de R\$ 8.360,00, considerado baixo, com um payback de 8 anos. O sistema mostrou-se economicamente viável devido à alta produção de água cinza (0,60 m³/dia) para uma residência unifamiliar.

4 METODOLOGIA

Este trabalho analisa as viabilidades técnica e econômica da utilização de fontes alternativas de água associadas: água cinza, água de chuva e água de condensado, para atendimento à demanda não potável de uma edificação residencial de alto padrão, sendo proposto um tratamento de águas cinzas por *wetlands* construídos. A edificação em estudo se trata do Edifício Luiz Nogueira localizado no bairro Praia do Canto no município de Vitória (ES).

A estimativa do consumo de água considerou parte da avaliação das vazões provenientes de medições de consumo de água potável e produção de água cinza feita por Aguiar (2010), estimativa de água de chuva considerando dados diários de precipitação registrados em estação meteorológica. No estudo é utilizado o Método da Simulação para dimensionamento de reservatório e utilizada informações da literatura para estimativa de água de condensado, com base no tipo de equipamento. Posteriormente, foram avaliados o potencial de cada uma das fontes em atender as demandas não potáveis, seja isoladamente ou combinadas, configurando cenários de uso dessas fontes alternativas para os quais foi realizado o balanço hídrico.

Para cada fonte de água não potável foi considerado o nível de tratamento requerido, bem como a melhor proposta para tratamento das águas de reúso/ reaproveitamento. Para cada cenário proposto foi feita a análise de viabilidade técnica de sua implantação e realizada a viabilidade econômica, envolvendo custos de implantação, operação e manutenção. Assim o capítulo está dividido em 6 seções conforme na figura 3: caracterização da edificação (item 4.1), consumo de água (item 4.2), demanda de água potável e não potável (item 4.3), avaliação da oferta de água (item 4.4), viabilidade técnica (item 4.5) e viabilidade econômica (item 4.6).

Figura 3. Divisão do capítulo de metodologia em 6 seções



Fonte: Autoria própria (2022).

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Neste estudo foi considerado o edifício residencial Luiz Nogueira, localizado na Rua Moacyr Avidos, Praia do Canto, Vitória ES. O bairro é considerado de classe média alta e a edificação é residencial de categoria de luxo. O edifício, com a ocupação iniciada em julho de 2007, possui 19 pavimentos sendo: 1 subsolo, 1 pavimento térreo e 17 pavimentos de apartamentos tipo, sendo um apartamento por andar (Figura 4).

Figura 4. Edifício Luiz Nogueira, localizado na Praia do Canto, Vitória - ES



Fonte: Aguiar (2010).

A edificação possui 5543,52 m² de área construída e o pavimento tipo possui 220,92 m² de área total com 1 varanda, 4 banheiros, 1 lavabo, 4 quartos, sala, copa, cozinha, área de serviço (Figura 5).

Figura 5. Planta baixa humanizada, sem escala, de um pavimento tipo do Edifício Luiz Nogueira



Fonte: Mazzini Gomes Construtora e Incorporadora.

O edifício possui duas fontes de suprimento de água: uma fonte de água potável, fornecida pela concessionária (Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN), e uma outra fonte alternativa, não potável, chamada de reúso de águas cinzas.

Há ainda um subsistema de distribuição de água quente potável do tipo central coletivo, ou seja, com aquecimento de água coletivo e centralizado realizado por meio de painéis solares instalados na cobertura e, quando necessário, o sistema de gás coletivo. O edifício dispõe ainda de medidas de uso racional de água como a medição individualizada e o uso de equipamentos economizadores, tais como bacia sanitária com caixa acoplada e arejadores nas torneiras. A Tabela 5 mostra os pontos existentes de consumo de água potável e de água de reúso, em cada pavimento, e seus respectivos locais de uso.

Tabela 5. Pontos de consumo de água fria potável (AFP), água quente potável (AQP), e água de reúso (AR), em cada pavimento do edifício Luiz Nogueira.

PAVIMENTO	TIPO DE ÁGUA	PONTOS DE CONSUMO
Subsolo	Potável	2 torneiras
		2 torneiras
Térreo	Potável	1 lavatório
		1 bacia sanitária
Pilotis	Potável	3 torneiras
		3 pias
		3 Chuveiros
		2 filtros
		4 lavatórios
		1 sauna
		3 duchas higiênicas
		1 tanque
		3 bacias sanitárias
		Pavimento tipo Apartamento (3º ao 19º)
1 pia (AFP E AQP)		
2 pias		
4 chuveiros (AFP E AQP)		
2 lavatórios (AFP E AQP)		
4 lavatórios		
5 duchas higiênicas		
1 tanque		
1 Máquina de louça		
1 Máquina de roupa		
Reúso (não potável)	5 bacias sanitárias	

Fonte: Adaptado Aguiar (2010).

No subsolo da edificação localizam-se a Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC), o Reservatório Inferior de Água Potável (RIAP) e o Reservatório Inferior de Água de Reúso (RIAR), ilustrados nas Figuras 6a e 6b.

Figura 6. Reservatórios Inferiores de (a) Água Potável (RIAP) e de (b) Água de Reúso (RIAR), do Edifício Luiz Nogueira. As referidas instalações encontram-se no subsolo da edificação

a



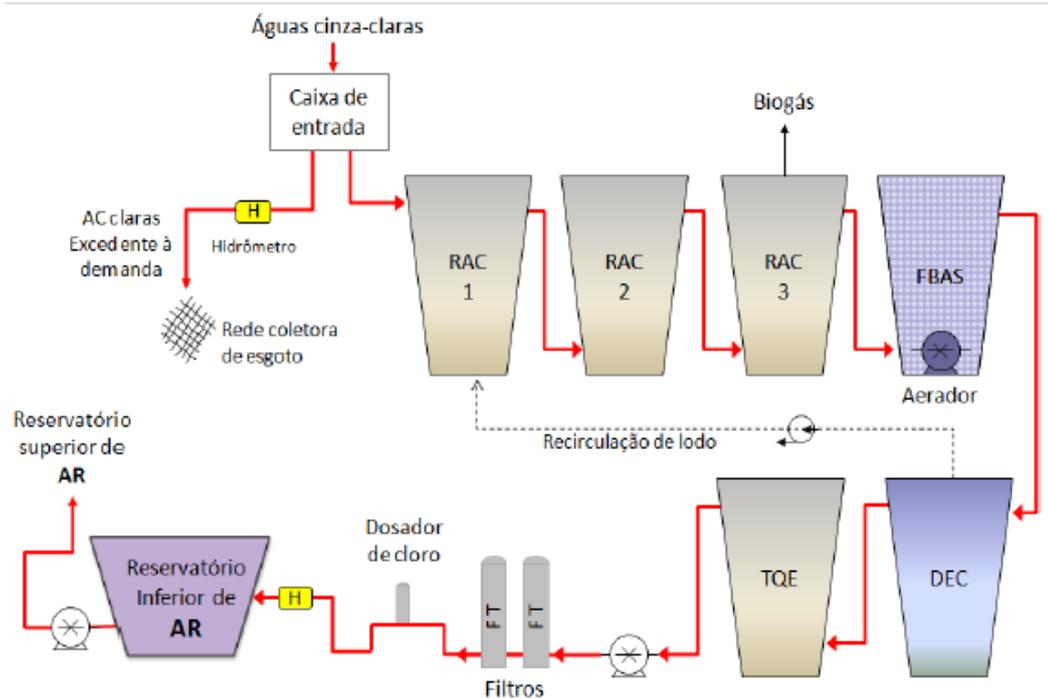
b



Fonte: Aguiar (2010)

A ETAC (Figura 7) existente na edificação é composta por: uma caixa de entrada para a retenção de sólidos e controle da vazão na entrada da ETAC; três compartimentos do Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) para decomposição da matéria orgânica; Filtro Biológico Aerado Submerso (FBAS) para complementação da decomposição da matéria orgânica e polimento do efluente; Decantador Secundário (DEC) que tem a função de decantar todo o excesso de lodo e o biofilme desprendido do FBAS; Tanque de Equalização (TQE) para garantir uma vazão constante para etapa posterior e atua como armazenamento para casos de mal funcionamento de algum equipamento ou falta de água de reúso; Filtro Terciário (FT) que tem a finalidade de reter os sólidos suspensos remanescentes do decantador; e Desinfecção por cloração para eliminação de eventuais microrganismos.

Figura 7. Componentes da ETAC do Edifício Luiz Nogueira



Fonte: Aguiar (2010).

No sistema proposto para o tratamento de águas cinzas com *wetlands* *contruídos*, os processos realizados pelo FBAS e pelo DEC acontecem no tanque *wetland* *construído*. Isso torna a solução vantajosa, uma vez que elimina o consumo de energia com o bombeamento da recirculação de lodo no decantador e com o aerador no FBAS (ARDEN; MA, 2018).

4.2 CONSUMO DE ÁGUA

Nessa etapa foi utilizada em partes a série histórica de consumo de água e o plano de setorização do consumo de água realizados por Aguiar (2010) no Edifício Luiz Nogueira. A série histórica realizada pela autora traz um problema do sistema hidrossanitário que foi identificado na edificação, onde a prumada da bacia sanitária estava mal construída, assim a autora encontrou um consumo de água de reúso de 1,86 m³/dia considerado baixo para a edificação, o restante da produção de água cinzas claras (7,38 m³/dia) destinado para rede coletora de esgoto. A presente pesquisa calculou a vazão média de água de reúso (item 4.3) e descontou do valor destinado para rede coletora de esgoto.

O consumo de água potável da edificação foi avaliado por Aguiar (2010) através de um plano de setorização, o qual possibilitou a divisão de cada atividade consumidora de água por setor: um setor correspondendo ao conjunto de apartamentos; outro setor relativo à área comum do edifício; e outro setor correspondendo ao edifício como um todo. Em cada apartamento, foi possível medir o consumo de água potável fria e quente.

O consumo de água do edifício foi obtido por Aguiar (2010) por meio do monitoramento diário, que compreendeu o período de 14 julho de 2010 a 23 de janeiro de 2011, tendo sido levantado também o consumo médio. A série histórica possui algumas interrupções que correspondem aos dias não monitorados, como por exemplo feriados, ao todo correspondem 180 dias de monitoramento.

4.3 DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL E NÃO-POTÁVEL

Nessa etapa foi considerado o consumo médio de água potável de 14,62 m³/dia (89%) monitorado por Aguiar (2010), porém o baixo percentual de consumo de água de reúso de 1,86 m³/dia (11%) encontrado pelo autora foi devido a um problema do sistema hidrossanitário identificado na edificação, assim a presente pesquisa utilizou o valor de 4,5 m³/dia para a vazão média de água de reúso calculada a partir da equação 2 (PERTEL, 2009), valor encontrado na maioria das edificações com o mesmo padrão da edificação em estudo.

$$Q_{ac} = POP \times C \text{ per capita} \quad 2$$

sendo Q_{ac} a vazão média de águas cinzas, Pop a população total da edificação e C o Consumo per capita de água cinza. O valor de C adotado neste estudo é de 50 L/hab.dia, conforme definido em Pertel (2009).

A presente pesquisa considerou o potencial de utilização das águas cinzas para suprir a demanda de outros usos não potáveis além da descarga das bacias sanitárias, como a rega de jardim e a limpeza de área pavimentada.

Os efluentes oriundos de pias de cozinhas e máquinas de lavar louça, denominados de águas cinza-escuras, são coletados pelo ramal predial de coleta de águas negras, juntamente com os efluentes de bacias sanitárias (águas negras), e são direcionados para a rede pública de coleta de esgoto. Os efluentes oriundos do chuveiro, banheira, lavatório, máquina de lavar roupa e tanque são coletados pelo ramal predial de coleta de águas cinzas claras e são destinados a ETAC. E o excedente de águas cinzas claras também são destinados à rede pública de coleta de esgoto.

4.4 AVALIAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA

Nessa etapa foram avaliadas diferentes fontes alternativas de água com grande potencial de uso no edifício Luiz Nogueira: reúso água cinza, água da chuva e água de condensado.

4.4.1 Água Cinza

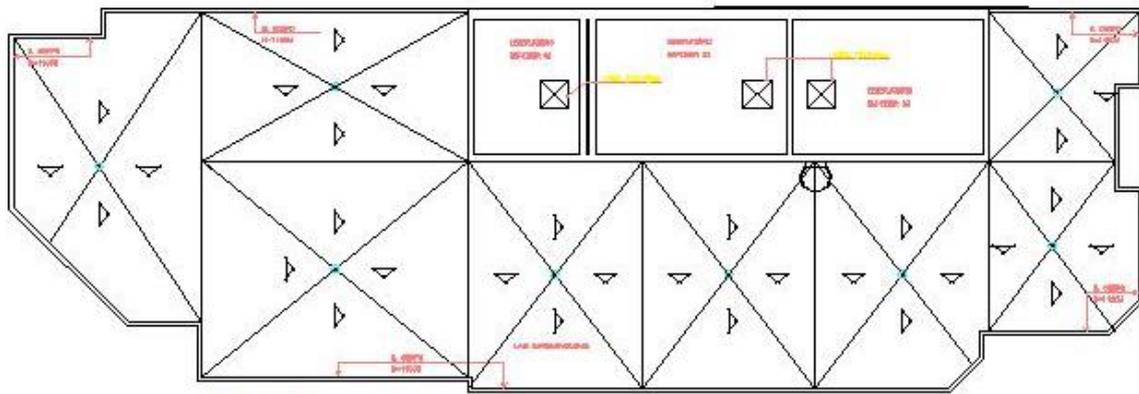
Foram consideradas as estimativas de águas cinzas realizadas por Aguiar (2010) provenientes de 107 lavatórios, 71 chuveiros, 18 tanques, 17 máquinas de lavar roupa, localizados no subsolo, térreo, pilotis e 17 apartamentos. A autora estimou um volume de produção de água cinzas claras de 9,24 m³/dia. A presente pesquisa considerou o valor de 4,5 m³/dia para reúso no atendimento da demanda geral e 4,75 m³/dia para rede coletora de esgoto. Aguiar (2010) também identificou que para atender a demanda de limpeza do condomínio (hall, chão, portaria, latões de lixo, lixeiras e calçada) e rega de jardim o consumo diário é de 0,94 m³.

4.4.2 Água de Chuva

O volume de água pluvial foi estimado a partir de dados diários de precipitação da estação meteorológica convencional nº 83648, localizada na cidade de Vitória – ES disponível pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, do período de 2011 a 2021. Além de ser a estação mais próxima a edificação em estudo, possui série histórica de dados suficientes para o estudo, com mais de 10 anos de dados.

Neste estudo foi considerada a captação de água de chuva apenas pela cobertura da edificação com área disponível de 239,3 m². Assim, além de conhecer a pluviometria local, para determinação do volume de água de chuva a ser coletado foram consideradas as características da área de captação e do coeficiente de escoamento superficial da cobertura (coeficiente de runoff). Para isso, foram utilizados os projetos arquitetônicos e hidrossanitários da edificação. A Figura 8 apresenta a planta baixa de cobertura da edificação.

Figura 8. Planta baixa de cobertura do Edifício Luiz Nogueira



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2022)

A partir da demanda estimada, o dimensionamento do reservatório se deu pelo Método da Simulação. No método da Simulação é considerado um volume de reservatório predefinido para simular o comportamento do volume de água armazenado no reservatório ao longo da série histórica estudada (BRANDÃO; MARCON, 2018), que neste estudo foi considerado o volume de 12 m³, apropriado para abastecer a residência por dois dias e meio na ocorrência da falta de água. Com a utilização do método da simulação, verificou-se em quais meses o sistema de captação de água da chuva é capaz ou não de suprir a demanda não potável da edificação.

No método da Simulação, são utilizados índices pluviométricos sem tratamento estatístico. Ele é baseado na equação da continuidade, que é representada pela Equação 3:

$$S(t) = S(t-1) + Q(t) - D(t) \quad 3$$

Considerando que: $Q(t) = R \times P(t) \times A$; $0 < S(t) < V$; Se $S(t) < 0$, então $S(t) = 0$

Em que:

$S(t)$ = o volume de água no reservatório no tempo t (m³);

$Q(t)$ = o volume de chuva no tempo t (m³);

$S(t-1)$ = o volume de água no reservatório no tempo $t-1$ (m³);

$D(t)$ = o consumo ou a demanda no tempo t (m³);

R = o coeficiente de escoamento superficial (runoff);

$P(t)$ = o índice pluviométrico no tempo t (m³);

A = a área da superfície de captação de água de chuva (m²);

V = o volume do reservatório escolhido (m³).

4.4.3 Água de Condensado

A vazão de água de condensação foi estimado a partir da literatura. De acordo com Pimenta (2016) em média um ar-condicionado modelo split com 12000 BTUs gera em torno de 1060 mililitros de água por hora. Ferreira e Tose (2016) quantificaram que aparelhos de ar-condicionado modelo split de capacidade de 12000 BTUs funcionando a 23°C gera em média de 1891 mililitros de água por hora. Real e Correa (2017) encontraram valores médios de 1656 mililitros de água por hora para aparelhos de ar-condicionado modelo split de capacidade de 12000 BTUs funcionando a 21°C.

Assim a presente pesquisa utilizou uma média dos valores encontrados na literatura de 1500 mililitros de água por hora. Por se tratar de uma edificação residencial foi considerado 8h de funcionamento diário e 5 aparelhos por apartamento, 1 por quarto no total de 4 quartos e 1 da sala. O volume de água de ar-condicionado pode ser estabelecido conforme Rocha (2017) na equação 4.

$$V_{disp} = Q \text{ (mm/h)} \times t \text{ (h)} \times n^{\circ}_{\text{aparelhos}} \times Tot_{\text{apt}} \quad 4$$

Onde: V volume de água de ar-condicionado (mm/h); T tempo de funcionamento em horas; $n^{\circ}_{\text{aparelhos}}$ número de aparelhos de ar condicionado por apartamento; Tot_{apt} total de apartamentos na edificação.

4.5 VIABILIDADE TÉCNICA

4.5.1 Análise de Cenários

A análise de cenários baseou-se no estudo do balanço hídrico para cada cenário proposto apresentado na Tabela 6 para o edifício Luiz Nogueira.

Os cenários 1 e 2 foram definidos buscando verificar se essas fontes já atendem à demanda por água não potável da edificação. O cenário 3 foi definido pois o reúso de água cinza sozinho, sem outras fontes, já supre a demanda por água não potável no edifício.

Tabela 6. Cenários de reúso e reaproveitamento de água no condomínio Luiz Nogueira

Cenário	Fonte de Água
Cenário 1	Água chuva
Cenário 2	Água chuva + água de condensado
Cenário 3	Águas cinzas

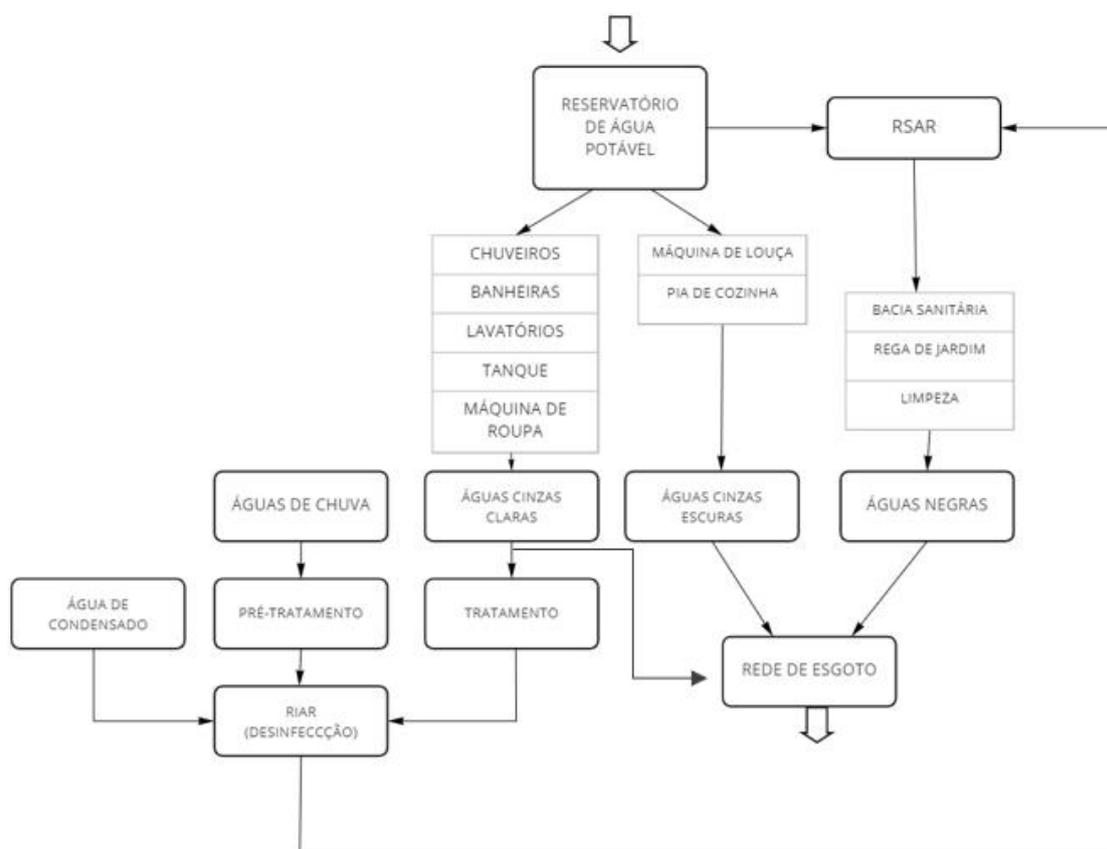
Fonte: A autoria própria (2022).

4.5.2 Balanço Hídrico

O balanço hídrico é fundamental para auxiliar em processos de tomada de decisões. Nesta etapa o balanço hídrico foi utilizado como ferramenta de apoio à decisão para identificar o melhor cenário de uso de fontes alternativas junto com a viabilidade econômica.

A Figura 9 apresenta um esquema geral proposto para o Edifício Luiz Nogueira, com as fontes de água potável e não potável, assim como os pontos de consumo que foram baseados a pesquisa. Para cada cenário proposto foi feito um balanço hídrico, levando em consideração as vazões utilizadas de cada fonte de água não potável. O balanço hídrico foi simulado com o auxílio do software STAN.

Figura 9. Esquema geral proposto para o Edifício Luiz Nogueira



Fonte: Autoria própria (2022).

4.5.3 Tratamento de Água Não Potável

Neste item foram definidos, para cada fonte de água não potável, os tratamentos necessários de acordo com a qualidade da água requerida. Foram levados em consideração os volumes disponíveis para reúso ou aproveitamento no edifício Luiz Nogueira, assim como aspectos construtivos de cada tipo de tratamento.

4.5.3.1 Águas Cinzas

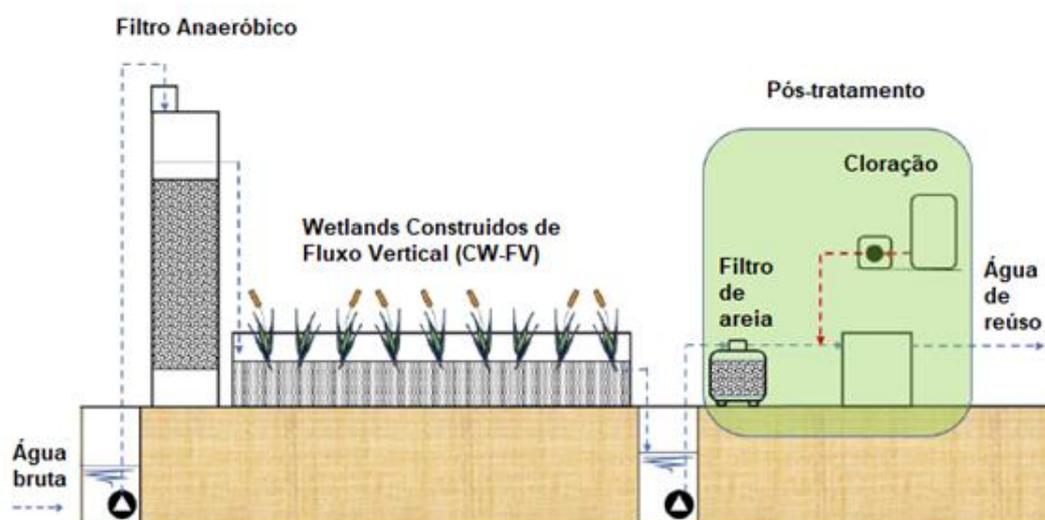
Para o tratamento de águas cinzas foram propostas duas alternativas, Wetlands Construídos e a ETAC Compacta já presente no edifício Luiz Nogueira, com intuito de comparação da viabilidade econômica dos dois sistemas de tratamento.

ALTERNATIVA 1

Gonçalves et al. (2020) avaliou o desempenho de um sistema de tratamento de águas cinzas composto por uma associação em série de um filtro anaeróbico, um *wetland* construído subsuperficial de fluxo vertical (CW-FV) e pós-tratamento composto por filtro de areia e desinfecção por cloração. O estudo mostrou que o sistema foi essencial para produzir água de reúso com qualidade físico-química e biológica satisfatória, de acordo com às diretrizes brasileiras de reúso de água NBR 16.783 (ABNT 2019b). O sistema foi instalado na Universidade Federal do Espírito Santo em Vitória, Brasil.

Por se tratar da mesma região de estudo do presente trabalho e por produzir água de reúso com qualidade físico-química e biológica satisfatória, de acordo com NBR 16.783 (ABNT 2019b), este tratamento foi proposto para presente pesquisa conforme a Figura 10.

Figura 10. Esquema de tratamento de águas cinzas proposto para o Edifício Luiz Nogueira composto por um filtro anaeróbico, um *wetland* construído subsuperficial de fluxo vertical (CW-FV) e pós-tratamento de filtro de areia e desinfecção por cloração.



Fonte: Gonçalves et al. (2020).

- **Dimensionamento do Filtro Anaeróbio**

Para o dimensionamento do Filtro Anaeróbio, o primeiro passo foi calcular o volume útil necessário (Equação 5), tendo como parâmetros a vazão média e o tempo de residência necessário ao efluente no interior do reator.

$$V_u = Q_{\text{méd}} \times \theta \quad (5)$$

$$V_u = \frac{4,5}{24} \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 4 \text{ h} = 0,75 \text{ m}^3$$

Sendo V_u o volume útil, $Q_{\text{méd}}$ a vazão média de água cinza, θ : o tempo de detenção hidráulica (foi admitido um tempo de detenção hidráulica de 4 horas).

A área superficial em m^2 foi definida conforme a equação 6.

$$A = \frac{V_u}{h_u} \quad (6)$$

$$A = \frac{V_u}{h_u} = \frac{0,75}{1,6} = 0,5 \text{ m}^2$$

Sendo h_u a altura útil do Filtro Anaeróbio.

- **Dimensionamento do *Wetlands***

Os sistemas *wetlands* não estão inseridos em normas técnicas brasileiras, o que dificulta a uniformização dos parâmetros e critérios para seu dimensionamento. Na literatura internacional, existem diversos modelos e critérios para projetá-los, porém, muitos voltados para remoção da carga orgânica.

Neste trabalho adotou-se a equação 7 para o dimensionamento de *Wetlands* Construídos de Fluxo Vertical. Sarnaglia (2014) obteve bom desempenho de *Wetland* Vertical na mesma região de estudo.

$$\Theta = \frac{A \cdot h_u}{Q} \quad (7)$$

$$A = \frac{\theta \cdot Q}{h_u} = \frac{2,5 \text{ dias} \cdot 4,5}{0,6 \text{ m}} = 18,8 \text{ m}^2$$

$$L=4,85 \text{ e } C= 3,9$$

sendo θ o tempo de detenção hidráulico 2,5 dias, que é definido como o tempo de detenção teórico baseado na porosidade do meio saturado, A a área útil do *Wetland*, h_u a altura útil (foi admitido h_u de 0,6), Q a vazão.

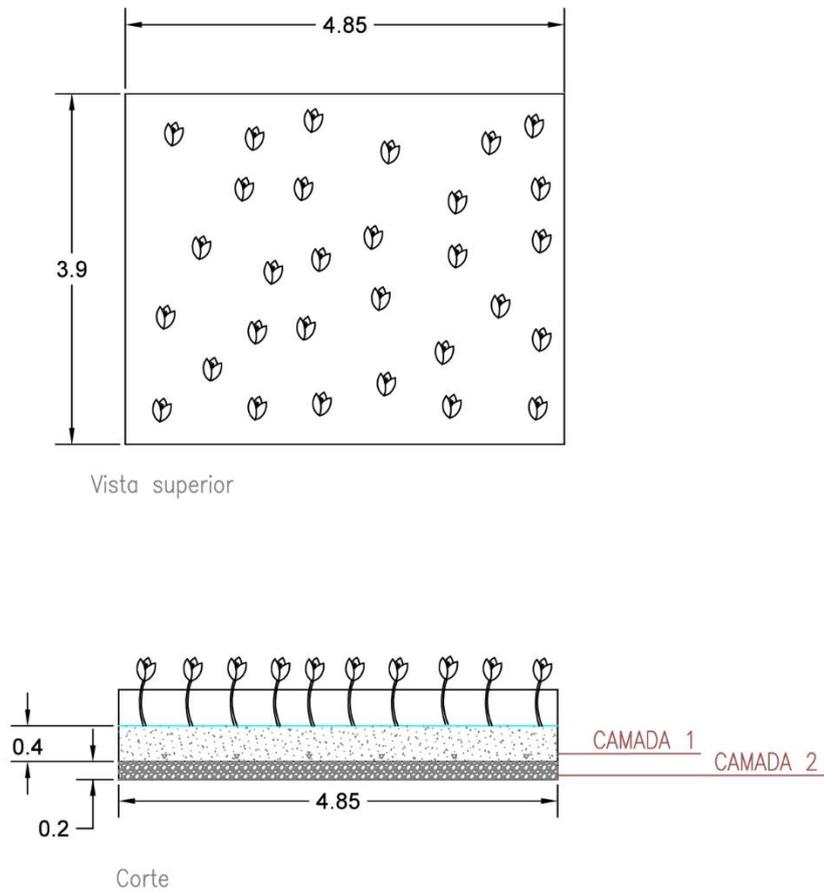
- **Meio suporte e vegetação**

Os meios filtrantes empregados para a implantação do sistema de wetlands construídos de fluxo vertical são a areia grossa e o cascalho. Para este estudo, adotaram-se 0,4 m de altura de areia grossa (0,6 a 2,0 mm) e 0,2 m de cascalho (4,8 a 9,5 mm), além de um tubo de alimentação com diâmetro de 40 mm.

Dentre as opções do mercado, a vegetação escolhida foi a Macrófita Cavalinha de nome científico *Equisetum hyemale*. Gonçalves et al. (2020) demonstraram que o sistema apresentou uma boa adaptabilidade, remoção de 65% de DQO das águas cinzas e baixa manutenção nos doze meses de pesquisa utilizando a Macrófita.

Desta forma, a proposta de implantação do sistema escolhido foi prevista para área permeável do edifício Luiz Nogueira, integrada ao jardim já existente na edificação. A Figura 11 mostra a planta baixa com vista superior e corte do sistema de Wetlands a ser integrado na área permeável.

Figura 11. Planta baixa com vista superior e corte do sistema de Wetlands a ser integrado na área permeável.



Fonte: Autoria Própria (2022)

- **Filtro terciário**

Foi definido para filtração terciária filtros disponíveis no mercado, filtro DANCOR-DFR-11 e bomba 1/4 CV.

ALTERNATIVA 2

Considerando que o edifício Luiz Nogueira possui uma ETAC Compacta inativada, essa alternativa adotará uma ETAC idêntica à ETAC Compacta já existente no edifício, conforme descrito na Figura 7, composta por um Reator Anaeróbio, Filtro Biológico,

Decantador, Tanque de Equalização, Filtro Terciário e Cloração. Essa alternativa 2 foi proposta para essa pesquisa com intuito de comparação da viabilidade econômica de um sistema de tratamento como o que já possui no edifício Luiz Nogueira, mas que está inativado, com o sistema da Alternativa 1.

4.5.3.2 Água de Chuva e Condensado

Nesta etapa é considerado os volumes de água de chuva aproveitável e de condensado estimados para o edifício Luiz Nogueira.

O pré-tratamento da água de chuva seguirá o recomendado pela NBR 15597 (ABNT, 2019c), com dispositivo automático para o descarte da água de escoamento inicial para remoção de sólidos indesejáveis (detritos, folhas, insetos etc.), seguido de um filtro e desinfecção.

A água de condensado o único tratamento requerido é desinfecção, visto que já é considerado uma água limpa.

4.5.4 Viabilidade técnica de cenários

A partir dos cenários propostos, o estudo de balanço hídrico realizado para cada cenário e o tratamento requerido para cada fonte de água não potável, foram avaliadas as partes constituintes do sistema a serem instaladas.

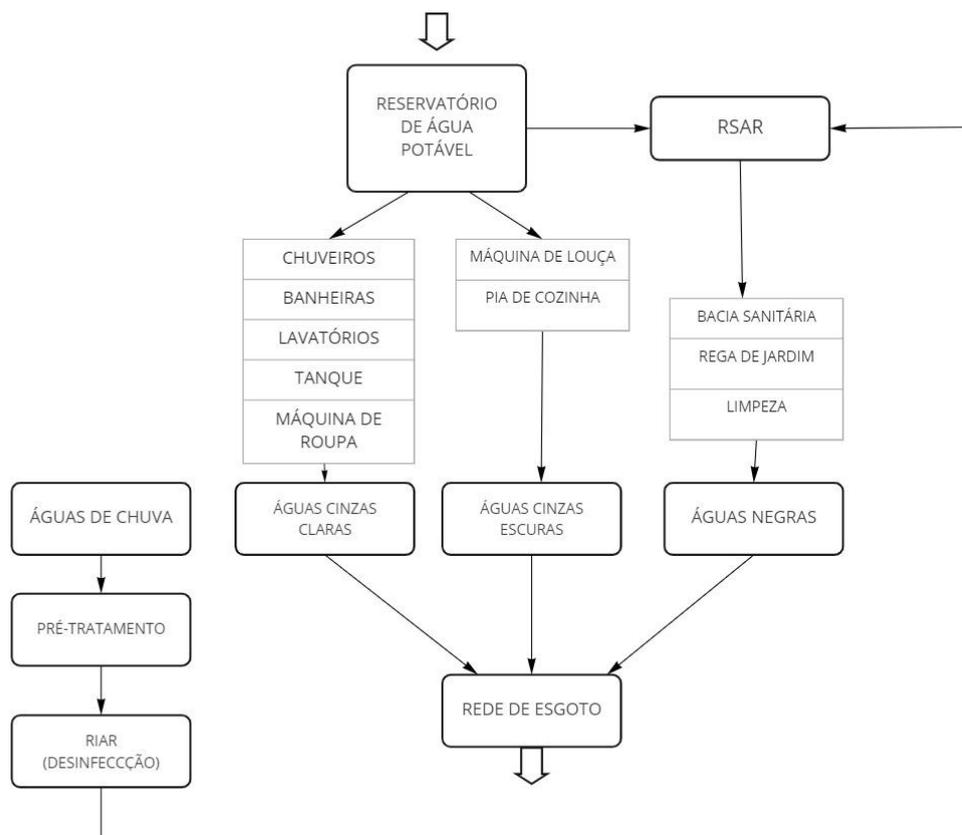
4.5.4.1 Cenário 1: Aproveitamento de água de chuva

Para o sistema de aproveitamento de água de chuva foi proposta a instalação de um sistema de descarte de primeiro fluxo de água e filtração de sólidos, conforme indicado pela NBR 15597 (ABNT, 2019c). A edificação possui coleta da água de chuva pelo telhado a qual é encaminhada para rede pública de drenagem.

Foi considerada a tubulação direcionando a água de chuva coletada pela cobertura da edificação até o RIAR, onde ocorrerá a desinfecção por cloração. Após a cloração a água é bombeada para o reservatório superior de água de reúso, a partir do qual é distribuída para os pontos de consumo de água não potável dentro da edificação. Este cenário prevê o uso de água potável para atender a demanda não potável quando a oferta de água de chuva não for suficiente para atendê-la.

A Figura 12 apresenta um esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 1 para o Edifício Luiz Nogueira, com as fontes de água potável e não potáveis, assim como os pontos de consumo considerados nesta pesquisa.

Figura 12. Esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 1 para o Edifício Luiz Nogueira



Fonte: Autoria própria (2022).

4.5.4.2 Cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado

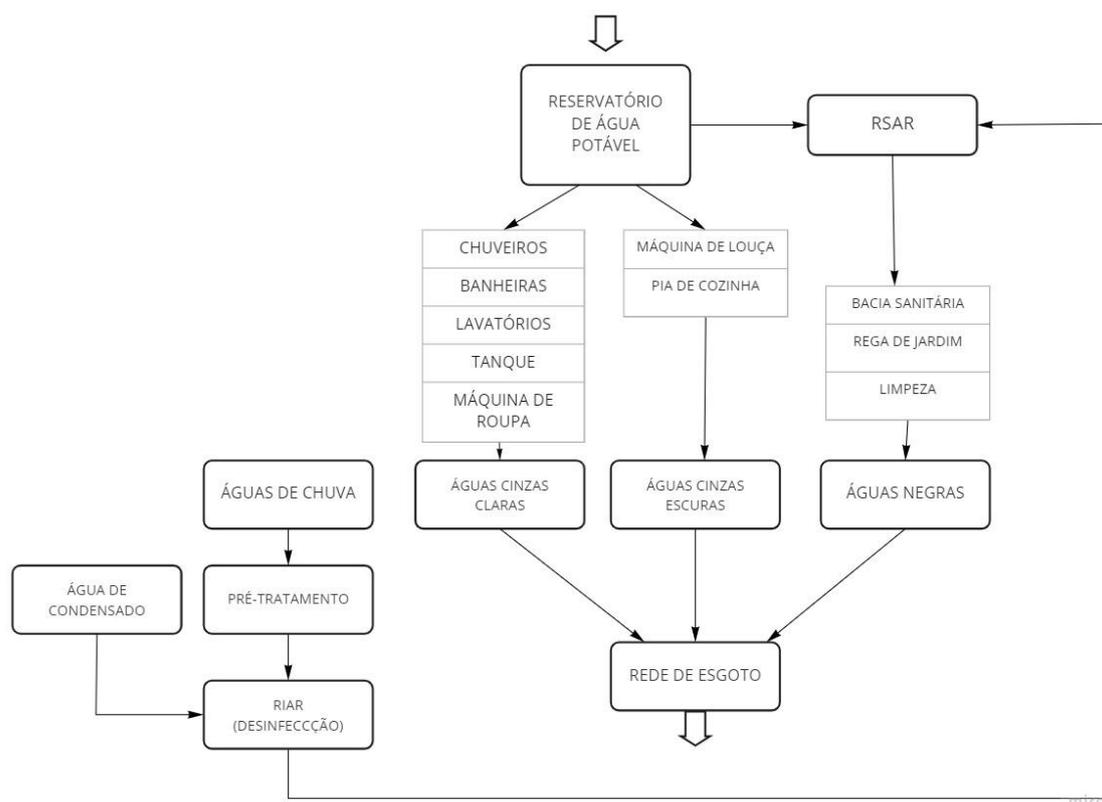
Para o cenário 2 foi proposto o aproveitamento de água de chuva e a inclusão de aproveitamento de água de condensado.

Foi considerado a tubulação direcionando a água de chuva coletada pela cobertura da edificação e toda a tubulação de coleta de água de condensado, todas as tubulações direcionando as águas até o RIAR onde se juntará as duas fontes. O RIAR foi proposto

para desinfecção por cloração das duas fontes. Após a cloração a água é bombeada para o reservatório superior de água de reúso, a partir do qual é distribuída para os pontos de consumo de água não potável dentro da edificação. Este cenário prevê o uso de água potável para atender a demanda não potável quando a oferta de águas de chuva e de condensado não forem suficientes para atendê-la.

A Figura 13 apresenta um esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 2 para o Edifício Luiz Nogueira, com as fontes de água potável e não potáveis, assim como os pontos de consumo considerados nesta pesquisa.

Figura 13. Esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 2 para o Edifício Luiz Nogueira



Fonte: Autoria própria (2022).

4.5.4.3 Cenário 3: Reúso de água cinza

Para sistema de reúso de águas cinzas foi proposto duas alternativas de tratamento a fim de comparar a viabilidade econômica das alternativas nos dias atuais. A alternativa

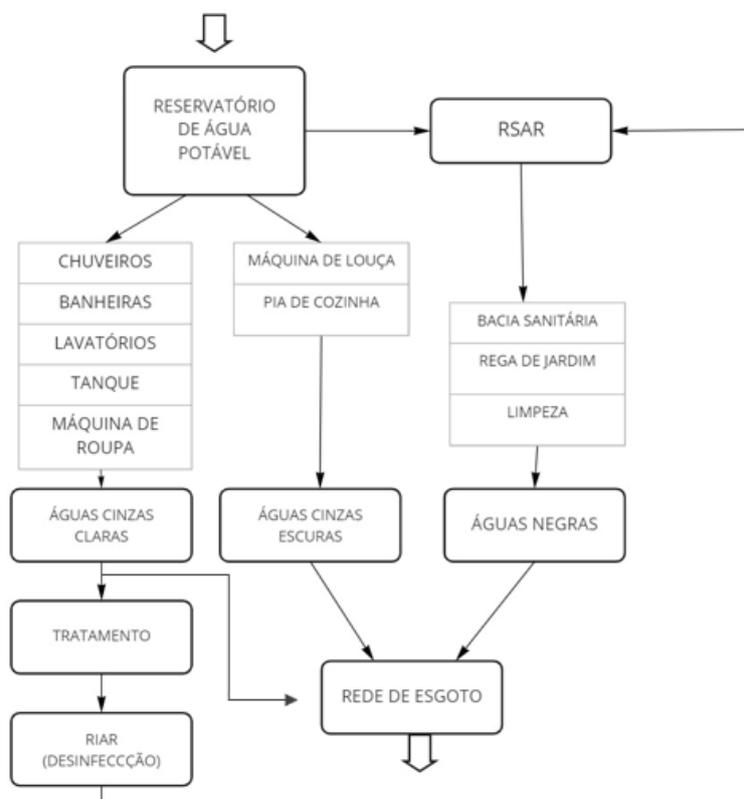
1 é um sistema composto por uma associação em série de um filtro anaeróbico, um wetland construído subsuperficial de fluxo vertical (CW-FV) e pós-tratamento composto por filtro de areia e desinfecção por cloração viabilizada para ocorrer no RIAR.

A alternativa 2 se trata de um sistema de tratamento que possui no edifício Luiz Nogueira que está inativado.

Foi considerado que após o tratamento a água será encaminhada para o RIAR e então bombeada para o RSAR, e posteriormente distribuída para os pontos de consumo de água não potável dentro da edificação. Este cenário prevê o uso de água potável somente em caso de algum problema no sistema de reúso, uma vez que a água cinza é suficiente para atender os usos não potáveis.

A Figura 14 apresenta um esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 3 para o Edifício Luiz Nogueira, com as fontes de água potável e não potáveis, assim como os pontos de consumo considerados nesta pesquisa.

Figura 14. Esquema do balanço hídrico proposto no Cenário 3 para o Edifício Luiz Nogueira



Fonte: Autoria própria (2022).

4.6 VIABILIDADE ECONÔMICA

A partir da viabilidade técnica foram elaborados orçamentos para a viabilidade econômica, de acordo com as estruturas propostas nos itens 4.5.4.1, 4.5.4.2, 4.5.4.3

Diante do orçamento total para implantação de cada cenário e de cada alternativa de tratamento, foram elaborados fluxos de caixa, considerando o investimento inicial, as despesas e as receitas geradas por cada sistema, considerado um horizonte de projeto de 30 anos. O “Investimento Inicial” corresponde ao capital para implantação do sistema na edificação, que engloba os custos com a rede de coleta de água de chuva e condensado, do tratamento e dos reservatórios de armazenamento, custos com elevatórias de água não potável e com as tubulações de distribuição de água não potável para cada ponto de uso. As “Despesas” correspondem aos custos gerados pela operação e manutenção do sistema. As “Receitas” correspondem à redução de despesas gerada pela economia no consumo de água potável, a qual engloba a economia na fatura de água e esgoto gerada pelo sistema. Posteriormente foi empregado métodos para análise de viabilidade de projetos baseados no Valor Presente Líquido (VPL), na Taxa Interna de Retorno (TIR) e no Payback.

Importante destacar que os valores apresentados dizem respeito a orçamentos para a implantação dos sistemas descritos neste trabalho, não objetivando, portanto, a proposição de projetos para implantação.

4.6.1 Custos de implantação

O investimento inicial para a rede de coleta de água de chuva, reservatório inferior de água de reúso (RIAR), elevatória de água de reúso, reservatório superior de água de reúso (RSAR), rede de distribuição de água não potável, foram calculados a partir de plantas da edificação, considerando sistemas já existentes e com as modificações necessárias adotadas para a presente pesquisa, os custos foram definidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2022).

A rede de coleta de água de condensado foi viabilizada a partir de plantas da edificação, foi considerado o menor trajeto possível e os custos definidos pelo Sistema Nacional de

Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2022). O pré-tratamento de água de chuva e sistema de cloração, foram definidos por sites de equipamentos.

Os custos para implantação da alternativa 1 de tratamento foram definidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2022) e o custos para implantação da alternativa 2 de tratamento foi obtido pela empresa fornecedora de sistemas de tratamento (ANEXO A).

4.6.2 Custos de operação e manutenção

Os custos de operação e manutenção do Reservatório Inferior de Água de Reúso (RIAR), do Reservatório Superior de Água de Reúso (RSAR), estação elevatória de água de reúso, rede de coleta de água pluvial, rede de coleta de água de condensado e rede de distribuição de água não potável, foram definidos pelo Gerador de Preços Brasil (CYPE, 2022).

O custo da pastilha de cloro foi definido pelo site da empresa fornecedora NaturalTec. Cerca de 20 gramas de hipoclorito de sódio podem desinfetar de 0,5 a 1 m³ de água por hora (NATURALTEC, 2022). Foi considerado uma pastilha de cloro 200g para cada 10 m³ de água.

O custo com as análises laboratoriais foi estabelecido de acordo com a frequência e parâmetros exigidos pelas NBR 15527 e 16783 (ABNT, 2019c; ABNT, 2019b) e pelo orçamento obtido com empresa de análises laboratoriais (ANEXO B).

O consumo energético foi calculado para cada sistema e os custos definidos de acordo com a tarifa média da categoria “residencial”, de R\$ 0,33125/kWh, vigente em junho de 2022 pela EDP Espírito Santo (EDP, 2022). A Tabela 7 apresenta o consumo energético de cada sistema.

Tabela 7. Consumo energético para equipamentos que compõem as alternativas 1 e 2 de tratamento.

UNIDADE	Equipamento	Potência kWh/m³
Bomba elevatória de água de reúso	Bomba 10 cv	3,27
Wetlands: filtro anaeróbio	Bomba 1/2 cv	0,33
Wetlands: filtro terciário	Bomba 1/4 cv	0,16
TOTAL Wetlands		0,49
ETAC: filtro	Bomba 1/2 cv	0,33
ETAC: cloração	Bomba 0,1 cv	0,06
ETAC: soprador	Bomba 0,2 cv	0,78
ETAC: recirculação lodo	Bomba 1/4 cv	0,08
TOTAL ETAC		1,26

Fonte: Aatoria própria (2022).

4.6.3 Receitas

As receitas obtidas nos sistemas são definidas como a redução no valor da conta de água e esgoto gerada pela economia no consumo de água potável fornecida pela companhia de abastecimento. Essas receitas englobam o volume de água potável que foi suprido por fonte alternativa de água não potável e também o volume de esgoto que deixou de ser encaminhado para tratamento através da rede de coleta e transporte de esgoto. No caso do Edifício Luiz Nogueira o volume de água potável suprido por fonte alternativa de água não potável será igual ao volume de efluente encaminhado para rede de coleta e transporte de esgoto. Assim para presente pesquisa, as receitas foram obtidas com o valor da redução no valor da conta de água.

4.6.4 Taxas, Tarifas e Reajustes

Para a presente pesquisa foram considerados históricos de Taxas, Tarifas e Reajustes de 2014 a 2020, devido à instabilidade econômica atual gerada pela pandemia do SARS-CoV-2.

As tarifas de água e esgoto cobradas pela concessionária “Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)” são distribuídas por faixas de consumo. Na Tabela 8 são apresentados dados disponibilizados pela companhia de 2014 a 2020 de preços e reajustes anual dos serviços de água e esgoto (coleta, afastamento e tratamento) para

os municípios da Grande Vitória, na categoria “residencial” com consumo acima de 50 m³. Com base nos históricos de reajustes de água e esgoto este estudo considerou uma média de 7 % ao ano.

Tabela 8. Histórico de preços e reajustes anuais de tarifas de água e esgoto, referentes aos municípios da Grande Vitória na categoria “residencial”, no período de 2014 a 2020

Ano	Tarifa de água (R\$/m³)	Tarifa de esgoto (R\$/m³)	Reajuste de tarifa de água e esgoto (%)
2014	5,95	4,76	5,31
2015	6,58	5,26	10,59
2016	7,31	5,85	11,06
2017	7,62	6,10	4,18
2018	7,92	6,34	3,89
2019	8,32	6,66	5,05
2020	8,57	6,86	3,00

Fonte: Adaptado CESAN (2022).

Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) representa o índice oficial da inflação no Brasil. A atualização dos custos dos sistemas foi feita com base nos históricos de reajustes do IPCA no período de 2014 a 2020 (Tabela 9), considerando uma média de 5,55 % ao ano.

Tabela 9. Histórico de reajustes históricos de reajustes do IPCA de 2014 a 2020

Ano	IPCA (%)
2014	6,41
2015	10,67
2016	6,26
2017	2,95
2018	3,75
2019	4,31

2020	4,52
------	------

Fonte: Adaptado IBGE (2022).

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) representa o mínimo que um investimento deve remunerar para que seja considerado viável economicamente, sendo, neste estudo, definida como sendo igual à taxa Selic por se tratar da principal taxa de juros da economia brasileira e influencia todas as taxas de juros do país, como taxas de juros dos empréstimos, dos financiamentos e das aplicações financeiras. Foi considerado a taxa Selic média de 8,5 (Tabela 10).

Tabela 10. Histórico anual da taxa Selic de 2014 a 2020

Ano	IPCA (%)
2014	11,75
2015	14,25
2016	13,75
2017	7,00
2018	6,50
2019	4,50
2020	2,00

Fonte: Adaptado (BCB, 2022).

4.6.5 Indicadores de Viabilidade Econômica

Diante das informações do investimento inicial, dos custos de operação e manutenção e das receitas, foi elaborado o fluxo de caixa de cada sistema e foram utilizados os métodos de análise econômica Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*. Diante da análise econômica foi possível definir qual dentre as alternativas propostas teria maior viabilidade para ser implantada no Edifício Luiz Nogueira.

O VPL é a soma algébrica das receitas e custos de um projeto. A equação 8 corresponde ao cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)

$$VPL: \sum_{n=1}^n \frac{E (1+i_A)^n - c (1+i_i)^n}{(1+i)^n} - INV \quad 8$$

Onde “E” é a economia gerada pelo sistema, considerando a redução do volume de consumo de água potável (reais); “iA” taxa de aumento da tarifa de água potável e esgoto da concessionária (anual); “C” custos dispendidos com o sistema, como operação e manutenção (reais); “i” Índice de inflação (anual); “INV” custo do investimento inicial do sistema (reais); “n” número de períodos considerados (considerado a vida útil do sistema); “i” taxa de juros considerada (anual).

A sigla TIR representa a taxa interna de retorno ou taxa interna de rentabilidade, é uma taxa de juros que torna nulo o Valor Presente do fluxo de caixa (equação 9).

$$TIR: \sum_{n=1}^n \frac{E}{(1+i)^n} - \frac{C}{(1+i)^n} - INV = 0 = VPL \quad 9$$

O Payback ou tempo de recuperação do capital foi calculado a partir da observação do fluxo de caixa, considera-se o momento em que a soma das receitas futuras corrigidas temporalmente se igualar ao valor do investimento inicial.

4.6.6 Considerações gerais

Os resultados obtidos no presente trabalho foram avaliados buscando comparar cenários hipotéticos do uso de fontes alternativas de água não potável (reúso de água cinzas e aproveitamento de águas da chuva e de condensado) para o caso de um edifício residencial de alto padrão. Desse modo, os componentes necessários para a implantação dos sistemas de aproveitamento e reúso de água seguiram os três cenários estabelecidos nesta pesquisa. Destaca-se que os sistemas considerados aqui não necessariamente incluem todos os componentes imprescindíveis a um projeto executivo, mesmo tentando obter a melhor semelhança possível.

As avaliações realizadas neste estudo levaram em consideração valores constantes de ofertas da água cinza e da água de condensado, contudo, é importante destacar que,

em uma edificação, de qualquer porte, existe uma variação no volume demandado de água, seja potável ou não potável. Isso ocorre devido a quantidade de moradores, estações do ano, período de férias e entre outros. Por outro lado, na simulação da oferta de água de chuva foram utilizados dados diários de precipitação do período de 2011 a 2021, e calculado a média diária por ano.

É importante destacar, ainda, que nesta pesquisa são apresentados valores de tarifas e taxas atuais, diante disso, os valores estabelecidos podem não ser representativos de cenários futuros. Da mesma forma, os valores de tarifas de energia, água e esgoto, mudam entre localidade, o que pode gerar outros resultados para diferentes regiões.

Contudo, apesar das limitações aqui descritas, espera-se fornecer subsídios para novos projetos que considerem o uso de fontes alternativas para atendimento de demandas não potáveis em edificações residenciais, principalmente aqueles relacionados ao reúso de água cinza, chuva e condensado.

5 RESULTADOS

5.1 VIABILIDADE TÉCNICA

5.1.1 Cenário 1: Aproveitamento de água de chuva

Para a elaboração do balanço hídrico do Cenário 1 (Figura 15) foi determinado que as vazões de consumo de água potável de cada uso seriam encaminhadas para a rede pública de coleta e transporte de esgoto. Neste cenário foi necessário o uso de água potável para atender o restante da demanda por água não potável na edificação. Após atender as demandas de água não potável, a água de chuva e a água potável usadas são consideradas como águas negras e encaminhadas para a rede pública de esgotamento sanitário juntamente com água cinza escura e água cinza clara.

Desse modo, foi realizado o método da simulação de 2011 a 2021, onde considerou-se a demanda por água de chuva igual a 4,5 m³/dia para atender a demanda geral por água não potável, conforme definido no item 4.3. De um total de 4015 dados diários de precipitação, em 446 dias a oferta atendeu completamente a demanda e em 3569 dias o atendimento foi considerado nulo ou parcial, ou seja, o nível de confiança encontrado para o sistema foi de 11,11%, parâmetro que corresponde ao tempo em que a demanda por água não potável da edificação é completamente atendida pela oferta de água de chuva.

Em diversos dias do período analisado, a demanda foi parcialmente atendida, de modo que o atendimento à demanda geral anual por água não potável variou entre 4,93% (no ano de 2015) e 16,6% (no ano de 2018), conforme o acumulado de precipitação de cada ano do período analisado (Figura 16).

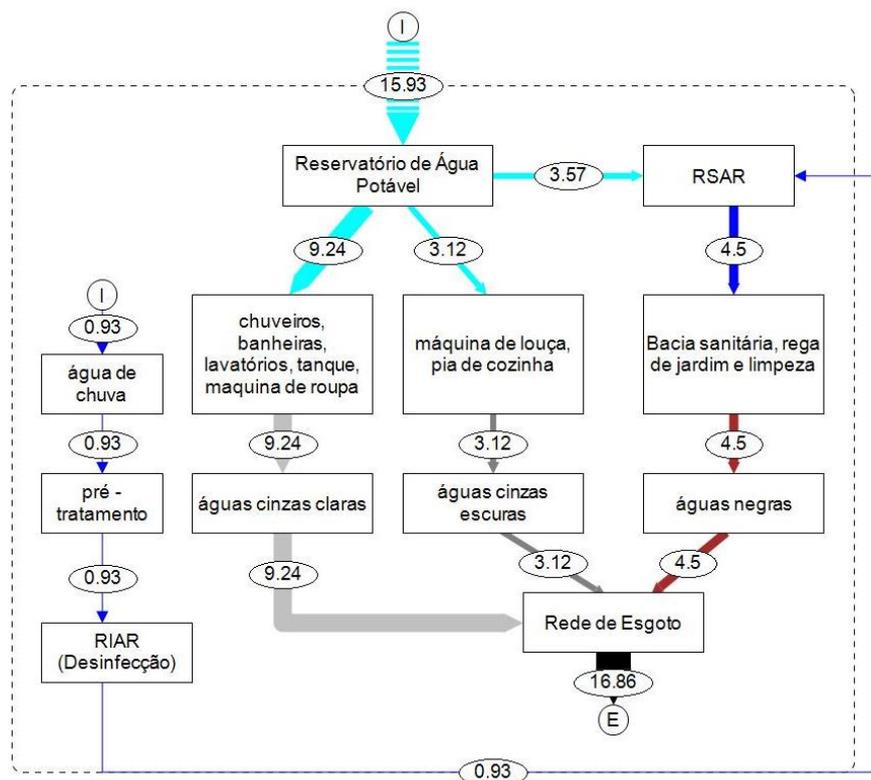
A partir do método de simulação encontrou-se o volume médio diário de chuva de 2011 a 2021 igual a 0,93 m³/dia e calculou-se o volume (3,57 m³/dia) de água potável para atender o restante da demanda por água não potável na edificação, conforme o balanço hídrico (Figura 15).

Também foi feito o método de simulação caso a oferta por água de chuva fosse somente para atender a demanda de rega de jardim e lavagem de pisos. De um total de 4015 dados diários de precipitação, em 2413 dias a oferta atendeu completamente a demanda e em 1602 dias o atendimento foi considerado nulo ou parcial. Para esse sistema o nível de confiança aumentou para 60,02%. O atendimento variou entre

43,29% (no ano de 2015) e 75,62% (no ano de 2018) e o acumulado de precipitação de cada ano do período analisado pode ser visualizado na Figura 17.

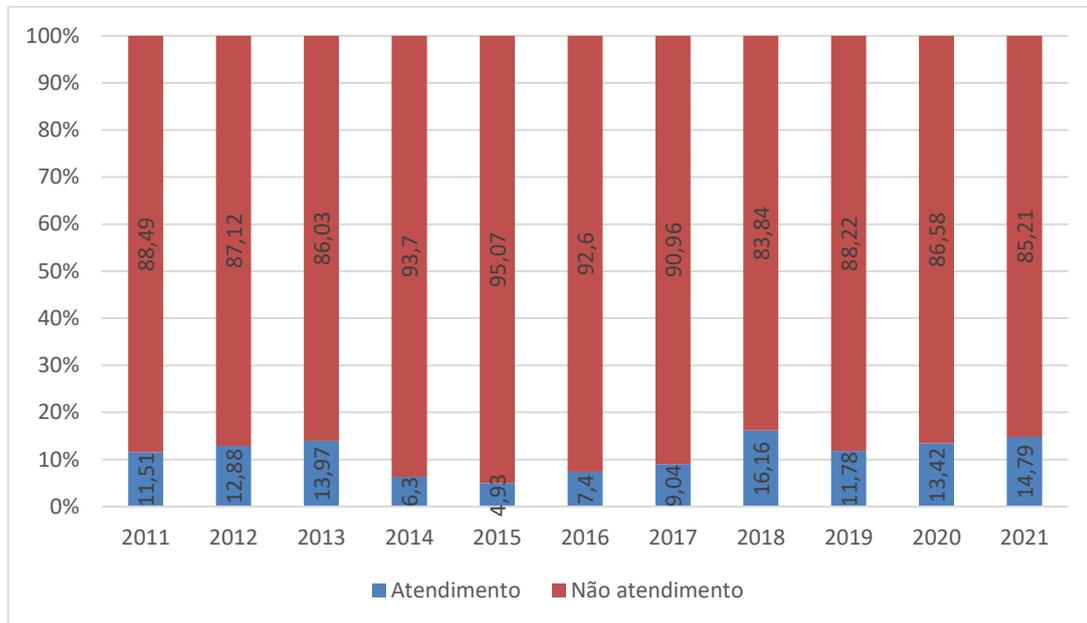
As tabelas com os resultados diários do método da simulação para atendimento da demanda geral e também para rega de jardim e lavagem de pisos podem ser visualizadas no APÊNDICE A e B, respectivamente. Importante destacar que devido à quantidade de dados do período analisado, foram apresentados, nos APÊNDICES A e B, somente os resultados da simulação diária para o ano de 2021, último ano da série histórica estudada. Para os demais anos foram considerados a mesma metodologia.

Figura 15. Balanço Hídrico diário em m³/dia do Edifício Luiz Nogueira para o cenário 1, que considera apenas o aproveitamento de água de chuva como fonte alternativa para usos não potáveis.



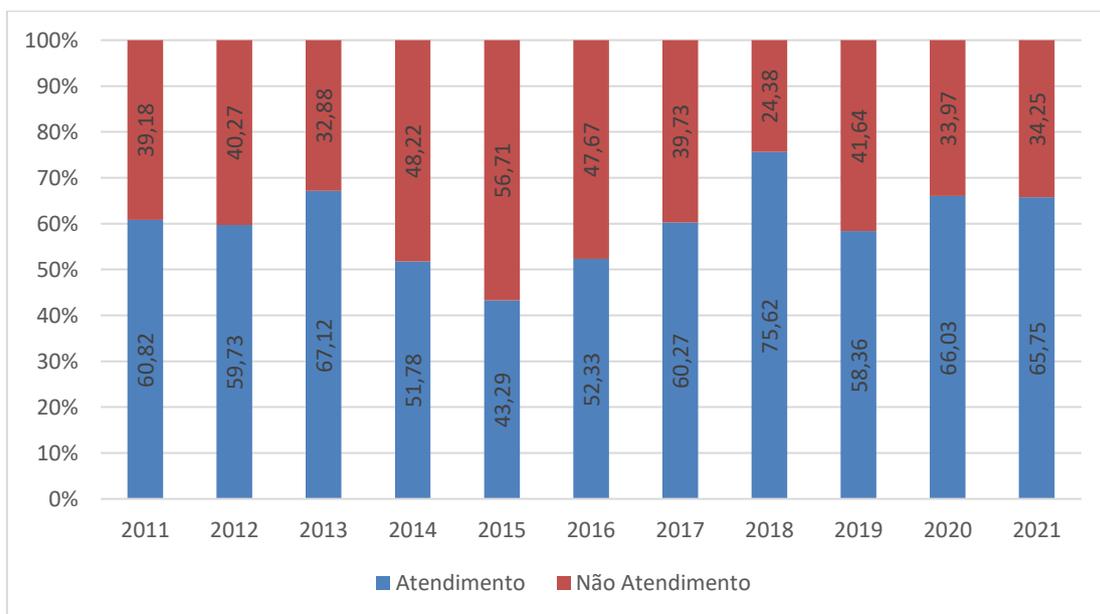
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 16. Atendimento da demanda geral anual por água não potável do Edifício Luiz Nogueira considerando o aproveitamento de água de chuva no período de 2011 a 2021.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 17. Atendimento da demanda anual de rega de jardim e lavagem de pisos por água não potável do Edifício Luiz Nogueira considerando o aproveitamento de água de chuva – Período 2011 a 2021.



Fonte: Autoria própria (2022).

5.1.2 Cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado

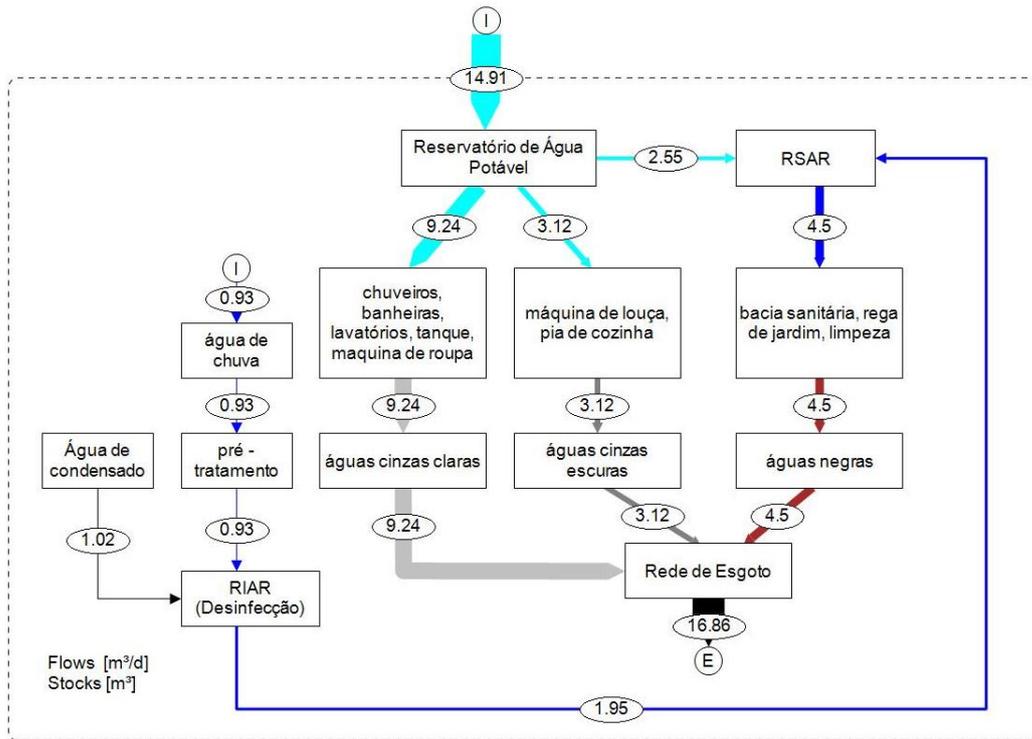
Para a elaboração do balanço hídrico do Cenário 2 (Figura 18) foi determinado que os valores de consumo de água potável de cada uso seriam encaminhados para a rede pública de coleta e transporte de esgoto. Para este cenário foi considerado o aproveitamento da oferta de água de chuva e água de condensado. Após atender a demanda geral por água não potável, a água de chuva e a água de condensado usadas são consideradas como água negra e encaminhada para a rede pública de esgotamento sanitário juntamente com a água cinza escura e água cinza clara.

Desse modo, foi realizado o método da simulação de 2011 a 2021, foi considerado o volume médio diário de chuva $0,93 \text{ m}^3/\text{dia}$ e o volume de produção de água de condensado na edificação $1,02 \text{ m}^3/\text{dia}$, conforme descrito nos itens 4.4.2 e 4.4.3.

De um total de 4015 dias considerados na simulação, em 633 dias a oferta atendeu completamente a demanda e em 3382 dias o atendimento foi considerado nulo ou parcial, ou seja, o nível de confiança encontrado para o sistema foi de 15,77%, parâmetro que corresponde ao tempo em que a demanda por água não potável da edificação é completamente atendida pela oferta de água de chuva e água de condensado.

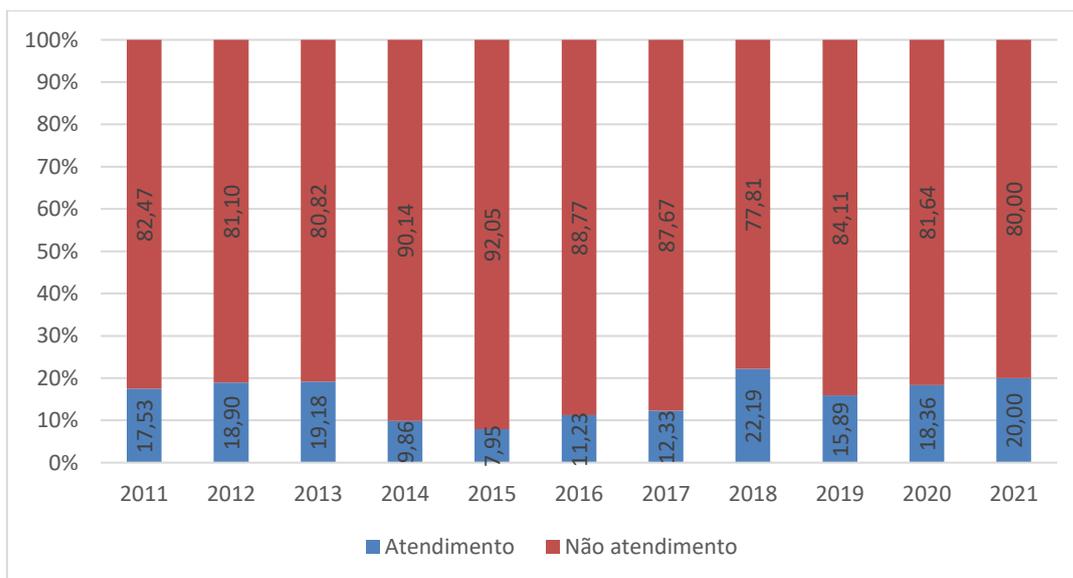
Em diversos dias do período analisado, a demanda foi parcialmente atendida, de modo que o atendimento à demanda geral anual por água não potável variou entre 7,95% (nos anos de 2015) e 22,19% (no ano de 2018), conforme período analisado (Figura 19).

Figura 18. Balanço Hídrico diário em m³/dia do Edifício Luiz Nogueira para o cenário 2, que considera o aproveitamento de água de chuva e água de condensado



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 19. Atendimento da demanda geral anual por água não potável do Edifício Luiz Nogueira considerando o aproveitamento de água de chuva e de condensado no período de 2011 a 2021.

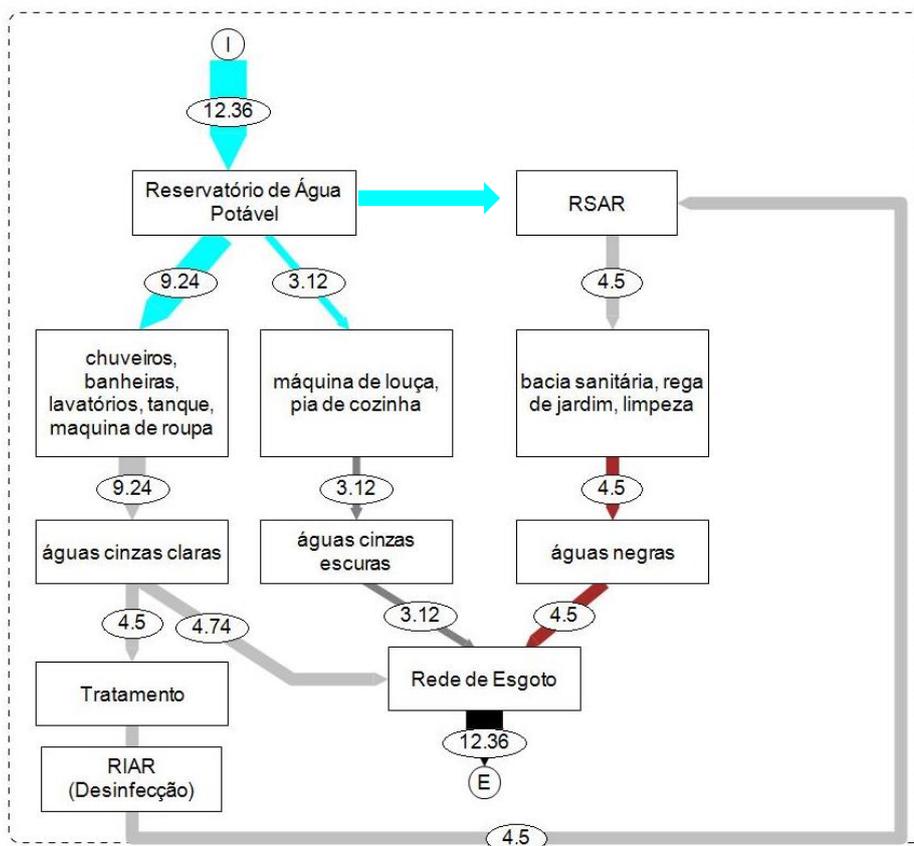


Fonte: Autoria própria (2022).

5.1.3 Cenário 3: Reúso de água cinza

Para a elaboração do balanço hídrico do Cenário 3 (Figura 20) foram consideradas as vazões de consumo de água potável de cada uso, bem como determinadas a parcela que seria encaminhada para tratamento e reúso e a parcela destinada para a rede pública de coleta e transporte de esgoto. Nessa alternativa a quantidade de águas cinzas para atender a demanda de água não potável total da edificação (4,5 m³/dia) foi enviada para tratamento, mesmo a fonte sendo suficiente para atender toda a demanda não potável, foi previsto que o reservatório de água potável poderá enviar água para o RSAR em caso de problemas técnicos. Após atender as demandas de água não potável, a água de reúso é considerada como água negra são encaminhadas para a rede pública de esgotamento sanitário juntamente com as águas cinzas escuras e cinzas claras resmanescentes.

Figura 20. Balanço Hídrico diário em m³/dia do Edifício Luiz Nogueira para o cenário 3, que considera o reúso de água cinza



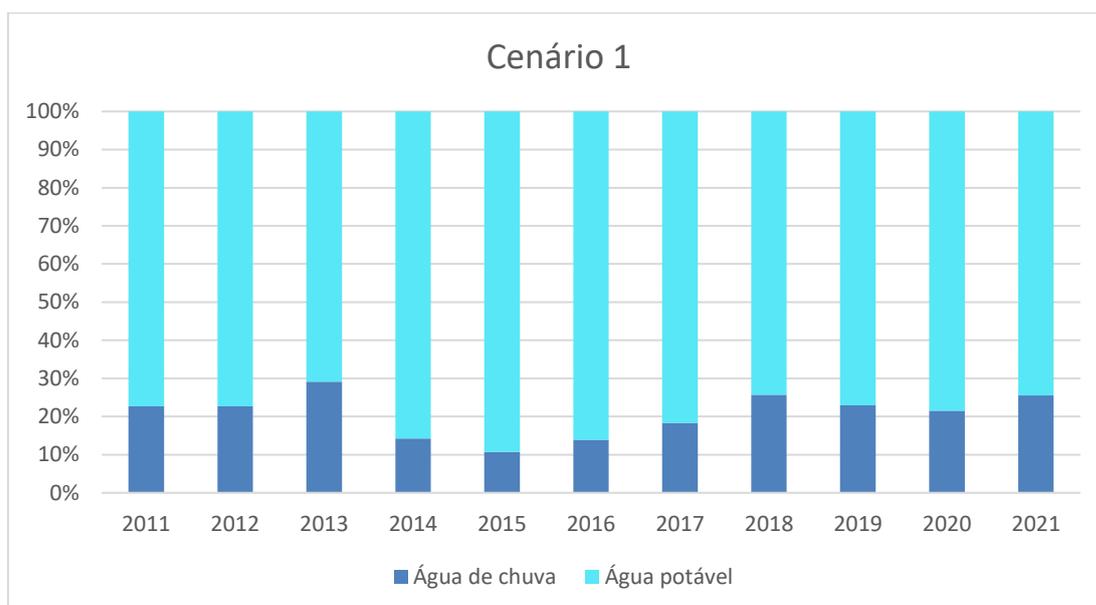
Fonte: Autoria própria (2022).

5.1.4 Análise técnica dos cenários

A partir da avaliação dos cenários propostos no presente trabalho, foi realizada uma comparação entre os percentuais de cada fonte de água necessários para atender as demandas por água não potável da edificação ao longo do período analisado.

Na Figura 21 têm-se os percentuais de cada fonte de água necessários para suprir a demanda por água não potável da edificação, levando em consideração a variação anual da oferta de água de chuva. Já o consumo de água potável variou conforme a oferta de água de chuva para cada ano do período analisado, considerados para o Cenário 1.

Figura 21. Percentuais de fontes de água para atender as demandas por água não potável da edificação para o Cenário 1

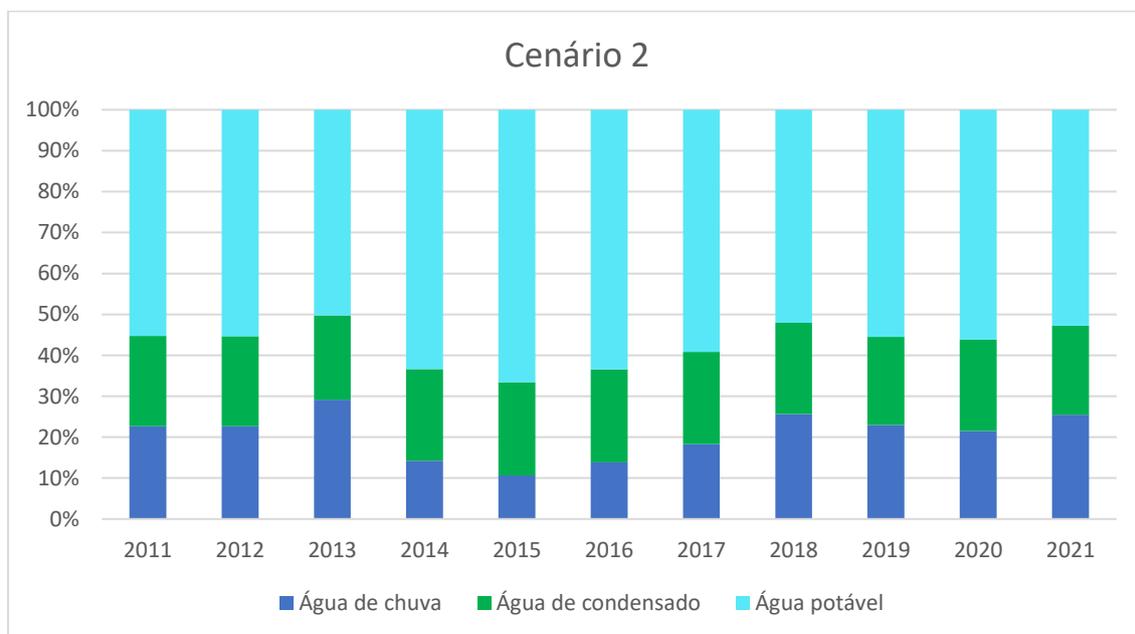


Fonte: Autoria própria (2022).

Na Figura 22 têm-se os percentuais de cada fonte de água necessários para suprir a demanda por água não potável da edificação, levando em consideração a variação anual da oferta de água de chuva. Os percentuais de consumo de água de condensado permaneceram constantes ao longo do período analisado, visto que esta fonte foi considerada constante nesta pesquisa. Já o consumo de água potável variou conforme

a oferta de água de chuva e de água de condensado para o período analisado, considerados para o Cenário 2.

Figura 22. Percentuais de fontes de água para atender as demandas por água não potável da edificação para o Cenário 2



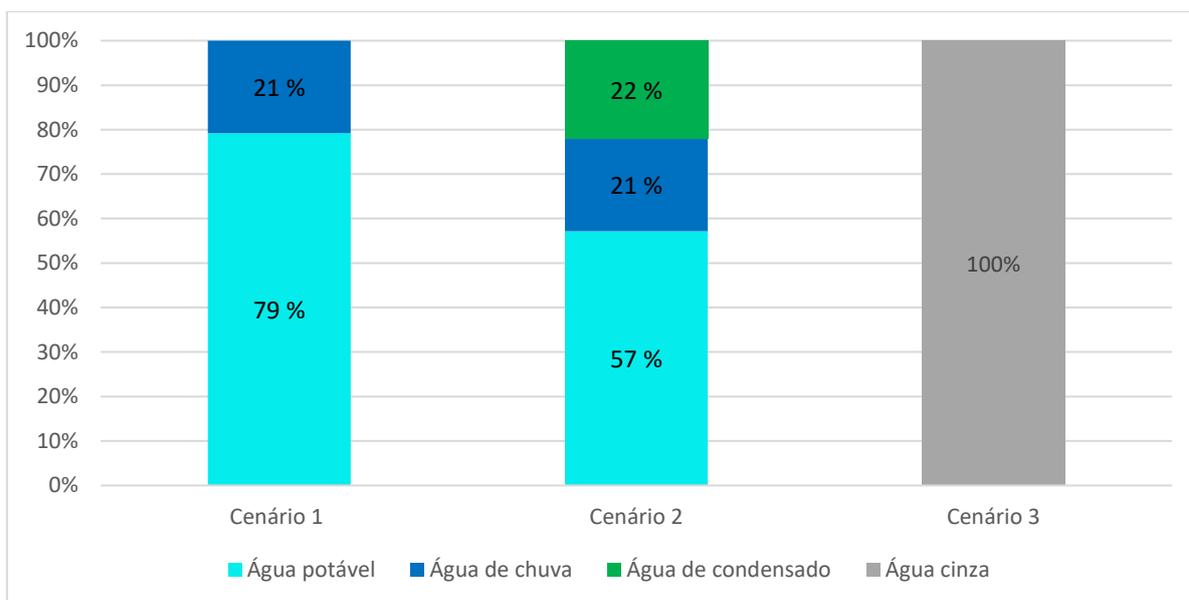
Fonte: Autoria própria (2022).

Para o cenário 3 foi considerado o reúso de águas cinzas como única fonte alternativa de água, sendo esta considerada constante nesta pesquisa. Na Figura 23 têm-se a comparação dos cenários levando em consideração todo o período analisado (2011 a 2021).

Em termos de redução do consumo de água potável e, conseqüentemente, de conservação dos recursos hídricos, pode-se definir o Cenário 3 como o melhor cenário de viabilidade técnica atendendo a 100% da demanda não potável, sendo este seguido pelo Cenário 2 atendendo 43% e pelo Cenário 1 atendendo 21%, respectivamente. Por outro lado, poderia ser que apenas o cenário 1 ou 2 atende-se a demanda e o cenário 3 não seria necessário, embora tecnicamente viável.

Contudo, todos os cenários demandam a aplicação de recursos financeiros para a implantação, operação e manutenção, assim como, cada cenário apresentará redução de gastos com os serviços de fornecimento de água potável. Desta maneira serão avaliados no item 5.2 a viabilidade econômica de cada um dos cenários.

Figura 23. Comparação dos cenários avaliados para atendimento da demanda não potável



Fonte: Autoria própria (2022).

5.2 VIABILIDADE ECONÔMICA

5.2.1 Cenário 1: Aproveitamento de água de chuva

5.2.1.1 Custo de implantação

Os custos para implantação deste cenário foram obtidos a partir de orçamentos e estão detalhados pontualmente no APENDICE C. Dessa forma, foi possível definir o investimento para cenário 1, conforme Tabela 11. O investimento de implantação para o cenário 1 foi de R\$ 34.448,94.

Tabela 11. Custos de implantação do cenário 1: Aproveitamento de água de chuva

Item	Descrição	Total R\$
1	Reservatório inferior de água de reúso (RIAR)	3.651,68
2	Reservatórios superior de água de reúso (RSAR)	7.108,26
3	Elevatória de água de reúso	7.348,99
4	Rede de coleta de água pluvial	12.95,57
5	Pré-tratamento de água pluvial	1.600,00

6	Rede de distribuição de água não potável	13.444,44
	TOTAL CENÁRIO 1	34.448,94

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.1.2 Custo de operação e manutenção

Os custos para operação e manutenção deste cenário foram obtidos a partir de orçamentos e estão detalhados pontualmente no APENDICE D. Dessa forma, foi possível definir os custos anual de operação e manutenção para cenário 1, conforme Tabela 12.

O custo total de operação e manutenção para o cenário 1 foi de R\$ 9271,74, aproximadamente 27% em relação ao investimento inicial.

Tabela 12. Custos de operação e manutenção do cenário 1: Aproveitamento de água de chuva

Item	Descrição	Total anual R\$
1	Reservatório inferior de água de reúso (RIAR)	28,25
2	Reservatórios superior de água de reúso (RSAR)	68,71
3	Elevatória de água de reúso	706,24
4	Rede de coleta de água pluvial	17,92
5	Rede de distribuição de água não potável	82,10
6	Pastilhas de cloro	1650,00
7	Análises laboratoriais	4940,00
8	Energia elétrica	1778,53
	TOTAL CENÁRIO 1	9271,74

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.1.3 Receitas

Na Tabela 13 estão descritas as receitas obtidas nesse cenário. A demanda de água não potável atendida foi de 339,45 m³/ano, gerando uma receita pela redução do consumo de água potável de R\$ 3899,97.

Tabela 13. Receitas do cenário 1: Aproveitamento de água de chuva

Descrição	Total
Demanda de água não potável atendida (m ³ /ano)	339,45
Valor pago por m ³ (R\$)	45,80 fixos + 9,87/m ³
Receitas geradas pela redução do consumo de água potável (R\$)	3899,97

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.1.4 Fluxo de caixa

Com as informações detalhadas dos itens 5.2.1.1, 5.2.1.2 e 5.2.1.3 foi possível elaborar o fluxo de caixa para o Cenário 1, conforme a Tabela 14.

Ao longo do horizonte de planejamento de 30 anos, o saldo do fluxo de caixa permanece negativo, visto que o custo anual para a operação e manutenção do sistema é sempre maior que as receitas.

Como o volume de água é limitado pela área de captação e disponibilidade de chuva, foi testado outros volumes de reservatório para uso posterior da água. Porém em todas situações de reservação até atender a demanda total por água não potável, as receitas geradas não compensam o investimento e os custos. Provavelmente pelo edifício ter uma demanda de água não potável relativamente baixa.

Tabela 14. Fluxo de caixa do cenário 1, que considera apenas o aproveitamento de água de chuva como fonte alternativa

Período	Receitas (R\$)	Custos (R\$)	Investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)
Ano 0	-	-	34448,94	-34448,94
Ano 1	3899,97	9271,74	-	-5371,77
Ano 2	4172,97	9786,32	-	-5613,35
Ano 3	4465,08	10329,46	-	-5864,39
Ano 4	4777,63	10902,75	-	-6125,12
Ano 5	5112,07	11507,85	-	-6395,79
Ano 6	5469,91	12146,54	-	-6676,63
Ano 7	5852,81	12820,67	-	-6967,87
Ano 8	6262,50	13532,22	-	-7269,72
Ano 9	6700,88	14283,26	-	-7582,38
Ano 10	7169,94	15075,98	-	-7906,04
Ano 11	7671,83	15912,69	-	-8240,86
Ano 12	8208,86	16795,85	-	-8586,99
Ano 13	8783,48	17728,02	-	-8944,54
Ano 14	9398,33	18711,92	-	-9313,60
Ano 15	10056,21	19750,43	-	-9694,23
Ano 16	10760,14	20846,58	-	-10086,44
Ano 17	11513,35	22003,57	-	-10490,21
Ano 18	12319,29	23224,77	-	-10905,48
Ano 19	13181,64	24513,74	-	-11332,10
Ano 20	14104,35	25874,25	-	-11769,90
Ano 21	15091,66	27310,28	-	-12218,62
Ano 22	16148,08	28826,00	-	-12677,92
Ano 23	17278,44	30425,84	-	-13147,40
Ano 24	18487,93	32114,47	-	-13626,54
Ano 25	19782,09	33896,83	-	-14114,74
Ano 26	21166,83	35778,10	-	-14611,27
Ano 27	22648,51	37763,78	-	-15115,27
Ano 28	24233,91	39859,67	-	-15625,77
Ano 29	25930,28	42071,89	-	-16141,61
Ano 30	27745,40	44406,88	-	-16661,48

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.2 Cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado

5.2.2.1 Custo de implantação

Os custos para implantação deste cenário foram obtidos a partir de orçamentos e estão detalhados pontualmente no APENDICE E. Dessa forma, foi possível definir o investimento para cenário 2, conforme Tabela 15. O investimento de implantação para o cenário 2 foi de R\$ 35.085,04.

Tabela 15. Custos de implantação do cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado

Item	Descrição	Total R\$
1	Reservatório inferior de água de reúso (RIAR)	3.651,68
2	Reservatórios superior de água de reúso (RSAR)	7.108,26
3	Elevatória de água de reúso	7.348,99
4	Rede de coleta de água pluvial	12.95,57
5	Pré-tratamento de água pluvial	1.600,00
6	Rede de coleta de água de ar condicionado	636,10
7	Rede de água não potável	13.444,44
TOTAL CENÁRIO 2		35.085,04

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.2.2 Custo de operação e manutenção

Os custos para operação e manutenção deste cenário foram obtidos a partir de orçamentos e estão detalhados pontualmente no APENDICE F. Dessa forma, foi possível definir os custos anual de operação e manutenção para cenário 2, conforme Tabela 16.

O custo total de operação e manutenção para o cenário 2 foi de R\$ 9294,37, aproximadamente 26,5% em relação ao investimento inicial.

Tabela 16. Custos de operação e manutenção do cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado

Item	Descrição	Total Anual R\$
1	Reservatório inferior de água de reúso (RIAR)	28,25
2	Reservatórios superior de água de reúso (RSAR)	68,71
3	Elevatória de água de reúso	706,24
4	Rede de coleta de água pluvial	17,92
5	Rede de coleta de água de condensado	22,63
6	Rede de água não potável	82,10
7	Pastilhas de cloro	1650,00
8	Análises laboratoriais	4940,00
9	Energia elétrica	1778,53
TOTAL CENÁRIO 2		9294,37

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.2.3 Receitas

Na Tabela 17 estão descritas as receitas obtidas nesse cenário. A demanda de água não potável atendida foi de 711,75 m³/ano, gerando uma receita pela redução do consumo de água potável de R\$ 7574,57.

Tabela 17. Receitas do cenário 2: Aproveitamento de água de chuva e água de condensado

Descrição	Total
Demanda de água não potável atendida (m ³ /ano)	711,75
Valor pago por m ³ (R\$)	45,80 fixo + 9,87/m ³
Receitas geradas pela redução do consumo de água potável (R\$)	7574,57

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.2.4 Fluxo de caixa

Com as informações detalhadas dos itens 5.2.2.1, 5.2.2.2 e 5.2.2.3 foi possível elaborar o fluxo de caixa para o Cenário 2, conforme a Tabela 18.

Ao longo do horizonte de 15 anos o saldo do fluxo de caixa permanece negativo, visto que o custo anual para a operação e manutenção do sistema se torna maior que as receitas a partir do 16º ano.

Como o volume de água é limitado pela área de captação e disponibilidade de chuva, foi testado outros volumes de reservatório para uso posterior da água. Porém em todas situações de reservação testadas não se obteve diferença significativas do VPL, TIR e Payback para cenário 2.

Tabela 18. Fluxo de caixa do cenário 2, que considera o aproveitamento de água de chuva e água de condensado

Período	Receitas (R\$)	Custos (R\$)	Investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)
Ano 0	-	-	35085,04	-35085,04
Ano 1	7574,57	9294,37	-	-1719,80
Ano 2	8104,79	9810,21	-	-1705,42
Ano 3	8672,13	10354,68	-	-1682,55
Ano 4	9279,18	10929,36	-	-1650,18
Ano 5	9928,72	11535,94	-	-1607,22
Ano 6	10623,73	12176,19	-	-1552,46
Ano 7	11367,39	12851,96	-	-1484,57
Ano 8	12163,11	13565,25	-	-1402,14
Ano 9	13014,53	14318,12	-	-1303,59
Ano 10	13925,54	15112,78	-	-1187,23
Ano 11	14900,33	15951,53	-	-1051,20
Ano 12	15943,35	16836,84	-	-893,49
Ano 13	17059,39	17771,29	-	-711,90
Ano 14	18253,55	18757,60	-	-504,05

Ano 15	19531,29	19798,64	-	-267,35
Ano 16	20898,48	20897,47	-	1,02
Ano 17	22361,38	22057,28	-	304,10
Ano 18	23926,67	23281,46	-	645,22
Ano 19	25601,54	24573,58	-	1027,97
Ano 20	27393,65	25937,41	-	1456,24
Ano 21	29311,21	27376,94	-	1934,27
Ano 22	31362,99	28896,36	-	2466,63
Ano 23	33558,40	30500,10	-	3058,30
Ano 24	35907,49	32192,86	-	3714,63
Ano 25	38421,01	33979,56	-	4441,45
Ano 26	41110,48	35865,43	-	5245,05
Ano 27	43988,22	37855,96	-	6132,25
Ano 28	47067,39	39956,97	-	7110,42
Ano 29	50362,11	42174,58	-	8187,53
Ano 30	53887,46	44515,27	-	9372,19

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.3 Cenário 3: Reúso de água cinza

5.2.3.1 Custo de implantação

Os custos para implantação do cenário 3, que adotou alternativa de tratamento (1) com wetlands construídos e alternativa de tratamento (2) com ETAC compacta, foram obtidos a partir de orçamentos e estão detalhados pontualmente no APENDICE G. Dessa forma, foi possível definir o investimento para cenário 3 em relação as duas alternativas de tratamento, conforme Tabela 19.

O investimento de implantação para a alternativa 1 foi de 37.615,36 e alternativa 2 de 162.163,37.

Tabela 19. Custos de implantação do cenário 3: Reúso de águas cinzas

Item	Descrição	Total R\$
1	Reservatório inferior de água de reúso (RIAR)	3.651,68
2	Reservatórios superior de água de reúso (RSAR)	7.108,26
3	Elevatória de água de reúso	7.348,99
4	Tratamento: Alternativa 1	6062,39
5	Tratamento: Alternativa 2	130.900,00
6	Rede de água não potável	13.444,44
TOTAL CENÁRIO 3: ALTERNATIVA 1		37.615,36
TOTAL CENÁRIO 3: ALTERNATIVA 2		162.163,37

Fonte: Aatoria própria (2022).

5.2.3.2 Custo de operação e manutenção

Os custos para operação e manutenção do cenário 3, alternativas 1 e 2, foram obtidos a partir de orçamentos e estão detalhados pontualmente no APENDICE H. Dessa forma, foi possível definir custos anual de operação e manutenção para cenário 3 em relação as duas alternativas de tratamento, conforme Tabela 20.

Os custos de operação e manutenção para a alternativa 1 foi de R\$ 18.870,78 aproximadamente 50,1% em relação ao investimento inicial e alternativa 2 de R\$ 19.288,15 aproximadamente 11,9% em relação ao investimento inicial.

Tabela 20. Custos de operação e manutenção do cenário 3: Reúso de águas cinzas

Item	Descrição	Total Anual R\$
1	Reservatório inferior de água de reúso (RIAR)	28,25
2	Reservatórios superior de água de reúso (RSAR)	68,71
3	Elevatória de água de reúso	706,24
6	Rede de distribuição de água não potável	82,10
7	Pastilhas de cloro	1650,00
8	Análises laboratoriais	14290,00

9	Energia elétrica	
	ALTERNATIVA 1	2045,49
	ALTERNATIVA 2	2462,86
	TOTAL CENÁRIO 3: ALTERNATIVA 1	18.870,78
	TOTAL CENÁRIO 3: ALTERNATIVA 1	19.288,15

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.3.3 Receitas

Na Tabela 21 estão descritas as receitas obtidas nesse cenário. A demanda de água não potável atendida foi de 1642,50 m³/ano gerando uma receita pela redução do consumo de água potável de R\$ 16.761,07.

Tabela 21. Receitas do cenário 3: Reúso de águas cinzas

Descrição	Total R\$
Demanda de água não potável atendida (m ³ /ano)	1642,50
Valor pago por m ³ (R\$)	45,80 fixo + 9,87/m ³
Receitas geradas pela redução do consumo de água potável (R\$)	16.761,07

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.3.4 Fluxo de caixa

Com as informações detalhadas dos itens 5.2.3.1, 5.2.3.2 e 5.2.3.3 foi possível elaborar os fluxos de caixas para o Cenário 3, alternativas 1 e 2, conforme as Tabelas 22 e 23.

Ao longo do horizonte de 9 anos o saldo do fluxo de caixa da alternativa 1 permanece negativo, visto que o custo anual para a operação e manutenção do sistema se torna maior que as receitas a partir do 10º ano.

Tabela 22. Fluxo de caixa do cenário 3, que considera o Reúso de águas cinzas – alternativa 1

Período	Receitas (R\$)	Custos (R\$)	Investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)
Ano 0	-	-	37615,76	-37615,76
Ano 1	16761,08	18870,78	-	-2109,71
Ano 2	17934,35	19918,11	-	-1983,76
Ano 3	19189,75	21023,57	-	-1833,81
Ano 4	20533,04	22190,37	-	-1657,34
Ano 5	21970,35	23421,94	-	-1451,59
Ano 6	23508,27	24721,86	-	-1213,58
Ano 7	25153,85	26093,92	-	-940,07
Ano 8	26914,62	27542,13	-	-627,51
Ano 9	28798,65	29070,72	-	-272,07
Ano 10	30814,55	30684,15	-	130,41
Ano 11	32971,57	32387,12	-	584,45
Ano 12	35279,58	34184,60	-	1094,98
Ano 13	37749,15	36081,85	-	1667,30
Ano 14	40391,59	38084,39	-	2307,20
Ano 15	43219,00	40198,07	-	3020,93
Ano 16	46244,33	42429,07	-	3815,27
Ano 17	49481,44	44783,88	-	4697,56
Ano 18	52945,14	47269,39	-	5675,75
Ano 19	56651,30	49892,84	-	6758,46
Ano 20	60616,89	52661,89	-	7955,00
Ano 21	64860,07	55584,62	-	9275,45
Ano 22	69400,28	58669,57	-	10730,71
Ano 23	74258,30	61925,73	-	12332,56
Ano 24	79456,38	65362,61	-	14093,77
Ano 25	85018,32	68990,23	-	16028,09
Ano 26	90969,61	72819,19	-	18150,41
Ano 27	97337,48	76860,66	-	20476,82
Ano 28	104151,10	81126,42	-	23024,68

Ano 29	111441,68	85628,94	-	25812,74
Ano 30	119242,60	90381,35	-	28861,25

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao longo do horizonte de 11 anos o saldo do fluxo de caixa da alternativa 2 permanece negativo, visto que o custo anual para a operação e manutenção do sistema se torna maior que as receitas a partir do 12º ano.

Tabela 23. Fluxo de caixa do cenário 3, que considera o Reúso de águas cinzas – alternativa 2

Período	Receitas (R\$)	Custos (R\$)	Investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)
Ano 0	-	-	162163,37	-162163,37
Ano 1	16761,08	19288,15	-	-2527,08
Ano 2	17934,35	20358,64	-	-2424,29
Ano 3	19189,75	21488,55	-	-2298,79
Ano 4	20533,04	22681,16	-	-2148,13
Ano 5	21970,35	23939,97	-	-1969,62
Ano 6	23508,27	25268,64	-	-1760,36
Ano 7	25153,85	26671,04	-	-1517,19
Ano 8	26914,62	28151,29	-	-1236,66
Ano 9	28798,65	29713,68	-	-915,04
Ano 10	30814,55	31362,79	-	-548,24
Ano 11	32971,57	33103,43	-	-131,86
Ano 12	35279,58	34940,67	-	338,91
Ano 13	37749,15	36879,88	-	869,28
Ano 14	40391,59	38926,71	-	1464,88
Ano 15	43219,00	41087,14	-	2131,86
Ano 16	46244,33	43367,48	-	2876,86
Ano 17	49481,44	45774,37	-	3707,06
Ano 18	52945,14	48314,85	-	4630,29
Ano 19	56651,30	50996,33	-	5654,97
Ano 20	60616,89	53826,62	-	6790,27

Ano 21	64860,07	56814,00	-	8046,07
Ano 22	69400,28	59967,18	-	9433,10
Ano 23	74258,30	63295,35	-	10962,94
Ano 24	79456,38	66808,25	-	12648,13
Ano 25	85018,32	70516,10	-	14502,22
Ano 26	90969,61	74429,75	-	16539,86
Ano 27	97337,48	78560,60	-	18776,88
Ano 28	104151,10	82920,71	-	21230,39
Ano 29	111441,68	87522,81	-	23918,87
Ano 30	119242,60	92380,33	-	26862,27

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.4 Indicadores de Viabilidade Econômica

A análise dos fluxos de caixa de cada cenário apresentado permitiu o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica relacionados na Tabela 24.

Tabela 24. Indicadores de viabilidade econômica dos cenários analisados

Cenários	VPL (R\$)	TIR (%)	Pay Back (anos)
Cenário 1	-122.516,03	-	-
Cenário 2	-39.949,63	0	29,86
Cenário 3 Alternativa 1	-16.036,32	0,06	21,25
Cenário 3 Alternativa 2	-148.543,98	0	29,56

Os resultados de VPL menor que zero indicam que para o horizonte de projeto de 30 anos em nenhum dos cenários o projeto cobrirá o investimento inicial, gerando um excedente financeiro. Porém o Cenário 3: alternativas 1 e 2, foi possível obter um VLP menor que o investimento inicial indicando começou a gerar um retorno financeiro durante o horizonte de projeto.

A TIR que se apresentou mais atrativa foi o Cenário 3: alternativa 1 com 0,06% comparado com os outros cenários que não foi possível obter uma taxa interna de retorno.

O Cenário 3 com alternativa de tratamento 1 obteve o menor período de retorno de 21,25 anos, seguidos do Cenário 3 com alternativa de tratamento 2 de 29,56 anos e do Cenário 2 de 29,86 anos.

Considerando o ponto de vista de econômico o Cenário 3 - alternativa 1: reúso de água após tratamento de wetlands é a melhor alternativa para a edificação, visto que foi a opção mais satisfatória em todos indicadores de viabilidade econômica dos cenários analisados.

6 CONCLUSÕES

A análise de viabilidade técnica permitiu avaliar o potencial do reúso de águas cinzas, aproveitamento de água de chuva e de água de condensado para atendimento da demanda de água não potável do Edifício Luiz Nogueira, Vitória -ES. A avaliação de três cenários hipotéticos de uso de fontes alternativas indicou que o cenário que melhor atende a demanda por água não potável da edificação é aquele em que apenas o reúso de águas cinzas é utilizado como fonte alternativa de água não potável. Neste cenário, correspondente ao Cenário 3 desta pesquisa, a demanda por água não potável poderia ser completamente atendida com a utilização de águas cinzas como fonte alternativa de água não potável.

O segundo cenário com melhor viabilidade técnica é aquele em que se considerou o aproveitamento de águas de chuva e de condensado associadas. Neste cenário, correspondente ao Cenário 2 desta pesquisa, atendeu 43% da demanda por água não potável da edificação.

O cenário com a pior hipótese na análise de viabilidade técnica é aquele em que se considerou somente o aproveitamento de água de chuva. Neste cenário, correspondente ao Cenário 1 desta pesquisa, atendeu 21% da demanda por água não potável da edificação.

A análise de viabilidade econômica para os cenários analisados, o Cenário 3 - alternativa 1: reúso de água após tratamento de wetlands apresentou a melhor alternativa para a edificação, visto que foi a opção mais satisfatória em todos indicadores de viabilidade econômica VPL, TIR e Payback.

Diante das situações expostas, é possível concluir que, para a edificação em estudo, considerando os parâmetros adotados nesta pesquisa, o reúso de águas cinzas após tratamento de wetlands apresenta maior viabilidade técnica e econômica as outras fontes alternativas e de tratamento, garantindo maior economia de água potável e proporciona maior segurança hídrica para a edificação, além de apresentar VPL, TIR e Pay Back mais satisfatórios em relação as outras alternativas.

Com os resultados obtidos nesta pesquisa conclui-se que é imprescindível estudos de viabilidade técnica e econômica para implantação de qualquer projeto executivo de aproveitamento/reúso de água principalmente por cada região geográfica ter influência de oferta de água de chuva, taxas e tarifas aplicadas.

7 RECOMENDAÇÕES

- Avaliar os impactos de sistemas de aproveitamento/reúso de água, principalmente em relação as perspectivas dos consumidores da água de reúso.
- Avaliar áreas de captação de água de chuva maiores que 250 m², para que seja possível resultados mais satisfatórios em relação a viabilidade econômica.
- Avaliar a proposta deste estudo em edificações localizadas em diferentes regiões geográficas, para que seja possível avaliar a influência da oferta de água de chuva e das taxas e tarifas aplicadas.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.782:2019 – **Conservação de água em edificações – Diretrizes e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2019a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.783:2019 – **Uso de fontes alternativas não potáveis em edificações**. Rio de Janeiro, 2019b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: 2019 **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2019c.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844:1989. **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

AGUDELO-VERA C. M. et al. Evaluating the potential of improving residential water balance at building scale. **Water Research**, 47, p.7287-7299, 2013.

AGUIAR, K. C. **Comparação dos potenciais de conservação de água com a prática do reúso de águas cinza e com a coleta segregada da urina humana em uma edificação residencial multifamiliar**.2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

ALLEN, L.; CHRISTIAN-SMITH, J.; PALANIAPPAN, M. **Overview of greywater reuse: The potential of greywater systems to aid sustainable water management**. California: Pacific Institute, 2010. 41 p.

ANDRÉ, G. A., TEIXEIRA, B. A. N. Determinação do balanço hídrico como parte do estudo de viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um estabelecimento industrial. **IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. São Bernardo do Campo, São Paulo, 2018.

ANDRÉ, D. S.; MACEDO, D.; ESTENDER, A. C. **Conservação e Uso Racional da Água: Novos hábitos para evitar a escassez dos recursos hídricos e para a continuidade do**

bem finito. **XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Resende, Rio de Janeiro, 2015.

ARBUÉS, F.; GARCIA-VALIÑAS, M. A.; MARTINEZ-ESPIÑEIRA, R. Estimation of residential water demand: a state of the art review. **Journal of Socio-Economics**, v. 32, p. 81-102, 2003.

ARDEN, S.; M. A., X. Constructed wetlands for greywater recycle and reuse: A review. **Science of the Total Environment**, v. 630, p. 587-599, 2018.

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

BASTOS, C. S.; CALMON, J. L.; GONÇALVES, R. F. Water management from the environmental certification perspective: a new proposal of criteria and weight rates for application in Brazilian regions. **Eng Sanit Ambient**, v.24, n.4 , p. 655-666, jul/ago 2019.

BATES, B. et al. **Climate change and water. Geneva**. In: Secretariat, I. (Ed.), Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 210, 2008.

BCB – Banco Central do Brasil. **Taxas de juros básicas – Histórico**. 2022. Disponível em <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso. Junho de 2022

BELER-BAYKAL, B. Stream segregation in household use: a review of grey water as an alternative source of water and yellow water as an alternative source of fertilizers. **Water Quality Exposure Health**, n.7, 27–37, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12403-013-0105-3>.

BELISÁRIO, G. Z. **Comparação de balanços hídricos de diferentes edificações multifamiliares de alto padrão no bairro da Praia do Canto, Vitória (ES)**. Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2014.

BENASSI, R. F. (Coord.). Manual de sistemas de Wetlands construídas para o tratamento de esgotos sanitário: implantação, operação e manutenção. **Editores Copiart**, 2018.

BIRKS, R.; HILLS, S. Characterisation of indicator organisms and pathogens in domestic greywater for recycling. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 129, n. 1-3, p. 61-69. Feb. 2007.

BISSOLI-DALVI, M. ; OLIVEIRA, M. A. ; MARQUES, S. B. ; ALVAREZ, C. E. . A evolução do marketing da sustentabilidade no mercado imobiliário do Espírito Santo. In: SBE 16 - Sustainable Built Environment - Brazil & Portugal, 2016, Vitória. **Anais do SBE series 16: Sustainable urban communities towards a nearly zero impactbuilt environment**, 2016. v. 3. p. 1947-1956.

BOZAN, V. S. **Balço Energético e Indicadores de Consumo de Energia em uma Edificação Dotada de Reúso de Águas Cinzas**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

BRANDÃO, J. L. B.; MARCON, P. Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária. **Eng Sanit Ambient**, v.23, n.6, p.1031-1041, 2018.

BRASIL. **Projeto de Lei N.º 4.060-B**, DE 2015. Dispõe sobre coleta, escoamento e aproveitamento da água proveniente do processo de condensação de aparelhos de ar-condicionado, e dá outras providências. 2015. Disponível: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=081E0560D28BA4C25065DEAA9A304255.proposicoesWebExterno2?codteor=1519668&filenome=Avulso+-PL+4060/2015. Acesso: 05 jan 2020.

BROOKS, D. B. An operational definition of water demand management. **International Journal of Water Resources Development**, v. 22, p. 521-528, 2006.

BRUNI, A. L. Estatística aplicada à gestão empresarial. **Editora Atlas AS**, 2013.

CACERES, P. S. **Modelo de governança de água não potável pelo aproveitamento de água pluvial e reúso de água cinza em edificações residenciais no Distrito Federal**. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Brasília, 2018.

CAMARGO, C. R. C.; AGUIAR, K. C.; OLIVEIRA, M. D. **Análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de sistemas alternativos de abastecimento de água para uso não potável no IFES – CAMPUS VITÓRIA**. Congresso Fenasan. São Paulo, 2017.

CENCIC, O. Nonlinear data reconciliation in material flow analysis with software STAN. **Sustainable Environment Research**, v. 26, n. 6, p. 291-298, 2016.

CESAN. **Tarifas de água e esgoto**. 2022. Disponível em: <https://www.cesan.com.br/tabelas-de-tarifas/>. Acesso: 11 jun 2022.

CYPE. Software para engenharia e construção. Disponível em: <http://geradordeprecos.cype.pt/>. Acesso em jul. 2022.

DAVIES, K. et al. Water-saving impacts of Smart Meter technology: an empirical 5 year, whole-of-community study in Sydney, Australia. **Water Resour. Res.**, vol 50, pp. 7348-7358, 2014.

DAUD, M. K. et al. Review of Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor Technology: Effect of Different Parameters and Developments for Domestic Wastewater Treatment. **Journal of Chemistry**, V. 2018, Article ID 1596319, 13 p. 2018. DOI:<https://doi.org/10.1155/2018/1596319>

EDP. **Tarifas de Energia Elétrica**. 2022. Disponível em: <https://www.edp.com.br/distribuicao-sp/saiba-mais/informativos/tabela-de-fornecimento-baixa-tensao>. Acesso: 11 jun 2022.

EDWIN, G. A.; GOPALSAMY, P.; MUTHU, N. Characterization of domestic gray water from a point source to determine the potential for urban residential reuse: a short review. **Appl Water Sci**, n 4, p. 39–49, 2013. <https://doi.org/10.1007/s13201-013-0128-8>

ERLER & KALINOWSKI Inc. 2015 **Urban Water Management Plan**. EKI, p. 152. 2016.

FAÉ, C. et al. Sustainable Alternative Water Sources Use for Lowering Cost Pressure on Drinking Water and Volume Reduction—Technical and Profitable Feasibility. **World Sustainability Series**. Editora Springer Nature Switzerland AG. 2020.

FEIL, A.; TUCCI, C. (2014). Consumo eficiente, conservação e características sociodemográficas que influenciam no consumo de água. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais* (Online), (34), 95-111. Disponível em: http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/220. Acesso 09 abril 2020.

FERREIRA, E. P. F.; TOSE, M. T. Uso de água condensada por aparelhos de ar-condicionado para fins não potáveis – um estudo de caso. **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.3, n.06; p. 99, 2016.

FERREIRA, G. R. B.; DIAS, G. F. M.; SODRÉ, S. S. V.; SOUZA, A. M. L. Aproveitamento da água da chuva por meio de sistema de captação de baixo custo no sítio experimental de Cuiarana, Salinópolis- Pa, **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Brasil, (outubro 2017).

FIDAR, A.; MEMON, F. A.; BUTLER, D. Environmental implications of water efficient microcomponents in residential buildings. **Science of The Total Environment** .V. 408, Issue 231, P. 5828-5835, 2010.

FIESP. Conservação e Reúso de Água em edificações. **Prol Editora Gráfica**. São Paulo, junho de 2005. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-de-aguas-em-edificacoes-2005/>. Acesso: 08 jan 2020.

FONTANA, D., KALID, R., SARTORI, I., KIPERSTOK, A., SILVA, M., SALES, E. A., FILHO, J. G. P., PERAZZO, S. Balanço hídrico – uma nova sistemática. In: II **Congresso Brasileiro de Termodinâmica Aplicada – CBTERM**, Paraná. 2004.

FONSECA, V. L. A.; NASCENTES, R.; CAIXETA, L. T. Técnicas de baixo custo para aproveitamento de água de chuva e reúso de água cinza: o início de uma cultura de conservação da água em Rio Paranaíba-MG. **Revista ELO - Diálogos em Extensão**. V. 7, N. 1, junho 2018.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Certificação Internacional Aqua-HQE, 2016. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

FRANCI, T. K. **Avaliação da viabilidade econômica de um sistema de reúso de água cinza em uma edificação residencial multifamiliar de alto padrão**. 2011. 83 p. Trabalho de conclusão de curso (Administração) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2011.

GARCÍA-MONTOYA, M; SENGUPTA, D; NÁPOLES-RIVERA, F; PONCE-ORTEGA, J. M; EL-HALWAGI, M. M. Environmental and economic analysis for the optimal reuse of water in a residential complex. **Journal of Cleaner Production**. v. 130, p. 82-91, 2016.

GBC BRASIL - GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Empreendimentos LEED. 2014. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/empreendimentos-leed.php>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

GHISI, E.; COLASIO, B.M.; GERALDI, M.; TESTON, A. Rainwater harvesting in buildings in Brazil: A literature review. **Proceedings**, 2017. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2504-3900/2/5/186/pdf>. Acesso: 15 abril 2020.

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

GLAWE, D; WOOTEN, M; LYE, D. Quality of Condensate From Air-Handling Units. **ASHRAE Journal**. v. 58, no. 12, p. 14–23, 2016.

GROSS A, KAPLAN D, BAKER K. Removal of chemical and microbiological contaminants from domestic greywater using a recycled vertical flow bioreactor (RVFB). **Ecol Eng**, n 31, p.107–114, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.06.006>

GOASTICO; D. S. V. **Estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema de reúso de água cinza para uma residência unifamiliar de alto padrão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

GOMES, C. C. **Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra: por que não?** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

GONÇALVES, R. F (coord.). **Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infraestrutura de coleta, especialmente nas periféricas urbanas**. Prosab-Finep Edital 4. Rio de Janeiro: Abes, 2006.

GONÇALVES, R. F. (coord.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Projeto PROSAB. Edital 5. Rio de Janeiro: ABES, 352pp. 2009. Disponível em: <[www.finep.gov.br_prosab_livros_prosab5_tema 5](http://www.finep.gov.br_prosab_livros_prosab5_tema_5)>. Acesso em: 30 out. 2019.

GONÇALVES, R. F.; SIMÕES, G. M. S.; WANKE, R. Reúso de Águas cinza em Edificações Urbanas – Estudo de Caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica**. Vol. 3, No. 1, 120-131pp, 2010.

GONÇALVES, R. F.; KELLER, R. P.; FRANCI, T. K. Análise comparativa das práticas de reúso de água cinza em edificações urbanas na Alemanha e no Brasil. **REVISTA DAE**, v. 67, p. 75-89, 2019.

Gonçalves, R. F.; Vaz, L. O.; Peres, M.; Merlo, S. S. Microbiological risk from non-potable reuse of greywater treated by anaerobic filters associated to vertical constructed wetlands. *Journal of Water Process Engineering*, 101751. 2020.
<[doi:10.1016/j.jwpe.2020.101751](https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101751)>

GONZALEZ, H. M. **Viabilidade econômica financeira para estratégias de conservação e reúso de água em edificação comercial de grande porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória. 2018.

GHAITIDAK D. M., YADAV K. D. Characteristics and treatment of greywater—a review. **Environ Sci Pollut Res** 20: 2795–2809, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1533-0>

GUZZO, F. R. **Estratégias para conservação de água potável através do aproveitamento de fontes não potáveis em uma edificação comercial de grande porte**. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória. 2017.

GUZZO, F. R.; BELISÁRIO, G. Z.; GONÇALVES; R. F. **Avaliação do aproveitamento da água condensada em edificação comercial de grande porte**. 2019. Portal

Tratamento da Água. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/aproveitamento-agua-edificacao-comercial/>. Acesso: 13 abril 2020.

GWP – GLOBAL WATER PARTNERSHIP. Disponível em: <http://www.gwp.org/en/Our-approach/>. Acesso em: 9 abril 2020.

HARDY, D.; CUBILLO, F.; HAN, M.; LI, H. *Alternative Water Resources: A Review of Concepts, Solutions and Experiences*. International Water Association. Holanda, 2015.

HAFNER, A. V. **Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. MESTRADO EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro, 2007.

HOFFMANN, H.; PLATZER, C.; WINKER, M.; MUENCH, E. **Technology review of constructed wetlands: Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment**. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Sustainable sanitation - ecosan program. Germany, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Histórico de Inflação**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao>. Acesso: Junho de 2022

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Convencional**, 2021. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/83648>. Acesso: 23 ago 2021.

IWR - Institute for Water Quality, Resource and Waste Management. **STAN**. 2012. Disponível em: <http://www.stan2web.net/> Acesso: 20 abril 2020.

JEFFREY, P.; GEAREY, M. Consumer reactions to water conservation policy instruments. In: Butler, D., Ali Memon, F. (Eds.), **Water Demand Management**. IWA Publishing, London, p. 303-329, 2006.

KINKADE-LEVARIO, H. **Design for Water**. Rainwater Harvesting, Stormwater Catchment, and Alternative Water Reuse. Gabriola Island, Canada, 2007.

KNUPP, Andrielly Moutinho. **Desempenho de um sistema composto por um filtro anaeróbio e um “Wetland” horizontal na produção de água para reúso predial a partir de água cinza clara.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

KOOP, H. A; et al., Enhancing domestic water conservation behaviour: A review of empirical studies on influencing tactics, **Journal of Environmental Management**, Volume 247, Pages 867-876, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.126>.

LAWRENCE T.; PERRY, J.; DEMPSEY, P. Capturing condensate by retrofitting AHUs. **ASHRAE Journal**, 52, n. 1, pp. 48-54, 2010.

LEAS, E. C.; DARE, A.; AL-DELAIFY, W. K. Is gray water the key to unlocking water for resource-poor areas of the middle east, North Africa, and other arid regions of the world? **Ambio**, n 43, p.707–717, 2013. <https://doi.org/10.1007/s13280-013-0462-y>

LIMA, R. F. S. **Potencialidades dos Wetlands Construídos empregados no pós-tratamento de esgotos: Experiências Brasileiras.** Dissertação - Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MACCARINI, M. G. C.; CAUDURO, F.; SILVA, C. R. **O uso de águas cinzas em uma edificação multifamiliar.** Portal Tratamento de Água. 2019. Disponível em em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/aguas-cinzas-edificacao/>. Acesso 14 abril 2020.

MAGRINI, A.; CATTANI, L.; CARTESEGNA, M.; MAGNANI, L. Integrated systems for air conditioning and production of drinking water – Preliminary considerations. **Energy Procedia**. v. 75, p. 1659-1665, 2015.

MAGRINI, A; CATTANI, L; CARTESEGNA, M; MAGNANI, L. Water Production from Air Conditioning Systems Some Evaluations about a Sustainable Use of Resources. **Sustainability**. v. 9, p. 1309, 2017.

MARINHO, M.; GONÇALVES, M. S.; KIPERSTOK, A. Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university, **Journal of Cleaner Production**, Volume 62, 2014, Pages 98-106. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.053>.

MARTINS, M. A. F., AMARO, C., SOUZA, L., KALID, R., KIPERSTOK, A. New objective function for data reconciliation in water balance from industrial process. **Journal of Cleaner Production**. v. 18, p. 1184-1189, 2010.

MARTINS, J. L. MEMELLI, M. S. **Balanço hídrico e indicadores de consumo de água potável e não potável em uma edificação dotada de sistema de reúso de águas cinzas**. Departamento em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

MENG, X.; KENWAY, S. Analysing water sensitive urban design options: Using water mass balance to analyse hydrological performance of water sensitive urban design options in infill development. **Water e-Journal**. ISSN 2206-1991, V. 3, No 4, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.21139/wej.2018.037>

MEMON, F. A; ZHENG, Z; BUTLER, D. et. al. Life cycle impact assessment of greywater recycling technologies for new developments. **Environ Monit Assess** 129: 27–35, 2007.

<https://doi.org/10.1007/s10661-006-9422-3>

MOHAMED, R. M. S. R.; KASSIM, A. H. M.; ANDA, M.; DALLAS, S. A. monitoring of environmental effects from household greywater reuse for garden irrigation. **Environ Monit Assess** , n.185, p. 8473–8488, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3189-0>

MONTEIRO, V. R. C. **Wetlands Construídos empregados no tratamento descentralizado de águas cinzas residencial e de escritório**. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

MOREIRA, F. V.; JUSTI, I. F.; BERNARDO, M. C. Study for utilization of rain water for non-potable purposes on environmental education center of the ArcelorMittal Tubarão.

Revista Científica Faesa, Vitória, ES, v. 12, n. 1, p. 43-51, 2016. ISSUE DOI: 10.5008/1809.7367.100

NATURALTEC - Tratamento de Água e Meio Ambiente. Clorador de Água e Efluentes Tratados. Disponível em: <https://www.naturaltec.com.br/clorador-passagem/>. Acesso em jun. 2022.

NETO, C. O. A. Aproveitamento imediato de água de chuva. **Gesta**, v.1, n., p. 073-086, 2013. ISSN: 2317-563X.

NIVALA, J.; HEADLEY, T.; WALLACE, S.; BERNHARD, K.; BRIX, H.; AFFERDEN, V. M.; MÜLLER, R. A. **Comparative analysis of constructed wetlands: The design and construction of the ecotechnology research facility in Langenreichenbach, Germany**. Ecological Engineering, 2013.

NIKA, C. E.; GUSMAROLI, L.; GHAFOURIAN, M.; ATANASOVA, N.; BUTTIGLIERI, G.; KATSOU, E. Nature-based solutions as enablers of circularity in water systems: A review on assessment methodologies, tools and indicators. **Water Research**. v. 183, 115988, 2020.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA; D. M. C.; COSTANZI; R. N. **Wetlands Contruídos para o tratamento de água cinza**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte/MG, 2014.

OTTERPOHL, R. B., brown, yellow, grey - the new colors of sanitation. **Water 21**. p. 37-41, out. 2001.

PEREIRA, R. Í. P. CARTAXO, G. A. A. Sustentabilidade e Responsabilidade Social volume 1/ Organizador José Henrique Porto. **Editora Poisson**. p. 182 .Belo Horizonte – MG, 2017.

PERTEL, M. Caracterização do uso de água e da energia associada à água em uma edificação residencial convencional e uma dotada de sistema de reúso de água cinza. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

PIMENTA, P. L. **Análise quantitativa do aproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionado do Centro de Tecnologia da UFRN**. Artigo científico - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil. Natal, RN, 2016.

PIMENTEL, R. C.; AFONSO, S. A. The Portuguese Tool for Classification of Water Efficiency in Buildings. In: Water Efficiency Conference, Reino Unido, 2016. Reino Unido: Coventry University, 2016. Disponível em: <https://www.watefnetwork.co.uk/74-495>. Acesso 07 ago. 2019.

PIRES, J. D. T. S. **Reúso de água cinza e aproveitamento da água de chuva como fontes alternativas em propriedades rurais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

PNRH - PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2022 - 2040. Vol. 2. https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/anexo_pnrh.pdf. Acesso 01 nov. 2022.

PLATZER, C., HOFFMANN, H., CARDIA, W. O wetland como componente de ecosan – experiências com o uso e dimensionamento no clima subtropical. In: Proceedings of the International conference on sustainable sanitation: Food and water security for Latin America. Fortaleza, Brazil. 2007.

POZZEBON, P. H. B.; GASTALDINI, M. C. C. Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água de chuva para uso não potável em Santa Maria - RS. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2013.

PMV - PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. Lei municipal nº 9.271, 2018. Disponível em: [https://www.vitoria.es.gov.br/minhavitoriapdu.php#:~:text=O%20PDU%20\(Lei%209.271%2F2018,e%20o%20funcionamento%20da%20cidade.&text=Ele%20tem%20a%20miss%C3%A3o%20de,p%C3%ABlico%20quanto%20pela%20iniciativa%20privada](https://www.vitoria.es.gov.br/minhavitoriapdu.php#:~:text=O%20PDU%20(Lei%209.271%2F2018,e%20o%20funcionamento%20da%20cidade.&text=Ele%20tem%20a%20miss%C3%A3o%20de,p%C3%ABlico%20quanto%20pela%20iniciativa%20privada). Acesso em: 16 jun. 2020.

PUCCINI, E. C. Matemática Financeira e Análise de Investimentos. 1 ed. Florianópolis: CAPES: UAB, 2011.

REAL, J. L.; CORREA, A. C. S. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar-condicionado**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos -ABRH. Florianópolis, SC, 2017.

RDH - RELATÓRIO DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água. PNUD - Publicado para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. New York, p. 52, 2006.

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. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil. Natal, RN, 2017.2017.

RODRIGUES, L. C. S. **Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

RODRIGUES, I., MARTINS, M., HARTMANN, A., KALID, R. **Utilização de questionários na estimativa da incerteza em reconciliação de dados do balanço hídrico**. Trabalho apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, Minas Gerais, 2009.

SANTOS, L. C. A. **Gestão da água em edificações públicas: a experiência no prédio da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A - EMBASA**. Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

SANTOS, L. S. Aproveitamento de água pluvial: conceitos e informações gerais. Minas Gerais, 2016. Disponível em:
http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf . Acesso 15 abril de 2020.

SARMENTO, M. I. A. et al. Captação e aproveitamento de água da chuva em residências rurais no Município de Nazarezinho – Paraíba. **Rev. de Agroec. no Semiárido**, v. 1, n.1, p.24 - 33, Jan - Junho, 2017.

SARNAGLIA, S. A. A. **Desempenho de um “WETLAND” vertical aplicado ao tratamento do efluente de um filtro anaeróbio em uma estação de tratamento de águas cinzas claras visando o reúso não potável em edificações residenciais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

SEZERINO, P. H. et al. Experiências brasileiras com *Wetlands* Construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 151-158, Mar. 2015. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000096615>.

SILVA, A. B. C. et al. Aproveitamento de água de chuva e reúso de água cinza em uma edificação comercial. **Eng. Constr. Civ.**, Curitiba - PR, v. 3, n.1, p. 57-65, jan./jun., 2016.

SILVA, L. C. C.; et al. Water sustainability potential in a university building – Case study. **Sustainable Cities and Society** 47 (2019), 101489. Fev. 2019.

SILVEIRA, E. O. et al. Integrated system with microalgae and constructed wetland in vertical flow for urban wastewater treatment. **Eng Sanit Ambient**, v.24, n.2, mar/abr 2019, pg. 305-313, 2019.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Tabela Insumos Espírito Santo. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso: julho de 2020.

SOBREIRA, R. G. **Impacto de reúso de água no balanço hídrico de uma edificação corporativa de grande porte em Vitória-ES.** MESTRADO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. Vitória, 2015.

SODRÉ, V. D. A.; FUKASAWA, B. N.; OLIVEIRA, M. R. **Guia orientativo das normas de conservação de água, fontes alternativas não potáveis e aproveitamento de**

água de chuva em edificações - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília-DF: CBIC, 2019.

SOUSA, A. F. **Avaliação de investimento: uma abordagem prática**. São Paulo: Saraiva, 2007.

SOUSA, V.; S., C. M.; MEIRELES, I. Performance of water efficiency measures in commercial buildings. Resources, **Conservation & Recycling** **143** (2019) 251–259, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.013>

SOUZA, L. S. et al. **Balço hídrico: uma ferramenta para gestão industrial e otimização ambiental**. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife -PE, 2009.

THOMAZ, P. Aproveitamento de Água Pluvial. São Paulo: Navegar, 2009

TREIN, C. N.; PELISSARI, C.; HOFFMANN, H.; PLATZER, C. J.; SEZERINO, P. H. Tratamento descentralizado de esgotos de empreendimentos comercial e residencial empregando a ecotecnologia dos *wetlands* construídos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 351-367, out./dez. 2015.

VALENTINA, M. D. **Estudo de viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de reúso de água cinza em um shopping center**. Departamento em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

VIANNA, J. T. D. S.; SOUZA, M. A. A. Escolha de alternativas para economia de água em edificações residenciais de Brasília, DF. **Paranoá Cardernos de Arquitetura e Urbanismo**. Em busca de autonomia e resiliência hídrica no Brasil. 2019.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n23.2019.05>.

VIEIRA, S. P., CAVALCANTI, M. G. DA S., & CAVALCANTI, L. A. P. (2020). Redução de impactos ambientais pelo tratamento de águas cinzas / Reduction of Environmental Impacts by Treatment of Gray Water. **Brazilian Journal of Development**, 6(7), 43258–43267. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-079>.

ZANELLA, L.; NOUR, E. A. A.; ROSTON, D. M. **Wetlands-construídas vegetadas com plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes domésticos**. FEC/UNICAMP. 2007.

VERGER, Y.; PETIT, C.; BARLES, S.; BILLENE, G.; GARNIER, J.; ESCULIER, F.; MAUGIS, P. A N, P, C, and water flows metabolism study in a peri-urban territory in France: The case-study of the Saclay plateau. Resources, **Conservation & Recycling Journal**. v. 137, p. 200-213, 2018.

ZHANG, Y., GRANT, A.; SHARMA, A. et al. Alternative water resources for rural residential development in Western Australia. **Water Resour Manag**, n. 24, p. 25–36, 2009. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9435-0>

APENDICE A

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO									
Coeficiente de runoff (CR) =		1							
Volume do reservatório (m³) =		11,8							
Meses	Chuva média diária	Demanda diária	Área de captação	Volume de chuva diária	Volume do reservatório fixado	Volume do reservatório no tempo (t-1)	Volume do reservatório no tempo (t)	Overflow	Suprimento de água externo
	(mm)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
1-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	11,80	0,00	4,50
2-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	11,80	7,30	0,00	0,00
3-jan	4,2	4,5	239,3	1,01	11,8	7,30	3,81	0,00	0,00
4-jan	2,8	4,5	239,3	0,67	11,8	3,81	-0,02	0,00	0,02
5-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
6-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
8-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
9-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
10-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
11-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
12-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
13-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
14-jan	0,3	4,5	239,3	0,07	11,8	0,00	-4,43	0,00	4,43
15-jan	0,8	4,5	239,3	0,19	11,8	0,00	-4,31	0,00	4,31
16-jan	0,2	4,5	239,3	0,05	11,8	0,00	-4,45	0,00	4,45
17-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
18-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
19-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
21-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
22-jan	2	4,5	239,3	0,48	11,8	0,00	-4,02	0,00	4,02
23-jan	3,9	4,5	239,3	0,93	11,8	0,00	-3,57	0,00	3,57
24-jan	2	4,5	239,3	0,48	11,8	0,00	-4,02	0,00	4,02
25-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
31-jan	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
1-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
2-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
3-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
6-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-fev	30	4,5	239,3	7,18	11,8	0,00	2,68	0,00	0,00
8-fev	81,8	4,5	239,3	19,57	11,8	2,68	11,80	5,95	0,00
9-fev	12,3	4,5	239,3	2,94	11,8	11,80	10,24	0,00	0,00
10-fev	20,8	4,5	239,3	4,98	11,8	10,24	10,72	0,00	0,00
11-fev	1,6	4,5	239,3	0,38	11,8	10,72	6,60	0,00	0,00
12-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	6,60	2,10	0,00	0,00
13-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	2,10	-2,40	0,00	2,40
14-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
15-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
16-fev	33,6	4,5	239,3	8,04	11,8	0,00	3,54	0,00	0,00
17-fev	1,6	4,5	239,3	0,38	11,8	3,54	-0,58	0,00	0,58
18-fev	28,9	4,5	239,3	6,92	11,8	0,00	2,42	0,00	0,00
19-fev	5,4	4,5	239,3	1,29	11,8	2,42	-0,79	0,00	0,79
20-fev	12	4,5	239,3	2,87	11,8	0,00	-1,63	0,00	1,63
21-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
22-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
23-fev	2,4	4,5	239,3	0,57	11,8	0,00	-3,93	0,00	3,93
24-fev	5,7	4,5	239,3	1,36	11,8	0,00	-3,14	0,00	3,14
25-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-fev	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-fev	3,8	4,5	239,3	0,91	11,8	0,00	-3,59	0,00	3,59
1-mar	3,1	4,5	239,3	0,74	11,8	0,00	-3,76	0,00	3,76
2-mar	5	4,5	239,3	1,20	11,8	0,00	-3,30	0,00	3,30
3-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
6-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-mar	29,9	4,5	239,3	7,16	11,8	0,00	2,66	0,00	0,00
8-mar	103,3	4,5	239,3	24,72	11,8	2,66	11,80	11,07	0,00

9-mar	8,6	4,5	239,3	2,06	11,8	11,80	9,36	0,00	0,00
10-mar	45,3	4,5	239,3	10,84	11,8	9,36	11,80	3,90	0,00
11-mar	41,2	4,5	239,3	9,86	11,8	11,80	11,80	5,36	0,00
12-mar	9,2	4,5	239,3	2,20	11,8	11,80	9,50	0,00	0,00
13-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	9,50	5,00	0,00	0,00
14-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	5,00	0,50	0,00	0,00
15-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,50	-4,00	0,00	4,00
16-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
17-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
18-mar		4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
19-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
21-mar	16,4	4,5	239,3	3,92	11,8	0,00	-0,58	0,00	0,58
22-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
23-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
25-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-mar	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
31-mar	6,6	4,5	239,3	1,58	11,8	0,00	-2,92	0,00	2,92
1-abr	37,6	4,5	239,3	9,00	11,8	0,00	4,50	0,00	0,00
2-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	4,50	0,00	0,00	0,00
3-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-abr	3,6	4,5	239,3	0,86	11,8	0,00	-3,64	0,00	3,64
6-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
8-abr	0,8	4,5	239,3	0,19	11,8	0,00	-4,31	0,00	4,31
9-abr	6,4	4,5	239,3	1,53	11,8	0,00	-2,97	0,00	2,97
10-abr	3,1	4,5	239,3	0,74	11,8	0,00	-3,76	0,00	3,76
11-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
12-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
13-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
14-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
15-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
16-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
17-abr	0,6	4,5	239,3	0,14	11,8	0,00	-4,36	0,00	4,36
18-abr	8,5	4,5	239,3	2,03	11,8	0,00	-2,47	0,00	2,47
19-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-abr	27,6	4,5	239,3	6,60	11,8	0,00	2,10	0,00	0,00
21-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	2,10	-2,40	0,00	2,40
22-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
23-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
25-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-abr	2,1	4,5	239,3	0,50	11,8	0,00	-4,00	0,00	4,00
28-abr	1,3	4,5	239,3	0,31	11,8	0,00	-4,19	0,00	4,19
29-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-abr	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
1-mai	1,8	4,5	239,3	0,43	11,8	0,00	-4,07	0,00	4,07
2-mai	15,7	4,5	239,3	3,76	11,8	0,00	-0,74	0,00	0,74
3-mai	8,7	4,5	239,3	2,08	11,8	0,00	-2,42	0,00	2,42
4-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
6-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
8-mai	84	4,5	239,3	20,10	11,8	0,00	11,80	3,80	0,00
9-mai	37,6	4,5	239,3	9,00	11,8	11,80	11,80	4,50	0,00
10-mai	1,4	4,5	239,3	0,34	11,8	11,80	7,64	0,00	0,00
11-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	7,64	3,14	0,00	0,00
12-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	3,14	-1,36	0,00	1,36
13-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
14-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
15-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
16-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
17-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
18-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
19-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
21-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
22-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
23-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
25-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50

27-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
31-mai	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
1-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
2-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
3-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-jun	6,6	4,5	239,3	1,58	11,8	0,00	-2,92	0,00	2,92
6-jun	7,4	4,5	239,3	1,77	11,8	0,00	-2,73	0,00	2,73
7-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
8-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
9-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
10-jun	1,6	4,5	239,3	0,38	11,8	0,00	-4,12	0,00	4,12
11-jun	37	4,5	239,3	8,85	11,8	0,00	4,35	0,00	0,00
12-jun	15,6	4,5	239,3	3,73	11,8	4,35	3,59	0,00	0,00
13-jun	0,6	4,5	239,3	0,14	11,8	3,59	-0,77	0,00	0,77
14-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
15-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
16-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
17-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
18-jun	0,8	4,5	239,3	0,19	11,8	0,00	-4,31	0,00	4,31
19-jun	0,9	4,5	239,3	0,22	11,8	0,00	-4,28	0,00	4,28
20-jun	1	4,5	239,3	0,24	11,8	0,00	-4,26	0,00	4,26
21-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
22-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
23-jun	0,6	4,5	239,3	0,14	11,8	0,00	-4,36	0,00	4,36
24-jun	0,1	4,5	239,3	0,02	11,8	0,00	-4,48	0,00	4,48
25-jun	1	4,5	239,3	0,24	11,8	0,00	-4,26	0,00	4,26
26-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-jun	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
1-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
2-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
3-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
6-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
8-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
9-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
10-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
11-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
12-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
13-jul	7,7	4,5	239,3	1,84	11,8	0,00	-2,66	0,00	2,66
14-jul	8,8	4,5	239,3	2,11	11,8	0,00	-2,39	0,00	2,39
15-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
16-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
17-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
18-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
19-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-jul	0,1	4,5	239,3	0,02	11,8	0,00	-4,48	0,00	4,48
21-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
22-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
23-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-jul	1,4	4,5	239,3	0,34	11,8	0,00	-4,16	0,00	4,16
25-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
31-jul	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
1-ago	9,5	4,5	239,3	2,27	11,8	0,00	-2,23	0,00	2,23
2-ago	0,2	4,5	239,3	0,05	11,8	0,00	-4,45	0,00	4,45
3-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-ago	4,6	4,5	239,3	1,10	11,8	0,00	-3,40	0,00	3,40
6-ago	14,4	4,5	239,3	3,45	11,8	0,00	-1,05	0,00	1,05
7-ago	6,9	4,5	239,3	1,65	11,8	0,00	-2,85	0,00	2,85
8-ago	1,8	4,5	239,3	0,43	11,8	0,00	-4,07	0,00	4,07
9-ago	0,6	4,5	239,3	0,14	11,8	0,00	-4,36	0,00	4,36
10-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
11-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
12-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
13-ago	6,8	4,5	239,3	1,63	11,8	0,00	-2,87	0,00	2,87

14-ago	0,6	4,5	239,3	0,14	11,8	0,00	-4,36	0,00	4,36
15-ago	0,4	4,5	239,3	0,10	11,8	0,00	-4,40	0,00	4,40
16-ago	1,6	4,5	239,3	0,38	11,8	0,00	-4,12	0,00	4,12
17-ago	2,6	4,5	239,3	0,62	11,8	0,00	-3,88	0,00	3,88
18-ago	7,3	4,5	239,3	1,75	11,8	0,00	-2,75	0,00	2,75
19-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
21-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
22-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
23-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
25-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-ago	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-ago	11,6	4,5	239,3	2,78	11,8	0,00	-1,72	0,00	1,72
30-ago	0,1	4,5	239,3	0,02	11,8	0,00	-4,48	0,00	4,48
31-ago	33,9	4,5	239,3	8,11	11,8	0,00	3,61	0,00	0,00
1-set	35,6	4,5	239,3	8,52	11,8	3,61	7,63	0,00	0,00
2-set	24,2	4,5	239,3	5,79	11,8	7,63	8,92	0,00	0,00
3-set	6,6	4,5	239,3	1,58	11,8	8,92	6,00	0,00	0,00
4-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	6,00	1,50	0,00	0,00
5-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	1,50	-3,00	0,00	3,00
6-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
8-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
9-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
10-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
11-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
12-set	4,5	4,5	239,3	1,08	11,8	0,00	-3,42	0,00	3,42
13-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
14-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
15-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
16-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
17-set	0,8	4,5	239,3	0,19	11,8	0,00	-4,31	0,00	4,31
18-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
19-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-set	0,6	4,5	239,3	0,14	11,8	0,00	-4,36	0,00	4,36
21-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
22-set	1	4,5	239,3	0,24	11,8	0,00	-4,26	0,00	4,26
23-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-set	0,8	4,5	239,3	0,19	11,8	0,00	-4,31	0,00	4,31
25-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-set	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
1-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
2-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
3-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
5-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
6-out	1,1	4,5	239,3	0,26	11,8	0,00	-4,24	0,00	4,24
7-out	1,8	4,5	239,3	0,43	11,8	0,00	-4,07	0,00	4,07
8-out	6,6	4,5	239,3	1,58	11,8	0,00	-2,92	0,00	2,92
9-out	0,2	4,5	239,3	0,05	11,8	0,00	-4,45	0,00	4,45
10-out	4,4	4,5	239,3	1,05	11,8	0,00	-3,45	0,00	3,45
11-out	97,1	4,5	239,3	23,24	11,8	0,00	11,80	6,94	0,00
12-out	97,8	4,5	239,3	23,40	11,8	11,80	11,80	18,90	0,00
13-out	29,9	4,5	239,3	7,16	11,8	11,80	11,80	2,66	0,00
14-out	1	4,5	239,3	0,24	11,8	11,80	7,54	0,00	0,00
15-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	7,54	3,04	0,00	0,00
16-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	3,04	-1,46	0,00	1,46
17-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
18-out	1	4,5	239,3	0,24	11,8	0,00	-4,26	0,00	4,26
19-out	56,6	4,5	239,3	13,54	11,8	0,00	9,04	0,00	0,00
20-out	15,2	4,5	239,3	3,64	11,8	9,04	8,18	0,00	0,00
21-out	10,3	4,5	239,3	2,46	11,8	8,18	6,15	0,00	0,00
22-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	6,15	1,65	0,00	0,00
23-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	1,65	-2,85	0,00	2,85
24-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
25-out	0,2	4,5	239,3	0,05	11,8	0,00	-4,45	0,00	4,45
26-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-out	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-out	0,3	4,5	239,3	0,07	11,8	0,00	-4,43	0,00	4,43
30-out	61,4	4,5	239,3	14,69	11,8	0,00	10,19	0,00	0,00
31-out	12,6	4,5	239,3	3,02	11,8	10,19	8,71	0,00	0,00

1-nov	40,7	4,5	239,3	9,74	11,8	8,71	11,80	2,15	0,00
2-nov	60,4	4,5	239,3	14,45	11,8	11,80	11,80	9,95	0,00
3-nov	2,2	4,5	239,3	0,53	11,8	11,80	7,83	0,00	0,00
4-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	7,83	3,33	0,00	0,00
5-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	3,33	-1,17	0,00	1,17
6-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
8-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
9-nov	2,2	4,5	239,3	0,53	11,8	0,00	-3,97	0,00	3,97
10-nov	14,8	4,5	239,3	3,54	11,8	0,00	-0,96	0,00	0,96
11-nov	5,6	4,5	239,3	1,34	11,8	0,00	-3,16	0,00	3,16
12-nov	28,6	4,5	239,3	6,84	11,8	0,00	2,34	0,00	0,00
13-nov	37,2	4,5	239,3	8,90	11,8	2,34	6,75	0,00	0,00
14-nov	14,8	4,5	239,3	3,54	11,8	6,75	5,79	0,00	0,00
15-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	5,79	1,29	0,00	0,00
16-nov	1,4	4,5	239,3	0,34	11,8	1,29	-2,88	0,00	2,88
17-nov	22,4	4,5	239,3	5,36	11,8	0,00	0,86	0,00	0,00
18-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,86	-3,64	0,00	3,64
19-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
20-nov	12	4,5	239,3	2,87	11,8	0,00	-1,63	0,00	1,63
21-nov	23,1	4,5	239,3	5,53	11,8	0,00	1,03	0,00	0,00
22-nov	5,7	4,5	239,3	1,36	11,8	1,03	-2,11	0,00	2,11
23-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
25-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
26-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-nov	1	4,5	239,3	0,24	11,8	0,00	-4,26	0,00	4,26
28-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-nov	1,3	4,5	239,3	0,31	11,8	0,00	-4,19	0,00	4,19
30-nov	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
1-dez	6,4	4,5	239,3	1,53	11,8	0,00	-2,97	0,00	2,97
2-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
3-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
4-dez	11	4,5	239,3	2,63	11,8	0,00	-1,87	0,00	1,87
5-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
6-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
7-dez	12,2	4,5	239,3	2,92	11,8	0,00	-1,58	0,00	1,58
8-dez	42,2	4,5	239,3	10,10	11,8	0,00	5,60	0,00	0,00
9-dez	10,6	4,5	239,3	2,54	11,8	5,60	3,64	0,00	0,00
10-dez	0,2	4,5	239,3	0,05	11,8	3,64	-0,82	0,00	0,82
11-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
12-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
13-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
14-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
15-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
16-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
17-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
18-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
19-dez	7	4,5	239,3	1,68	11,8	0,00	-2,82	0,00	2,82
20-dez	4	4,5	239,3	0,96	11,8	0,00	-3,54	0,00	3,54
21-dez	1,4	4,5	239,3	0,34	11,8	0,00	-4,16	0,00	4,16
22-dez	9,9	4,5	239,3	2,37	11,8	0,00	-2,13	0,00	2,13
23-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
24-dez	3,4	4,5	239,3	0,81	11,8	0,00	-3,69	0,00	3,69
25-dez	0,2	4,5	239,3	0,05	11,8	0,00	-4,45	0,00	4,45
26-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
27-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
28-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
29-dez	0	4,5	239,3	0,00	11,8	0,00	-4,50	0,00	4,50
30-dez	4	4,5	239,3	0,96	11,8	0,00	-3,54	0,00	3,54
31-dez	1,1	4,5	239,3	0,26	11,8	0,00	-4,24	0,00	4,24
TOTAL	1818,20	1642,5		435,10				75,18	1270,79
MÉDIA				1,19					

Descrição da planilha:

Coluna 1 = DIAS
Coluna 2 = Intensidade pluviométrica diária
Coluna 3 = Demanda diária de água pluvial da edificação.
Coluna 4 = Área de captação da edificação.
Coluna 5 = (Coluna 2) x (Coluna 4) x (Coeficiente de runoff) / (1000).
Coluna 6 = Corresponde ao volume definido para o reservatório.
Coluna 7 = Se (Coluna 8 mês anterior) for menor que zero, adotar zero.
Se (Coluna 8 mês anterior) for maior ou igual a zero, adotar o valor.
Valor de 01-jan igual a zero.
Coluna 8 = Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for maior que (Coluna 6) adotar o valor da (Coluna 6).
Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for igual ou menor que (Coluna 6) adotar (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3).
Valor de janeiro igual o volume do reservatório.
Coluna 9 = Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for maior que (Coluna 6), adotar (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) - (Coluna 6)
Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for igual ou menor que (Coluna 6), adotar zero.
Coluna 10 = Se (Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3) for menor que zero, adotar -((Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3))
Se (Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3) for igual ou maior que zero, adotar zero.

Legenda:

Valores automáticos
Valores a serem definidos

APENDICE B

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO									
Coeficiente de runoff (CR) =		1							
Volume do reservatório (m³) =		11,8							
Meses	Chuva média diária	Demanda diária	Área de captação	Volume de chuva diária	Volume do reservatório fixado	Volume do reservatório no tempo (t-1)	Volume do reservatório no tempo (t)	Overflow	Suprimento de água externo
	(mm)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
1-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	11,80	0,00	0,94
2-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
3-jan	4,2	0,94	239,3	1,01	11,8	10,86	10,93	0,00	0,00
4-jan	2,8	0,94	239,3	0,67	11,8	10,93	10,66	0,00	0,00
5-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,66	9,72	0,00	0,00
6-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,72	8,78	0,00	0,00
7-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,78	7,84	0,00	0,00
8-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,84	6,90	0,00	0,00
9-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,90	5,96	0,00	0,00
10-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,96	5,02	0,00	0,00
11-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,02	4,08	0,00	0,00
12-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,08	3,14	0,00	0,00
13-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,14	2,20	0,00	0,00
14-jan	0,3	0,94	239,3	0,07	11,8	2,20	1,33	0,00	0,00
15-jan	0,8	0,94	239,3	0,19	11,8	1,33	0,58	0,00	0,00
16-jan	0,2	0,94	239,3	0,05	11,8	0,58	-0,31	0,00	0,31
17-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
18-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
19-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
20-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
21-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
22-jan	2	0,94	239,3	0,48	11,8	0,00	-0,46	0,00	0,46
23-jan	3,9	0,94	239,3	0,93	11,8	0,00	-0,01	0,00	0,01
24-jan	2	0,94	239,3	0,48	11,8	0,00	-0,46	0,00	0,46
25-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
26-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
27-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
28-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
29-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
30-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
31-jan	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
1-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
2-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
3-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
4-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
5-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
6-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
7-fev	30	0,94	239,3	7,18	11,8	0,00	6,24	0,00	0,00
8-fev	81,8	0,94	239,3	19,57	11,8	6,24	11,80	13,07	0,00
9-fev	12,3	0,94	239,3	2,94	11,8	11,80	11,80	2,00	0,00
10-fev	20,8	0,94	239,3	4,98	11,8	11,80	11,80	4,04	0,00
11-fev	1,6	0,94	239,3	0,38	11,8	11,80	11,24	0,00	0,00
12-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,24	10,30	0,00	0,00
13-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,30	9,36	0,00	0,00
14-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,36	8,42	0,00	0,00
15-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,42	7,48	0,00	0,00
16-fev	33,6	0,94	239,3	8,04	11,8	7,48	11,80	2,78	0,00
17-fev	1,6	0,94	239,3	0,38	11,8	11,80	11,24	0,00	0,00
18-fev	28,9	0,94	239,3	6,92	11,8	11,24	11,80	5,42	0,00
19-fev	5,4	0,94	239,3	1,29	11,8	11,80	11,80	0,35	0,00
20-fev	12	0,94	239,3	2,87	11,8	11,80	11,80	1,93	0,00
21-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
22-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,86	9,92	0,00	0,00
23-fev	2,4	0,94	239,3	0,57	11,8	9,92	9,55	0,00	0,00
24-fev	5,7	0,94	239,3	1,36	11,8	9,55	9,98	0,00	0,00
25-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,98	9,04	0,00	0,00
26-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,04	8,10	0,00	0,00
27-fev	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,10	7,16	0,00	0,00
28-fev	3,8	0,94	239,3	0,91	11,8	7,16	7,13	0,00	0,00
1-mar	3,1	0,94	239,3	0,74	11,8	7,13	6,93	0,00	0,00
2-mar	5	0,94	239,3	1,20	11,8	6,93	7,19	0,00	0,00
3-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,19	6,25	0,00	0,00
4-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,25	5,31	0,00	0,00
5-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,31	4,37	0,00	0,00
6-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,37	3,43	0,00	0,00
7-mar	29,9	0,94	239,3	7,16	11,8	3,43	9,64	0,00	0,00
8-mar	103,3	0,94	239,3	24,72	11,8	9,64	11,80	21,62	0,00

9-mar	8,6	0,94	239,3	2,06	11,8	11,80	11,80	1,12	0,00
10-mar	45,3	0,94	239,3	10,84	11,8	11,80	11,80	9,90	0,00
11-mar	41,2	0,94	239,3	9,86	11,8	11,80	11,80	8,92	0,00
12-mar	9,2	0,94	239,3	2,20	11,8	11,80	11,80	1,26	0,00
13-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
14-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,86	9,92	0,00	0,00
15-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,92	8,98	0,00	0,00
16-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,98	8,04	0,00	0,00
17-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,04	7,10	0,00	0,00
18-mar		0,94	239,3	0,00	11,8	7,10	6,16	0,00	0,00
19-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,16	5,22	0,00	0,00
20-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,22	4,28	0,00	0,00
21-mar	16,4	0,94	239,3	3,92	11,8	4,28	7,26	0,00	0,00
22-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,26	6,32	0,00	0,00
23-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,32	5,38	0,00	0,00
24-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,38	4,44	0,00	0,00
25-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,44	3,50	0,00	0,00
26-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,50	2,56	0,00	0,00
27-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,56	1,62	0,00	0,00
28-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,62	0,68	0,00	0,00
29-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,68	-0,26	0,00	0,26
30-mar	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
31-mar	6,6	0,94	239,3	1,58	11,8	0,00	0,64	0,00	0,00
1-abr	37,6	0,94	239,3	9,00	11,8	0,64	8,70	0,00	0,00
2-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,70	7,76	0,00	0,00
3-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,76	6,82	0,00	0,00
4-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,82	5,88	0,00	0,00
5-abr	3,6	0,94	239,3	0,86	11,8	5,88	5,80	0,00	0,00
6-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,80	4,86	0,00	0,00
7-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,86	3,92	0,00	0,00
8-abr	0,8	0,94	239,3	0,19	11,8	3,92	3,17	0,00	0,00
9-abr	6,4	0,94	239,3	1,53	11,8	3,17	3,76	0,00	0,00
10-abr	3,1	0,94	239,3	0,74	11,8	3,76	3,56	0,00	0,00
11-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,56	2,62	0,00	0,00
12-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,62	1,68	0,00	0,00
13-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,68	0,74	0,00	0,00
14-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,74	-0,20	0,00	0,20
15-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
16-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
17-abr	0,6	0,94	239,3	0,14	11,8	0,00	-0,80	0,00	0,80
18-abr	8,5	0,94	239,3	2,03	11,8	0,00	1,09	0,00	0,00
19-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,09	0,15	0,00	0,00
20-abr	27,6	0,94	239,3	6,60	11,8	0,15	5,82	0,00	0,00
21-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,82	4,88	0,00	0,00
22-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,88	3,94	0,00	0,00
23-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,94	3,00	0,00	0,00
24-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,00	2,06	0,00	0,00
25-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,06	1,12	0,00	0,00
26-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,12	0,18	0,00	0,00
27-abr	2,1	0,94	239,3	0,50	11,8	0,18	-0,26	0,00	0,26
28-abr	1,3	0,94	239,3	0,31	11,8	0,00	-0,63	0,00	0,63
29-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
30-abr	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
1-mai	1,8	0,94	239,3	0,43	11,8	0,00	-0,51	0,00	0,51
2-mai	15,7	0,94	239,3	3,76	11,8	0,00	2,82	0,00	0,00
3-mai	8,7	0,94	239,3	2,08	11,8	2,82	3,96	0,00	0,00
4-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,96	3,02	0,00	0,00
5-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,02	2,08	0,00	0,00
6-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,08	1,14	0,00	0,00
7-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,14	0,20	0,00	0,00
8-mai	84	0,94	239,3	20,10	11,8	0,20	11,80	7,56	0,00
9-mai	37,6	0,94	239,3	9,00	11,8	11,80	11,80	8,06	0,00
10-mai	1,4	0,94	239,3	0,34	11,8	11,80	11,20	0,00	0,00
11-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,20	10,26	0,00	0,00
12-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,26	9,32	0,00	0,00
13-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,32	8,38	0,00	0,00
14-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,38	7,44	0,00	0,00
15-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,44	6,50	0,00	0,00
16-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,50	5,56	0,00	0,00
17-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,56	4,62	0,00	0,00
18-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,62	3,68	0,00	0,00
19-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,68	2,74	0,00	0,00
20-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,74	1,80	0,00	0,00
21-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,80	0,86	0,00	0,00
22-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,86	-0,08	0,00	0,08
23-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
24-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
25-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
26-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94

27-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
28-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
29-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
30-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
31-mai	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
1-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
2-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
3-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
4-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
5-jun	6,6	0,94	239,3	1,58	11,8	0,00	0,64	0,00	0,00
6-jun	7,4	0,94	239,3	1,77	11,8	0,64	1,47	0,00	0,00
7-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,47	0,53	0,00	0,00
8-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,53	-0,41	0,00	0,41
9-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
10-jun	1,6	0,94	239,3	0,38	11,8	0,00	-0,56	0,00	0,56
11-jun	37	0,94	239,3	8,85	11,8	0,00	7,91	0,00	0,00
12-jun	15,6	0,94	239,3	3,73	11,8	7,91	10,71	0,00	0,00
13-jun	0,6	0,94	239,3	0,14	11,8	10,71	9,91	0,00	0,00
14-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,91	8,97	0,00	0,00
15-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,97	8,03	0,00	0,00
16-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,03	7,09	0,00	0,00
17-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,09	6,15	0,00	0,00
18-jun	0,8	0,94	239,3	0,19	11,8	6,15	5,40	0,00	0,00
19-jun	0,9	0,94	239,3	0,22	11,8	5,40	4,68	0,00	0,00
20-jun	1	0,94	239,3	0,24	11,8	4,68	3,98	0,00	0,00
21-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,98	3,04	0,00	0,00
22-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,04	2,10	0,00	0,00
23-jun	0,6	0,94	239,3	0,14	11,8	2,10	1,30	0,00	0,00
24-jun	0,1	0,94	239,3	0,02	11,8	1,30	0,38	0,00	0,00
25-jun	1	0,94	239,3	0,24	11,8	0,38	-0,32	0,00	0,32
26-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
27-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
28-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
29-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
30-jun	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
1-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
2-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
3-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
4-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
5-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
6-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
7-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
8-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
9-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
10-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
11-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
12-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
13-jul	7,7	0,94	239,3	1,84	11,8	0,00	0,90	0,00	0,00
14-jul	8,8	0,94	239,3	2,11	11,8	0,90	2,07	0,00	0,00
15-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,07	1,13	0,00	0,00
16-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,13	0,19	0,00	0,00
17-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,19	-0,75	0,00	0,75
18-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
19-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
20-jul	0,1	0,94	239,3	0,02	11,8	0,00	-0,92	0,00	0,92
21-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
22-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
23-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
24-jul	1,4	0,94	239,3	0,34	11,8	0,00	-0,60	0,00	0,60
25-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
26-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
27-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
28-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
29-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
30-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
31-jul	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
1-ago	9,5	0,94	239,3	2,27	11,8	0,00	1,33	0,00	0,00
2-ago	0,2	0,94	239,3	0,05	11,8	1,33	0,44	0,00	0,00
3-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,44	-0,50	0,00	0,50
4-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
5-ago	4,6	0,94	239,3	1,10	11,8	0,00	0,16	0,00	0,00
6-ago	14,4	0,94	239,3	3,45	11,8	0,16	2,67	0,00	0,00
7-ago	6,9	0,94	239,3	1,65	11,8	2,67	3,38	0,00	0,00
8-ago	1,8	0,94	239,3	0,43	11,8	3,38	2,87	0,00	0,00
9-ago	0,6	0,94	239,3	0,14	11,8	2,87	2,07	0,00	0,00
10-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,07	1,13	0,00	0,00
11-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,13	0,19	0,00	0,00
12-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,19	-0,75	0,00	0,75
13-ago	6,8	0,94	239,3	1,63	11,8	0,00	0,69	0,00	0,00

14-ago	0,6	0,94	239,3	0,14	11,8	0,69	-0,11	0,00	0,11
15-ago	0,4	0,94	239,3	0,10	11,8	0,00	-0,84	0,00	0,84
16-ago	1,6	0,94	239,3	0,38	11,8	0,00	-0,56	0,00	0,56
17-ago	2,6	0,94	239,3	0,62	11,8	0,00	-0,32	0,00	0,32
18-ago	7,3	0,94	239,3	1,75	11,8	0,00	0,81	0,00	0,00
19-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,81	-0,13	0,00	0,13
20-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
21-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
22-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
23-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
24-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
25-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
26-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
27-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
28-ago	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
29-ago	11,6	0,94	239,3	2,78	11,8	0,00	1,84	0,00	0,00
30-ago	0,1	0,94	239,3	0,02	11,8	1,84	0,92	0,00	0,00
31-ago	33,9	0,94	239,3	8,11	11,8	0,92	8,09	0,00	0,00
1-set	35,6	0,94	239,3	8,52	11,8	8,09	11,80	3,87	0,00
2-set	24,2	0,94	239,3	5,79	11,8	11,80	11,80	4,85	0,00
3-set	6,6	0,94	239,3	1,58	11,8	11,80	11,80	0,64	0,00
4-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
5-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,86	9,92	0,00	0,00
6-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,92	8,98	0,00	0,00
7-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,98	8,04	0,00	0,00
8-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,04	7,10	0,00	0,00
9-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,10	6,16	0,00	0,00
10-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,16	5,22	0,00	0,00
11-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,22	4,28	0,00	0,00
12-set	4,5	0,94	239,3	1,08	11,8	4,28	4,42	0,00	0,00
13-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,42	3,48	0,00	0,00
14-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,48	2,54	0,00	0,00
15-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,54	1,60	0,00	0,00
16-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,60	0,66	0,00	0,00
17-set	0,8	0,94	239,3	0,19	11,8	0,66	-0,09	0,00	0,09
18-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
19-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
20-set	0,6	0,94	239,3	0,14	11,8	0,00	-0,80	0,00	0,80
21-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
22-set	1	0,94	239,3	0,24	11,8	0,00	-0,70	0,00	0,70
23-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
24-set	0,8	0,94	239,3	0,19	11,8	0,00	-0,75	0,00	0,75
25-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
26-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
27-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
28-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
29-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
30-set	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
1-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
2-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
3-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
4-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
5-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,00	-0,94	0,00	0,94
6-out	1,1	0,94	239,3	0,26	11,8	0,00	-0,68	0,00	0,68
7-out	1,8	0,94	239,3	0,43	11,8	0,00	-0,51	0,00	0,51
8-out	6,6	0,94	239,3	1,58	11,8	0,00	0,64	0,00	0,00
9-out	0,2	0,94	239,3	0,05	11,8	0,64	-0,25	0,00	0,25
10-out	4,4	0,94	239,3	1,05	11,8	0,00	0,11	0,00	0,00
11-out	97,1	0,94	239,3	23,24	11,8	0,11	11,80	10,61	0,00
12-out	97,8	0,94	239,3	23,40	11,8	11,80	11,80	22,46	0,00
13-out	29,9	0,94	239,3	7,16	11,8	11,80	11,80	6,22	0,00
14-out	1	0,94	239,3	0,24	11,8	11,80	11,10	0,00	0,00
15-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,10	10,16	0,00	0,00
16-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,16	9,22	0,00	0,00
17-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,22	8,28	0,00	0,00
18-out	1	0,94	239,3	0,24	11,8	8,28	7,58	0,00	0,00
19-out	56,6	0,94	239,3	13,54	11,8	7,58	11,80	8,38	0,00
20-out	15,2	0,94	239,3	3,64	11,8	11,80	11,80	2,70	0,00
21-out	10,3	0,94	239,3	2,46	11,8	11,80	11,80	1,52	0,00
22-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
23-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,86	9,92	0,00	0,00
24-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,92	8,98	0,00	0,00
25-out	0,2	0,94	239,3	0,05	11,8	8,98	8,09	0,00	0,00
26-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,09	7,15	0,00	0,00
27-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,15	6,21	0,00	0,00
28-out	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,21	5,27	0,00	0,00
29-out	0,3	0,94	239,3	0,07	11,8	5,27	4,40	0,00	0,00
30-out	61,4	0,94	239,3	14,69	11,8	4,40	11,80	6,35	0,00
31-out	12,6	0,94	239,3	3,02	11,8	11,80	11,80	2,08	0,00

1-nov	40,7	0,94	239,3	9,74	11,8	11,80	11,80	8,80	0,00
2-nov	60,4	0,94	239,3	14,45	11,8	11,80	11,80	13,51	0,00
3-nov	2,2	0,94	239,3	0,53	11,8	11,80	11,39	0,00	0,00
4-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,39	10,45	0,00	0,00
5-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,45	9,51	0,00	0,00
6-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,51	8,57	0,00	0,00
7-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,57	7,63	0,00	0,00
8-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,63	6,69	0,00	0,00
9-nov	2,2	0,94	239,3	0,53	11,8	6,69	6,27	0,00	0,00
10-nov	14,8	0,94	239,3	3,54	11,8	6,27	8,87	0,00	0,00
11-nov	5,6	0,94	239,3	1,34	11,8	8,87	9,27	0,00	0,00
12-nov	28,6	0,94	239,3	6,84	11,8	9,27	11,80	3,38	0,00
13-nov	37,2	0,94	239,3	8,90	11,8	11,80	11,80	7,96	0,00
14-nov	14,8	0,94	239,3	3,54	11,8	11,80	11,80	2,60	0,00
15-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
16-nov	1,4	0,94	239,3	0,34	11,8	10,86	10,26	0,00	0,00
17-nov	22,4	0,94	239,3	5,36	11,8	10,26	11,80	2,88	0,00
18-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
19-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,86	9,92	0,00	0,00
20-nov	12	0,94	239,3	2,87	11,8	9,92	11,80	0,05	0,00
21-nov	23,1	0,94	239,3	5,53	11,8	11,80	11,80	4,59	0,00
22-nov	5,7	0,94	239,3	1,36	11,8	11,80	11,80	0,42	0,00
23-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	11,80	10,86	0,00	0,00
24-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,86	9,92	0,00	0,00
25-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,92	8,98	0,00	0,00
26-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,98	8,04	0,00	0,00
27-nov	1	0,94	239,3	0,24	11,8	8,04	7,34	0,00	0,00
28-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,34	6,40	0,00	0,00
29-nov	1,3	0,94	239,3	0,31	11,8	6,40	5,77	0,00	0,00
30-nov	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,77	4,83	0,00	0,00
1-dez	6,4	0,94	239,3	1,53	11,8	4,83	5,42	0,00	0,00
2-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,42	4,48	0,00	0,00
3-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,48	3,54	0,00	0,00
4-dez	11	0,94	239,3	2,63	11,8	3,54	5,23	0,00	0,00
5-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,23	4,29	0,00	0,00
6-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,29	3,35	0,00	0,00
7-dez	12,2	0,94	239,3	2,92	11,8	3,35	5,33	0,00	0,00
8-dez	42,2	0,94	239,3	10,10	11,8	5,33	11,80	2,69	0,00
9-dez	10,6	0,94	239,3	2,54	11,8	11,80	11,80	1,60	0,00
10-dez	0,2	0,94	239,3	0,05	11,8	11,80	10,91	0,00	0,00
11-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	10,91	9,97	0,00	0,00
12-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,97	9,03	0,00	0,00
13-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	9,03	8,09	0,00	0,00
14-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	8,09	7,15	0,00	0,00
15-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	7,15	6,21	0,00	0,00
16-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	6,21	5,27	0,00	0,00
17-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	5,27	4,33	0,00	0,00
18-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,33	3,39	0,00	0,00
19-dez	7	0,94	239,3	1,68	11,8	3,39	4,12	0,00	0,00
20-dez	4	0,94	239,3	0,96	11,8	4,12	4,14	0,00	0,00
21-dez	1,4	0,94	239,3	0,34	11,8	4,14	3,54	0,00	0,00
22-dez	9,9	0,94	239,3	2,37	11,8	3,54	4,96	0,00	0,00
23-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	4,96	4,02	0,00	0,00
24-dez	3,4	0,94	239,3	0,81	11,8	4,02	3,90	0,00	0,00
25-dez	0,2	0,94	239,3	0,05	11,8	3,90	3,01	0,00	0,00
26-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	3,01	2,07	0,00	0,00
27-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	2,07	1,13	0,00	0,00
28-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	1,13	0,19	0,00	0,00
29-dez	0	0,94	239,3	0,00	11,8	0,19	-0,75	0,00	0,75
30-dez	4	0,94	239,3	0,96	11,8	0,00	0,02	0,00	0,00
31-dez	1,1	0,94	239,3	0,26	11,8	0,02	-0,66	0,00	0,66
MÉDIA	5,00	0,94		1,19				206,20	0,28

Descrição da planilha:

Coluna 1 = DIAS

Coluna 2 = Intensidade pluviométrica diária

Coluna 3 = Demanda diária de água pluvial da edificação.

Coluna 4 = Área de captação da edificação.

Coluna 5 = (Coluna 2) x (Coluna 4) x (Coeficiente de runoff) / (1000).

Coluna 6 = Corresponde ao volume definido para o reservatório.

Coluna 7 = Se (Coluna 8 mês anterior) for menor que zero, adotar zero.

Se (Coluna 8 mês anterior) for maior ou igual a zero, adotar o valor.

Valor de 01-jan igual a zero.

Coluna 8 = Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for maior que (Coluna 6) adotar o valor da (Coluna 6).

Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for igual ou menor que (Coluna 6) adotar (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3).

Valor de janeiro igual o volume do reservatório.

Coluna 9 = Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for maior que (Coluna 6), adotar (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) - (Coluna 6)

Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for igual ou menor que (Coluna 6), adotar zero.

Coluna 10 = Se (Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3) for menor que zero, adotar -((Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3))

Se (Coluna 7) + (Coluna 5) - (Coluna 3) for igual ou maior que zero, adotar zero.

Legenda:

Valores automáticos

Valores a serem definidos

APENDICE C

Cenário 1 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Implantação

COD	Descrição	Quant.	Uni.	Preço uni	Total R\$
RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA DE REÚSO (RIAR)					
37105	RESERVATÓRIO INFERIOR DE FIBRA DE VIDRO 5000 L	1	Un.	2.842,42	2842,42
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR	1,4821	H	19,01	28,17
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	1,4821	H	23,84	35,33
93287	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHP DIURNO. AF_03/2016	0,2634	CHP	312,32	82,26
93288	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHI DIURNO. AF_03/2016	2,3611	CHI	158,19	373,5
	KIT DOSADOR DE CLORO D1	1	Un.	290,00	290,00
TOTAL					3651,68
RESERVATÓRIO SUPERIOR DE REÚSO (RSAR)					
	RESERVATÓRIO SUPERIOR DE FIBRA DE VIDRO 12000 L	1	Un.	6.589,00	6589,00
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR	1,4821	H	19,01	28,17
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	1,4821	H	23,84	35,33
93287	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHP DIURNO. AF_03/2016	0,2634	CHP	312,32	82,26
93288	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHI DIURNO. AF_03/2016	2,3611	CHI	158,19	373,5
TOTAL					7108,26
ELEVATÓRIA DE ÁGUA DE REÚSO					
102122	BOMBA CENTRÍFUGA, TRIFÁSICA, 10 CV - Fornecimento e instalação	1	Un.	7.248,04	7248,04
11267	ARRUELA LISA, REDONDA, DE LATAO POLIDO, DIAMETRO NOMINAL 5/8"	4	Un.	0,95	3,8
39996	VERGALHAO ZINCADO ROSCA TOTAL, 1/4 " (6,3 MM)	0,2	M	4,80	0,66
39997	PORCA ZINCADA, SEXTAVADA, DIAMETRO 1/4"	4	Un.	0,32	1,28
88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,633	H	24,16	15,29
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,289	H	19,01	62,52
88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,633	H	27,49	17,4
TOTAL					7348,99
REDE DE COLETA DE ÁGUA PLUVIAL					
122	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	468 m			
	ADESIVO PLASTICO PARA PVC	20,0772	M	74,4	94,48
9841	TUBO PVC, SÉRIE R, DN 100 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	486,72	M	66,22	552,94
20083	SOLUCAO PREPARADORA / LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000	32,8068	Un.	84,29	117,10
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	69,498	Un.	2,19	71,69
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	208,26	H	19,01	227,27
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	208,26	H	23,84	232,10
TOTAL					1295,57
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL					
	KIT FILTRAÇÃO CICLO 250 - ÁREAS ATÉ 350 m ²		1 Un.	1600,00	1600,00
TOTAL					1600,00
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL					
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	140 m			
9867	TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 20 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	148,54	M	25,74	3823,42
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	4,48	Un.	2,19	9,8112
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	13,58	H	19,01	258,1558

88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	13,58	H	23,84	323,7472
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS 77 m				
	TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	81,697	M	20,43	1669,07
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	11,319	Un.	2,19	24,78861
	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	33,88	H	19,01	644,0588
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	33,88	H	23,84	807,6992
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS 72 m				
	TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 40 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	76,392	M	43,01	3285,62
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	0,576	Un.	2,19	1,26
	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,7856	H	19,01	33,94
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,728	H	23,84	41,20
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS 43 m				
	TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	45,623	M	54,08	2467,29
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	0,43	Un.	2,19	0,94
	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,247	H	19,01	23,71
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,247	H	23,84	29,73
TOTAL					13444,44
	TOTAL CENÁRIO 1				34448,94

APENDICE D

Manutenção e Operação

	Descrição	Quant.	Uni.	Preço uni	TOTAL Anual R\$
1	Reservatório Inferior de Água de Reuso	-	-	-	28,25
2	Reservatório superior de Água de Reuso	-	-	-	68,71
3	Elevatória de água de reuso	-	-	-	706,24
4	Rede de coleta de água pluvial	-	-	-	17,92
5	Rede de distribuição de água não potável				
	DN 20 mm	140	M	0,14	19,32
	DN 32 mm	77	M	0,22	17,02
	DN 40 mm	72	M	0,33	24,05
	DN 50 mm	43	M	0,51	21,72
	TOTAL				82,10
6	Pastilhas de cloro	165	Un.	10,00	1650,00
7	Análises laboratoriais				
	pH	52	Un.	10,00	520,00
	Cloro	52	Un.	20,00	1040,00
	Turbidez	52	Un.	10,00	520,00
	E coli	52	Un.	55,00	2860,00
	TOTAL				4940,00
8	Energia elétrica	5369,15	R\$/ kWh anual	0,33125	1778,53
	TOTAL CENÁRIO 1				9271,74

APENDICE E

Cenário 2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA E DE CONDENSADO
Implantação

COD	Descrição	Quant.	Uni.	Preço uni	Total R\$
RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA DE REÚSO (RIAR)					
37105	RESERVATÓRIO INFERIOR DE FIBRA DE VIDRO 5000 L	1	Un.	2.842,42	2842,42
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR	1,4821	H	19,01	28,17
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	1,4821	H	23,84	35,33
	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60				
93287	T, POTÊNCIA 260 KW - CHP DIURNO. AF_03/2016	0,2634	CHP	312,32	82,26
	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60				
93288	T, POTÊNCIA 260 KW - CHI DIURNO. AF_03/2016	2,3611	CHI	158,19	373,5
	KIT DOSADOR DE CLORO D1	1	Un.	290,00	290,00
TOTAL					3651,68
RESERVATÓRIO SUPERIOR DE REÚSO (RSAR)					
	RESERVATÓRIO SUPERIOR DE FIBRA DE VIDRO 12000 L	1	Un.	6.589,00	6589,00
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR	1,4821	H	19,01	28,17
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	1,4821	H	23,84	35,33
	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60				
93287	T, POTÊNCIA 260 KW - CHP DIURNO. AF_03/2016	0,2634	CHP	312,32	82,26
	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60				
93288	T, POTÊNCIA 260 KW - CHI DIURNO. AF_03/2016	2,3611	CHI	158,19	373,5
TOTAL					7108,26
ELEVATÓRIA DE ÁGUA DE REÚSO					
102122	BOMBA CENTRÍFUGA, TRIFÁSICA, 10 CV - Fornecimento e instalação	1	Un.	7.248,04	7248,04
11267	ARRUELA LISA, REDONDA, DE LATAO POLIDO, DIAMETRO NOMINAL 5/8"	4	Un.	0,95	3,8
39996	VERGALHAO ZINCADO ROSCA TOTAL, 1/4 " (6,3 MM)	0,2	M	4,80	0,66
39997	PORCA ZINCADA, SEXTAVADA, DIAMETRO 1/4"	4	Un.	0,32	1,28
88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,633	H	24,16	15,29
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,289	H	19,01	62,52
88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,633	H	27,49	17,4
TOTAL					7348,99
REDE DE COLETA DE ÁGUA PLUVIAL					
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	468 m			
122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC	20,0772	M	74,4	94,48
9841	TUBO PVC, SERIE R, DN 100 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	486,72	M	66,22	552,94
20083	SOLUCAO PREPARADORA / LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000	32,8068	Un.	84,29	117,10
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	69,498	Un.	2,19	71,69
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	208,26	H	19,01	227,27
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	208,26	H	23,84	232,10
TOTAL					1295,57
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL					
	KIT FILTRAÇÃO CICLO 250 - ÁREAS ATÉ 350 m ²		1 Un.	1600,00	1600,00
TOTAL					1600,00
REDE DE COLETA DE ÁGUA DE AR CONDICIONADO					
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	427 m			
9869	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 32 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	428,061	M	29,35	457,41
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	19,215	Un.	2,19	21,41
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	57,218	H	19,01	76,23
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	57,218	H	23,84	81,06
TOTAL					636,10
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL					
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	140 m			
9869	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 20 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	148,54	M	25,74	3823,42
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	4,48	Un.	2,19	9,8112
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	13,58	H	19,01	258,1558
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	13,58	H	23,84	323,7472
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	77 m			
9869	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 32 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	81,697	M	20,43	1669,07
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	11,319	Un.	2,19	24,78861

88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	33,88	H	19,01	644,0588
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	33,88	H	23,84	807,6992
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS				
					72 m
9874	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 40 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	76,392	M	43,01	3285,62
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	0,576	Un.	2,19	1,26
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,7856	H	19,01	33,94
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,728	H	23,84	41,20
	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA DE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS				
					43 m
9875	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 50 MM, INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	45,623	M	54,08	2467,29
38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	0,43	Un.	2,19	0,94
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,247	H	19,01	23,71
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,247	H	23,84	29,73
TOTAL					13444,44
	TOTAL CENÁRIO 2				35085,04

APENDICE F

Manutenção e Operação

	Descrição	Quant.	Uni.	Preço uni	TOTAL Anual R\$
1	Reservatório Inferior de Água de Reuso	-	-	-	28,25
2	Reservatório superior de Água de Reuso	-	-	-	68,71
3	Elevatória de água de reuso	-	-	-	706,24
4	Rede de coleta de água pluvial	-	-	-	17,92
5	Rede de coleta de água de condensado	-	-	-	22,63
6	Rede de distribuição de água não potável				
	DN 20 mm	140	M	0,14	19,32
	DN 32 mm	77	M	0,22	17,02
	DN 40 mm	72	M	0,33	24,05
	DN 50 mm	43	M	0,51	21,72
	TOTAL				82,10
7	Pastilhas de cloro	165	Un.	10,00	1650,00
8	Análises laboratoriais				
	pH	52	Un.	10,00	520,00
	Cloro	52	Un.	20,00	1040,00
	Turbidez	52	Un.	10,00	520,00
	E coli	52	Un.	55,00	2860,00
	TOTAL				4940,00
8	Energia elétrica	5369,15	kwh/ano	0,33125	1778,53
	TOTAL CENÁRIO 2				9294,37

APENDICE G

Cenário 3 REUSO DE ÁGUAS CINZAS

Implantação

COD	Descrição	Quant.	Un.	Preço uni	Total R\$
RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA DE REÚSO (RIAR)					
37105	RESERVATÓRIO INFERIOR DE FIBRA DE VIDRO 5000 L	1	Un.	2.842,42	2842,42
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR	1,4821	H	19,01	28,17
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	1,4821	H	23,84	35,33
93287	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHP DIURNO. AF_03/2016	0,2634	CHP	312,32	82,26
93288	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHI DIURNO. AF_03/2016	2,3611	CHI	158,19	373,5
	KIT DOSADOR DE CLORO D1	1	Un.	290,00	290,00
TOTAL					3651,68
RESERVATÓRIO SUPERIOR DE REÚSO (RSAR)					
	RESERVATÓRIO SUPERIOR DE FIBRA DE VIDRO 12000 L	1	Un.	6.589,00	6589,00
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR	1,4821	H	19,01	28,17
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO	1,4821	H	23,84	35,33
93287	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M,	0,2634	CHP	312,32	82,26
93288	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHI DIURNO. AF_03/2016	2,3611	CHI	158,19	373,5
TOTAL					7108,26
ELEVATÓRIA DE ÁGUA DE REÚSO					
102122	BOMBA CENTRÍFUGA, TRIFÁSICA, 10 CV - Fornecimento e instalação	1	Un.	7.248,04	7248,04
11267	ARRUELA LISA, REDONDA, DE LATAO POLIDO, DIAMETRO NOMINAL 5/8"	4	Un.	0,95	3,8
39996	VERGALHAO ZINCADO ROSCA TOTAL, 1/4 " (6,3 MM)	0,2	M	4,80	0,66
39997	PORCA ZINCADA, SEXTAVADA, DIAMETRO 1/4"	4	Un.	0,32	1,28
88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,633	H	24,16	15,29
	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS				
88248	COMPLEMENTARES	3,289	H	19,01	62,52
88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,633	H	27,49	17,4
TOTAL					7348,99
TRATAMENTO: Alternativa 1: Filtro anaeróbio + wetlands + pós tratamento					
FILTRO ANAERÓBIO					
	FILTRO ANAERÓBIO, EM POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD), CAPACIDADE				
39365	1100 L	1	Un.	1.275,71	1275,71
	BOMBA CENTRÍFUGA DANCOR Cp-4c 1/4 Cv	1	Un.	576,91	576,91
TOTAL					1.852,62
ALVENARIA					
	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM				
103322	PREPARO EM BETONEIRA	19	m ²		
	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20				
34557	A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	7,98	m	4,71	37,43
37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	0,095	cento	42,28	3,99
	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, FUROS NA				
37592	VERTICAL, 9 X 19 X 39 CM (NBR 15270)	258,4	Un.	1,55	400,52
	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE				
87292	VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L	0,19	Un.	484,95	95,76
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	11,21	H	25,45	285,19
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	5,605	H	19,64	110,01
TOTAL					932,9
REVESTIMENTO					
	EMBOÇO EM ARGAMASSA PARA AMBIENTE COM ÁREA MAIOR QUE 10M2				
87536	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE	19	m ²		
87369	VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL	7,144	m ³	592,06	422,94
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	6,08	H	25,45	154,66
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	3,422	H	19,64	43,89
TOTAL					621,49
TUBOS E CONEXÕES EM PVC					

APENDICE H

Manutenção e Operação

	Descrição	Quant.	Uni.	Preço uni	TOTAL Anual R\$
1	Reservatório Inferior de Água de Reuso	-	-	-	28,25
2	Reservatório superior de Água de Reuso	-	-	-	68,71
3	Elevatória de água de reuso	-	-	-	706,24
4	Rede de distribuição de água não potável				
	DN 20 mm	140	M	0,14	19,32
	DN 32 mm	77	M	0,22	17,02
	DN 40 mm	72	M	0,33	24,05
	DN 50 mm	43	M	0,51	21,72
	TOTAL				82,10
5	Pastilhas de cloro	165	Un.	10,00	1650,00
6	Análises laboratoriais				
	pH	365	Un.	10,00	3650,00
	Cloro	365	Un.	20,00	7300,00
	Turbidez	52	Un.	10,00	520,00
	Sólidos	52	Un.	30,00	1560,00
	E coli	12	Un.	55,00	660,00
	DBO	12	Un.	50,00	600,00
	TOTAL				14290,00
7	Energia elétrica				
	Elevatória de água de reuso	5369,15	kwh/ano	0,33125	1778,53
	Tratamento: alternativa 1	805,92	kwh/ano	0,33125	266,96
	Tratamento: alternativa 2	2065,90	kwh/ano	0,33125	684,33
	ALTERNATIVA 1				2045,49
	ALTERNATIVA 2				2462,86
	TOTAL CENÁRIO 3: ALTERNATIVA 1				18870,78
	TOTAL CENÁRIO 3: ALTERNATIVA 2				19288,15

ANEXO A



Vila Velha (ES), 01 de julho de 2022.

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda.
CNPJ: 17.191.472/0001-71
Telefone: (27) 3244-7443 / (27) 99293-9991
E-mail: gabriel@fluxoambiental.com.br
Endereço: Rodovia do Sol, 2500 - Praia dos Recifes - Vila Velha/ES - CEP 29.128-200 - Brasil

Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC)
Proposta nº: 141/22
Empresa: Cond. Luis Nogueira
Responsável (s): Sra. Brunela dos Santos Neves
Nome do Empreendimento: Residencial Luis Nogueira

Ref.: Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC).

Colocamo-nos à sua inteira disposição para o esclarecimento de quaisquer dúvidas e para prestação de informações complementares.

1 INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) Fluxo é fabricada em PRFV, o que garante a todo o sistema, completa estanqueidade, leveza e facilidade de transporte. Baseada em sistemas mais biológicos, composto por filtro anaeróbio (Fan), seguido de filtro biológico aerado secundário (FBAS), decantador secundário (DEC) e filtração terciária, a ETAC Fluxo apresenta água de reúso de excelente qualidade, agregando uma série de vantagens, quando comparado a outros sistemas, conforme tabela abaixo.

Baixo requisito de área construída e área ocupada
Baixo consumo de energia
Baixa geração de lodo e possibilidade de desaguamento
Baixo consumo de produtos químicos para operação
Operação simplificada (2h por dia, de 2 a 3 vezes por semana)

A tabela a seguir compara as principais características de sistemas de tratamento de águas cinzas para reúso, auxiliando na tomada de decisão do comprador com outros tipos de sistemas.



Sistema	Área ocupada	Consumo de Energia	Produção de lodo	Consumo de produtos químicos	Complexidade Operacional
ETAC Fluxo	Intermediária	Baixo	Baixa	Baixo	Baixa
Lodos Ativados + polimento	Intermediária	Alto	Alta	Baixo	Alta
Processos Físico-químicos	Baixa	Intermediário	Alta	Alto	Intermediária

Para mais informações, acesse: <https://fluxoambiental.com.br/como-escolher-estacao-tratamento-esgoto-ete-ideal-seu-empreendimento/>

2 PARÂMETROS DE PROJETO

2.1 Capacidade nominal do sistema*

Vazão média: 5,0 m³/d

2.2 Características do efluente*

Parâmetro	Unidade	Águas Cinzas	Água de Reúso	CONAMA 430/11 NBR 13.969/97
DBO ₅	mg/L	≤ 250	≤ 30	< 60 ou remoção de 60%
DQO	mg/L	≤ 400	≤ 90	< 150
SST	mg/L	≤ 100	≤ 30	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 10 ⁷	< 10 ²	< 10 ²
Turbidez	UNT	35-50	≤ 10	≤ 10
Cloro residual	mg/L	-	0,5-1,5	0,5-1,5

* Para valores mais restritivos que os descritos na tabela acima, favor consultar nossa equipe.

3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

A ETAC proposta associa em série processos físicos, químicos e biológicos, do tipo anaeróbio + aeróbio. Suas unidades componentes são: pré-tratamento, Filtro Anaeróbio, Filtro Biológico Aerado Submerso (FBAS) e Decantador Secundário (DEC), filtração terciária e desinfecção com cloro.

3.1 Etapas do tratamento

- **Pré-tratamento (gradeamento):** unidade essencial que visa reter sólidos grosseiros e areia, evitando o desgaste por abrasão dos equipamentos eletromecânicos (bombas submersíveis de recalque e bombas de recirculação de lodo), o acúmulo de material inerte nos reatores biológicos e entupimentos nas tubulações; além de remover materiais flutuantes, evitando a obstrução das tubulações, acúmulo nas unidades de tratamento e aspectos desagradáveis no corpo receptor.
- **Tratamento Anaeróbio (FAn – Filtro Biológico Anaeróbio):** Filtro Anaeróbio (Fan) para a fase complementar do tratamento biológico e remoção dos compostos orgânicos remanescentes. Filtro

Anaeróbio (Fan) para a fase complementar do tratamento biológico e remoção dos compostos orgânicos remanescentes.

- **Tratamento aeróbio (FBAS – Filtro Biológico Aerado Submerso e Decantador Secundário):** reator biológico à base de culturas de microrganismos fixas sobre um meio suporte. É constituído por um tanque preenchido com um material poroso, através do qual água residuária e ar fluem permanentemente. O meio poroso é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando o FBAS como reator trifásico (fase líquida: esgoto sanitário; fase gasosa: sistema de aeração e fase sólida: formação de biofilme sobre meio suporte). O sistema de aeração é essencial para manter as condições aeróbias no reator e é constituído de aeradores submersíveis que geram bolhas de ar na base do tanque do FBAS. O biofilme de excesso produzido no FBAS é liberado no efluente e retido na etapa de decantação secundária, localizada a jusante do FBAS. O decantador secundário (DEC) promove a segregação de lodo e líquido (efluente tratado). O lodo de excesso (biofilme) é recirculado ao tratamento anaeróbio (FAn) para ser digerido e estabilizado e o efluente clarificado é encaminhado ao sistema de filtração e, em seguida, à unidade de desinfecção.
- **Filtro terciário:** unidade de clarificação do efluente do decantador secundário. Sua finalidade é a retenção de partículas de sólidos que tenham passado pelos processos anteriores e assim garantir um efluente de alta qualidade. A limpeza é automática, realizada através do sistema de retrolavagem. Neste processo a água passa no sentido contrário ao do fluxo, retirando as impurezas do meio filtrante.
- **Desinfecção com cloro:** sistema de desinfecção do efluente por meio de tanque de contato e aplicação de hipoclorito de sódio por meio de bomba dosadora. O cloro líquido é aplicado na corrente líquida que percorre o tanque de contato e, após 30 minutos de mistura e reação, o efluente e desinfetado atende ao padrão de qualidade coliformes termotolerantes < 10³ NMP/100ml.
- **Sistema de aeração:** sistema de aeração por ar difuso através de sopradores e de difusores de bolha grossa.
- **Sistema de recirculação de lodo aeróbio:** bombas centrífugas autoaspirantes que coletam o lodo aeróbio a cada ciclo de 2 horas e recirculam dos decantadores secundários para o reator UASB (tratamento anaeróbio para digestão e estabilização). Ciclos automáticos controlados por temporizadores.

4 FLUXOGRAMA DO SISTEMA PROPOSTO

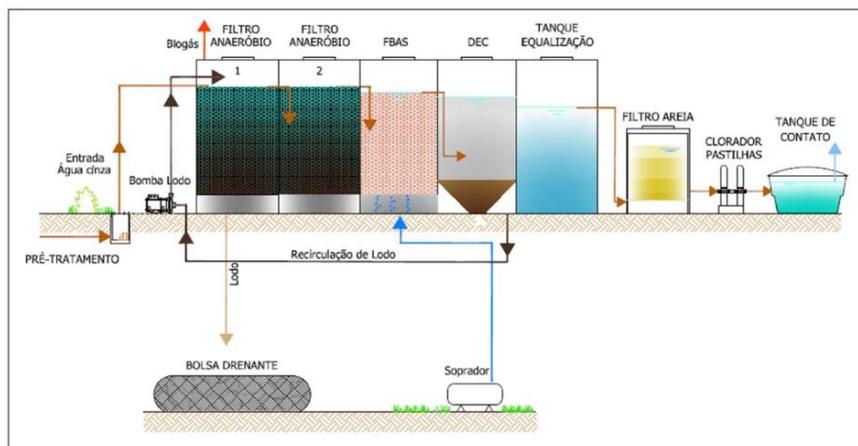


Figura 1: Fluxograma da ETAC.

5 TABELA RESUMO DA ETAC PROPOSTA

Item	Unidade	Descrição ¹	Quant.	Material
1	Pré-tratamento	Gradeamento fino	01	PRFV
2	ETAC	Ø 2,5 m; H: 2,20 m ¹	01	PRFV
3	Filtração Terciária	Filtro de areia	01	PRFV
4	Bomba do filtro	Bomba centrífuga autoescorvante	01	-
5	Sistema de aerção	Grelha de aerção - bolhas grossas	01	Galvanizado/PVC
6	Soprador de ar	Soprador de ar de canal lateral	01	-
7	Sistema de recirc. de lodo	Bomba de recirculação de lodo	01	-
8	Desinfecção	Tanque de contato	01	PRFV
9	Bomba dosadora	Bomba dosadora eletromagnética	01	-
10	Painel elétrico	Painel elétrico para motores	01	
11	Escada e plataforma		01	PRFV

Legenda: PRFV: Plástico Reforçado com Fibra de Vidro; L: comprimento; B: largura; H: altura; Ø: diâmetro

OBS: Recomenda-se a compra de equipamentos eletromecânicos reservas.

¹ As dimensões dos tanques podem ser alteradas/adequadas durante o desenvolvimento do projeto.

6 UNIDADES COMPONENTES

1. Pré-tratamento	
Quantidade	01 unidade
Dimensões*	Comprimento: m, Largura: m, Altura: m
Peso*	kg
Material	PRFV
Descrição	Gradeamento fino
Função	Retenção de sólidos grosseiros
2. Filtro Anaeróbio (FAn)	
Quantidade	unidades
Dimensões	Altura útil: m
Material	PRFV
Descrição	Filtro anaeróbio de fluxo ascendente
Função	Promover a digestão da matéria orgânica, através da via anaeróbia, bem como a remoção de sólidos suspensos. Promove também a digestão do lodo recirculado.
3. Filtro Biológico Aerado Submerso e Decantador Secundário (FBAS/DEC)	
Quantidade	unidades
Dimensões	Altura útil: m
Peso unitário	kg
Material	PRFV
Descrição	Compartimentos contendo o biofiltro aerado submerso e o decantador secundário
Função	Remoção complementar de matéria orgânica e clarificação do efluente tratado. Impedir a passagem de sólidos e sua presença no efluente tratado.
4. Filtração Terciária	
Quantidade	unidades
Dimensões	Altura útil: m
Peso unitário	kg
Material	PRFV
Descrição	Tubulação e grade de distribuição da aeração
Função	Promover a remoção de partículas que possam ter passado pelas etapas anteriores.
5. Bomba do filtro	
Quantidade	unidades
Dimensões*	Comprimento: m, Largura: m, Altura: m
Peso*	kg
Material	Corpo em ferro fundido
Descrição	Bomba centrífuga auto-aspirante Potência: 0,25 cv, Tensão: 220 V Monofásico
Função	Realizar a sucção do efluente acumulado no tanque pulmão e bombeá-lo para os filtros.
6. Sistema de aeração	

Quantidade	unidades
Material	Aço galvanizado/PVC
Descrição	Tubulação e grade de distribuição da aeração
Função	Promover a distribuição do ar no interior do biofiltro aerado submerso, alimentando a etapa aeróbia do sistema.
7. Soprador de ar	
Quantidade	unidade
Peso*	kg
Material	Corpo em ferro fundido
Descrição*	Soprador de Canal Lateral Potência: , Tensão: , Corrente:
Função	Promover a alimentação do sistema de aeração com ar externo.
8. Bomba de recirculação de lodo	
Quantidade	unidades
Dimensões*	Comprimento: m, Largura: m, Altura: m
Peso*	kg
Material	Corpo em ferro fundido
Descrição	Bomba centrífuga auto-aspirante
Função	Realizar a sucção do lodo depositado no fundo do decantador secundário e encaminhá-lo para digestão no reator UASB ou alimentação do FBAS.
9. Desinfecção	
Quantidade	unidades
Dimensões	Comprimento: m, Largura: m, Altura: m
Peso	kg
Material	PRFV
Descrição	Tanque de contato
Função	Promover o tempo de contato necessário para ação do agente desinfetante no efluente tratado.
10. Bomba dosadora	
Quantidade	unidade
Dimensões	Comprimento: m, Largura: m, Altura: m
Peso	kg
Material	PRFV
Descrição	Bomba dosadora peristáltica eletromagnética
Função	Promover a dosagem de hipoclorito no tanque de contato.

11. Painel elétrico (CCM)	
Quantidade	01 unidade
Dimensões*	Comprimento: m, Largura: m, Altura: m
Peso*	kg
Material	Aço carbono
Descrição	Painel de alimentação e proteção, contendo disjuntores, relés térmicos e relés horários
Função	Alimentar e proteger os motores e equipamentos eletromecânicos instalados na ETAC.
12. Escada, corrimão e plataforma	
Quantidade	01 unidade
Dimensões*	Comprimento: m, Largura: m, Altura: m
Peso*	kg
Material	PRFV
Descrição	Escada tipo marinho com guarda corpo, guarda corpo e passarela para acesso aos tanques
Função	Promover o acesso às bocas de visita dos tanques.

*Informações a serem definidas mediante alinhamento de projeto.

7 SISTEMAS SEMELHANTES INSTALADOS E OPERANDO



Figura 2 – Ed. Rio Grande – Vitória/ES

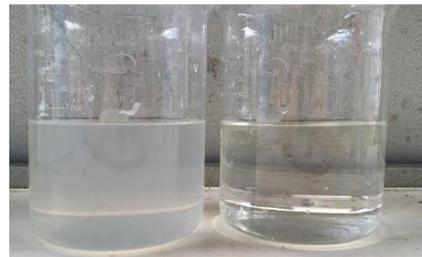


Figura 3 – Comparativo entrada x saída ETAC Fluxo

8 ESCOPO DA PROPOSTA E RESPONSABILIDADES

8.1 Contratada:

- Databook contendo ART, projetos, memorial e manual de operação;
- Apoio para aprovação nos órgãos competentes (prefeitura, SAAE, concessionária etc.) – limitado a entrega da documentação listada acima e participação em reuniões virtuais pré-agendadas para esclarecimento de questionamentos técnicos;



- Montagem e instalação da ETAC;
- Tubos e conexões para interligação dos tanques;
- Orientação e acompanhamento dos testes hidráulicos da ETAC;
- Ligações elétricas para alimentação das bombas e CCM;
- Treinamento operacional;
- Partida do sistema;

8.2 Contratante:

8.2.1 Obrigatórios:

- Frete, carregamento e descarregamento;
- Projeto e obra civil de qualquer natureza, incluindo radier;
- Rede hidráulica à montante e a jusante da ETAC;
- Projeto e execução do canal de descarga de efluente final;
- Projeto e execução da rede coletora de efluentes sanitários;
- Interligação das tubulações a montante e jusante da ETAC;
- Alimentação elétrica do CCM;
- Espaço para canteiro de obras e armazenagem de equipamentos e ferramentas;
- Custos decorrentes de Operação e Manutenção;
- Fornecimento de água para o teste hidráulico;
- Ponto de água com tanque para Operação/Manutenção;
- Aprovação/licença em órgãos ambientais;
- Operação do sistema (opção de contratação via Fluxo – consulte valores do serviço)

Os itens abaixo não fazem parte das obrigações da contratante, mas a execução será de sua responsabilidade, caso sejam necessários.

8.2.2 Eventuais:

- Tanque de equalização;
- Estação Elevatória de Efluentes;
- Urbanização;
- Levantamento topográfico;
- Terraplanagem;
- Sondagens;
- Fiação do painel elétrico até a estação acima de 10m;
- Iluminação da área;
- Outros.



9 VALOR DA PROPOSTA

Valor Global: R\$ 130.900,00 (Cento e trinta mil reais)

NOTA FISCAL	PERCENTUAL	CONDIÇÃO DE PAGAMENTO
DANFE	30%	Boleto bancário – vencimento na assinatura do contrato.
	40%	Boleto bancário – vencimento 30 dias após assinatura do contrato.
	25%	Boleto bancário – vencimento 60 dias após assinatura do contrato.
	5%	Boleto bancário – vencimento 90 dias após assinatura do contrato.

10 CRONOGRAMA FÍSICO

Prazo para fornecimento: 90 dias.

Atividades	Dias					
	15	30	45	60	75	90
Planejamento e fabricação dos tanques	■	■	■	■	■	■
Montagem					■	■
Testes						■
Data-book						■

² O quadro representa apenas o tempo aproximado para realização de cada etapa.

11 GARANTIAS

11.1 Garantias Eletromecânicas

Os produtos eletromecânicos, fabricados por terceiros, tais como: bombas, sopradores, painéis elétricos, turbidímetros, medidor de cloro etc. que compõem a ETAC Fluxo terão sua garantia conforme especificadas pelos seus fabricantes. Essa garantia limita-se ao conserto ou à substituição pura e simples de peças verificadas como defeituosas por razões de fabricação ou montagem (quando executada pela FLUXO). Excetuam-se aquelas que sofreram deterioração por operação, manutenção ou armazenagem deficiente, ou que sofreram desgastes pelo uso. A garantia cessará no momento que forem efetuadas modificações ou reparos no equipamento sem prévia autorização da FLUXO. Em caso de atendimento fora da cidade de Vitória/ES, a FLUXO se reserva o direito de se ressarcir das despesas de viagem e estadias de seus técnicos.



11.2 Garantias de Processo

Garantias estruturais

- 03 (três) anos - Garantia estrutural dos tanques e peças fabricados em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro), desde que mantidas as condições de instalação e manutenção recomendadas nos manuais de instalação e operação dos equipamentos;
- 01 (um) ano - Contra defeitos de fabricação dos tanques e peças fabricados em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro); Essa garantia limita-se ao conserto ou à substituição pura e simples de peças verificadas como defeituosas por razões de fabricação ou montagem (quando executada pela FLUXO). Excetuam-se aquelas que sofreram deterioração por operação, manutenção ou armazenagem deficiente, ou que sofreram desgastes pelo uso. A garantia cessará no momento que forem efetuadas modificações ou reparos nos tanques e peças fabricados em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro) sem prévia autorização da FLUXO. Em caso de atendimento fora da cidade de Vitória/ES, a FLUXO se reserva o direito de se ressarcir das despesas de viagem e estadias de seus técnicos.
- Como todo bem durável, os tanques e peças fabricados em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro) instalados acima do piso estão sujeitos a todo tipo de intempéries, portanto, deverão receber manutenção adequada a fim de prolongar sua vida útil. Entre essas manutenções, sugerimos pintar a parte externa dos tanques e peças fabricados em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro), pelo menos uma a vez a cada 5 anos e/ou sempre que as condições o exigirem.
- Excluem-se das garantias problemas estruturais nos tanques em PRFV fabricados pela Fluxo nos casos em que o radier/piso executado pelo CONTRATANTE não estiver adequado para o posicionamento dos tanques e montagem do sistema. Problemas estruturais nos tanques causados por radier/piso fora de conformidade incluindo, mas não restrito a desnível, rachaduras, afundamento, ou pontas de concreto podem ocasionar em perfurações, fissuras ou rachaduras nos tanques, e não serão cobertos pela garantia.

Garantia de eficiência

- Garantia de eficiência - Não será garantida a eficiência do processo, nos casos em que não houver monitoramento e operação da ETAC e análises laboratoriais dos efluentes tratados por empresa ou técnico qualificado. De acordo com a Legislação Ambiental vigente e exigências das Autoridades Ambientais, todo sistema de tratamento de esgotos deve ser operado e monitorado adequadamente a fim de que se maximize a eficiência do mesmo e se tome as medidas necessárias para evitar a contaminação do lençol freático e águas superficiais. Assim, tão logo que a ETAC entrar em operação o Cliente/Empreendedor deverá firmar um contrato com profissional ou empresa habilitada visando dar partida nos reatores e executar o monitoramento dos equipamentos a fim de mantê-los operando dentro dos parâmetros de eficiência determinados pela legislação em vigor. A falta de monitoramento e operação gera efluentes sem condições de descarte, dando causa a multas e interdições. Portanto, todos os nossos Manuais de Operação e instruções fornecidas fazem parte desse contrato e a garantia de eficiência da ETAC está diretamente ligada a esses serviços técnicos de Operação e Monitoramento da ETAC.
- Máquinas e equipamentos de terceiros como bombas, aeradores, painéis elétricos ou eletrônicos, conexões hidráulicas, motores elétricos, lâmpadas, chaves interruptoras, terão sua garantia conforme especificado pelo fabricante.

Excluem-se das garantias

- Os danos causados aos equipamentos e acessórios em decorrência de imperícia, impactos de objetos, veículos ou animais, fogo, inundação, ou serviços e reparos executados por terceiros não autorizados expressamente pela Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda, bem como, os tubos e conexões hidráulicas, a pintura dos equipamentos, os motores elétricos, lâmpadas, chaves interruptoras, painéis elétricos ou eletrônicos. Os serviços e obras, eventualmente contratados ou acertados diretamente pelo Cliente junto aos nossos funcionários ou empreiteiros, e não previstos expressamente nesse contrato;
- Não será garantida a eficiência da ETAC, nos casos em que não houver monitoramento e operação da ETAC e análises laboratoriais dos efluentes tratados por empresa ou técnico qualificado;



- Os danos causados pelos raios UV da radiação solar poderão danificar a ETAC, comprometendo sua resistência mecânica, se por acaso não for realizada a pintura dos equipamentos fabricados em fibra de vidro reforçada a cada 5 anos ou sempre que as condições o exigirem. A pintura deverá ser realizada com tinta preconizada pelo fabricante para resistir a este tipo de agressão, obedecendo-se às condições de aplicação recomendadas pelo mesmo.

A presente PROPOSTA será válida por 10 (dez) dias a contar de sua apresentação.

12 NOTAS

1. Após o aceite da proposta será elaborado um contrato entre as partes, fixando as responsabilidades e os prazos de execução, conforme cronograma físico/financeiro e garantias;
2. Para montagem executada fora do horário normal de trabalho (sábados, domingos e feriados), desde que solicitados pelo cliente, serão cobrados os custos adicionais de horas extras;
3. Horas paradas da equipe de montagem por responsabilidade da CONTRATANTE, serão cobrados como hora técnica;
4. Durante a fase de instalação do sistema, a empresa CONTRATANTE responsabilizar-se-á pela guarda e conservação dos equipamentos, suas partes, peças, componentes e ferramental;
5. Se houver atraso no pagamento das parcelas, o valor em atraso será acrescido de juros de mora a razão de 1% ao mês, e multa compensatória de 2%.
6. Não será garantida a eficiência dos equipamentos após a partida do sistema, nos casos em que: não houver monitoramento, operação do sistema e análises laboratoriais dos efluentes tratados por empresa ou técnico qualificado seguindo orientações estabelecidas nos manuais de operação e manutenção;
7. A CONTRATADA não se responsabiliza por quaisquer lesões, danos, perdas ou prejuízos ocasionados em pessoas, bens ou meio ambiente, em virtude da má utilização do equipamento, em desacordo com as regras estabelecidas no presente documento e no manual de operação e manutenção;
8. As Notas aqui descritas bem como a proposta são partes integrantes do contrato;

ANEXO B



Proposta Comercial: PC1826/2022.2

Prezado (a) Senhor(a):

Conforme solicitado, estamos apresentando proposta técnica e comercial para a execução dos serviços analíticos abaixo discriminados.

Escopo dos Serviços e Preços

Amostra 414046 - Efluente Sanitário Tratado				
Amostra	Prazo de entrega de Relatório Analítico:			
Efluente Sanitário Tratado	11 Dias úteis à partir do recebimento da amostra			
Análise	LQ	Método de Referência	Método Normalizado 2	Valor Unitário
Cloro Residual Livre	0,01 mg/L	POP-FQ-052 Anexo VII	SMWW, 23ª edição, método 4500-Cl G	R\$20,00
DBO 5	2 mg/L	POP-FQ-098	SMWW, 23ª edição, método 5210 B	R\$50,00
Turbidez	0,34 UNT	SMWW, 23ª edição, método 2130 B	SMWW, 23ª edição, método 2130 B	R\$10,00
Sólidos Dissolvidos Totais	10 mg/L	SMWW, 23ª edição, método 2540 B, C, D e E	SMWW, 23ª edição, método 2540 B, C, D e E	R\$30,00
pH	2,00 - 12,00	SMWW, 23ª edição, método 4500-H+	SMWW, 23ª edição, método 4500-H+	R\$10,00
.Escherichia coli	1,8 NMP/100mL	SMWW, 23ª edição, método 9221 F	SMWW, 23ª edição, método 9221 F	R\$55,00
Critério de Conformidade: Sem Critério de Conformidade				
NOTAS: LQ = Limite de Quantificação. Os LQ's acima apresentados, podem variar de acordo com as interferências da matriz. Parâmetros sem especificações ou VMP (Valor Máximo Permitido).				

Preço Amostra	Quantidade	Preço Total
R\$175,00	1	R\$175,00

Resumo dos Preços em Serviços	
Preço total dos serviços	R\$175,00

Resumo da Proposta	
Preço total da proposta	R\$175,00

Condições Comerciais

Condição de pagamento: 10 dias Após o recebimento das amostras
Forma de pagamento: Boleto Bancário
Validade da Proposta: 30 Dias
Cancelamento de Ordem de Serviço e/ou Ensaio: Quando o contratante solicitar o cancelamento da ordem de serviço e/ou ensaio será cobrado o serviço realizado até o momento do pedido.
Aceite da Proposta Comercial: Para dar início ao serviço, é imprescindível a devolução da Autorização de Realização de Serviços através dos contatos lá indicados.
Responsabilidade da Amostragem: Cliente
Dados Cadastrais: Tommasi Analítica LTDA CNPJ: 04.485.521/0003-07 End.: Rua Arara Azul, 187, Novo Horizonte, Serra/ES. CEP 29.163-306 Tel.: (27) 3340-8200