UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

HELENO MARIANI GONZALEZ

VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRA PARA ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO COMERCIAL DE GRANDE PORTE

VITÓRIA - ES

2018

HELENO MARIANI GONZALEZ

VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRA PARA ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO COMERCIAL DE GRANDE PORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Orientadora: Prof.Dr. Rosane Hein de Campos.

VITÓRIA

2018

HELENO MARIANI GONZALEZ

VIABILIDADE ECONÕMICA FINANCEIRA DE ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO COMERCIAL DE GRANDE PORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Aprovada em de dezembro de 2018

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Profª. Dra. Rosane Campos

Orientadora – PPGES/UFES

_____

Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves

Coorientador – PPGES/UFES

_____

Prof. Dr. .....

Examinador Interno

_____

Prof. Dr. .....

Examinador Externo

“Somos o que fazemos, mas somos, principalmente, o que fazemos para mudar o que somos”

Eduardo Galeano

RESUMO

A viabilidade econômico financeira da conservação e reúso de água para fins não potáveis constitui-se em estratégia importante para implementação de investimentos nas edificações. Este trabalho buscou avaliar a viabilidade econômico financeira da conservação e reúso, a partir de estudo de cenários em edificação de porte e avaliando os investimentos propostos de forma determinística e com inserção da incerteza. As avaliações foram realizadas por meio de orçamentos de investimentos, custos, receitas, fluxos de caixa descontado, indicadores de viabilidade econômico financeira, simulação estocástica, análise de sensibilidade e cálculo dos incrementos entre as opções de investimento estudadas. A avaliação do investimento foi realizada para a edificação Shopping Center Vila Velha e apontou viabilidade econômica financeira em todos os cenários de conservação e reúso de água na edificação. Verificou-se também que os sistemas de conservação e reúso nas edificações operam com estrutura de custos abaixo dos preços pagos pelo serviço de água e esgoto. Entre os cinco cenários de conservação e reúso estudados, a menor TIR foi de 57,01% enquanto o menor VPL foi de R$1.732.414,91. A simulação estocástica com os preços dos serviços de água e esgoto mostrou que a análise determinística do investimento subestima em 8,11% o retorno do investimento. A análise de sensibilidade mostrou que embora represente apenas 20% da oferta de água não potável na edificação, o reúso de águas cinza contribui para estabilizar a oferta em situações de escassez de chuvas. Os cenários com a conjugação das 3 fontes de água não potável utilizadas tiveram melhores indicadores de viabilidade econômico financeira. O cenário que aproveita 90% da demanda de água não potável da edificação possui maior investimento e melhor retorno econômico financeiro com VPL de R$ 7.474.320,11 em conjuntura de custos financeiros estáveis. Os cenários atendendo 70% e 80 da demanda de água não potável possuem melhor viabilidade econômico financeira em conjuntura com custos financeiros altos. Assim, a conservação e reúso de água não potável em edificações representa ganhos econômicos significativos, além de contribuir no alívio dos sistemas públicos de abastecimento e esgoto no cenário escassez hídrica.

Palavras chave: Reúso. Aproveitamento de Água. Shopping. Viabilidade Econômica. Indicadores.

ABSTRACT

Since water scarcity is an arising problem in daily life, the adoption of technologies to produce water from alternative sources became an alternative. This article aims to assay the economic viability of the implementation of non-potable alternative sources in large commercial buildings. An investment evaluation was carried out in a deterministic manner and under risk conditions, with economic modeling of the water and sewage tariff. As results, all the scenarios studied were considered economically feasible. The evaluation under risk condition shows an underestimation of 8% of npv and irr when compared with the deterministic evaluation. The scenario more economically advantageous is the option that investment involving the three alternative sources of water with greater storage of water.

Key words: Reuse. Water Utilization. Shopping Center. Water Balance. Indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Precipitações no mundo e seus efeitos na oferta dos recursos hídricos. ... 21
Figura 2: Conservação de água em edificações. ... 25
Figura 3: Esquema de fluxo de caixa simplificado. ... 31
Figura 4:Imprevisibilidade nos fluxos de caixa. ... 37
Figura 5: Representação gráfica do ponto de intersecção de Fischer ... 40
Figura 6:Vista Panorâmica do Shopping Vila Velha. ... 41
Figura 7:Média mensal de chuvas (2003 – 2016). ... 44
Figura 8: Esquema da ETAC proposta para o Shopping Center Vila Velha. ... 47
Figura 9: Composição dos custos médios unitários nos cenários estudados. ... 73
Figura 10:Média dos custos anuias dos 100000 cenários simuados. ... 89
Figura 11:Curva de tendência de preço de água com ajuste polinomial grau 4. ... 90
Figura 12: Sensibilidade dos cenários em relação ao VPL. ... 95
Figura 13: sensibilidade dos cenários em relação a TIR. ... 97
Figura 14:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 2 e 1. ... 99
Figura 15:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 3 e 2. ... 100
Figura 16:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 4 e 2. ... 101
Figura 17:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 4 e 3. ... 101
Figura 18:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 5 e 2. ... 102
Figura 19:Ponto de inflexão entre os cenários 5 e 3. ... 103
Figura 20:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 5 e 4. ... 103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Normas que interagem com a prática de conservação e reuso de água no Brasil. 24
Tabela 2: Indicadores para análise de investimento. 35
Tabela 3: Fases e procedimentos para a avaliação de investimentos em programa de reuso e conservação de água no Shopping Center Vila Velha. 42
Tabela 4: Modelo de entrevistas semi estruturadas aplicadas. 43
Tabela 5: Volume e percentuais de representação. 44
Tabela 6:Volume da Oferta de Água da Chuva. 45
Tabela 7: Volume do aproveitamento da água não potável disponível na edificação. 45
Tabela 8: Investimento em Reúso de Água Cinza no Shopping Center Vila Velha. .48
Tabela 9: Bacias de escoamento da água de chuva do Shopping Center Vila Velha. 49
Tabela 10: Preços e reajustes de serviço de água e esgoto na grande vitória – ES.52
Tabela 11: Evolução do Índice de Preços ao Consumidor Amplo. 53
Tabela 12: Série Histórica da Taxa SELIC. 54
Tabela 13: Rentabilidade Média das Aplicações financeiras - 2018. 54
Tabela 14: Modelo de Fluxo de Caixa Descontado para Cenário 55
Tabela 15: Matriz de Relevância de Eventos sobre o Investimento em Conservação e Reúso de Água na Edificação. 59
Tabela 16:Mudança no VPL e TIR frente a mudança em variável analisada. 62
Tabela 17:Modelo de Análise Global de Casos em um cenário estudado. 62
Tabela 18:Cálculo do fluxo incremental entre dois cenários mutuamente excludentes. 63
Tabela 19: Cenários de reuso e conservação de água no SCVV. 66
Tabela 20: Itens necessários nos investimentos envolvendo água de chuva. 68
Tabela 21: Investimentos em bens de capital nos cenários. 68
Tabela 22: Custos diretos para funcionamento dos sistemas. 70
Tabela 23: Custos indiretos para funcionamento dos sistemas 71
Tabela 24: Custos totais para funcionamento dos sistemas em cada cenário. 72
Tabela 25: Custos unitários de funcionamento dos cenários sem influência do tempo. 72

Tabela 26:Receitas dos sistemas propostos nos cenários 75
Tabela 27:Dados de Entrada nos Fluxos de Caixa Descontados. 75
Tabela 28: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 1 – (CI 20%).....76
Tabela 29: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 2 – (CH+CO 51%).....77
Tabela 30: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 3 – (CI+CH+CO 70%). 78
Tabela 31: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 4 – (CI+CH+CO 80%). 78
Tabela 32: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 5 – (CI+CH+CO 90%). 79
Tabela 33:Resultados de exercício nos cenários. 80
Tabela 34:Ganhos econômicos obtidos nos cenários sem aspectos financeiros. 80
Tabela 35:Ponto de cobertura total nos custos dos cenários 81
Tabela 36:Indicadores de viabilidade econômica nos cenários estudados. 82
Tabela 37:Trabalhos de viabilidade econômica sobre reuso e conservação de água em edificação. 82
Tabela 38: Matriz de relevância para eventos sobre o investimento em conservação e reúso de água na edificação. 86
Tabela 39:Indicadores da avaliação determinístico e com incerteza nos preços dos serviços coletivos de abastecimento de água e esgoto. 88
Tabela 40:Parâmetros da análise de sensibilidade. 91
Tabela 41: Sensibilidade global no cenário 1 (CI 20%). 92
Tabela 42: Sensibilidade global no cenário 2 (CH+CO 51%). 92
Tabela 43:Análise de sensibilidade global no cenário 3 (CH+CO+CI 70%). 93
Tabela 44:Análise de sensibilidade global no cenário 4 (CH+CO+CI 80%). 94
Tabela 45: Sensibilidade no cenário 5 (CH+CO+CI 90%).....94
Tabela 46:Variação dos VPLs nos piores e melhores casos nos cenários. 96
Tabela 47:Incremento entre os cenários de conservação e reuso da edificação. 99
Tabela 48:Taxas referenciais de juros praticadas em diferentes países. 105
Tabela 49:Melhores opções de investimento em conservação e reúso de água não potável na edificação SCVV. 106
Tabela 50:Estudo do fluxo de água com 2 fontes conjugadas atendendo 51% da DANP. 144
Tabela 51:Estudo do fluxo de água com 3 fontes conjugadas atendendo 70% da DANP. 145
Tabela 52:Estudo do fluxo de água com 3 fontes conjugadas atendendo 80% da DANP. 146

Tabela 53:Estudo do fluxo de água com 3 fontes conjugadas atendendo 90% da DANP. 147

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ARSP	Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo
BHR	Balanço hídrico reconciliado
CESAN	Companhia Espírito Santense de Saneamento
DANP	Demanda de Água Não Potável
ETAC	Estação de tratamento de água cinza
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
kWh /m³	Quilowatt hora por metro cúbico
m²	Metro quadrado
m³	Metro cúbico
m³/ano	Metro cúbico por ano
m³/mês	Metro cúbico por mês
SCVV	Shopping Center Vila Velha
SWOT	Matriz de Diagnóstico (“Strengths”, “Weaknesses”, “Opportunities” e “Threats”) ou (“Forças”, “Fraquezas”, “Oportunidades” e “Ameaças”)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 OBJETIVOS 18
2.1 OBJETIVO GERAL 18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 19
3.1 ÁGUA E SEUS DESAFIOS NA SUSTENTABILIDADE 19
3.2 IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA 22
3.3 CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES 24
3.4 AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS AMBIENTAIS 28
3.5 AVALIAÇÇÃO DETERMINÍSTICA DE INVESTIMENTO 30
3.5.1 Fluxos de Caixa Descontados 30
3.5.2 Investimentos em Bens de Capital e Custos de Funcionamento 31
3.5.3 Indicadores de Viabilidade Econômica Financeira 33
3.6 INCERTEZA EM AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS 36
3.6.1 Identificação das Incertezas em Investimentos 37
3.6.2 Avaliação quantitativa da incerteza nos projetos de investimento 38
3.6.3 Análise de Sensibilidade 39
3.7 PONTO DE INTERSECÇÃO DE FISCHER 39
4 METODOLOGIA 41
4.1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES 41
4.2 PREMISSAS DO ESTUDO 42
4.3 ESTUDO DE CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA 44
4.4 AVALIAÇÃO DETERMINÍSTICA DO INVESTIMENTO 46
4.4.1 Investimentos em Bens de Capital 47
4.4.2 Custos para Funcionamento dos Sistemas 49
4.4.3 Composição das receitas obtidas nos cenários 51
4.4.4 Preços e índices de reajuste utilizados na avaliação de investimentos 52
4.4.5 Taxa Mínima de Atratividade – TMA 53
4.4.6 Fluxo de Caixa Descontado – FCD 55
4.4.7 Indicadores de Viabilidade Econômica e Financeira 55
4.5 AVALIAÇÃO DO INVESTIMENTO COM INSERÇÃO DA INCERTEZA 58
4.5.1 Identificação e hierarquização das incertezas no investimento 59

4.5.2 Simulação com Movimento Browniano Geométrico 60
4.5.3 Verificação de tendências da variável estudada 61
4.5.4 Análise de Sensibilidade 62
4.6 INCREMENTOS ENTRE CENÁRIOS ESTUDADOS 63
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 65
5.1 CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA PARA INVESTIMENTO 65
5.2 INVESTIMENTOS EM BENS DE CAPITAL 68
5.3 CUSTOS DE FUNCIONAMENTO DOS CENÁRIOS ESTUDADOS 69
5.4 RECEITAS NOS CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DA EDIFICAÇÃO 74
5.5 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO NOS CENÁRIOS 75
5.6 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA 79
5.7 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA 81
5.8 INCERTEZA NA AVALIAÇÃO DO INVESTIMENTO 84
5.8.1 Identificação e hierarquização das incertezas do investimento 85
5.8.2 Simulação estocástica dos preços de serviços de água e esgoto 87
5.8.3 Tendências nos preços dos serviços de água e esgoto 89
5.9 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE 91
5.9.1 Sensibilidade no Cenário 1 (CI 20%) 92
5.9.2 Sensibilidade no cenário 2 (CH+CO 51%) 92
5.9.3 Sensibilidade no cenário 3 (CH+CO+CI 70%) 93
5.9.4 Sensibilidade no cenário 4 (CH+CO+CI 80%) 93
5.9.5 Sensibilidade no cenário 5 (CH+CO+CI 90%) 94
5.9.6 Análise de sensibilidade entre os cenários de conservação e reúso 95
5.10 INCREMENTOS ENTRE OS CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE AGUA 98
5.11 MELHORES CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO PARA INVESTIMENTO NA EDIFICAÇÃO 104
6 CONCLUSÕES 108
7 RECOMENDAÇÕES 110
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 111

ANEXO 1 - INVESTIMENTO EM REÚSO DE ÁGUA CINZA NA EDIFICAÇÃO SHOPPING CENTER VILA VELHA. 121
ANEXO 2 - ENTREVISTAS SEMI ESTRUTURADAS 125
ANEXO 3 - ORÇAMENTO PARA SISTEMAS DE ÁGUA DE CHUVA 130
ANEXO 4 – ORÇAMENTO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ETAC DO SCVV 135
ANEXO 5 – ORÇAMENTO DOS CUSTOS LABORATORIAIS 140
ANEXO 6 – ORÇAMENTO PARA RETIRADA E DESTINAÇÃO FINAL DO LODO DA ETAC 143
APÊNDICE 144

1 INTRODUÇÃO

A água está presente em todos os ciclos de vida do planeta. Seu conceito é indissociável da vida e do debate sobre as futuras gerações (BARLOW, 2015). Muitas palavras são ditas sobre sua importância, ações são realizadas e informações produzidas para se conhecer mais a sua situação atual e perspectivas. A complexidade e os desafios da geração atual não permitem mais que se fique na superficialidade do discurso, no egoísmo do posicionamento individualista e no conforto de uma ciência compartimentada. Requer amadurecimento e interação entre ciências com resultados efetivos e acessíveis a todos (BIRKIN e POLESIE, 2013).

Assim como outros temas cruciais para a construção da sustentabilidade, a situação atual da água no mundo insere-se num contexto de crise sem precedentes em que sua comprovada escassez deriva de questões ambientais, sociais, demográficas, econômicas e políticas. Sua problemática envolve uma teia de situações demandantes de esforços em diferentes áreas de conhecimento (PAHL-WOSTL et al., 2008).

Em edificações de grande porte, estudos estimam que até 50% da água potável é destinada para fins não potáveis, indicando ineficiência na gestão dos seus recursos hídricos (GUZZO, 2017). Segundo Weber et al., (2010) a busca da eficiência na gestão da água nas edificações passa pelo uso de equipamentos economizadores, ações de educação ambiental para redução de desperdícios e aproveitamento de fontes alternativas de água na edificação.

No mesmo sentido, Gois et al., (2015) afirma que a gestão da água em edificações como shopping centers pode ser otimizada de acordo com a sua fonte e utilização, centrando-se em medidas que criam melhor e mais eficiente uso das fontes potáveis e não potáveis.

Além dos ganhos ambientais, as estratégias de conservação e reúso indicam redução de custos nas edificações com os serviços de água e esgotos (DISTEFANO et al., 2017). Shoppings como o Iguatemi em Fortaleza CE, Caxias Shopping e Rio Sul no Rio de Janeiro RJ e Shopping Vitória em Vitória são alguns

dos exemplos de edificações que já atuam na conservação e reúso de água. No entanto, os ganhos econômicos ainda são pouco conhecidos e sua mensuração é fator crucial para a tomada de decisão pelo investimento na edificação.

Ainda que diversos estudos apontem na significativa contribuição ambiental a partir da economia de água nas edificações, nota-se que ainda são poucos os estudos aprofundados que indiquem os ganhos econômicos obtidos.

Neste sentido, estudos de viabilidade econômica para investimentos em conservação e reúso de água são desenvolvidos de maioria das vezes de forma linear, realizado muitas vezes sem considerar regimes de capitalização compostos e inserção da incerteza na avaliação de longo prazo do investimento (DENG et al., 2013).

Desta forma, aprofundar o conhecimento dos benefícios econômicos obtidos com a conservação e reúso de água em edificações, além dos ganhos ambientais e sociais, contribui de forma significativa na disseminação dessas estratégias na gestão das águas nas cidades.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a viabilidade econômica financeira de estratégias de conservação e reúso de água em edificação de grande porte, contemplando o aproveitamento de fontes de água alternativas para usos não potáveis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Elaborar cenários de conservação e reúso de água em edificação comercial de grande porte, a partir do aproveitamento de fontes de água alternativas para uso não potáveis;
2) Avaliar a viabilidade determinística econômico financeira das estratégias de conservação e reúso de água nos diferentes cenários da edificação comercial de grande porte;
3) Avaliar incerteza nos investimentos voltados para a conservação e reúso de água em edificação de grande porte.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ÁGUA E SEUS DESAFIOS NA SUSTENTABILIDADE

Na perspectiva do desenvolvimento sustentável necessário para a humanidade, as decisões sobre o presente e principalmente para o futuro envolvem quatro (4) poluentes principais: o dióxido de enxofre, os resíduos sólidos, as águas residuárias e o dióxido de carbono (LIN e BENJAMIN, 2017).

Apesar das águas residuárias estarem presentes no conjunto citado acima, seu uso envolve também os outros poluentes, como por exemplo as emissões “ocultas” de gases de efeitos estufa presentes nos serviços de tratamento de águas de esgoto (ZHANG et al., 2017). Inegável sua dimensão na construção da sustentabilidade e seu caráter holístico, sistêmico e vital na humanidade.

A água está presente em discussões inovadoras, como na concepção de modelos de desenvolvimento de produtos sustentáveis (DYLLICK e ROST, 2017), na produção de energia a partir de águas residuárias da agroindústria (GONZALEZ e VIVANCO, 2017) e na produção de fertilizantes (FRANCI, 2018). Impossível não considerar o seu conceito transdisciplinar, onde o nexus água, energia e nutrientes torna-se elementar em todas as suas abordagens, com relações indissociáveis (MO e ZHANG, 2013).

Mesmo não tendo como foco as discussões sobre a construção da sustentabilidade, o fórum econômico mundial de 2017, realizado em Davos na Suiça, produziu parecer em que reconhece a crise da água como a terceira maior ameaça para a população mundial em termos de impacto global (WORLD ECONOMIC FORUM, 2017). Neste sentido, Khan et al., (2017) afirmam que os efeitos da crise hídrica especificamente são iguais ou até maiores que os efeitos do aquecimento global.

O protagonismo da água é tão forte, que muitas vezes o senso comum não percebe sua presença. Por exemplo, ela está incorporada em vários processos, serviços e produtos que são transacionados de forma intensa no comércio internacional. Dessa maneira, há um fluxo de água (virtual ou indireta) que muitas vezes não é percebido pela sociedade (HAN et al., 2017).

Há discussões também sobre avanços da eficiência energética de produtos e serviços relacionados ao uso sustentável da água. Tais políticas ainda não levam em consideração que a melhoria da eficiência energética pode gerar um aumento adicional do consumo global de energia, além do uso de outros recursos naturais, como a água. Reconhecidamente a adoção de produtos com eficiência energética gera muitas melhorias para a sociedade, mas por outro lado aumenta o uso de outros recursos naturais como a água, que ainda não são medidos (GONZALEZ e VIVANCO, 2017).

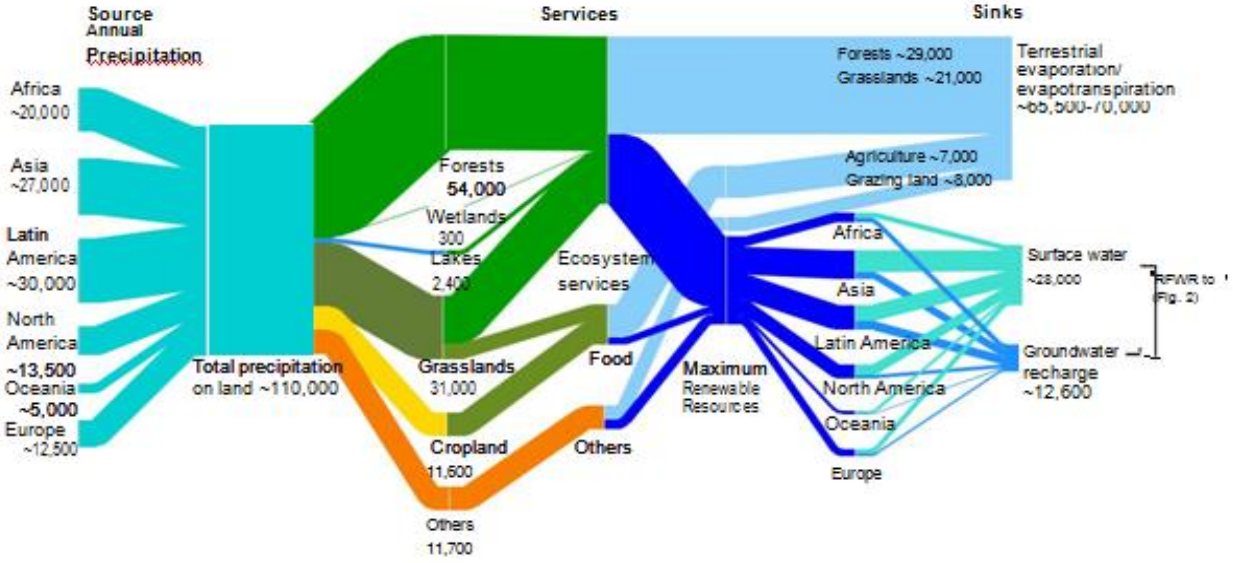
Ainda que não seja mensurado de forma satisfatória, os indicadores como a pegada da água no ambiente urbano não podem se limitar somente ao consumo de água direta, mas também ao seu consumo de forma indireta ou virtual (CHINI et al., 2017).

Apesar da vasta literatura que indique que há água suficiente no mundo para suprir todas as demandas atuais e futuras, a maior parte não possui as características necessárias para atender os diferentes usos (UNESCO, 2015). De toda a água no planeta, somente 0,3% é adequada para uso, sendo apenas 10% destes destinados ao uso humano e dessedentação dos animais. Além disso, projeções indicam que em 2030 a demanda global por água pode exceder a sua oferta em até 40% (BURRITT e CHRIST, 2017).

A limitação de água para consumo demanda uma complexa estrutura de captação, conservação, tratamento e distribuição, implicando numa inegável dimensão econômica (BOFF, 2015). Esta, entretanto, pensada para torná-la acessível a todos denota ineficiências que interferem em todo o sistema de abastecimento e esgoto, demandando uma nova forma de gerir seu uso.

A Figura 1 mostra as precipitações totais existentes no planeta e como elas se integram nos regimes hídricos e, deste total, quanto está disponível para consumo. Apesar de muita água no planeta, a disponibilidade para o consumo humano é bastante reduzida.

Figura 1: Precipitações no mundo e seus efeitos na oferta dos recursos hídricos.



Fonte: CURMI et al., (2013).

Do ponto de vista da racionalidade econômica, as discussões sobre a escassez da água são centradas na gestão da sua oferta nos sistemas públicos e da demanda nas unidades consumidoras.

Nesse sentido, apesar da importância em ampliar a oferta de água principalmente nos grandes centros urbanos, medidas para suprimir a demanda por água potável tornam-se urgente em algumas regiões, embora ainda haja escassez de indicadores que possibilitem diagnósticos mais precisos STIGLITZ E FITOUSSE (2011).

Neste contexto, Distefano e Kelly (2017) afirmam que a redução da demanda global de água contribui diretamente para o equilíbrio dos indicadores ambientais, econômicos e sociais. Todavia, a retirada da água em escala global é menor se comparável à água doce renovável circulante. Portanto, a falta de água não é um problema global, mas sim um fenômeno local dependente da geografia e da variabilidade no tempo (SINGH et al., 2015).

Desta forma, a expressão conhecida *"pensar global e agir local"* usada pelo Morin (2003) ganha contornos na crise da água e norteia soluções que podem ocorrer de diferentes formas e sempre relacionadas à dinâmica local, limitadas pela geografia, política, antropologia, cultura, economia e sociedade.

Agir de forma local representa também atuar numa abordagem que não se restrinja apenas aos sistemas públicos tradicionais de gestão de água. A racionalização da gestão da água nas unidades consumidoras seguramente contribui para reduzir o esforço da sociedade em garantir água tratada para a população (BARLOW, 2015).

3.2 IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA

A evolução da sustentabilidade pressupõe práticas que vislumbrem a relação presente-futuro, reconstruindo o presente a partir de supostas exigências do futuro. Formas inovadoras de relações da sociedade com o uso dos recursos naturais podem contribuir na eficiência do uso da água nas cidades, com na racionalização do consumo por meio da gestão da água na edificação significa reduzir impactos ambientais e custos econômicos (ACSERALD, 1999).

Nesse sentido, os avanços na gestão de águas urbanas tem cada vez mais valorizado modelos descentralizados, onde é priorizada a utilização de águas residuárias e o aproveitamento de águas pluviais (FURLONG et al., 2017).

A centralização do abastecimento, que muitas vezes desconsidera a limitação de capacidade de atendimento e a racionalidade do consumo é criticada por Gikas e Tchobanoglous (2007), em que a eficiência dos sistemas de água em locais de escassez depende de modelos adequados a realidade local e a racionalidade das unidades consumidoras.

No entanto, o formato descentralizado de gestão requer diálogo ativo e constante com a população, pois muitas vezes adota estratégias que não fazem parte da história e cultura local, como o contato com as águas não potáveis, porém tratadas. Neste sentido, Mankad e Tapsuwan (2010) afirmam em sua pesquisa que a população ainda não entende o valor social da água e que externalidades sociais e ambientais devem ser contabilizadas quando da adoção das estratégias, principalmente aquelas que envolvem uso de águas residuárias.

Por sua vez, Hulirmann, (2011) ressalta a percepção positiva dos indivíduos com o aproveitamento de águas de fontes alternativas (chuva, esgotos, condensação e

etc) quando facilitada a comunicação sobre os benefícios ambientais e econômicos. Comunicação neste caso pode significar ter indicadores confiáveis que consolidem a percepção dos ganhos econômicos que podem ser obtidos com a racionalização do consumo.

Ainda assim, existem percepções negativa ligada à utilização de água de reúso . Em Israel por exemplo, a utilização de água de reúso com fins potáveis praticada há quatro décadas, não demonstra ainda abertura por parte da população para contato físico direto com esse tipo de água (FRIEDLER et al 2006).

Num mesmo contexto, pesquisa realizada na China sobre como as pessoas se relacionam com a água e buscam melhorias nos seus serviços mostra o envolvimento mais ativo no meio rural, que se dá de forma coletivista e reativa. Já no meio urbano o envolvimento se dá com participação mais individualista e pró ativa. Isso fornece algumas pistas acerca das estratégias a serem adotadas no meio urbano para o uso sustentável da água (LI e JONG, 2017).

Outra pesquisa junto a usuários potenciais de água de reúso para lavanderia mostra que os principais limitantes para a expansão da utilização de água de reúso é o medo do odor potencial e o alto custo (CHEN et al., 2013).

Segundo Verdugo et al., (2002) as pessoas em geral não são solidárias se, ao utilizarem fontes alternativas como de reúso, percebem que outros não atuam dessa forma. Essa percepção das externalidades, conhecida na literatura científica como *tragédia dos comuns*, inibe a motivação da população para ações pró ecológicas e é considerada barreira importante no avanço da prática de medidas conservacionistas.

Ainda assim, a adoção de estratégias de conservação e reúso na gestão das águas urbanas é considerada factível e inteligente, uma vez que a água não potável pode ter diferentes destinos, com o mínimo de contato com as pessoas, como afirmam Mourad et al.,2011, cuja pesquisa aponta em 35% o montante de água em edificações para bacias sanitárias.

3.3 CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

A conservação e reúso de água em edificações demanda diversos processos que permitem aprimorar o uso sustentável da água. Para garantir qualidade e confiabilidade no uso da água oriunda de fontes alternativas, já existe a definição de várias regras e instruções em vigor, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Para a conservação e reuso de água em edificações de forma específica, normas específicas ainda estão em processo de construção. A Tabela 1 mostra as principais normas necessárias para a adoção de estratégias de conservação e reúso de água em edificações.

Tabela 1: Normas que interagem com a prática de conservação e reuso de água no Brasil.

Norma	Interação com práticas de conservação e reuso de água
ABNT NBR 15527	Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.
ABNT NBR 15900-1	Água para amassamento do concreto.
ABNT NBR 15575-1	Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais
ABNT NBR 15575-6	Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 6: Sistemas hidrossanitários
ABNT NBR 13969	Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação
ABNT NBR 8160	Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução
ABNT NBR 5626	Instalação predial de água fria
ABNT NBR 10004	Resíduos sólidos – Classificação
ABNT NBR 10844	Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento
ABNT NBR 14037	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos
ABNT NBR 6493	Emprego de cores para identificação de tubulações
ABNT NBR 12208	Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário – Procedimento
ABNT NBR 9898	Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas diferentes partes do mundo, a normatização da conservação e reúso de água se dá a partir das demandas locais decorrentes principalmente da escassez hídrica. Na União Européia (UE) não há legislação especifica para a prática e processos de normatização de ISO para reúso de águas recuperadas ainda estão em desenvolvimento. Já nos Estados Unidos, há legislação específica para em regiões de muita escassez (ATASANOVA et al., 2017).

Diversos estudos apontam para a vantagem da conservação e reúso de água em comparação com outras estratégias, como demonstra Gikas e Tchobanoglous (2009) em trabalho realizado nas Ilhas Gregas, onde foi demonstrado que os custos do reúso da água são menores quando comparados as outras opções utilizadas, como dessalinização e importação.

Aproveitar água de fontes alternativas em edificações ainda não é prática comum nas cidades, mas essa prática cresce à medida que escassez hídrica vai ganhando contornos de crise. Além disso, há a incapacidade dos sistemas coletivos de abastecimento em atuar com eficiência e sustentabilidade, o que denota a premência da adoção de estratégias alternativas para promover melhorias a nível da edificação (GAZIULUSOY e RYAN C, 2017).

Medidas acessíveis nas edificações podem possibilitar grande economia de água potável. Estima-se que até 46% do consumo total de água numa edificação pode vir de águas cinza produzidas na própria edificação. Nestas, os locais de grande produção de água cinza geralmente são cozinhas e banheiros que podem ser o destino de até 35% de toda a água não potável produzida (MOURAD et al.,2011).

Figura 2: Conservação de água em edificações.

Fonte: Adaptado de WEBER et al., (2010).

Além do reúso de águas cinza, é possível nas edificações aproveitar as águas

pluviais e as águas de condensação nos sistemas de refrigeração. Essas estratégias isoladas ou aliadas a práticas do uso racional da água por meio da educação ambiental e instalação de aparelhos economizadores promovem mudança no padrão de consumo da edificação (LEUNG et. al.; 2012). A Figura 2 ilustra a conservação e reúso de água em edificações.

A implementação de estratégias de conservação e reúso de água em edificações demanda a realização do estudo da demanda e oferta de água, que resulta no balanço hídrico reconciliado (BHR) da edificação, com o registro do consumo de água utilizada nas atividades e as ofertas disponíveis de outras fontes alternativas de água (FIESP, 2004).

Estudos de Hurliman (2011) tem mostrado exigência de altos investimentos e a existência de barreiras físicas que constituem-se nas principais limitações para a expansão de medidas de conservação e reúso de água em edificações, pois demanda a instalação de estações de tratamento e cisternas.

Já Vergara et al., (2001) mostram que do ponto de vista de estratégia empresarial, investir em tecnologias voltadas para a racionalização do consumo nas edificações passa a ser uma nova realidade de investimento sustentável e, em edificações corporativas, pode denotar comprometimento das empresas com o meio ambiente e a melhoria na percepção dos stakeholders para a atuação da empresa.

Conforme já mencionado, as edificações podem produzir água provenientes de chuva, esgotos e sistemas de ar condicionado. O aproveitamento dessas fontes pode se dar utilizando ou priorizando uma ou conjugando as três. As estratégias estão ligadas ao perfil da edificação, pois são influenciadas por tamanho, consumo, fluxo de pessoas etc (MANCUSO, e SANTOS, 2003).

A água de chuva é resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais. Seu aproveitamento é realizado em determinado área, que após recolhido em tubulações segue para reservatório, onde a partir de tratamento é destinada ao uso não potável (HAFNER, 2007). Orientações para implantação de sistemas de

água de chuva estão dispostos na NBR 15.527 (2007)

A eficácia desta estratégia depende do índice pluviométrico da região e da área de captação da água. Quanto maior o índice pluviométrico e a área de captação, maior será a produção de águas de chuva, indicando assim a viabilidade técnica e econômica para adoção desta estratégia em edificações, como shopping centers, cujas áreas de captação geralmente são enormes (SHOPPING CENTERS, 2013).

A água de chuva captada principalmente em cobertura de edificações possui qualidade superior as águas cinzas provenientes de esgotos. Isso possibilita tratamento simplificado com custos menores, principalmente quando sua destinação é o uso não potável.

As águas provenientes de esgotos são geralmente classificadas em cinza e negras, embora estudos também apontem para águas do tipo amarela. As águas de reúso cinza são as que permitem um tratamento mais simplificado, sendo oriundas de chuveiros, lavatórios, pias, tanques e máquinas de lava-roupa. Já as águas negras demandam tratamento mais complexo, geralmente não sendo usadas como fonte para reúso (GONÇALVES et al., 2010).

Ainda que o tratamento adequado das águas cinza de reúso envolva sistema simplificado, a alta carga de poluentes geralmente presentes demandam investimentos e custos operacionais maiores quando comparada a água de chuva (FIORI, et al., 2006).

Outro fator que contribui na pratica do reúso de águas cinza é a possibilidade de planejamento simplificado responder a questões de longo prazo, como oferta de água. Em comparação com a água de chuva, que depende de fatores climáticos, a água cinza é produzida de acordo com o consumo de água potável na edificação e portanto não há a ameaça de interrupção de consumo por falta de oferta (NUNES, 2006).

Enquanto em residências a produção de águas cinza abastece com folga a demanda dos vasos sanitários, em edificações de grande porte, como em shopping centers, a demanda de água nas bacias sanitárias é maior, confirmando a possibilidade de implementação dessa estratégia. No entanto, o uso individual

dessa fonte pode limitar a atendimento da demanda de água não potável (DANP) da edificação. Desta forma, quando usadas conjugadas a outras fontes, pode contribuir de forma decisiva para atingir de forma mais eficiente a demanda de água de não potável (DANP).

A água de condensação é a produção do líquido oriundo da troca térmica úmida decorrente da mudança do estado gasoso para o estado líquido. Geralmente, o sistema utilizado em edificações de grande porte é o Fan Coil, equipamento formado por um conjunto de serpentinas acoplado a um ventilador e um sistema de filtragem onde o ar é condicionado (NASSAR, e MOURA, 2015).

Apesar da produção de água de condensação obedecer à sazonalidade, sendo que em períodos mais quentes a produção é maior e em períodos mais frios a produção é menor, a variação não interfere tanto no planejamento da produção como nas águas de chuva (LICINA, e SEKHAR, 2015).

3.4 AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS AMBIENTAIS

A abordagem de avaliação econômica para investimentos no contexto ambiental demanda o uso de ferramentas convencionais, como análise de fluxo de caixa descontado, valor presente líquido e taxa interna de retorno, baseados em parâmetros exógenos como mercados, políticas governamentais e mudanças climáticas. Os projetos atingem o desempenho esperado quando o cenário previsto é realizado. No entanto, nem sempre esses acontecem, sejam por fatores climáticos, políticos ou sociais, conferindo uma dinâmica não linear as variáveis que compõem os sistemas. (CARDIN et al.,2007).

Muitas avaliações econômicas em projetos ambientais, incluindo aí a conservação e reúso de água nas edificações pouco tratam das incertezas, possibilitando que questões sociais, ambientais, tecnológicas e políticas não sejam captadas. No entanto vêm ganhando destaque a realização de diversos estudos de avaliação da viabilidade econômica financeira com a incorporação das incertezas existentes que possibilitem disseminar nos mercados opção estratégica de investimento e garantir aos tomadores de decisão maior confiabilidade no investimento (LIN e

WESSEH, 2013).

A viabilidade econômica financeira constitui-se em importante etapa para realização de estudos ambientais, permitindo dar robustez a interpretação dos resultados sobre o impacto de processos e melhorar o nível de informação dos tomadores de decisão. Estes são pré requisitos fundamentais para a consecução da análise de ciclo de vida (ACV) em diferentes linhas de trabalho da engenharia ambiental (CARREIRAS, 2007).

Estudos como o realizado em projeto de captação de água em telhados verdes e pavimentos porosos realizado por Deng et al., (2013), onde foram incorporados as incertezas e utilizado a flexibilidade gerencial por meio da valoração das opções reais do investimento mostram a utilidade que a avaliação econômica consistente pode dar a projetos ambientais.

Análises de implementação de sistemas mini-geração de energia elétrica utilizando fontes renováveis também podem ser exemplos da incorporação de incertezas e flexibilidade gerencial a projetos ambientais (Rabello, 2014). No entanto, a utilização das técnicas disponíveis devem ser utilizadas de acordo com o grau de incerteza do investimento, que são influenciadas pelas variáveis que podem afetá-lo (SANTOS, 2010).

Neste mesmo sentido, Casarotto e Kopittke (2000) afirmam que a escolha de métodos de avaliações de investimentos deve considerar se o investimento é suficientemente importante para justificar o esforço de se utilizar um método estruturado, se a decisão não é óbvia e é necessário organizar o problema; e se o aspecto econômico financeiro é significativo e influenciará na decisão.

Na busca pela racionalização do uso da água, a viabilidade econômico financeira contribui de forma decisiva para a decisão em gestão voltada para a eficácia do consumo, permitindo utilizar melhor as fontes potáveis e não potáveis para fins mais apropriados a suas características. No entanto, ainda é incipiente o uso do potencial da conservação e reúso de água em edificações.

Ainda que denote possíveis custos evitados na conta da água, ganhos econômicos e as tecnologias sejam acessíveis, não há uma configuração do

mercado de construções, gestão de edificações e processo regulatório voltados para a disseminação da conservação reúso de água (ABES, 2015).

3.5 AVALIAÇÃO DETERMINÍSTICA DE INVESTIMENTO

Investimentos são alvos de avaliações a todo o momento pelos tomadores de decisão, seja de forma superficial ou aprofundada, que se pautam muitas vezes por análises fundamentadas em indicadores. A dinâmica competitiva do ambiente econômico não permite a tomada de decisões que comprometa os investimentos, principalmente quando envolve o atrelamento de escassos recursos financeiros (COPELAND, 2001).

Instrumentos de avaliação econômica para investimentos desenvolveram-se no último século, com contribuições sistematizadas vindas de estudiosos como Willams (1938), um dos primeiros a falar do dinheiro do tempo. Com o decorrer das décadas e o aumento da complexidade da ambiência econômica, novas metodologias foram incorporadas para disponibilizar aos tomadores de decisão confiabilidade e racionalidade (OLIVEIRA, 2014).

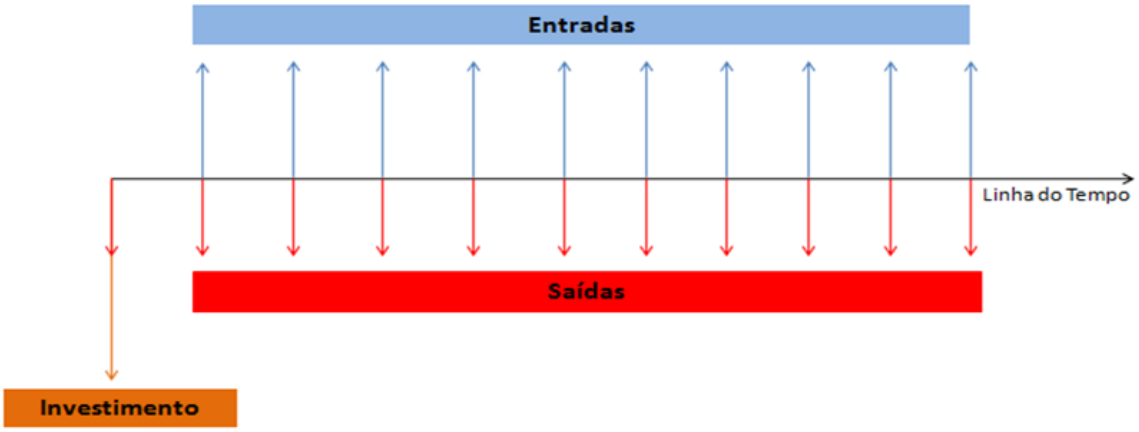
Atualmente, as técnicas para análise do dinheiro no tempo e avaliações de investimentos convergem nos regimes de taxa de juros simples, composta e composta-contínua. No regime de capitalização simples o juro não é incorporado ao capital para futuras capitalizações. No regime de capitalização composta, o juro é incorporado ao capital no final de um período. Já no regime de capitalização contínua o juro é incorporado ao capital instantaneamente a cada menor medida de tempo (BRUNI, 2013).

3.5.1 Fluxos de Caixa Descontados

A maioria das avaliações de investimentos em ativos físicos são realizados no sistema composto, pois muitos parâmetros utilizados são corrigidos ao final de determinados períodos. Neste contexto, ganham destaques a utilização dos fluxos de caixas descontados (FCD) que analisa o movimento do dinheiro no tempo, valor presente liquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o tempo de recuperação do capital, também conhecido como Pay Back (CHAVES, 2016).

Segundo LIN et al., (2013) a análise de alternativas de investimento consiste no estudo do fluxo de caixa com entradas e saídas monetárias de um projeto, permitindo avaliar sua viabilidade econômica. A viabilidade econômica exige o retorno e a remuneração do capital investido. Sua análise ao longo do tempo é demonstrada na Figura 3.

Figura 3: Esquema de fluxo de caixa simplificado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2010).

As entradas de dinheiro indicadas pelas setas para cima na Figura 3 são todas as receitas provenientes do negócio. As saídas de dinheiro indicadas pelas setas voltadas para baixo, caracterizado pelo investimento inicial e os custos com o funcionamento do sistema investido. No estudo de viabilidade econômica, são projetadas receitas e despesas para os períodos futuros previstos na análise (PERES, et al., 2010).

A quantidade de períodos, ou seja, o tempo do projeto será definido de acordo com a complexidade dos ativos imobilizados envolvidos e a depreciação no investimento (ASSAF NETO, 2003).

3.5.2 Investimentos em Bens de Capital e Custos de Funcionamento

Os ativos imobilizados consistem nas construções, máquinas, equipamentos dentre outros que possuem pouca liquidez. Quanto maior o valor dos ativos, maior

será o tempo necessário para a consecução do investimento. Aliado a isso, os investimentos devem ser considerados quanto a sua capacidade ociosa, que reflete em maiores custos de depreciação sem obtenção de economias de escala (CHAVES, 2016).

Segundo Martins (2010) as terminologias envolvendo análise gerencial, financeira e contábil podem muitas vezes confundir e levar a erros grotescos em avaliações econômicas. Embora não se tenha regras para uso das terminologias, para simplificar e facilitar a compreensão, muitas vezes as entradas de recursos num sistema são chamadas de receitas e as saídas de recursos podem ser classificados em diferentes tipos de gastos.

Os gastos de investimentos em bens de capital são chamados simplesmente de investimento ou até custos de implantação. Já os gastos para manter o funcionamento dos sistemas após o início de sua operação são chamados de custos ou despesas operacionais (MARTINS, 2010).

Os custos diretos são aqueles que incidem diretamente na atividade fim do projeto, como matéria prima, manutenção de equipamentos, mão de obra operária, entre outros. Já os custos indiretos são aqueles que não incidem na atividade fim do projeto , mas são necessários para que o projeto atinja todos os objetivos. São exemplos de custos indiretos taxas, impostos, mão de obra administrativa, seguros, depreciação, tecnologia da informação, materiais de gestão, assessoria de gestão entre outras. Importante ressaltar que a classificação depende sempre das características do negócio (MARTINS, 2010).

Os custos devem ser organizados de maneira a facilitar sua aplicabilidade na administração do negócio, não existindo lista padronizada para realizar seu levantamento. No entanto, custos que envolvem operações, manutenção, insumos, mão de obra e atividades administrativas são comuns na maioria dos projetos. Além disso, Martins (2010) destaca a importância da depreciação, onde o investimento é parceladamente transformado em custo a medida que é utilizado.

3.5.3 Indicadores de Viabilidade Econômica Financeira

Uma vez utilizado o fluxo de caixa descontado (FCD), é possível calcular o Valor Presente Líquido (VPL), que consiste no somatório dos saldos do fluxo de caixa descontado subtraindo o investimento inicial. Seu conceito ajuda a informar o investidor se os retornos serão positivos ou negativos tendo como base uma taxa referencial, conhecida como Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (BRUNI, 2013).

Por sua vez, a TIR informa o percentual de retorno obtido com o investimento, permitindo comparar com a TMA e outras taxas passíveis de comparação ao investimento analisado (CASAROTTO e KOPITTKE, 2000).

O VPL indica valores absolutos de retorno do investimentos e a TIR valores relativos para comparação. Para efeito de análise, a TIR é a taxa que anula o VPL. Bruni (2013), Assaf Neto (1992) e Gittman (1984) são unânimes em afirmar que o VPL informa melhor os retornos do investimentos, embora a TIR auxilie o tomador de decisão quando se busca comparar com outros investimentos.

Segundo Bruni (2013) a taxa mínima de atratividade TMA representa o mínimo que um investimento deve remunerar para que seja considerado viável economicamente e é definida a partir da análise de três fatores de mercado: o custo de oportunidade, o risco do negócio inerente ao investimento e o prêmio de liquidez.

O custo de oportunidade representa a opção deixada de lado a partir de uma escolha, onde há uma opção de investimento renunciada, ou seja, sua mensuração reside na opção (oportunidade) que foi renunciada. Portanto, o custo de oportunidade não implica necessariamente em uma taxa e sim é um contexto econômico de ampla interpretação. Porém, quando trazido ao contexto financeiro o custo de oportunidade representa exatamente a rentabilidade que o investidor obteria na aplicação que não fez, sendo amplamente utilizada a taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia para títulos federais SELIC, referencial para a remuneração da maioria das aplicações financeiras no Brasil (REBELLATO, 2004).

Já o risco do negócio implica na imprevisibilidade das variáveis que compõem o

sistema, podendo ser afetadas por fatores climáticos, mercadológicos, sociais, políticos e etc. O peso desses ao investimento depende da influência desses fatores no investimentos (SALLES et al., 2007).

Por sua vez, o prêmio de liquidez é o retorno que se espera com o esforço para realizar investimento. Constitui-se em fator meramente subjetivo e é adotado tendo como referência as outras possibilidades de investimento que o investidor possui (PMI - Project Management Institute, 2004).

O tempo de recuperação do capital ou Pay Back é muito utilizado em estudos de viabilidade de pequenos projetos na área ambiental e consiste no período de tempo necessário para que a soma das receitas futuras, corrigidas temporalmente, se iguale ao valor do investimento inicial. Em outras palavras, é o tempo necessário para que o VPL fique igual a zero. Segundo Assaf Neto (1992), o Pay Back é o indicador mais impreciso para avaliar investimento, pois não permite uma avaliação após o tempo de recuperação do capital investido. Em projetos de investimentos com pay backs baixos, a dimensão da análise fica reduzida.

A Tabela 2 apresenta as funções e características de cada indicador de viabilidade econômica para o tomador de decisão.

Tabela 2: Indicadores para análise de investimento.

Indicador	Funções e Características
Valor Presente Líquido (VPL) (Bruni 2013)	• Informa o valor dos saldos projetados descontados a uma taxa mínima de atratividade e subtraindo o investimento realizado • Permite ao investidor observar se o investimento dará retorno positivo ou negativo no período projetado. • Apesar de informar de forma quantitativa qual o retorno projetado, não considera eventos que ocorram no decorrer do projeto.
Taxa Interna de Retorno (TIR) (Bruni 2013)	• Informa a taxa anual que o investidor tem de retorno do investimento realizado em regime de capitalização composta. • De fácil entendimento é muito utilizada para comparação com aplicações financeiras ou outros investimentos. • Apesar de informar de forma quantitativa qual o retorno projetado, não considera eventos que ocorram no decorrer do projeto
Prazo de Retorno do Capital (PAY BACK) (Assaf Neto 1992)	• Informa o prazo de retorno do capital investido • Muito utilizado para comparação com outras aplicações e investimentos • Apesar de informar de forma quantitativa qual o prazo de retorno do capital investido, não considera eventos que ocorram no decorrer do projeto.
Taxa Mínima de Atratividade TMA (Bruni 2013)	• Utilizada para descontar os valores futuros projetados no fluxo de caixa; • Considerado custo financeiro do investimento • Composta geralmente por custo de oportunidade, risco e prêmio de liquidez • Influenciada pela taxa referencial de juros da economia.
Rentabilidade (Pilão e Hummel 2004)	• Informa a taxa anual que o investidor tem de retorno do investimento realizado em sistema de capitalização simples. • Obtida a partir de cálculos simples envolvendo receitas, custos e investimento, sem necessidade de fluxo de caixa. • Não considera mudança do valor do dinheiro no tempo, restringindo bastante sua utilidade para a tomada de decisão do investidor.
Lucratividade (Pilão e Hummel 2004)	• É o percentual de ganho que se tem na atividade com relação as receitas totais obtidas no período; • Informa os ganhos líquidos sobre as receitas totais
Margem de lucro (Pilão e Hummel 2004)	• Informa o valor obtido de ganho em uma unidade de produto a partir do preço praticado
Ponto de cobertura total (Pilão e Hummel 2004)	• Informa a quantidade necessária de produto da empresa suficiente para quitar os custos totais da atividade

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para calcular a rentabilidade, lucratividade e margem de lucro é realizada a demonstração do resultado do exercício em cada ano (DRE), que destina-se principalmente a evidenciar como é formado o resultado líquido, diante do confronto das receitas e custos. É importante mencionar ainda que esse demonstrativo oferece uma síntese econômica dos resultados operacionais da empresa (PILÃO e HUMMEL, 2004).

Com o resultado líquido, é possível mensurar a lucratividade média, a rentabilidade média e a margem de lucro no produto analisado. Embora a terminologia dos indicadores geralmente sejam utilizadas para avaliar sobras perante as vendas de produtos e serviços, as mesmas podem ser analisadas a partir de investimentos que envolvem custos evitados (VALENTE, 2015)

Por sua vez, a complexidade da economia e sua suscetibilidade a eventos políticos, climáticos, demográficos entre outros podem interferir bastante nos resultados esperados dos investimentos. Os cenários futuros assumidos no projeto podem modificar-se ao longo do tempo e as premissas assumidas no momento de sua elaboração podem não ocorrer (OLIVEIRA, 2008).

3.6 INCERTEZA EM AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS

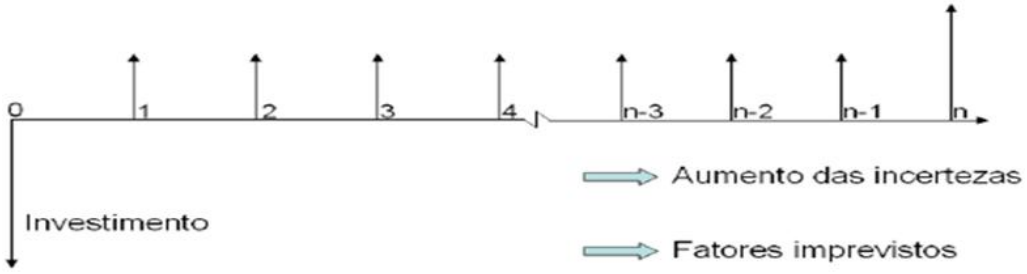
O conceito de incerteza reflete as dúvidas sobre o investimento corrente. Quanto maior o tempo considerado para realização do investimento, maior poderá ser sua incerteza, ou seja, quanto maior o número de períodos no fluxo de caixa, mais incerto pode ser o ambiente de tomada de decisão (CHAVES, 2016).

Atualmente, muitos projetos de investimentos envolvendo a engenharia ambiental são estudados com técnicas de avaliação de incerteza e valoração de flexibilidade gerencial que permitem adaptar seus projetos e por vezes até modificar em função dos riscos assumidos. (DENG et al., 2013).

Em projetos de investimento voltados à energia por exemplo, Jang, et al., (2013) utilizam as opções reais para avaliar se a adoção de tecnologias em energia renováveis são viáveis economicamente. Deng et al., (2013) apresentam uma quadro integrado para valorar investimentos em sistema de gestão de águas urbanas sob incerteza. Já Cardin et al.,(2007) propõem novas metodologias para quantificar a incerteza em projetos de engenharia.

A figura 5 ilustra o fluxo de caixa em um ambiente incerto, onde ocorrem variações nos retornos esperados do investimento. Essa imprevisibilidade muitas vezes afeta a confiança dos tomadores de decisão para efetivar o investimento proposto.

Figura 4:Imprevisibilidade nos fluxos de caixa.



Fonte: OLIVEIRA, (2008).

3.6.1 Identificação das Incertezas em Investimentos

A identificação da incerteza é vista como processo crítico na avaliação do investimento, pois apenas as situações conhecidas e identificáveis podem ser adequadamente equacionados. A identificação da incerteza se dá no ambiente do setor estudado e gera uma lista refinada daqueles que podem ameaçar ou gerar oportunidades em relação ao investimento (CARVALHO E RABECHINI JR.,2005).

Metodologias participativas como análise SWOT e entrevistas semi estruturadas são utilizadas para a identificação das incertezas. A análise SWOT é utilizada junto a grupos que detém informações. Já as entrevistas semi estruturadas são utilizadas para identificar informações complementares em diferentes ambientes (GELPHUS, 1997). Independente das ferramentas utilizadas, uma vez identificada as incertezas,a análise pode ser feita quantitativa ou qualitativa (SALLES JR et al, 2006).

Embora a análise qualitativa da incerteza seja menos eficiente na elaboração de projetos de investimentos em comparação aos métodos quantitativos, a análise da relevância contribui para mostrar o grau de relevância de situações de incerteza levantadas, quando comparados (ADENE , PNUD, 2002).

Utilizar ferramentas de análise qualitativas para somente hierarquizar informações relacionadas ao contexto de gestão pode auxiliar na escolha de ferramentas quantitativas na avaliação da incerteza (PMI, 2004).

Neste contexto, a matriz de relevância promove uma avaliação global nas

questões identificadas a fim de determinar quais são os eventos mais críticos ao investimento. Sua análise se efetiva por meio de uma escala, arbitrada de acordo com o contexto e circunstâncias da situação analisada (ADENE, PNUD, 2002).

3.6.2 Avaliação quantitativa da incerteza nos projetos de investimento

As avaliações quantitativas da incerteza foram intensificadas a partir da obra de Black e Sholes (1973), pioneiros em considerar a volatilidade nos investimentos em ativos reais, inúmeros estudos propuseram a mensuração da incerteza a partir de modelos baseados na gestão dos fluxos de caixa com base em estatística. Os modelos são baseados em diversas metodologias, sendo as mais usuais a simulação de Monte Carlo, árvore de decisão e movimento browniano geométrico.

Embora a simulação de Monte Carlo seja amplamente utilizada para avaliar incertezas nos investimentos, o movimento browniano geométrico cumpre a mesma função na avaliação estatística envolvendo o estudo do comportamento de variáveis independentes sobre os indicadores de viabilidade econômica, permitindo simular cenários e definir probabilidades (DENG et al., 2013).

O movimento browniano geométrico é utilizado desde seu aspecto puramente físico, nas teorias de Einstein e Langevin, até seus aspectos matemáticos mais profundos, como na teoria de Itô. Ao longo do tempo, desde as primeiras especulações envolvendo fenômenos biológicos até os tempos atuais, o movimento browniano geométrico tem demonstrado ser uma das principais peças do jogo matemático da natureza. Nas finanças, o movimento browniano geométrico é utilizado como referência para modelar comportamentos passados e futuros de variáveis, não permitindo valores negativos nas suas simulações (BESSADA, 2005).

Ao considerar a volatilidade e o crescimento de uma variável, a variável assume movimento browniano geométrico que resultam na geração de inúmeras possibilidades. Estes constituem-se em cenários possíveis para a variável estudada.

As simulações realizadas tem como premissa tratar a incerteza de forma

estritamente estocástica, ou seja, os limites presentes na incerteza devem ser bastante visíveis e bem definidos pelas distribuições de probabilidade. Caso contrário, a simulação pode gerar resultados inúteis (LEE e ZHONG, 2014).

3.6.3 Análise de Sensibilidade

Além do Movimento Browniano Geométrico (MBG), que segundo Ross (2013) é eficiente na identificação do comportamento futuro de variáveis porém dependente de série histórica confiáveis para viabilizar seu estudo, Bruni (2013) aponta a análise de sensibilidade como método útil na avaliação de possíveis formatos em que investimentos podem assumir a partir de algumas premissas, não necessitando de série histórica de dados para seu uso.

Neste sentido, Pilão e Hummel (2004) afirmam que a análise de sensibilidade constitui-se em ferramenta facilitadora para observar os possíveis impactos da incerteza na viabilidade econômica financeira de projetos, possibilitando tomar medidas de contingência para diferentes situações futuras, prevendo situações esperadas, bem como a melhor ou a pior situação.

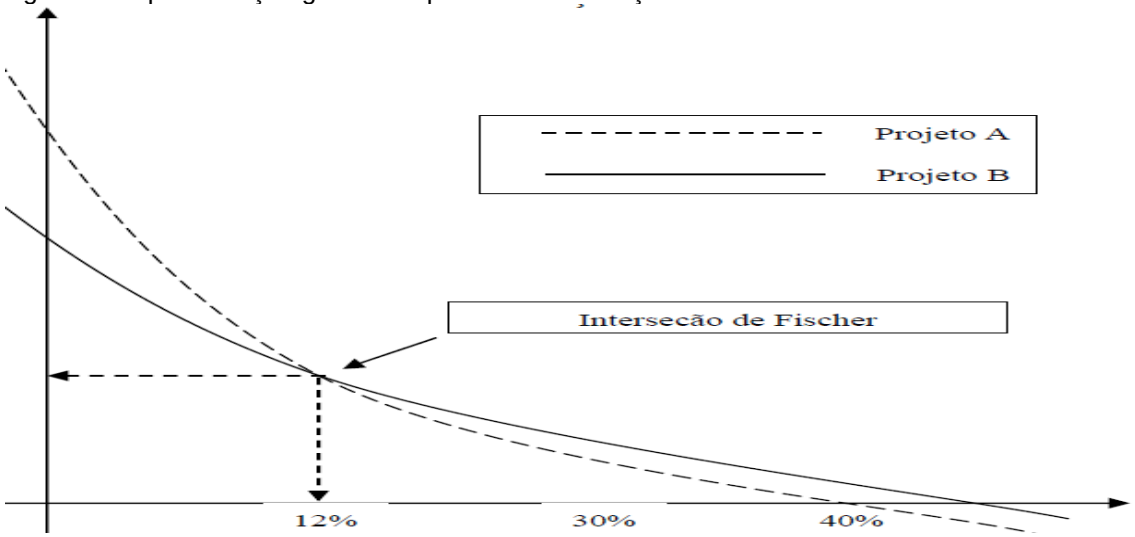
3.7 PONTO DE INTERSECÇÃO DE FISCHER

O ponto de intersecção de Fischer leva em consideração o comportamento normativo do binômio risco-retorno (mais ganhos só assumindo mais risco), e que preconiza a existência de um limite para a variabilidade da TMA em que o investidor seria indiferente entre duas alternativas de investimentos (SOUZA e CLEMENTE, 2004).

Bruni (2013), Perez (2010) e Assaf Neto (1992) afirmam que o ponto de intersecção de Fischer resolve situações de alternativas de investimentos mutuamente excludentes, onde uma opção de investimento exclui a outra, sendo possível calcular os fluxos incrementais de duas opções comparadas e encontrar uma nova TIR, que representa o ponto onde uma opção de investimento deixa de ser viável em função de outra.

Para Kassai (1996), a análise que estabelece a relação entre a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL) é que indica o chamado ponto de interseção de Fischer. A Figura 4 mostra a intersecção onde o retorno de dois projetos se encontram.

Figura 5: Representação gráfica do ponto de intersecção de Fischer



Fonte: Adaptado de Kassai (1996)

Observa-se que o Ponto de Fischer melhora a percepção de risco do investimento à medida que estabelece um novo limite para a variabilidade da TMA. Nesse caso hipotético, Kassai (1996, p. 5) comenta que, “com base na TMA, se for maior que o ponto de interseção e Fischer, o Projeto B será aceito, se não, será rejeitado em prol do Projeto A.”

4 METODOLOGIA

4.1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES

Este estudo foi concebido a partir da atuação do núcleo ÁGUA da Universidade Federal do Espírito Santo na edificação do Shopping Center Vila Velha (SCVV), administrado pela empresa BR Malls, cuja parceria tem gerado resultados relevantes em diferentes áreas de conhecimento.

O Shopping Center Vila Velha (SCVV) foi inaugurado em 25 de agosto de 2014 com área de 70.397,98 m² e três pisos de lojas, sendo que apenas dois estão em funcionamento. A Figura 6 ilustra a edificação.

Figura 6:Vista Panorâmica do Shopping Vila Velha.

Fonte: Disponível em < http://http://shoppingvilavelha.com.br/ShoppingDetalhe/>. Acesso em 22 jun. 2017.

O estudo foi dividido em fases interdependentes, nas quais foram utilizados dados de balanço hídrico reconciliado (BHR) da edificação, tecnologias de conservação e reúso disponíveis e metodologias de avaliação econômica financeira de investimentos.

Neste contexto, 3 fases distintas para avaliar os investimentos em conservação e reúso de água na edificação foram adotados, que convergem no alcance dos três objetivos específicos apresentados no capítulo 2.

A primeira fase consistiu em analisar o balanço hídrico reconciliado (BHR) da edificação para estudo da viabilidade técnica, possibilitando a definição de cenários de conservação e reúso de água. Já a segunda fase permitiu a avaliação econômica determinística dos investimentos necessários nos cenários de conservação e reúso de água. Por fim, na fase três foi inserido o conceito de incerteza na avaliação econômica realizada nos cenários. A Tabela 3 detalha os procedimentos adotados em cada fase.

Tabela 3: Fases e procedimentos para a avaliação de investimentos em programa de reuso e conservação de água no Shopping Center Vila Velha.

Fases	Procedimentos
Fase 1: Estudo de Cenários	Estudo do balanço hídrico reconciliado (BHR) da edificação Análise das vazões e do consumo de acordo com economias de escala Simulação da capacidade de armazenamento de água de chuva Definição das tecnologias e cenários
Fase 2: Estudo de Viabilidade Econômica dos Investimentos	Orçamentos dos investimentos e custos de funcionamento Cálculo das receitas obtidas com o investimento Definição da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), dos reajustes e do período para avaliação do investimento Montagem do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) Montagem da Demonstração de Resultado do Exercício (DRE) Cálculo dos indicadores de viabilidade econômico financeira
Fase 3: Avaliação do investimento com inserção da incerteza	Identificação e hierarquização da incerteza Estudo de séries históricas da variável analisada Simulação com variável analisada por meio do movimento browniano geométrico; Verificação de tendências de comportamento da variável estudada por meio do método de mínimos quadrados; Análise de sensibilidade unitária e global dos riscos mais prováveis. Comparação entre os cenários estudados por meio do estudo do incrementos ao cenários e ponto de intersecção de Fischer

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4.2 PREMISSAS DO ESTUDO

Para a realização do estudo, foi adotada como premissa a segregação do sistema hidrossanitário da edificação. Segundo Boni (2009) o controle do processo da conservação e reúso de água em edificações só se realiza pela separação das canalizações de água potável e água de reúso. Essas tubulações devem ser pintadas com coloração específica conforme NBR 15527 (2007) e com denominação para alertar sobre o uso delas.

Desta forma, o estudo considerou o funcionamento de sistema hidrossanitário

segregado para fontes potáveis e não potáveis. Considerou-se também que a edificação possui área disponível para implementação da ETAC e dos sistemas de armazenamento de água de chuva proposto nos cenários estudados.

Informações sobre os investimentos avaliados foram obtidos por meio da aplicação de entrevistas semi estruturadas junto a atores especialistas no setor estudado. Segundo Gelphus (1997), essas entrevistas contém de 10 a 15 questões chaves e propiciam a criação de ambiente de diálogo sem as limitações criadas por um questionário.

Tabela 4: Modelo de entrevistas semi estruturadas aplicadas.

Objetivos	Aprofundamento da situação atual do segmento estudado Entendimento do contexto econômico/tecnológico e as circunstâncias que envolvem a conservação e reúso de água em edificações de grande porte; Aprofundamento de informações sobre conservação e reúso de água em edificações de grande porte no que tange investimentos necessários, custos, tecnologias e aspectos regulatórios.
Informações Gerais	Quais aspectos mais importantes na disseminação de estratégias de conservação e reúso de água em grandes edificações? Quais fatores que já beneficiam atualmente a conservação e reúso de água nas edificações de grande porte? Que situações prejudicam atualmente a conservação e reúso de água nas edificações de grande porte? Quais fatores podem contribuir no futuro para a viabilização da conservação e reúso de água nas edificações de grande porte? Quais fatores podem prejudicar no futuro a viabilização da conservação e reúso de água nas edificações de grande porte?
Informações Específicas	Dados de tecnologias disponíveis Dados de investimentos em bens de capital e custos de funcionamento Informações e dados da operação de ETAC Parâmetros utilizados para decisões na regulação do saneamento Equipamentos utilizados na conservação e reúso de água em grandes edificações

Fonte: Adaptado de Gelphus (1997).

Essa ferramenta foi utilizada com atores estratégicos do setor de saneamento e propiciaram informações diversas e específicas para a consecução deste trabalho, tais como tecnologias apropriadas aos casos estudados, dimensionamento de instalações e equipamentos para orçamentos, tendências do setor, aspectos contextuais e circunstanciais de base econômica que afetam o setor e questões regulatórias.

4.3 ESTUDO DE CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA

O estudo de cenários da edificação foi realizado com base no balanço hídrico reconciliado desenvolvido por Guzzo (2017), onde dados sobre a oferta de fontes alternativas e a demanda de água não potável (DANP) foram considerados.

Os dados da Tabela 5 mostram as ofertas das três fontes de água não potável consideradas na edificação para conservação e reúso. Enquanto a oferta de águas cinza representa 20% e a oferta de água de condensação apenas 6%, a oferta de água de chuva representa 118% da demanda de água não potável (DANP) da edificação, ou seja, atenderia com sobras toda a demanda de água não potável (DANP) da edificação de 55.096,82 m³.

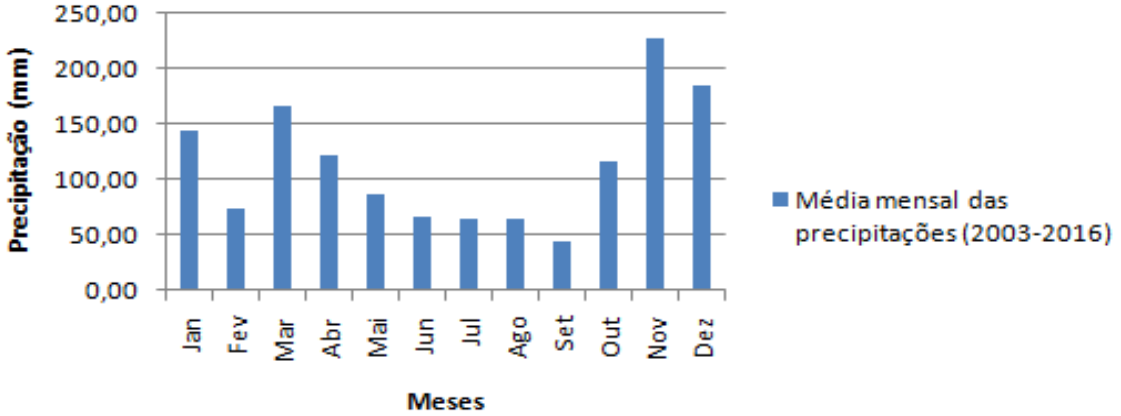
Tabela 5: Volume e percentuais de representação.

Estratégias	m³/ano	Representação
Reuso de Água Cinza	11.250,45	20%
Aproveitamento de água de condensação	3.488,62	6%
Aproveitamento de água de chuva	64.984,72	118%
Total da demanda de água não potável DANP	55.096,82	100%

Fonte: Guzzo, (2017).

Para avaliar a oferta de água de chuva na edificação a ser aproveitada, foram consideradas as médias das precipitações no período de 2003 a 2016 ocorridas na estação pluviométrica nº 83648 (INMET), conforme Figura 7.

Figura 7:Média mensal de chuvas (2003 – 2016).



Fonte: Guzzo 2017.

A Tabela 6 mostra as diferenças do volume de chuvas nos meses do ano, possibilitando mensurar o fluxo de água de chuva na edificação.

Tabela 6:Volume da Oferta de Água da Chuva.

Mês	Precipitação média mensal (mm)	Área de Captação (m^2)	Volume da Oferta (m^3)
Jan	143,78	50.288,15	6.768,26
Fev	74,31	50.288,15	3.449,35
Mar	166,46	50.288,15	7.851,70
Abr	121,86	50.288,15	5.721,00
Mai	86,87	50.288,15	4.049,60
Jun	66,64	50.288,15	3.083,20
Jul	64,57	50.288,15	2.984,24
Ago	65,54	50.288,15	3.030,31
Set	44,06	50.288,15	2.004,20
Out	116,29	50.288,15	5.454,83
Nov	227,01	50.288,15	10.744,75
Dez	184,28	50.288,15	8.703,10
Média mensal	113,47	50.288,15	5.320,38
Média Anual	1361,66	50.288,15	64.950,88

Fonte: Guzzo, (2017).

Desta forma, foi simulada a oferta de água não potável na edificação considerando as três fontes, conjugadas ou separadamente, com atendimento a percentuais diferentes da demanda de água potável (DANP). A simulação foi realizada em planilha eletrônica Excel que considera os diferentes volumes de água não potável, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Volume do aproveitamento da água não potável disponível na edificação.

Meses	Jan	Fev	Mac	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação Média Mensal	De acordo com a Tabela 6											
DANP	De acordo com Tabela 4											
Área de Captação	50.288,15 m^3											
Volume da oferta de água não potável disponível.	De acordo com balanço hídrico da edificação de Guzzo (2017)											
Volume dos reservatórios	Simulado											
Nível do reservatório antes	Se V_{depois} do mês anterior > 0, será V_{depois} do mês anterior; se não, será 0											
Nível do reservatório depois	Se ($V_{oferta} + V_{antes} – DANP$) > VR, será VR; se não, será ($V_{oferta} + V_{antes} – DANP$)											
Extravasão	Se ($V_{oferta} + V_{antes} – DANP$) >VR, então o volume de extravasão será ($V_{oferta} + V_{antes} – DANP$) – VR. Caso ($V_{oferta} + V_{antes} – DANP$) < VR, será 0.											

Suprimento de Água	Se $V_{depois} < 0$, então será o valor em módulo do V_{depois}; caso contrário, será 0.

Fonte: Guzzo 2017.
Nota: DANP: demanda de água não potável da edificação;; V_{depois}: volume de oferta depois do mês analisado. VR: volume dos reservatórios.

Esta planilha permitiu verificar a capacidade de armazenamento de água necessária frente as precipitações pluviométricas mensais, a oferta das outras fontes da edificação (cinza e condensação), a extravasão e a necessidade de suprimento do sistema público de abastecimento.

Assim, para mensurar o volume de armazenamento de água, foram realizadas simulações em que os níveis dos reservatórios do sistema antes e depois de cada mês foram relacionados com a necessidade de suprimento do sistema público de abastecimento.

A simulação permitiu visualizar o potencial das diferentes fontes de água não potável em atender a demanda de água não potável da edificação. Aliado a isso, foi utilizado como referencial o conceito de economias de escala e capacidade ociosa de equipamentos, parâmetros significativos na avaliação de investimentos (CHAVES 2016).

4.4 AVALIAÇÃO DETERMINÍSTICA DO INVESTIMENTO

A metodologia de avaliação determinística do investimento para os cenários de conservação e reúso na edificação foi definida a partir dos resultados obtidos com o estudo de cenários, objetivo 1 desse estudo. O dimensionamento dos sistemas e valores dos investimentos em bens de capital e custos de funcionamento dos sistemas foram obtidos a partir de outros trabalhos acadêmicos realizados na edificação, das entrevistas semi estruturadas e de orçamentos realizados junto a fornecedores.

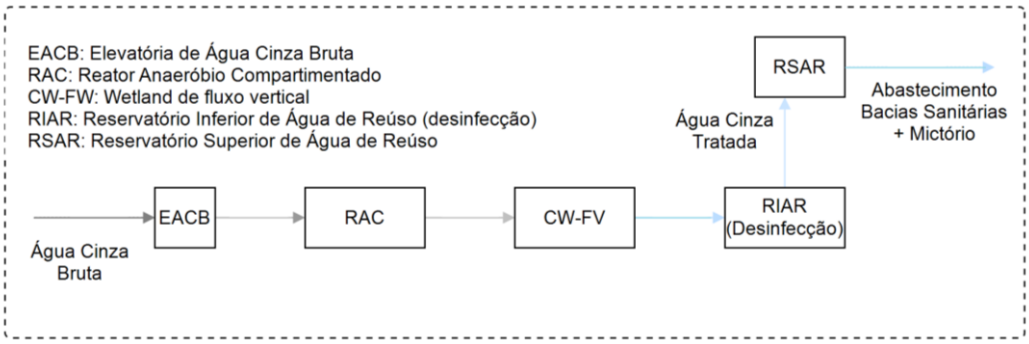
Desta forma, a viabilidade econômico financeira envolveu o levantamento de valores dos investimentos em bens de capital necessários para que os sistemas iniciem sua operação e dos custos necessários para funcionamento dos sistemas propostos.

Aliado a isso foram calculadas as receitas obtidas em cada cenário, a definição dos reajustes lineares e a definição da TMA. Com esses dados, foram montados os fluxos de caixa descontado(FCD) e realizado o cálculo dos indicadores de viabilidade econômico financeira (BRUNI, 2013).

4.4.1 Investimentos em Bens de Capital

O orçamento dos investimentos em bens de capital para o reúso de água cinza, demandado nos cenários levou em consideração a existência de sistema de coleta, armazenamento e tratamento na edificação. Neste caso foram utilizados os dados do estudo de Valentina (2017), que estudou a viabilidade econômica no reuso água cinza no Shopping Center Vila Velha. Sua pesquisa propôs a implantação de estação de tratamento de água cinza (ETAC) na edificação, conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8: Esquema da ETAC proposta para o Shopping Center Vila Velha.



Fonte: VALENTINA, (2017).

A ETAC foi projetada de acordo com a vazão do balanço hídrico reconciliado BHR da edificação e prevê a associação em série de um reator anaeróbio compartimentado (RAC), wetland construído sub superficial de fluxo vertical (CW-FV) e desinfecção por cloração. O orçamento foi realizado junto a empresas do setor no ano de 2016. Por isso, foi avaliado junto a empresas do setor a ocorrência de alterações significativas nos valores apresentados e aplicados os devidos reajustes da inflação nesse período.

A Tabela 8 apresenta o somatório de todos os equipamentos, equipamentos, implementos, utensílios, materiais, benfeitorias e serviços referentes a aquisição e instalação da ETAC no Shopping Vila Velha. No Anexo 1 está o orçamento detalhado realizado na pesquisa.

Tabela 8: Investimento em Reúso de Água Cinza no Shopping Center Vila Velha.

Descrição	Total (R$)
Rede de Coleta	49.735,97
Elevatória de Água Cinza Bruta (EACB)	4.632,97
RAC, Wetland, Desinfecção	140.000,00
Reservatório Inferior de Água de Reúso (RIAR)	12.721,37
Reservatório Superior de Água de Reúso (RSAR) e Distribuição	18.343,87
Total	225.434,18

Fonte: VALENTINA, (2017).

Importante ressaltar que para a avaliação da viabilidade econômica nos cenários, o orçamento do investimento em água cinza, realizado em 2016, foi reajustado conforme o IPCA, principal indicador de reajuste utilizado no saneamento ARSP 2018).

No que tange a as fontes de água de chuva e condensação, foram considerados os investimentos necessários para as duas fonte de forma conjunta, tendo como foco a água de chuva, uma vez que a baixa oferta de água de condensação é facilmente incorporada ao volume de água de chuva. Assim, no investimento orçado para o aproveitamento de água de chuva, está incorporado a água de condensação.

Desta forma, para dimensionar os investimentos em cenários que envolvem a conservação de água de chuva considerou-se o estudo sobre captação de água de chuva no SCVV, realizado por Santana e Cozer (2016), que aliado a entrevista semi estruturadas com especialistas do setor, permitiu definir o volume de captação de água a partir da disposição das bacias de escoamento na cobertura, viabilizando o dimensionamento dos filtros autolimpantes e reservatórios de primeira chuva necessários. Apenas a cobertura da edificação foi considerada para captação de água de chuva. A Tabela 9 apresenta como estão dispostas as bacias de escoamento da cobertura da edificação.

Tabela 9: Bacias de escoamento da água de chuva do Shopping Center Vila Velha.

Descrição	Contribuição da cobertura (m^2)	Volume 1ª chuva (m^3)	Reservatório de 1ª chuva (m^3)	Filtros auto limpantes (capacidade de até 3.000m^2)
Bacia 1	12.045,94	24,08	30	4
Bacia 2	10.037,97	20,07	20	4
Bacia 3	9.661,12	19,32	20	3
Bacia 4	18.543,11	37,08	40	6
Total	55.288,15 m²	-	-	17

Fonte: Adaptado de Santana e Cozer (2016).

O sistema de bombeamento foi dimensionado a partir da demanda diária de água em cada cenário e da análise da altura da edificação, permitindo calcular a vazão e o equipamento mais eficiente para atender o cenário. Desta forma, foi definido o equipamento com configuração suficiente para atender uma vazão de 12 m^3/h, e uma potência de 1,5 CV.

Os serviços de instalação, o sistema de cloração, os filtros autolimpantes e os reservatórios de primeira chuva foram dimensionados a partir de informações obtidas nas entrevistas semi estruturadas e do estudo realizado por Santana e Cozer (2016).

4.4.2 Custos para Funcionamento dos Sistemas

Os custos para o funcionamento dos sistemas nos cenários foram obtidos a partir de informações obtidas nas entrevistas semi estruturadas e com orçamentos realizados para operação e funcionamento da ETAC (Anexo 4).

Para facilitar a avaliação econômica dos processos e resultados, os custos de funcionamento dos sistemas em cada cenário foram classificados em diretos e indiretos. Os custos diretos envolveram todos os gastos relativos aos processos internos envolvendo a coleta, tratamento e distribuição de água. Por sua vez, os custos indiretos envolveram gastos adicionais envolvendo a burocracia de funcionamento, atendimento as legislação vigente e esforço adicional da gestão da edificação para funcionamento dos sistemas.

Os custos operacionais em água cinza compreendeu que interferem nas variáveis

do sistema de modo a regular e equilibrar essas variáveis, atividades cotidianas ou periódicas para manter as estruturas da planta de tratamento em boas condições e assegurar um bom e estável desempenho do sistema de tratamento assim como a comunicação, entre as diferentes pessoas envolvidas, criando-se ao mesmo tempo um arquivo da operação e manutenção do sistema de tratamento. As atividades previstas na operação e manutenção da ETAC referem-se a gradeamento, limpeza e manutenção da caixa de entrada ou distribuição, limpeza, manutenção e acompanhamento no RAC e EASB, acompanhamento da decantação, realizar cloração e desinfecção necessários e a limpeza e monitoramento do todo o sistema de tratamento.

Para estimar os custos com equipamentos elétricos nos sistemas, foi estimado o tempo médio de funcionamento diário médio dos equipamentos elétricos da ETAC, possibilitando calcular o consumo médio dos equipamentos previstos. Com o consumo energético médio calculado na ETAC e a partir dos preços do kW/hora praticados pela concessionária de energia elétrica na edificação, foi possível calcular o custo referente a energia elétrica utilizada na ETAC, conforme Apêndice 3.

O cálculo da depreciação levou em consideração alguns conceitos de contabilidade de custos. Embora a receita federal disponibilize taxas de depreciação de bens para efeitos fiscais, Martins (2010) afirma que na contabilidade gerencial a depreciação pode ser obtida a partir do tempo médio estimado de vida útil dos bens, do cálculo do valor atual e do valor residual. Por sua vez, Bruni (2013) afirma que em avaliações de investimento, a depreciação pode ser calculada de acordo com o tempo previsto de análise, baseado no fluxo de caixa descontado FDC. Por isso, foi definido prioritariamente taxa de depreciação de 5% para os investimentos realizados.

Em relação a sistemas envolvendo água de chuva e condensação, os custos para operação dos sistemas foram calculados a partir de informações obtidas nas entrevistas semi estruturadas em que foi indicada a atuação de bombeiro hidráulico com carga horária variada de acordo com cada cenário trabalhado. Dessa forma, foi considerada a remuneração média com encargos de bombeiro

hidráulico na região da edificação, a partir do dimensionamento de carga horária necessária para operar os sistemas.

A análise das informações obtidas na entrevista semi estruturada possibilitaram também dimensionar os custos de manutenção nos sistemas com água de chuva e condensação, onde foi utilizado o tempo médio e materiais para a realização de reparos mais comuns nos equipamentos e de serviços de conserva e pintura das instalações dos sistemas.

Os custos com energia elétrica para os sistemas de água de chuva foram estimados com base no funcionamento da estrutura prevista para atender o volume de água dos cenários.

As análises laboratoriais nos sistemas com água de chuva e condensação foram considerados as mesmas adotadas no reúso de água cinza. Em sistemas onde há conjugação de águas cinza e de chuva/condensação, os custos laboratoriais incidiram apenas uma vez, visto que a análise atende ambos os sistemas.

Os custos com vigilância nos sistemas foram calculados a partir da quantidade de tempo necessária para monitorar o local, uma vez que a edificação já possui vigilância patrimonial. Neste caso, foi utilizado o salário da categoria de vigilante patrimonial no estado do Espírito Santo e estimada a carga horária necessária para patrulhamento do local. Desta forma, foram definidos valores de R$ 12,08 por hora trabalhada com encargos para os serviços de vigilância patrimonial no local com carga horária de 1 hora de rondas efetivadas no local, conforme SINDSEG-GV/ES (2018).

Já para o esforço de gestão foram estimados gastos adicionais no contato e articulação com fornecedores e terceiros no funcionamento das estruturas. Neste sentido, as entrevista semi estruturadas possibilitaram dimensionar as demandas mais comuns para a gestão indireta nas estruturas previstas.

4.4.3 Composição das receitas obtidas nos cenários

As receitas utilizadas nos fluxos de caixa para todos os cenários foram calculadas com base no preço de serviços de água e esgoto da concessionária no local da edificação. A base do cálculo das receitas representou o custo evitado com as

contas de água na edificação. O seu cálculo foi obtido a partir da Equação 1 (VALENTE, 2015)

$$\text{Receita} = \text{Volume Ofertado}_{\text{Água}} \times \text{Preço}_{\text{Serviço de água}} \quad (1)$$

O preço utilizado para o sistema foi de R$ 17,30, praticados entre julho de 2017 até junho de 2018, conforme Tabela 10.

4.4.4 Preços e índices de reajuste utilizados na avaliação de investimentos

A avaliação dos investimentos considerou a composição e evolução das receitas e custos a partir da série histórica dos preços e reajustes dos serviços de água e esgoto praticados na edificação. A Tabela 10 informa os preços e reajustes praticados de 2004 a 2018 e os respectivos reajustes adotados.

Tabela 10: Preços e reajustes de serviço de água e esgoto na grande vitória – ES.

Ano Base	Tarifa água (R$/m³)	Tarifa esgoto (R$/m³)	Variação de tarifa água (%)	Variação de tarifa de esgoto (%)
2004 – 2005	3,93	2,21	4,24	4,25
2005 – 2006	4,14	2,21	5,34	0,00
2006 – 2007	4,30	2,30	3,86	4,07
2007 – 2008	4,50	2,40	4,65	4,35
2008 – 2009	4,77	2,55	6,00	6,25
2009 – 2010	4,98	2,66	4,40	4,31
2010 – 2011	5,23	2,79	5,02	4,89
2011 – 2012	5,69	3,47	8,80	24,37
2012 – 2013	6,06	4,48	6,50	29,11
2013 – 2014	6,42	5,14	5,94	14,73
2014 – 2015	6,76	6,76	5,30	31,52
2015 – 2016	7,48	7,48	10,65	10,65
2016 – 2017	8,30	8,30	10,96	10,96
2017 – 2018	8,65	8,65	4,22	4,22

Fonte: Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) e Agência Reguladora de Serviços Públicos (ARSP) (2018)

A análise dos reajustes foi realizada somente com base na variação dos preços de serviço de água, uma vez que os preços dos serviços de esgoto entre os anos de 2011 e 2015 indicaram variação relevante acima da média. Nos outros anos, o reajuste do preço do serviço de esgoto foi análogo ao reajuste do preço do serviço de esgoto.

Neste período a agência reguladora atuou para alinhar os preços dos serviços de

abastecimento com os do esgoto. Com base nesses dados, considerou-se o crescimento médio de 6,13% ao ano nos preços.

Para reajustar os custos de funcionamento dos sistemas, foi utilizado o índice de preços ao consumidor amplo (IPCA), indicador referência no cálculo dos custeios efetivados pela agência reguladora do setor na formação dos preços (NOTA TÉCNICA ARSP/DC/ASTET Nº 04/2018).

Neste sentido, o indicador mostra evolução média de 5,88% ao ano, conforme Tabela 11. Foi considerado o período de julho a junho de cada ano, alinhado ao período utilizado pela ARSP na concessão de reajustes do setor.

Tabela 11: Evolução do Índice de Preços ao Consumidor Amplo.

Ano Base	Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA (%)
2004 – 2005	6,06
2005 – 2006	7,27
2006 - 2007	4,03
2007 – 2008	3,69
2008 – 2009	6,06
2009 – 2010	4,80
2010 – 2011	4,84
2011 – 2012	6,71
2012 – 2013	4,92
2013 – 2014	6,70
2014 – 2015	6,52
2015 – 2016	8,89
2016 – 2017	8,84
2017 – 2018	3,00

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços.

Além de ser considerado o principal parâmetro para a evolução dos custos, o IPCA também constitui-se principal parâmetro na evolução dos preços, uma vez que ambos são obtidos a partir da mesma metodologia utilizada pela agência reguladora.

4.4.5 Taxa Mínima de Atratividade – TMA

O cálculo da taxa mínima de atratividade (TMA) foi definida com base no custo de oportunidade e o prêmio da liquidez. O risco do negócio não foi considerado por se tratar de investimentos voltados para uso interno da água na edificação.

O custo de oportunidade foi definido a partir do sistema de juros cobrados pelos serviços bancários no Brasil, referenciados no Sistema Especial de Liquidação e Custódia, denominado SELIC. Desta forma, foi analisada a evolução desse indicador, conforme Tabela 12. A média dos últimos 15 anos foi de 11,50 % ao ano e atualmente apresenta viés de baixa, com 6,5% ao ano.

Tabela 12: Série Histórica da Taxa SELIC.

Ano Base	SELIC (%)
2003 – 2004	26,26
2004 – 2005	15,78
2005 – 2006	19,76
2006 – 2007	15,17
2007 – 2008	12,43
2008 – 2009	11,64
2009 – 2010	10,16
2010 – 2011	9.40
2011 – 2012	11,92
2012 – 2013	8,39
2013 – 2014	7,90
2014 – 2015	10,90
2015 – 2016	13,15
2016 – 2017	14,15
2017 – 2018	10,15

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços.

Por sua vez, o prêmio de liquidez foi arbitrado em 5% a.a. Desta forma, a partir da observação da rentabilidade média das aplicações financeiras em 2018 conforme Tabela 13 e da taxa vigente, a taxa mínima de atratividade TMA definida nesse estudo corresponde a taxa Selic (6,5%) somada ao prêmio de liquidez (5%), ou seja, 11,50% a.a.

Tabela 13: Rentabilidade Média das Aplicações financeiras - 2018.

Aplicação Renda Fixa	Rentabilidade Anual (%)
CDI	6,65
CDB	6,99
Poupança 1	6,17
Poupança 2	4,80
Aplicação Renda Variável	
Ibovespa	6,80
Índice Small Cap	-7,63
IBrX 50	7,29

ISE	-6,01
Imob	-20,72
Idiv	-5,33
Ifix	-3,88
Dólar Comercial (Mercado)	27,53
Euro (BC)	24,35
Euro (Comercial)	25,28
Ouro BM&Bovespa	15,70

Fonte: BACEN, 2018.

4.4.6 Fluxo de Caixa Descontado – FCD

Os investimentos, custos, receitas e reajustes permitiram a montagem dos fluxos de caixa FCD dos investimentos nos cenários. O período adotado para o fluxo de caixa será com base na depreciação previsto dos investimentos e a partir de entrevistas junto a especialistas do setor. O fluxo de caixa foi montado com base no modelo da Tabela 14.

Tabela 14: Modelo de Fluxo de Caixa Descontado para Cenário

Período	Receitas	Custos	Investimento	Saldo
Ano 0	Não previstas no ano zero	Não previstos no ano zero	Conforme orçamento	Somatório das receitas, custos e investimento
Ano 1	Conforme item 4.4.3	Conforme orçamento		
Anos n				
Ano final				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Haverá a incidência de reajustes nas receitas e custos, gerando novos valores a cada ano.

4.4.7 Indicadores de Viabilidade Econômica e Financeira

O Valor Presente Líquido (VPL) dos investimentos nos cenários foi calculado a partir da Equação 2 (BRUNI 2013).

$$VPL = \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+i)^t} \qquad (2)$$

Em que:

FC: saldo do fluxo de caixa no período t

t: período de tempo correspondente ao tempo em que o investimento foi analisado;

n: números de período t;

i: taxa mínima de atratividade praticada.

Neste sentido, se:

VPL > Zero : o investimento é viável economicamente e gera retornos positivos;

VPL < Zero: o investimento é inviável economicamente e gera retornos negativos.

No entanto, o fato do VPL gerar retornos positivos não indica viabilidade econômica ao investimento, pois pode haver outros investimentos mais vantajosos economicamente.

Por sua vez, a TIR, que representa a taxa que retorna o capital investido, foi calculada em planilha eletrônica Excel por meio de fórmula específica nos saldos dos fluxos de caixa. O cálculo sem uso da planilha eletrônica só é realizado por método de tentativa e erro.

Sua análise envolve comparação com outras opções de aplicações e investimentos e a TMA, possibilitando analisar o retorno do investimento em termos relativos. Assim, sua análise foi realizado com:

TIR>TMA: viabilidade financeira ao investimento.

TIR<TMA: inviabilidade financeira do investimento.

A análise envolvendo a TIR tratou de sua relação com o VPL. Enquanto esse traz indicativo dos retornos líquidos do investimento no tempo zero aplicada a uma taxa TMA, a TIR é a taxa, que se aplicada no cálculo do VPL ao invés da TMA, torna nulo o VPL. Essa relação deixa claro as contribuições e complementaridades entre os indicadores (GITMAN, 1984).

O tempo de recuperação do capital (Pay Back) foi calculado a partir da observação do fluxo de caixa descontado no momento em que a soma das

receitas futuras corrigidas temporalmente, se iguale ao valor do investimento inicial. Para isso, foi realizado o balanço do investimento, que é a diferença do investimento inicial do valor presente ano a ano. O período em que o balanço do investimento for zero é o tempo de recuperação do capital ou Pay Back.

A partir dos saldos do fluxo de caixa descontado (FCD) foi possível projetar os resultados em cada cenário, assim como o cálculo dos custos unitários, a margem de lucro, a lucratividade, a rentabilidade e o ponto de cobertura total para avaliar o investimento sem influência do tempo. Esses indicadores foram avaliados com ausência dos aspectos de natureza financeira dos investimentos e utilizados somente para leitura complementar da viabilidade econômica nos cenários estudados.

A projeção dos resultados do investimento foi realizada para verificar a existência de lucro ou prejuízo nos cenários estudados. Ainda que essa nomenclatura seja utilizada na produção de bens e serviços, análises envolvendo custos evitados como neste trabalho convergem diretamente nos conceitos de lucro e prejuízo (MARTINS, 2010).

Desta forma, o cálculo resulta do subtração das receitas totais e dos custos para obtenção de resultado positivo (lucro) ou negativo (prejuízo), conforme Equação 3

$$\text{Resultados} = \text{Receitas}_{\text{totais}} - \text{Custos}_{\text{totais}} \qquad (3)$$

Para o cálculo do custo médio unitário (R$/m³) foi utilizada a relação do custo total de funcionamento dos sistemas em cada cenário pela oferta de água não potável em cada cenário, conforme a Equação 4 (PILÃO e HUMMEL 2004).

$$\text{Custo}_{un} = \frac{\text{Custos Totais}}{\text{Oferta}_{\text{água não potável}}} \qquad (4)$$

A margem de lucro ou prejuízo, que mostra o lucro ou prejuízo unitário foi obtido a partir da Equação 5 de acordo com Pilão e Hummel (2004)..

$$Margem_{(lucro\ ou\ prejuízo)} = Preço_{\ Serviço\ da\ Água} - Custo_{\ un} \qquad (5)$$

Já a lucratividade, que mostra em termos percentuais o lucro ou prejuízo na conservação e reúso nos cenários é obtida pela Equação 6 conforme Pilão e Hummel (2004).

$$Lucratividade = \frac{Resultado\ (lucro\ ou\ prejuízo)}{Receita\ Total} \times 100 \qquad (6)$$

Por sua vez, a rentabilidade informa em termos percentuais o retorno propiciado pelo investimento, uma vez é obtida pela Equação 7 conforme Assaf Neto (1992).

$$Rentabilidade = \frac{Resultado\ (lucro\ ou\ prejuízo)}{Investimento} \times 100 \qquad (7)$$

O ponto de cobertura total possibilita dimensionar a quantidade a ser utilizada nos cenários suficiente para pagar todos os custos de funcionamentos dos sistemas. Seu cálculo foi realizado a partir da Equação 8, conforme Perez (2010)

$$Ponto\ de\ Cobertura\ Total = \frac{Custo\ Total}{Preço_{\ Serviço\ da\ Água}} \qquad (8)$$

4.5 AVALIAÇÃO DO INVESTIMENTO COM INSERÇÃO DA INCERTEZA

A possibilidade de variáveis do FCD não desempenharem comportamento linear justifica a inserção da incerteza na avaliação do investimento. Para inseri-las na avaliação, foram realizados identificação e hierarquização dos eventos que podem afetar o investimento, levantamento da evolução das variáveis identificadas, simulação de cenários com Movimento Browniano Geométrico

(MBG), verificação das tendências da variável por meio dos mínimos quadrados e análise de sensibilidade unitária e global dos eventos mais prováveis.

4.5.1 Identificação e hierarquização das incertezas no investimento

A identificação dos eventos prováveis que podem afetar o investimento foi possibilitada por meio entrevistas semi estruturadas. Além disso, os estudos de Nunes 2006, May 2004, Hafner 2007, Aguiar 2001, Pertel 2009, Deng et al 2013, Cardim et al 2007 e Valente 2015 contribuíram para identificação e análise.

Os eventos foram hierarquizados de acordo a relevância sobre as variáveis que compõem o fluxo de caixa descontado (FCD), conforme Tabela 15.

Tabela 15: Matriz de Relevância de Eventos sobre o Investimento em Conservação e Reúso de Água na Edificação.

Fatores de Análise			**Variáveis Analisadas**			**Grau de relevância dos riscos prováveis sobre as variáveis**
Tema	**Contexto**	**Eventos Prováveis**	**Variável 1**	**Variável 2**	**Variável n**	**Total**
Tema A	Contexto A	Evento A	0: relevância nula 1: relevância indireta 2: relevância direta			Quanto maior o resultado maior o grau de relevância
Tema B	Contexto B	Evento B				
Tema C	Contexto C	Evento C				

Fonte: Elaborado pelo autor (2018); Adaptado de PMI (2004); Adaptado de Adene/Pnud (2002).
Nota:0: influência inexistente; 1: influência indireta; 2: influência direta.

A escala adotada obedeceu metodologia da Adene/Pnud (2002) em processos de planejamento estratégico participativo. Desta forma, para inexistência de relevância dos eventos prováveis sobre as variáveis do fluxo de caixa descontado (FCD) foi atribuído o valor zero, para relevância indireta foi atribuído valor 1 e para relevância direta o valor 2.

Esta ferramenta constituiu-se em apoio na organização e análise das variáveis relevantes, nas quais foram aprofundadas no movimento browniano geométrico e na análise de sensibilidade. O uso da matriz permitiu identificar incertezas mais

influentes e que podem afetar mais intensamente o investimento.

4.5.2 Simulação com Movimento Browniano Geométrico

Diante das incertezas identificadas, foi realizada simulação estocástica segundo o Movimento Browniano Geométrico MBG, muito utilizado nas finanças para avaliação de investimentos, que permitiu a simulação de inúmeros cenários apontando probabilidades do comportamento futuro da variável analisada. Inicialmente, o MBG depende do cálculo do crescimento médio e da volatilidade da variável analisada. Desta forma, a variável estudada foi alvo de simulação de 10.000 cenários.

A realização dos cálculos do movimento de crescimento (D) da variável foi realizado pela Equação 9, conforme Bessada (2005).

$$D = x * \mu * \Delta t \qquad (9)$$

Onde:

x : variável identificada (tarifas, consumo, câmbio e etc)

μ: crescimento médio linear da variável ao longo do tempo

Δt: variação do tempo

Para obter a volatilidade (δ) da variável, foi calculado o desvio padrão dos logaritmos neperiano da variável atual em relação ao logaritmo neperiano da variável do período anterior em toda a série histórica. Assim, foi aplicada para cada ano da série histórica de acordo com a Equação 11 de acordo com Bessada (2005).

$$Vol_c = Ln_x \div Ln_{x-1} \qquad (10)$$

Em que

Vol_c: volatilidade do ano corrente

Ln_x: logaritmo neperiano da variável no ano

Ln_{x-1}: logaritmo neperiano da variável do ano anterior

Assim, para achar a volatilidade total (δ), foi calculado o desvio padrão das volatilidades (Vol_c) encontradas em cada ano da série histórica. O partir do cálculo do crescimento médio e da volatilidade da variável foi possível simular os cenários na função MBGconv em planilha Excel.

Na planilha Excel em que o movimento browniano geométrico foi calculado foi realizado a soma do *Drift* (crescimento médio) com o movimento da *Uncertain*, calculada pela função =INV.NORM(ALEATÓRIO ();0;1) * RAIZ(dt) * SIGMA* VALOR DA VARIÁVEL, gerando a mudança da variável em cada ano.

A partir da simulação realizada, foram calculados 10.000 novos fluxos de caixa permitindo o cálculo de novos VPLs e TIRs para os fluxos de caixa descontados dos cenários. Desta forma, foram calculadas as médias aritméticas dos VPLs e TIRs e comparadas com os mesmos indicadores encontrados na avaliação determinística do investimento.

4.5.3 Verificação de tendências da variável estudada

Para refinar a análise e possíveis comportamentos da variável estudada, foram calculadas curvas de tendência a partir da utilização do método dos mínimos quadrados. O método consiste na obtenção da expressão analítica de uma determinada curva que melhor se ajusta a um conjunto de dados da série histórica da variável analisada. Foram realizadas simulações com ajustes linear, exponencial e polinomiais de grau 3, 4, 5 e 6 para verificar a curva que melhor representa a série histórica trabalhada. A operação também foi realizada em planilha Excel.

4.5.4 Análise de Sensibilidade

Uma vez validados os indicadores de viabilidade econômica nos cenários a partir da simulação da variável, foi realizada análise de sensibilidade para verificar possíveis impactos da incerteza identificada e não tratada no MBG e na curva de tendências.

A análise de sensibilidade foi realizada a partir do impacto da incerteza na variação do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). O estudo foi feito com base em mudanças isoladas na variável sem que se altere nenhuma outra variável e considerando mudanças globais nos melhores casos e piores casos.

A Tabela 16 mostra o modelo da análise individual, em que foram traçados mudanças nas variáveis (aumento e redução). Assim, são verificados como o VPL e TIR são impactados por essas modificações individuais nessas variáveis.

Tabela 16:Mudança no VPL e TIR frente a mudança em variável analisada.

Ano	**- %**	**-%**	**- %**	**Saldo Base**	**+ %**	**+ %**	**+ %**
VPL							
TIR							

Fonte: Elaborado pelo autor

As variáveis foram identificadas a partir da matriz de relevância da Tabela 38. Para dimensionar as mudanças, foram utilizadas informações obtidas nas entrevistas semi estruturadas no Apêndice 2.

A Tabela 17 mostra o modelo da análise global, em que o melhor caso representa o limite ótimo em todos os eventos analisados e o pior caso representa o limite mais pessimista de todas as variáveis.

Tabela 17:Modelo de Análise Global de Casos em um cenário estudado.

Análise dos limites no cenário			
Limites	**Descrição dos Casos**	**VPL**	**TIR**
Pior caso		R$	%
Caso base		R$	%
Melhor caso		R$	%

Fonte: Elaborado pelo autor .

A análise de sensibilidade mostrou o impacto da mudança de cada variável estudada no VPL, TIR e investimento.

4.6 INCREMENTOS ENTRE CENÁRIOS ESTUDADOS

Os incrementos entre os cenários foram analisados uma vez que os indicadores VPL e TIR mostraram contradições quanto a escolha da melhor opção para investimento. Ou seja, quando o VPL indica um cenário como o melhor para investir e a TIR indica outro cenário como o melhor para investimento.

Neste casos, sendo os investimentos mutuamente excludentes, são analisados os incrementos entre os cenários e calculado o ponto de intersecção de Fischer. Para isso, foram somados os saldos dos fluxos de caixas dos cenários de dois em dois, sempre do menor para o maior investimento e calculada a TIR do fluxo incremental entre os dois cenários, conforme Tabela 18.

Tabela 18: Cálculo do fluxo incremental entre dois cenários mutuamente excludentes.

Ano	**FCD Cenário A**	**FCD Cenário B**	**Fluxo Incremental A – B**
0	Saldo ano 0	Saldo ano 0	Saldo incremental ano 0
1	Saldo ano 1	Saldo ano 1	Saldo incremental ano 1
2	Saldo ano 2	Saldo ano 2	Saldo incremental ano 2
3	Saldo ano 3	Saldo ano 3	Saldo incremental ano 3
4	Saldo ano 4	Saldo ano 4	Saldo incremental ano 4
5	Saldo ano 5	Saldo ano 5	Saldo incremental ano 5
n	Saldo ano n	Saldo ano n	Saldo incremental ano n

Fonte: Elaborado pelo autor

Com o fluxo incremental, é possível saber o investimento incremental entre os dois cenários e os saldos incrementais no fluxo de caixa. É possível também calcular o VPL e a TIR dos fluxos incrementais.

No entanto, a TIR calculada a partir do fluxo incremental representa o ponto de intersecção de Fischer, em que a escolha de dois projetos mutuamente excludente é indiferente.

O ponto de intersecção de Fischer visa a sua comparação com a taxa mínima de atratividade do projeto TMA, permitindo definir a vantagem ou desvantagem financeira do projeto.

Ponto de Intersecção de Fischer > TMA, o cenário preferido é o de maior VPL e investimento.

Ponto de Intersecção de Fischer < TMA, o cenário preferido é o de menor VPL e investimento.

Ponto de Intersecção de Fischer = TMA, a escolha é indiferente em relação a ambos os cenários, os retornos financeiros são equivalentes.

O ponto de intersecção de Fischer foi calculado em situações que, embora a análise do VPL indique o cenário mais viável aquele com maior valor, a TIR do fluxo incremental corresponde ao ponto de mudança do projeto preferido, também denominado ponto de inflexão de Fischer. Neste ponto, os dois cenários se equivalem. Abaixo deste ponto, o cenário cujo VPL é maior e viável economicamente. Acima deste ponto, há mudança na avaliação e o cenário cujo VPL é menor passa a ser mais viável economicamente (BRUNI, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões estão organizados de forma preliminar com os cenários de conservação e reúso que possibilitaram a realização dos orçamentos dos investimentos em bens de capital e custos de funcionamento dos sistemas, assim como as receitas e os fluxos de caixa descontados nos cenários. A partir daí, foram apresentados os indicadores de viabilidade econômico financeira nos cenários, a incerteza do investimento e os incrementos nos retornos entre os cenários.

5.1 CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA PARA INVESTIMENTO

O estudo de cenários permitiu definir as formas mais eficientes de aproveitar as fontes de água não potável e atender a DANP da edificação. A partir da análise das vazões consideradas ficou nítido que adotar estratégia utilizando somente água de condensação, com oferta de 3.488,62 m³ por ano atendendo 6% da DANP, não converge ao conceito de economias de escala, conforme afirma Pindyck e Rubinfeld, (1999) em que o maior volume produzido implica em ganhos de escala, desencadeando redução de custos e maiores retornos econômicos.

Por outro lado o reúso da água cinza que atende 20% da DANP, além de contribuir para a minimização do esgoto produzido, é considerada fonte regular e constante de água não potável na edificação, diferentemente da água de chuva. Tal fonte contribui no caráter de previsibilidade e planejamento, pois não incide diretamente variações nas precipitações pluviométricas, conforme Figura 7 e Tabela 10 do item 4.3 apresentado na metodologia.

Por outro lado, a sazonalidade das precipitações pluviométricas na edificação foi decisiva na definição dos cenários com essa fonte e demandou configurações para água de chuva em que a capacidade de armazenamento varia de forma significativa para atender pequenas variações da DANP.

As simulações desenvolvidas para dimensionar a capacidade de armazenamento

aliadas aos dados de oferta de cada fonte de água não potável da edificação e da DANP do balanço hídrico reconciliado BHR da edificação realizado por Guzzo (2017), direcionaram a definição e o dimensionamento das opções tecnológicas.

A partir da análise das tabelas utilizadas para definir os cenários conforme o volume do reservatório, zerando o suprimento de água do sistema público de abastecimento, descritas no Apêndice 1, foram identificados os volumes mínimos de reservatório de água para atender diferentes volumes da demanda de água não potável da edificação (DANP) e definidos os cenários estudados na edificação.

Desta forma, a descrição dos cenários obtida para esse estudo está na Tabela 19, sendo um apenas utilizando a fonte de água cinza e os outros configurados de forma conjugadas entre 2 ou 3 fontes para atendimento de diferentes demandas de água não potável na edificação, contando com capacidade de armazenamento de água de 45 a 900 m³.

Tabela 19: Cenários de reuso e conservação de água no SCVV.

Cenários	Vazão anual (m³)	Vazão mensal (m³)	Atendimento da DANP total (%)	Reservatório de água (m³)
1- Reuso de água cinza (CI)	11.250,45	937,54	20%	__
2- Aproveitamento de água de chuva (CH) e condensação (CO) - (CH+CO)	28.080,00	2.340,00	51	45
3- Reúso de água cinza (CI) e aproveitamento de água de chuva (CH) e condensação (CO) para atender 70% da DANP (CI+CH+CO 70%)	38.567,76	3.213,98	70	45
4- Reúso de água cinza (CI) e aproveitamento de água de chuva (CH) e condensação (CO) para atender 80% da DANP (CI+CH+CO 80%)	44.077,44	3.673,12	80	450
5- Reúso de água cinza (CI) e aproveitamento de água de chuva (CH) e condensação (CO) para atender 90% da DANP (CI+CH+CO 90%)	49.587,12	4.132,26	90	900

Fonte: Elaborado pelo autor .

Analisando as simulações realizadas conforme Apêndice 1, pôde-se concluir que a utilização do reúso de água cinza não implica em necessidade de armazenamento maior que o armazenamento definido na configuração da ETAC

de acordo com Anexo 1, pois o volume é facilmente absorvido pela demanda de água não potável (DANP). Desta forma foi configurado o cenário 1 (CI 20%).

Entretanto, quando utilizada somente o volume de água de chuva e de condensação, o atendimento da DANP passa para 51%, indicando que a instalação de reservatório com capacidade de armazenar 45 m³ é suficiente, configurando assim, o cenário 2 (CH+CO 51%).

Por outro lado, quando analisou-se o aproveitamento das três fontes, o atendimento da DANP foi condicionado pela capacidade de armazenamento de água do sistema, fator que diferencia o investimento proposto. Assim, os cenários 3, 4 e 5 contaram com a conjugação das 3 fontes atendendo diferentes DANPs.

Neste contexto o atendimento de 70% da DANP utilizando as 3 fontes de água não potável da edificação (cinza, condensação e chuva) conjugadas implica em um reservatório padrão de 45 m³. Assim ficou definida a configuração do cenário 3 (CH+CO+CI 70%).

Já para atender 80% da DANP com as 3 fontes de água não potável da edificação são necessário reservatórios com capacidade para armazenar 450 m³ de água. Essa configuração implica no cenário 4 (CH+CO+CI 80%).

Por fim, o atendimento de 90% da DANP com utilização das 3 fontes de água não potável da edificação indicou reservatórios com capacidade de 900 m³. Desta forma definiu-se o cenário 5 (CH+CO+CI 90%).

Na simulação foi testada também a possibilidade de atendimento de 100% da DANP com utilização das 3 fontes de água não potável disponíveis, no entanto, a configuração implicaria na instalação de 51 de reservatórios padrão de 45 m³ para atender 2.350,62 m³, não existindo espaço na edificação para adoção de tal configuração. Além disso, haveria substancial incremento na capacidade ociosa da estrutura sem ganhos substanciais de escala, fato demonstrado nas DANPs atendidas nos cenários 3, 4 e 5 conforme Apêndice 1. Neste sentido, Porter (1999) afirma que estratégias competitivas e com retornos econômicos devem evitar capacidade ociosa expressiva, pois configura-se em desvantagem competitiva quando comparada com outras opções. Desta forma, esse cenário foi

descartado do estudo.

5.2 INVESTIMENTOS EM BENS DE CAPITAL

Os resultados foram obtidos a partir da análise das informações do orçamento de Valentina (2017) para investimento em cenários com água cinza, conforme Tabela 20 e de forma detalhada no Anexo 1.

Tabela 20: Itens necessários nos investimentos envolvendo água de chuva.

Descrição	Valor Unitário (R$)
Reservatórios padrão 45 m³	27.300,00
Instalações para sistema mínimo com 1 reservatório	3.000,00
Reservatório de 1º chuva para descarte	27.300,00
Sistema de bombeamento	1,753,20
Sistema de cloração	2.000,00
Filtros autolimpantes	30.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, com os dados da Tabela 20 e orçamentos para água de chuva conforme Anexo 2, foi possível valorar os investimentos previstos para os cenários estudados, apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Investimentos em bens de capital nos cenários.

Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
A) Água de chuva					
Reservatórios	0	27.300,00	27.300,00	273.000,00	546.000,00
Instalações	0	3.000,00	3.000,00	30.000,00	60.000,00
Reservatório de 1º chuva para descarte	0	54.600,00	81.900,00	109.200,00	109.200,00
Sistema de bombeamento	0	1.753,20	1.753,20	17.532,00	35.064,00
Sistema de cloração	0	2.000,00	2.000,00	20.000,00	40.000,00
Filtros auto limpantes	0	300.000,00	420.000,00	510.000,00	510.000,00
Sub total (A)	0	388653,20	535.953,20	959.732,00	1.300.264,00
B) Água cinza					
Rede de Coleta	49.735,97	0	49.735,97	49.735,97	49.735,97
Elevatória de Água Cinza Bruta (EACB)	4.632,97	0	4.632,97	4.632,97	4.632,97
RAC, Wetland, Desinfecção	140.000,00	0	140.000,00	140.000,00	140.000,00
Reservatório Inferior de Água de Reúso (RIAR)	12.721,37	0	12.721,37	12.721,37	12.721,37
Reservatório Superior de Água de Reúso (RSAR) e Distribuição	18.343,87	0	18.343,87	18.343,87	18.343,87
Sub total (B)	225.434,18	0	225.434,18	225.434,18	225.434,18
Total	225.434,18	388.653,20	761.387,38	1.185.166,18	1.525.698,18

Fonte: Elaborado pelo autor.

No que diz respeito a água de chuva nos cenários 2 (CH+CO 51%) e 3 (CH+CO+CI 70%) foi prevista a utilização de um reservatório padrão de 45m³. Já para os cenários 4(CH+CO+CI 80%) e 5 (CH+CO+CI 90%) foram previstos a quantidade de 10 e 20 reservatórios padrões, respectivamente.

O valor das instalações diferencia-se a partir da quantidade de equipamentos a instalar. Os reservatórios de primeira chuva e os filtros auto limpantes diferenciam-se em valor devido as diferenças de aproveitamento das bacias de escoamento da cobertura da edificação.

Por sua vez, o sistema de bombeamento apresenta valores maiores nos cenários com maior atendimento da DANP e por conseguinte com maior quantidade de reservatórios. Este item definiu a quantidade de bombas de recalque utilizadas nos sistemas, sendo duas de 1,5 CV com vazão de 12 m³/hora em cada reservatório. Os sistemas de cloração também foram orçados de acordo com a quantidade de reservatórios, sendo um por reservatório. Os orçamentos realizados estão no Anexo 2.

A Tabela 21 evidenciou que o maior investimento em cenários com maior atendimento da DANP deve-se sobretudo a quantidade maior de reservatórios a serem instalados nos sistemas. Enquanto o cenário 3 (CH+CO+CI 70%) possui investimento somente de R$ 27.300,00 no item, os cenários 4 (CH+CO+CI 80%) e 5 (CH+CO+CI 90%) aumentam para R$ 273.000,00 e R$ 546.000,00 respectivamente.

5.3 CUSTOS DE FUNCIONAMENTO DOS CENÁRIOS ESTUDADOS

A Tabela 22 apresenta os custos diretos de funcionamento dos sistemas obtidos para os cenários estudados.

Tabela 22: Custos diretos para funcionamento dos sistemas.

Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CO+CH 51%	Cenário 3 CI+CO+CH 70%	Cenário 4 CI+CO+CH 80%	Cenário 5 CI+CO+CH 90%
A) Água Cinza					
Operações e manutenção	15800	0,00	15800	15800	15800
Laboratório (controle de processos)	1411,88	0,00	1411,88	1411,88	1411,88
Energia Elétrica	528,92	0,00	528,92	528,92	528,92
Lodo (Retirado e destino final)	800	0,00	800	800	800
Sub Total (A)	18.540,80	0,00	18.540,80	18.540,80	18.540,80
B) Água de Chuva					
Operações	0,00	6926,97	6783,42	13883,64	28138,54
Laboratório (controle de processos)	0,00	1430,8	0,00	0,00	0,00
Energia Elétrica	0,00	673,99	1.098,90	1.318,68	1.538,46
Manutenção	0,00	1850,00	1850,00	7200,00	12.000,00
Sub Total (B)	0,00	10.881,80	9.732,32	22.402,30	41.677
Total	18.540,80	10.881,80	28.273,10	40.943,10	60.217,80

Fonte: Elaborado pelo autor .

No que tange aos cenários com reúso de água cinza, o custo direto com maior valor refere-se as operações e manutenção, que compreenderam orçamento detalhado apresentado no Anexo 4, incluindo mão de obra e materiais utilizados.

O valor dos custos laboratoriais diz respeito apenas a análise de pH, E coli e Cloro Residual Livre, estão apresentados em orçamento detalhado no Anexo 5.

Por sua vez, o valor da energia elétrica consumida na ETAC foi reduzida se comparada a outros estudos que mostram o item como importante na composição dos custos de tratamento de água, conforme cita Longo et al., (2017). No entanto, pelo volume e o pouco uso de equipamentos elétricos na ETAC proposta, esse gasto não mostrou relevância sobre os custos totais. Os equipamentos dimensionados estão descritos no orçamento de investimento da ETAC no Anexo 1 e o cálculo de energia elétrica no Apêndice 3.

A retirada e destinação final do lodo gerado na ETAC têm valores detalhados em orçamento com empresas do setor, conforme Anexo 6 e não apresenta representatividade no valor total dos custos.

Em relação aos sistemas com água de chuva, os custos obtidos mostram a partir dos cálculos descritos no Apêndice 3 que a energia elétrica também corresponde

a valor pouco significativo com relação aos custos totais. Cada reservatório no sistema de água com chuva foi previsto com duas bombas de recalque com capacidade de vazão de 12 m³/h, de 1,5 CV sendo estimados o período de 3,8 horas no cenário 2 (CH+CO 51%), 6,25 horas no cenário 3 (CH+CO+CI 70%), 7,5 horas no cenário 4 (CH+CO+CI 80%) e 8,75 horas no cenário 5 (CH+CO+CI 90%).

Os resultados para os itens dos custos indiretos demandaram o dimensionamento da depreciação, dos custos laboratoriais, a vigilância adicional das estruturas montadas na edificação e o esforço adicional de gestão empreendido no funcionamento dos sistemas, e encontram-se descritos na Tabela 23.

Tabela 23: Custos indiretos para funcionamento dos sistemas .

Descrição	**Cenário 1 CI 20%**	**Cenário 2 CO+CH 51%**	**Cenário 3 CI+CO+CH 70%**	**Cenário 4 CI+CO+CH 80%**	**Cenário 5 CI+CO+CH 90%**
A) Água cinza					
Depreciação	14.695,69	0,00	14.695,69	14.695,69	14.695,69
Gestão indireta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laboratório (fins de fiscalização)	360,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vigilância	4349,18	0,00	4349,18	4349,18	4349,18
Sub Total (A)	19404,90	0,00	19.044,90	19.044,90	19.044,90
B) Água de Chuva					
Depreciação	0,00	32.995,80	30965,00	40765,00	54.415,00
Gestão indireta	0,00	0,00	0,00	360,00	600,00
Laboratório (fins de fiscalização)	0,00	360,00	360,00	360,00	360,00
Vigilância	0,00	4349,18	0,00	0,00	0,00
Sub Total (B)	0,00	37.705,00	31.325,00	41.485,00	55.375,00
Total	19.404,90	37.705,00	50.369,90	60.529,90	74.419,90

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao comparar a incidência dos custos indiretos nos diferentes cenários, verifica-se relevância significativa da depreciação sobretudo nos cenários que demandam maior investimento. A medida que o investimento aumenta de um cenário para outro, a depreciação aumenta.

Com relação a gestão indireta, o item denota pouco esforço adicional para viabilizar a gerência dos sistemas. Informações obtidas com especialistas do setor indicam que os sistemas são simples e por isso atividades gerenciais não demandam esforços significativos. Por isso, foi sugerida a incidência somente nos

cenários 4 (CH+CO+CI 80%) e 5 (CH+CO+CI 90%). Nos outros cenários, devido ao tamanho da configuração, este custo é absorvido pela gestão já existente na edificação.

Os custos com laboratórios para fins de fiscalização, referentes a $DBO_{5.20}$ demonstraram não serem relevantes diante dos custos indiretos totais.

Os resultados com custos de vigilância patrimonial indicam o mesmo sentido dos gastos com gestão indireta, uma vez que o empreendimento já conta com o serviço, bastando apenas incremento na vigilância já realizada. No entanto, o valor foi maior que a gestão indireta, por se tratar de ação direta específica diária.

O levantamento permitiu chegar aos custos totais dos sistemas em todos os cenários estudados. A Tabela 24 mostra os resultados obtidos para os custos totais em cada cenário, considerados dados de entradas na avaliação dos investimentos nos fluxos de caixa descontados.

Tabela 24: Custos totais para funcionamento dos sistemas em cada cenário.

Descrição	**Cenário 1 CI 20%**	**Cenário 2 CO+CH 51%**	**Cenário 3 CI+CO+CH 70%**	**Cenário 4 CI+CO+CH 80%**	**Cenário 5 CI+CO+CH 90%**
Custos Diretos	18.540,80	10.881,80	28.273,10	40.943,10	60.217,80
Custos Indiretos	19.404,90	37.705,00	50.369,90	60.529,90	74.419,90
Custos Totais	37.495,70	48.586,80	78.643,00	101.473,00	134.637,70

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O levantamento de custos totais mostrou que há custos crescentes a medida que aumenta o volume de água aproveitada na edificação, independente da fonte utilizada.

Desta forma, a Tabela 25 apresenta os resultados dos custos médios unitários diretos, indiretos e totais obtidos em todos os cenários estudados. Os valores indicam que o custo médio unitário nos cenários não são influenciados pelos volumes de água aproveitada, mas dos sistemas propostos em cada cenário. Mesmo aproveitando apenas 20% da DANP, o cenário 1 (CI 20%) possui custo unitário maior. Já o cenário 2 (CH+CO 51%) possui o menor custo unitário mesmo atendendo 51% da DANP, volume menor que nos cenários 3 (CH+CO+CI 70%), 4 (CH+CO+CI 70%) e 5 (CH+CO+CI 70%). Por sua vez, nesses cenários os custos

médios unitários crescem á medida que o volume de água utilizada é maior.

Tabela 25: Custos unitários de funcionamento dos cenários de conservação e reúso da edificação.

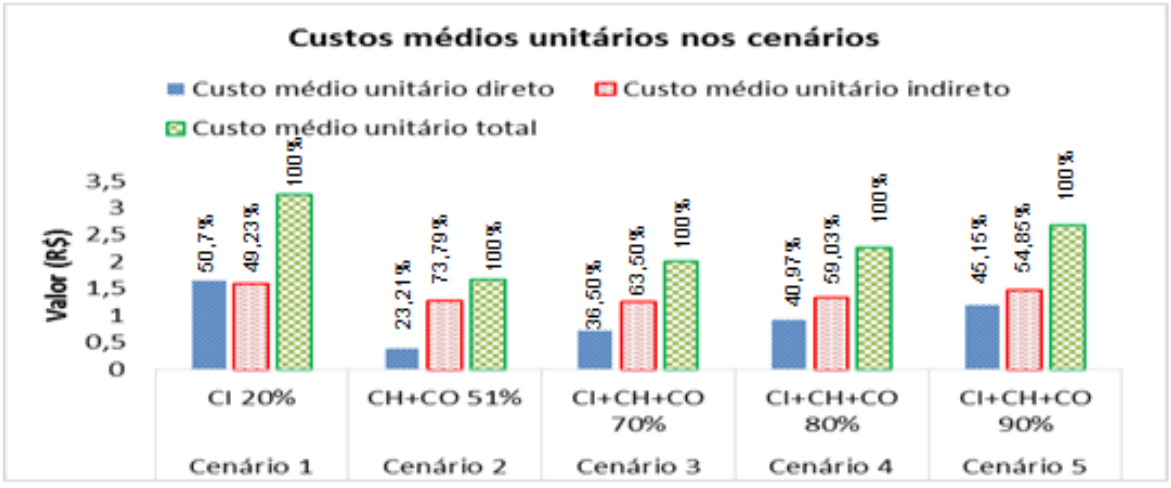
Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
Oferta anual de água não potável (m³)	11.250,45	28.080	38.567,76	44.077,44	49.587,12
Custo médio unitário direto (R$/m³)	1,65	0,39	0,73	0,93	1,21
Custo médio unitário indireto (R$/m³)	1,60	1,29	1,27	1,34	1,47
Custo médio unitário total (R$/m³)	3,25	1,68	2,00	2,27	2,68

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de custos permite afirmar que o cenário 2 (CH+CO 51%), ainda que atenda uma DANP menor que outros três cenários estudados, possui custos médios unitários 16% menor que o cenário 3 (CH+CO+CI 70%), 25,99% menor que o cenário 4 (CH+CO+CI 80%) e 37,35% menor que o cenário 5 (CH+CO+CI 90%).

Para ilustrar a diferença entre custos diretos e indiretos na relação com os custos totais, a Figura 9 permite visualizar as diferenças nos cenários.

Figura 9: Composição dos custos médios unitários nos cenários estudados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O cenário 1 (CI 20%) é o único em que o custo médio unitário direto é maior que o custo médio unitário indireto. Segundo Martins E. (2010), situações onde os custos diretos são maiores que os custos indiretos indicam estruturas em que a escala produtiva não é suficiente para reduzir os custos diretos.

No cenário 2 (CH+CO 51%), fica evidente a diferença significativa entre os custos médios unitários diretos e indiretos. Enquanto, os custos médios unitários diretos representam apenas 23,21% dos custos médios unitários totais, os custos médios indiretos envolvem 73,79% do custo médio unitário total. Essa diferença decorre da facilidade no tratamento das fontes estudadas no cenário, onde a água proveniente de chuva e da condensação é considerada de alta qualidade. Nesse sentido, o tratamento é parte integrante das operações dos sistemas, item que compõe os custos médios unitários diretos.

As diferenças entre o custo médio unitário direto e custo médio unitário indireto são maiores nos cenário 2 (CH+CO 51%) e 3 (CH+CO+CI 70%). Se por um lado a obtenção de ganhos de escala em decorrência de maiores volumes de água não potável implica na redução do custo médio unitário direto, por outro lado o maior montante do investimento influencia sobretudo no aumento do valor da depreciação, item significativo na estrutura dos custos indiretos do funcionamento dos sistemas. Isso indica que a obtenção de ganhos de escala com o volume de água utilizada é maior nesses cenários.

5.4 RECEITAS NOS CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DA EDIFICAÇÃO

As receitas na edificação foram obtidas com o cálculo do volume utilizados em cada cenário estudado e o preço atual do serviço de água e esgoto na região da edificação (R$ 17,30), conforme Tabela 10 na metodologia. Por sua vez, na Tabela 26 estão descritas as receitas anuais obtidas em cada cenário estudado.

Tabela 26: Receitas dos sistemas propostos nos cenários .

Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
Oferta anual de água não potável (M^3)	11.250,45	28.080	38.567,76	44.077,44	49.587,12
Receitas anuais com custo evitado de serviço de água (R$)	194.632,78	485.784	667.222,24	762.540,71	857.857,17

Fonte: Elaborado pelo autor .

Os resultados apontam as receitas que compõem os fluxos de caixa a partir do primeiro ano. Observou-se que quanto maior o aproveitamento de água na edificação, maiores são as receitas. Os aumentos nas receitas são provocados pelo aumento no volume de água.

5.5 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO NOS CENÁRIOS

Os investimentos, custos, receitas e reajustes permitiram a montagem dos fluxos de caixa FCD dos investimentos nos cenários. Foi adotado o período de 20 anos a partir de informações colhidas com especialistas no setor, disponíveis nas entrevistas semi estruturadas. Na Tabela 27 estão dispostos resultados encontrados que compõem os dados de entrada dos FCDs para os cenários estudados.

Tabela 27: Dados de Entrada nos Fluxos de Caixa Descontados.

Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
Investimentos (R$)	225.434,18	388.653,20	761.387,38	1.185.166,18	1.525.698,18
Receitas (R$)	194.632,78	485.784	667.222,24	762.540,71	857.857,17
Custos (R$)	37.495,70	48.586,80	78.643,00	101.473,00	134.637,70
Reajustes das receitas (%)	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13
Reajustes dos custos (%)	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os reajustes para as receitas e custos foram definidos conforme Item 4.4.4 da metodologia deste trabalho. Neste sentido, os percentuais encontrados das receitas e custos estão aproximados, uma vez que os parâmetros utilizados no reajuste dos preços são quase todos os mesmos utilizados para os custos.

Desta forma, a Tabela 28 apresenta o fluxo de caixa descontado para no cenário

1, ou seja, para reúso de água cinza (CI).

Tabela 28: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 1 – (CI 20%).

Período	Receitas (R$)	Custos (R$)	Investimento (R$)	Saldo (R$)
Ano 0	----------	----------	253.297,84	-253.297,84
Ano 1	194.632,79	36.563,96		158.068,82
Ano 2	206.573,64	38.807,19		167.766,45
Ano 3	219.247,07	41.188,03		178.059,04
Ano 4	232.698,03	43.714,95		188.983,08
Ano 5	246.974,21	46.396,89		200.577,32
Ano 6	262.126,25	49.243,37		212.882,88
Ano 7	278.207,87	52.264,48		225.943,38
Ano 8	295.276,11	55.470,95		239.805,16
Ano 9	313.391,50	58.874,13		254.517,37
Ano 10	332.618,28	62.486,09		270.132,19
Ano 11	353.024,64	66.319,66		286.704,98
Ano 12	374.682,94	70.388,41		304.294,53
Ano 13	397.669,99	74.706,79		322.963,20
Ano 14	422.067,31	79.290,10		342.777,21
Ano 15	447.961,43	84.154,60		363.806,83
Ano 16	475.444,17	89.317,55		386.126,62
Ano 17	504.612,99	94.797,24		409.815,75
Ano 18	535.571,34	100.613,11		434.958,23
Ano 19	568.429,00	106.785,80		461.643,21
Ano 20	603.302,51	113.337,18		563.448,62

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para este cenário, a Tabela 28 indica valor de investimento de R$ 253.297,84, atualizado a partir do valor de investimento em água cinza previsto na Tabela 21. Isso foi necessário, pois o orçamento foi realizado em outro período. O FCD do cenário indica saldos robustos e viabilidade econômica financeira para investimento.

Por sua vez, na Tabela 29 verifica-se saldo acima do investimento realizado já no primeiro ano, indicando pay back além dos outros indicadores de viabilidade econômica financeira robustos.

Tabela 29: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 2 – (CH+CO 51%).

Período	Receitas (R$)	Custos (R$)	Investimento (R$)	Saldo (R$)
Ano 0	----------	----------	388.653,20	-388.653,20
Ano 1	485.784,00	47.174,40		438.609,60
Ano 2	515.587,18	50.068,58		465.518,60
Ano 3	547.218,80	53.140,32		494.078,48
Ano 4	580.791,05	56.400,52		524.390,53
Ano 5	616.422,97	59.860,73		556.562,24
Ano 6	654.240,94	63.533,22		590.707,71
Ano 7	694.379,06	67.431,03		626.948,03
Ano 8	736.979,69	71.567,97		665.411,72
Ano 9	782.193,89	75.958,71		706.235,18
Ano 10	830.182,02	80.618,83		749.563,19
Ano 11	881.114,25	85.564,85		795.549,40
Ano 12	935.171,21	90.814,31		844.356,89
Ano 13	992.544,60	96.385,83		896.158,76
Ano 14	1.053.437,88	102.299,17		951.138,71
Ano 15	1.118.067,01	108.575,29		1.009.491,71
Ano 16	1.186.661,18	115.236,46		1.071.424,72
Ano 17	1.259.463,65	122.306,30		1.137.157,35
Ano 18	1.336.732,60	129.809,87		1.206.922,72
Ano 19	1.418.742,05	137.773,79		1.280.968,25
Ano 20	1.505.782,83	146.226,31		1.359.556,52

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Já na Tabela 30 está apresentado o fluxo de caixa para o cenário 3 (CI+CH+CO 70%), indicando saldos já no primeiro ano de funcionamento que se aproximam ao investimento realizado. Isso indica viabilidade econômica financeira para o cenário estudado com indicadores expressivos.

Tabela 30: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 3 – (CI+CH+CO 70%).

Período	Receitas (R$)	Custos (R$)	Investimento (R$)	Saldo (R$)
Ano 0	0,00		789.251,04	-789.251,04
Ano 1	667.222,25	77.135,52		590.086,73
Ano 2	708.156,79	81.867,84		626.288,95
Ano 3	751.602,68	86.890,48		664.712,20
Ano 4	797.714,02	92.221,27		705.492,75
Ano 5	846.654,32	97.879,11		748.775,20
Ano 6	898.597,13	103.884,06		794.713,07
Ano 7	953.726,68	110.257,42		843.469,26
Ano 8	1.012.238,45	117.021,79		895.216,67
Ano 9	1.074.339,97	124.201,15		950.138,82
Ano 10	1.140.251,46	131.820,98		1.008.430,48
Ano 11	1.210.206,66	139.908,28		1.070.298,37
Ano 12	1.284.453,66	148.491,75		1.135.961,90
Ano 13	1.363.255,76	157.601,82		1.205.653,94
Ano 14	1.446.892,43	167.270,80		1.279.621,63
Ano 15	1.535.660,26	177.532,98		1.358.127,28
Ano 16	1.629.874,06	188.424,75		1.441.449,31
Ano 17	1.729.867,94	199.984,73		1.529.883,20
Ano 18	1.835.996,51	212.253,93		1.623.742,58
Ano 19	1.948.636,14	225.275,85		1.723.360,28
Ano 20	2.068.186,29	239.096,68		1.829.089,61

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 31 apresenta fluxo de caixa para o cenário 4 (CI+CH+CO 80%), com saldos também expressivos já no primeiro ano. No entanto, os saldos do primeiro ano não se aproximam tanto do investimento como nos saldos dos cenários 2 (CI+CH 51%) e 3 (CI+CH+CO 70%).

Tabela 31: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 4 – (CI+CH+CO 80%).

Período	Receitas (R$)	Custos (R$)	Investimento (R$)	Saldo (R$)
Ano 0	0,00	0,00	1.213.029,84	-1.213.029,84
Ano 1	762.539,71	100.055,79		662.483,92
Ano 2	809.322,04	106.194,28		703.127,76
Ano 3	858.974,50	112.709,37		746.265,13
Ano 4	911.673,17	119.624,17		792.049,00
Ano 5	967.604,93	126.963,19		840.641,74
Ano 6	1.026.968,15	134.752,47		892.215,68
Ano 7	1.089.973,34	143.019,62		946.953,72
Ano 8	1.156.843,95	151.793,97		1.005.049,97
Ano 9	1.227.817,11	161.106,64		1.066.710,47
Ano 10	1.303.144,52	170.990,64		1.132.153,88
Ano 11	1.383.093,32	181.481,03		1.201.612,29
Ano 12	1.467.947,04	192.615,02		1.275.332,02
Ano 13	1.558.006,58	204.432,08		1.353.574,51
Ano 14	1.653.591,34	216.974,12		1.436.617,22
Ano 15	1.755.040,29	230.285,63		1.524.754,66
Ano 16	1.862.713,21	244.413,81		1.618.299,39
Ano 17	1.976.991,93	259.408,77		1.717.583,16
Ano 18	2.098.281,72	275.323,67		1.822.958,05
Ano 19	2.227.012,73	292.214,97		1.934.797,76
Ano 20	2.363.641,47	310.142,55		2.053.498,92

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por fim, a Tabela 32 apresenta o fluxo de caixa para o cenário 5 (CI+CH+CO 90%), que prevê o maior investimento, mas ao mesmo tempo maiores retornos e custos. Os saldos são positivos em todos os anos, denotando viabilidade econômica financeira para o investimento nesse cenário. No entanto, diante do alto valor do investimento, a verificação dos indicadores de viabilidade econômica financeira permitiu detalhar avaliação do melhor cenário de conservação e reúso na edificação estudada.

Tabela 32: Fluxo de Caixa Descontado no cenário 5 – (CI+CH+CO 90%).

Período	Receitas (R$)	Custos (R$)	Investimento (R$)	Saldo (R$)
Ano 0	0,00		1.553.562,00	-1.553.562,00
Ano 1	857.857,18	133.389,35		724.467,82
Ano 2	910.487,30	141.572,88		768.914,42
Ano 3	966.346,31	150.258,47		816.087,84
Ano 4	1.025.632,31	159.476,93		866.155,38
Ano 5	1.088.555,55	169.260,95		919.294,60
Ano 6	1.155.339,17	179.645,22		975.693,95
Ano 7	1.226.220,01	190.666,58		1.035.553,43
Ano 8	1.301.449,44	202.364,10		1.099.085,34
Ano 9	1.381.294,25	214.779,28		1.166.514,97
Ano 10	1.466.037,59	227.956,13		1.238.081,45
Ano 11	1.555.979,99	241.941,40		1.314.038,59
Ano 12	1.651.440,42	256.784,67		1.394.655,75
Ano 13	1.752.757,41	272.538,58		1.480.218,83
Ano 14	1.860.290,26	289.259,01		1.571.031,26
Ano 15	1.974.420,33	307.005,24		1.667.415,09
Ano 16	2.095.552,36	325.840,22		1.769.712,14
Ano 17	2.224.115,92	345.830,74		1.878.285,18
Ano 18	2.360.566,94	367.047,69		1.993.519,25
Ano 19	2.505.389,32	389.566,32		2.115.823,00
Ano 20	2.659.096,66	413.466,47		2.245.630,18

Fonte: Elaborado pelo autor .

Os fluxos de caixa descontados em todos os cenários apresentaram valores positivos já a partir do primeiro ano, indicando robustez nos indicadores de viabilidade econômica financeira. No entanto, apesar dos fluxos de caixa descontados auxiliarem na percepção da viabilidade econômica financeira, sua mera visualização nao permite análises mais aprofundadas, restando apenas afirmar que os indicadores apontaram viabilidade econômica financeira em todos os cenários.

5.6 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Os fluxos de caixa permitiram a projeção de resultados, indicando sobras

significativas em todos os cenários estudados. A Tabela 33 apresenta os resultados do exercício nos cenários.

Tabela 33: Resultados de exercício nos cenários no ano 1.

Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
Investimentos (R$)	253.297,84	388.653,20	789.251,04	1.213.029,84	1.553.562,00
Receitas (R$)	194.632,78	485.784	667.222,24	762.540,71	857.857,17
Custos (R$)	36.563,96	47.174,40	77.135,52	100.055,79	133.389,35
Resultado líquido do exercício (R$)	158.068,82	438.609,60	590.086,72	662.484,92	724.467,82

Fonte: Elaborado pelo autor .

Já a Tabela 34 apresenta a margem de lucro, a lucratividade, o pay back simples e a rentabilidade nos cenários.

Tabela 34:Ganhos econômicos obtidos nos cenários sem aspectos financeiros no ano 1.

Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
Margem de lucro ou perda por m³ (R$)	14,05	15,62	15,30	15,03	14,61
Lucratividade (%)	81,21	90,29	88,44	86,88	84,45
Pay back simples (anos)	1,60	0,89	1,34	1,83	2,14
Rentabilidade (%)	62,40	112,85	74,77	54,61	46,63

Fonte: Elaborado pelo autor .

A margem de lucro permitiu visualizar o ganho econômico por m³ de água aproveitada na edificação, indicando valores ótimos. Por sua vez, a lucratividade indicou ganhos líquidos significativos sobre as receitas nos cenários, com nenhum percentual abaixo de 80%.

Pelo pay back simples o tempo de retorno máximo do investimento nos cenários é 2,14 anos, enquanto a rentabilidade que mede o ganho líquido frente ao investimento varia de 46,83% no cenário 5 (CI+CH+CO 90%) a 112,85% no cenário 2 (CI+CH 51%). Mesmo que não considere aspectos financeiros, esse indicador balizou o entendimento da consolidação dos resultados da TIR.

Entretanto, embora apresente resultados que indicam substanciais ganhos

econômicos demonstrados na Tabela 34, a inexistência da análise dos aspectos financeiros limita aprofundamento maior nesses indicadores, sendo utilizados apenas como complemento dos outros utilizados neste estudo, VPL, TIR e Pay Back descontado.

A Tabela 35 apresenta o resultados encontrados para o ponto de cobertura total, que representa o volume anual de água não potável necessária para pagar todos os custos totais. Este indicador evidencia que 2.726,84 m³ ou 9,71% da água no cenário 2 (CI+CH 51%) é utilizada para pagar os custos de funcionamento dos sistemas. Por outro lado, o cenário 1 (CI 20 %) precisa de 2.113,52 m³ da água não potável utilizada ou 18,73% de toda água utilizada no cenário para pagar os custos totais. Os resultados demonstram que nos 5 cenários estudados os custos de funcionamento representam menos de 20% da água utilizada.

Tabela 35: Ponto de cobertura total nos custos dos cenários .

Descrição	Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
Volume de água utilizada (m³)	11.250,45	28.080	38.567,76	44.077,44	49.587,12
Ponto de cobertura total (m³)	2.113,52	2.726,84	4.458,70	5.783,57	7.710,37
Ponto de cobertura total (%)	18,73	9,71	11,56	13,12	15,55

Fonte: Elaborado pelo autor .

Ainda que já estejam evidentes na análise de custos médios unitários, os resultados apontados na Tabela 35 reforçam vantagem comparativa quanto aos custos de funcionamento no cenário 2 (CH+CO 51%) seguido do cenário 3 (CH+CO+CI 70%).

5.7 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA

A análise dos fluxos de caixas em cada cenário permitiu chegar aos indicadores de viabilidade econômica apresentados na Tabela 36, na qual os valores presentes líquidos (VPLs), as taxas internas de retorno (TIRs) e os Pay Backs

descontados estão dispostos nos cinco cenários estudados.

Tabela 36:Indicadores de viabilidade econômica nos cenários estudados.

Descrição		Cenário 1 CI 20%	Cenário 2 CH+CO 51%	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
VPL	(R$)	1.594.124,84	4.737.577,89	6.107.362,56	6.529.722,91	6.857.209,19
TIR	(%)	68,53	118,99	80,90	60,74	52,74
Pay Back	(anos)	1,52	0,99	1,52	2,09	2,48

Elaborado pelo autor .

Os resultados indicam viabilidade econômica para todos os cenários estudados, sendo que o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) apresenta melhor VPL. Já a TIR e o Pay Back indicam o cenário 2 (CH+CO 51%) com melhores resultados.

O cenário 1 (CI 20%), que gera o menor volume de água não potável para a edificação, conferindo os piores indicadores em comparação com outros cenários, apresenta resultados melhores que outros estudos de viabilidade econômica voltados para água de reúso, conforme resultados apresentados na Tabela 37.

Tabela 37:Trabalhos de viabilidade econômica sobre reuso e conservação de água em edificação.

Autor	VPL (R$)	TIR (%)	Prazo de retorno do capital	Contexto da pesquisa
Agostini (2009)	25.181,00	14,98	12 anos	Reuso de água cinza em unidade residencial multifamiliar
Cordeiro Robles (2011)	161.298	88,02	-	Reuso de água cinza em conjunto de condomínios residenciais
Goástico (2013)	1.322,99	10,21	8 anos	Reuso de água cinza em residência unifamiliar de alto padrão
Franci (2011)	124.952,12	53,8	2,16 anos	Reuso de água cinza em edificação residencial multifamiliar
Marcarini (2017)	28.899,18	17	-	Reuso de água cinza em edifício multifamiliar
Hastenreiter (2013)	38.019,77	14,54	11 anos	Reuso de água cinza em edificação empresarial

Fonte: Elaborado pelo autor.

Enquanto os estudos realizados por Agostini, Cordeiros Robles (2011); Franci (2011) e Marcarini (2017) foram realizados num contexto de edificações residenciais multifamiliar, o estudo de Goástico (2013) foi realizado em residência unifamiliar e o de Hastenreiter (2013) realizado em edificação empresarial.

Mesmo em diferentes contextos e dimensões, o investimento com apenas reúso é considerado viável economicamente. Os resultados mais robustos encontrados neste trabalho indicam a influência do alto volume de água de reúso, por se tratar de edificação de grande porte.

No entanto, os indicadores mostram que a escolha do cenário 1 (CI 20%) representa o não aproveitamento da água de chuva, fonte com maior volume de oferta na edificação, cujas especificidades físico-químicas demandam menor esforço de tratamento.

Por sua vez, os indicadores de viabilidade econômica do cenário 2 (CH+CO 51%) mostram que o investimento nessa configuração traz retornos robustos, especialmente quando considerada a TIR e o Pay Back. Suas vantagens estão no baixo montante de investimento aliado ao baixo custo de funcionamento dos cenários, em grande parte devido a qualidade da água de chuva e condensação ser superior a água cinza.

No entanto, 87,58% da água gerada no cenário 2 (CH+CO 51%) é proveniente da chuva captada na cobertura da edificação, sendo apenas pouco mais de 12% oriundas do sistema de condensação. Isso torna o cenário mais suscetível a escassez de chuvas, fato cada vez mais recorrente na região onde localiza-se a edificação. A análise de sensibilidade realizada no item 5.9 quantificou o impacto da redução da oferta de água de chuva nesse cenário.

Assim, questões locais como a variação das precipitações pluviométricas que alteram a oferta de água de chuva na edificação podem afetar significativamente a viabilidade econômica financeira nos cenários.

Já nos cenários que utilizam fontes de água cinza, condensação e chuva, os indicadores de viabilidade econômica mostram viabilidade em todos os contextos, garantindo melhor planejamento e previsibilidade.

No cenário 3 (CH+CO+CI 70%), a TIR de 80,90% e o Pay Back de 1,52 anos são os melhores entre aqueles que aproveitam as três fontes de água não potável, enquanto o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) apresenta melhor VPL de R$ 6.857.209,19. Por outro lado, o cenário 5 (CH+CO+CI 90%), apresenta a menor TIR de 52,74% e o Pay Back de maior tempo entre todos os cenários, de 2,4 anos.

Desta forma há contradição entre os indicadores de viabilidade econômica financeira. Embora Bruni A. (2013), Gitman (1984), Assaf Neto (1992), Chaves (2016) e Oliveira (2012) dentre outros sejam unânimes em recomendar a utilização do VPL dentre os indicadores analisados, o VPL apresenta algumas desvantagens na indicação de viabilidade econômica financeira.

Bruni (2013) afirma que o VPL é insensível aos diferentes montantes utilizados para o investimento. Enquanto o cenário 5 (CH+CO+CI 90%), de melhor VPL requer investimento de R$1.553.561,84, o cenário 2 (CH+CO 51%), com maior TIR requer investimento de apenas R$ 388.653,20. Ou seja, ainda que o VPL seja maior no cenário 5 (CH+CO+CI 90%), não há a garantia de que esta é a melhor opção de investimento. Desta forma, ainda não é possível afirmar qual o melhor cenário a ser adotado na edificação do ponto de vista econômico financeiro.

Essa contradição entre os indicadores de viabilidade dificulta a indicação do cenário mais viável economicamente para a tomada de decisão e deixa frágil qualquer inferência sobre a melhor opção de cenário para investir. Desta forma, é possível afirmar apenas que o VPL indica o cenário 5 (CH+CO+CI 90%), como o de melhor viabilidade econômico financeira e a TIR e Pay Back apontam o cenário 2 (CH+CO 51%) com a melhor taxa de retorno. Assim, ainda não é possível dizer a opção de investimento mais vantajosa economicamente. O cálculo dos incrementos entre os cenários estudados foi apresentado no item 5.10 resolveu esta questão.

5.8 INSERÇAO DA INCERTEZA NA AVALIAÇÃO DO INVESTIMENTO

As incertezas foram identificadas partir da verificação dos eventos e da

observação do seu grau de relevância nas variáveis que compõem os fluxos de caixa descontados dos cenários. A variável com maior relevância foi alvo de simulação estocástica e as outras três para realizar a análise de sensibilidade.

5.8.1 Identificação e hierarquização das incertezas do investimento

Ao analisar as informações acerca da natureza dos investimentos previstos e incertezas, foram identificadas questões que convergem nas alterações climáticas, políticas econômicas e políticas institucionais, conforme Tabela 38.

A Tabela 38 apresenta a relevância de eventos prováveis sobre as variáveis que compõem a avaliação econômica e o contexto em que acontecem. Os eventos prováveis indicam redução significativa na oferta de água de chuva nos cenários, o aumento do IPCA impactando nos custos de funcionamento dos sistemas e nos preços dos serviços de água que compõem as receitas dos sistemas e no aumento da defasagem de preços de serviços públicos de água e esgoto.

A redução da oferta de água de chuva, indicada nas entrevistas semi estruturadas como fator de incerteza para o investimentos pode impactar sobretudo nos cenários em que o aproveitamento dessa fonte é maior, implicando no aumento da capacidade ociosa das estruturas. No que diz respeito ao aumento do IPCA, verifica-se que pode oscilar em função do ambiente macroeconômico e da política monetária adotada, cuja variação nos últimos 20 anos apresentou média anual de 7,04% de acordo com IBGE, (2018).

Tabela 38: Matriz de relevância para eventos sobre o investimento em conservação e reúso de água na edificação.

Identificação e Hierarquização de Eventos Prováveis nos Investimentos em Conservação e Reúso de Água							
Fatores de Análise			**Variáveis Influenciadas**				
Tema	**Contexto**	**Eventos Prováveis**	**Receitas**	**Custos**	**TMA**	**Reajustes**	**Total**
Clima	Estiagem acima da média da série histórica	Redução significativa na oferta de água de chuva	2	1	0	0	**3**
Política Econômica	Inflação descontrolada	Aumento significativo do Índice de Preços ao Consumidor amplo IPCA implicando em aumento dos custos de funcionamento dos sistemas e ao mesmo tempo preços que compõem as receitas dos investimentos analisados.	1	2	1	2	**6**
	Políticas ortodoxas de controle inflacionário	Aumento da SELIC fora de parâmetros mundiais	1	1	2	2	**6**
Política Institucional	Controle social sobre regulação do setor	Aumento da defasagem do preço da água em relação a outros estados	2	1	0	2	**5**

Fonte: Elaborado pelo autor (2018); Adaptado de PMI (2004); Adaptado de Adene/Pnud (2002).

Ainda na Tabela 38, em relação aos preços dos serviços de água e esgoto praticados, tanto na análise das notas técnicas emitidas pela ARSP como nas entrevistas semi estruturadas foi apontado defasagem em relação aos preços praticados em outros estados da federação. Possíveis revisões tarifárias interferirão diretamente na composição das receitas dos sistemas estudados (ARSP 2018).

Apesar da hierarquização ser meramente qualitativa conforme apontado por Salles Jr (2007), observou-se que mudanças no IPCA, na SELIC e o aumento da defasagem dos preços praticados possuem maior relevância sobre as variáveis que compõem o FCD. A coluna da Tabela 38 que mostra o somatório total evidencia tal situação.

Embora o IPCA seja utilizado na composição dos preços e importante requisito na composição dos custos não gerenciáveis do setor de saneamento, conforme notas técnicas da ARSP, o indicador não é o único na metodologia de formação de preços, que considera também remuneração por ganhos de eficiência na prestação dos serviços de água e esgoto. Assim, o preço dos serviços não muda somente em função das mudanças no IPCA.

O preço dos serviços de água e esgoto possui, portanto, maior relevância em relação aos demais, evidenciado em mais de um evento provável na Tabela 38. Além disso, os outros eventos prováveis (mudanças no IPCA e SELIC) afetam indiretamente o processo de formação dos preços dos serviços de água e esgoto.

5.8.2 Simulação estocástica dos preços de serviços de água e esgoto

Diante do processo de identificação e hierarquização das incertezas, o preço dos serviços de água e esgoto foi utilizado na simulação a partir do MBG e do cálculo de curvas de tendências.

A simulação com MBG gerou fluxos de caixa que permitiram concluir proximidade significativa entre os indicadores de viabilidade econômica determinística e com inserção da incerteza nos preços dos serviços de água e esgoto.

Para simplificar a análise e as relações entre os indicadores, uma vez que os resultados da avaliação determinística mostraram contradição entre o VPL e TIR, o estudo passou a analisar somente esses dois indicadores.

A Tabela 39 apresenta os resultados do VPL e TIR de forma determinística e com inserção da incerteza. A partir da simulação com 10.000 FCDs, foram calculados o mesmo nº de VPLs e TIRs em cada cenário de conservação e reúso estudado na edificação. O cálculo da média desses indicadores mostrou acréscimo de 8,11% em todos os cenários estudados.

Tabela 39:Indicadores da avaliação determinístico e com inserção da incerteza nos preços dos serviços coletivos de abastecimento de água e esgoto.

Descrição		**Cenário 1 CI 20%**	**Cenário 2 CH+CO 51%**	**Cenário 3 CI+CH+CO 70%**	**Cenário 4 CI+CH+CO 80%**	**Cenário 5 CI+CH+CO 90%**
$VPL_{determinístico}$	(R$)	1.602.455,75	4.737.577,89	6.107.362,56	6.529.722,91	6.913.625,11
$TIR_{determinístico}$	(%)	68,53	118,99	80,90	60,74	52,74
$VPL_{incerteza\ inserida}$	(R$)	1.732.414,91	5.121.795,46	6.602.669,66	7.059.283,44	7.474.320,11
$TIR_{incerteza\ inserida}$	(%)	74,08	128,64	87,46	65,66	57,01
Diferença	(%)	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11

Fonte:Elaborado pelo autor .

Os resultados da simulação evidenciaram a estabilidade do comportamento dos preços dos serviços de água e esgoto, cuja série histórica indica crescimentos médio de 6,15% e volatilidade de 2%.

No entanto, a possibilidade de revisão tarifária já mencionada anteriormente, não foi captada na simulação e envolve fatores políticos e sociais.

As diferenças encontradas entre os indicadores na avaliação determinística e com inserção da incerteza nos preços mostram que estudos de viabilidade econômica determinísticos se aproximam da realidade. Neste sentido, as diferenças entre os resultados dos cenários permaneceram inalterados, validando a eficiência dos vários estudos de viabilidade econômica realizados de forma determinística .

Ressalta-se também que a baixa volatilidade dos preços dos serviços encontrada na simulação converge na afirmação de Spiller et al., (2014) no qual o desenvolvimento de variáveis como o preço do saneamento é movido por mudanças lentas muitas vezes devido ao caráter social da água.

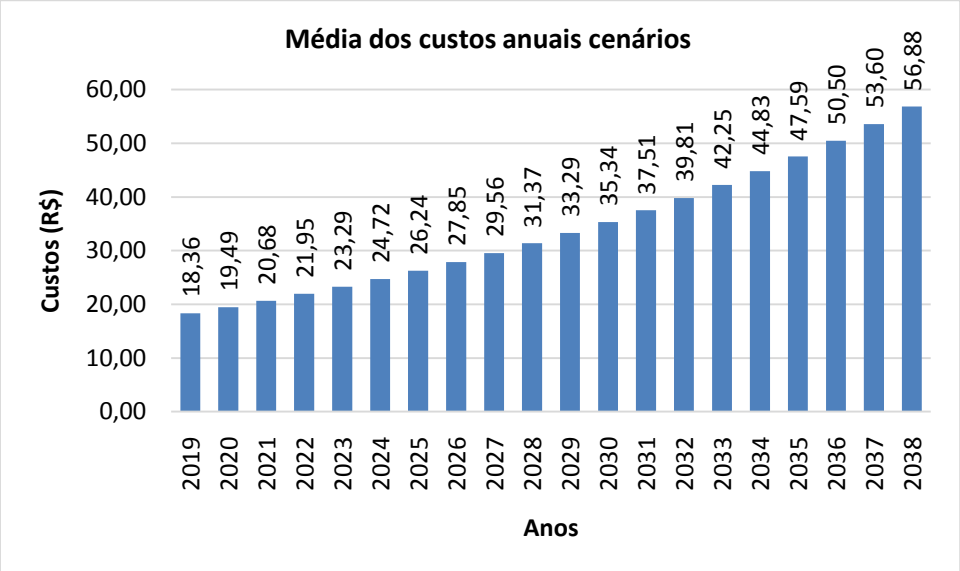
Por sua vez, Zhang et al., (2017) afirma que a demanda por serviços de água é reduzida de 3 a 5% diante de significativas elevações nos preços dos serviços. Isso evidencia o caráter inelástico do preço demanda dos serviços de saneamento.

Desta forma, mesmo que variáveis referentes a dinâmica local onde está inserida a edificação interfiram no desenvolvimento do setor, conforme afirma Singh et al (2012), o caráter social do seu uso contribui para baixa volatilidade nos preços do setor, indicando ambiência facilitadora de investimento me projetos de médio e longo prazo na adoção da conservação e reúso de água em edificações.

5.8.3 Tendências nos preços dos serviços de água e esgoto

A simulação realizada permitiu apontar estabilidade no crescimento dos preços dos serviços de água e esgoto na localidade da edificação, reduzindo as incertezas de mudanças nos indicadores de viabilidade decorrentes da variação do preços. Assim foi calculada a média dos 10.000 mil cenários simulados em cada ano, conforme mostra a Figura 10.

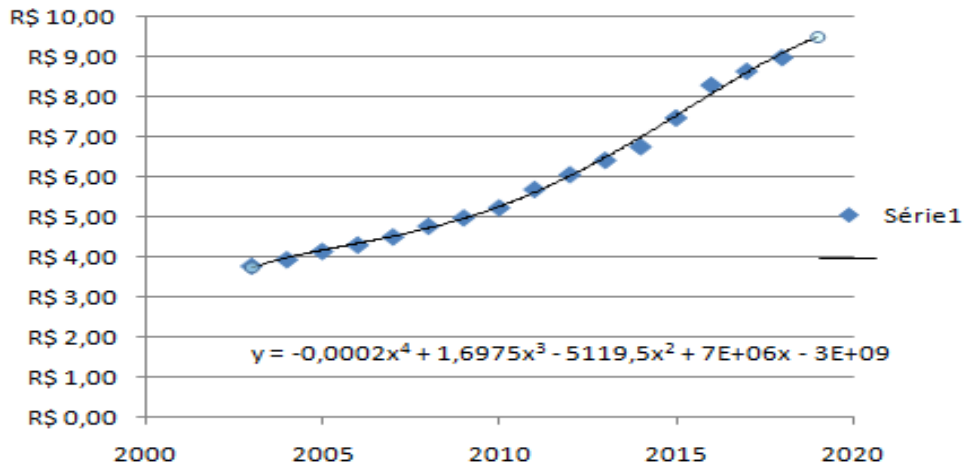
Figura 10:Média dos custos anuais dos 100000 cenários simulados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, foi construída curva de tendência para os preços dos serviços de água e esgoto a partir das séries históricas apresentadas na Tabela 10. Neste sentido, a que mais se ajusta a série histórica é função polinomial de grau 4 conforme demonstrado na Figura 11.

Figura 11:Curva de tendência de preço de água com ajuste polinomial grau 4.



Fonte: Elaborado pelo autor .

O gráfico da Figura 11 evidencia a estabilidade no comportamento dos preços de água e esgoto, indicando que a variável apresenta condições ótimas para decisões de previsibilidade e planejamento.

Contudo, a já mencionada previsão da revisão tarifária relatada pela ARSP não captada pela simulação e pela curva de tendência contribui para a incerteza dessa variável nos próximos anos.

5.9 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade foi realizada para verificar a incerteza dos outros eventos prováveis sobre as variáveis do FCD, conforme análise demonstrada na Tabela 38. Após o preço dos serviços de água e esgoto ser submetido a simulação MBG e a curvas de tendências, a análise de sensibilidade abordou a redução de oferta pela chuva, as mudanças da taxa SELIC e mudanças nos custos de funcionamento dos sistemas.

A redução da oferta de água de chuva foi analisada em todos os cenários, exceto o cenário 1(CI 201%) que não contempla essa fonte. Já as mudanças na taxa SELIC foram substituídas por mudanças na TMA, uma vez que essa foi composta neste trabalho predominantemente pela influência da SELIC.

Já os custos de funcionamento dos sistemas são influenciados principalmente por fatores inflacionários, embora a incidência desses nos custos globais geralmente ocorre de forma difusa, não afetando todos os itens que compõem sua estrutura. Todavia, para simplificar a análise, foram considerados a variação dos custos totais de funcionamento. Desta forma, as variações consideradas estão na Tabela 40.

Tabela 40:Parâmetros da análise de sensibilidade.

Variáveis	**Mudanças analisadas**	**Indicadores afetados**
Redução da oferta de chuva	Redução de 10%, 25%, 50% e 75% nas chuvas.	VPL e TIR
Variação da TMA	Redução de 60%, 40% e 20% implicando em taxas de 4,6%, 6,9% e 9,2% a.a. respectivamente. Aumento de 60%, 40% e 20% implicando em taxas de 18,4%, 16,1% e 13,8% a.a. respectivamente	VPL
Variação dos custos de funcionamento	Redução de 75%, 50% e 25%. Aumento de 75%, 50% e 25%.	VPL e TIR

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A Tabela 40 mostra que, na análise global da sensibilidade, a TIR não é afetada pela variação da TMA devido a sua forma de cálculo. Por isso, a discussão sobre a sensibilidade global focou na variação do VPL, embora a TIR tenha sido considerada na análise global.

5.9.1 Sensibilidade no Cenário 1 (CI 20%)

A Tabela 41 mostra a análise global de sensibilidade, onde foram levantados o pior e melhor caso e relacionados ao caso base no cenário 1 (CI 20%).

Tabela 41: Sensibilidade global no cenário 1 (CI 20%).

Limites	Descrição	VPL (R$)	TIR (%)
Pior caso	Aumento em 75% nos custos de funcionamento e taxa mínima de atratividade de 18,40% a.a para VPL	587.382,92	57,73
Caso base	Custos dimensionados segundo tabela 13 e taxa mínima de atratividade em 11,5% a.a para VPL	1.732.414,91	74,08
Melhor caso	Redução de 75% nos custos de funcionamento do sistema e taxa mínima de atratividade de 4,6% a.a para VPL	3.694.802,32	79,38

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados mostraram que diante de aumento significativos nos custos de funcionamento dos sistemas de reúso e na taxa mínima de atratividade, o VPL e a TIR no pior caso continuam indicando retornos positivos. A redução do VPL de R$ 1.732.414,91 no caso base para R$ 587.382,92 no pior caso indica que a viabilidade econômica financeira no cenários dificilmente deixará de existir, mesmo em casos extremos negativos.

A análise de sensibilidade individual não indicou nenhuma alteração que comprometa os indicadores neste cenário.

5.9.2 Sensibilidade no cenário 2 (CH+CO 51%)

A Tabela 42 mostra a análise global de sensibilidade, onde foram levantados o pior e melhor caso e relacionados ao caso base no cenário 2 (CH+CO 51%).

Tabela 42: Sensibilidade global no cenário 2 (CH+CO 51%).

Limites	Descrição	VPL (R$)	TIR (%)
Pior caso	Redução da oferta de chuva para 75%, aumento em 75% nos custos de funcionamento e taxa mínima de atratividade de 18,40% a.a.	554.118,88	43,15
Caso base	Oferta de chuva de 24.591,38 m³, custos dimensionados segundo tabela 13 e taxa mínima de atratividade em 11,5% a.a.	5.121.795,46	128,64
Melhor caso	Redução de 75% nos custos de funcionamento do sistema e taxa mínima de atratividade de 4,6% a.a.	9.617.151,34	137,10

Fonte: Elaborado pelo.autor.

Os resultados indicam que tanto o VPL quanto a TIR são reduzidos

significativamente, passando de R$ 5.121.795,46 no caso base para R$ 554.118,88 no pior caso e de 128,64% no caso base para 43,15% no pior caso. Essa redução deve-se em grande parte a redução da oferta de água de chuva, responsável por grande parte das receitas auferidas no cenário. A análise de sensibilidade individual validou tal conclusão.

Assim, o cenário 2 (CH+CO 51%), apesar de ter melhor TIR e Pay Back descontado entre os cenários, verificou-se que a redução da oferta de água de chuva impactou negativamente de forma significativa o cenário.

5.9.3 Sensibilidade no cenário 3 (CH+CO+CI 70%)

A Tabela 43 mostra que análise realizada no cenário 3 (CH+CO+CI 70%). O VPL reduz de R$ 6.602.669,66 no caso base para R$ 1.082.855,91 o pior caso e a TIR de 87,46% no caso base para 42,25% no pior caso.

Tabela 43:Análise de sensibilidade global no cenário 3 (CH+CO+CI 70%).

Análise dos limites no cenário 3 – CH+CO+CI 70%			
Limites	**Descrição**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**
Pior caso	Redução da oferta de chuva em 75%; aumento em 75% nos custos de funcionamento e taxa mínima de atratividade de 18,40% a.a.	1.082.855,91	42,25
Caso base	Oferta de chuva de 23.868,29 m³, custos dimensionados e taxa mínima de atratividade em 11,5% a.a.	6.602.669,66	87,46
Melhor caso	Redução de 75% nos custos de funcionamento do sistema e taxa mínima de atratividade de 4,6% a.a.	12.895.698,66	95,23

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise neste cenário permitiu concluir que, apesar do VPL do cenário 3 (CH+CO+CI 70%) ser menos sensível no pior caso que no cenário 2 (CH+CO 51%), a variação tanto no VPL quanto na TIR é significativa.

5.9.4 Sensibilidade no cenário 4 (CH+CO+CI 80%)

A Tabela 44 indica no cenário 4 (CH+CO+CI 80%) redução significativa do VPL de R$ 7.059.283,44 no caso base para R$ 701.140,56 no pior caso. As análises individuais indicaram que tanto a redução da oferta de água de chuva quanto o aumento dos custos financeiros representados pelo aumento da TMA impactaram

mais neste resultado.

Tabela 44:Análise de sensibilidade global no cenário 4 (CH+CO+CI 80%).

Análise dos limites no cenário 4 – CH+CO+CI 80%			
Limites	**Descrição**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**
Pior caso	Redução da oferta de chuva em 75%, aumento em 75% nos custos de funcionamento e taxa mínima de atratividade de 18,40% a.a.	701.140,56	28,51
Caso base	Oferta de chuva de 29.338,37 m³, custos dimensionados segundo tabela 13 e taxa mínima de atratividade em 11,5% a.a.	7.059.283,44	65,66
Melhor caso	Redução de 75% nos custos de funcionamento do sistema e taxa mínima de atratividade de 4,6% a.a.	14.384.875,53	71,96

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, além da redução da água de chuva, o VPL no pior caso neste cenário também foi impactado pelo aumento da TMA.

5.9.5 Sensibilidade no cenário 5 (CH+CO+CI 90%)

A Tabela 45 apresenta a análise de sensibilidade global no cenário 5 (CH+CO+CI 90%) no qual o VPL é reduzido de R$ 7.474.320,64 no caso base para R$ 600.670,45 no pior caso.

Tabela 45: Sensibilidade no cenário 5 (CH+CO+CI 90%).

Análise dos limites no cenário 5			
Limites	**Descrição**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**
Pior caso	Redução da oferta de chuva em 75%, aumento em 75% nos custos de funcionamento e taxa mínima de atratividade de 18,40% a.a.	600.670,45	25,34
Caso base	Oferta de chuva de 34.848,05 m³, custos dimensionados segundo tabela 13 e taxa mínima de atratividade em 11,5% a.a.	7.474.320,64	52,74
Melhor caso	Redução de 75% nos custos de funcionamento do sistema e taxa mínima de atratividade de 4,6% a.a.	15.887.476,37	59,20

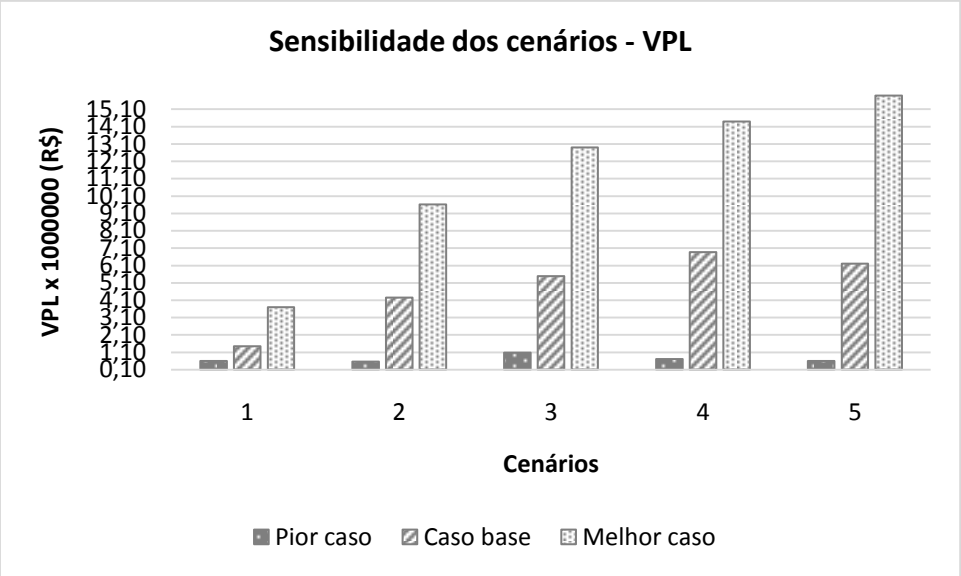
Fonte: Elaborado pelo autor .

Assim como nos cenários 2 (CH+CO 51%) e 4 (CH+CO+CI 80%), a redução da oferta de água de chuva afeta negativamente o VPL do cenário. Somado a isso, a análise de sensibilidade individual mostra que a TMA exerce impacto negativo significativo também nos indicadores.

5.9.6 Análise de sensibilidade entre os cenários de conservação e reúso

Os resultados mostram que alguns cenários possuem VPLs mais impactados do que outros nos piores e melhores casos. A Figura 12 ilustra o impacto causado nos VPLs dos cenários diante da análise de sensibilidade realizada.

Figura 12: Sensibilidade dos cenários em relação ao VPL.



Fonte: produzido pelo autor.

Enquanto os cenários 1 (CI 20%) e 3 (CH+CO+CI 70%) tiveram menor redução nos VPLs dos piores casos, os cenários 2 (CH+CO 51%), 4 (CH+CO+CI 80%) e 5 (CH+CO+CI 90%) apresentaram maior redução dos VPL nos piores casos.

A comparação dos casos base com os melhores casos nos cenários denota aumentos mais significativos nos cenários 3 (CH+CO+CI 70%), 4 (CH+CO+CI 80%) e 5 (CH+CO+CI 90%).

A Tabela 46 apresenta as variações na análise de sensibilidade global baseados no VPL considerando os melhores e piores casos. Aqui a TIR não foi utilizada neste caso pois variações na TMA não impactam o indicador.

Tabela 46:Variação dos VPLs nos piores e melhores casos nos cenários.

Cenários	Caso base	Pior Caso	Melhor Caso
Cenário 1 (CI 20%)	VPL:1.732.414,00	VPL: 587.382,92 Redução: 59,13%	VPL: 3.694.802,32 Aumento: 113,27%
Cenário 2 (CH+CO 51%)	VPL:4.737.577,89	VPL: 554118,88 Redução: 86,96%	VPL:9.617.151,34 Aumento: 103%
Cenário 3 (CH+CO+CI 70%)	VPL:6.107.362,56	VPL:1.082.855,91 Redução: 80,23%	VPL:12.895.698,66 Aumento: 111,15%
Cenário 4 (CH+CO+CI 80%)	VPL:6.529.722,91	VPL:701140,56 Redução: 89,78%	VPL:14.384.875,53 Aumento: 120,30%
Cenário 5 (CH+CO+CI 90%)	VPL:7.474.320,11	600.670,45 Redução: 90,31%	VPL:15.887.476,37 Aumento:112,56%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da análise indicam maiores variações nos melhores casos em todos cenários, se comparados com os piores casos. Destaca-se o cenário 1 (CI 20%) registrando a menor redução de VPL no pior caso. Por sua vez, o cenário 4 (CH+CO+CI 80%) apresenta maior aumento de VPL no melhor caso.

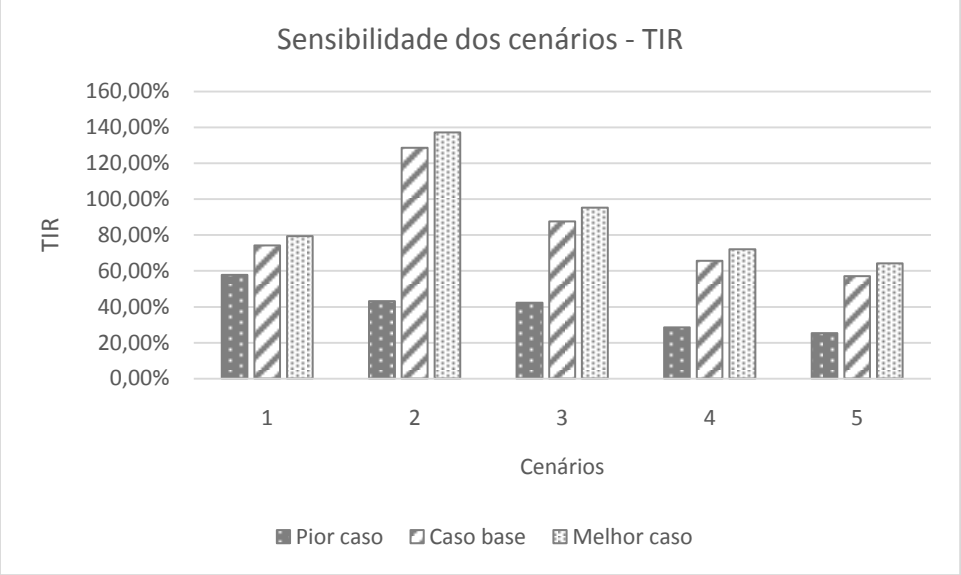
Todavia, o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) possui maior redução de VPL no pior caso. Isso é explicado por comportar a maior carga de investimento entre os cenários, fator impactado pelo aumento dos custos financeiros embutidos na TMA e pela redução da oferta de água de chuva.

Já o cenário 2 (CH+CO 51%) apresentou menor aumento do VPL no melhor caso. Importante ressaltar também que no pior caso o cenário tem redução significativa do VPL.

Ainda que o VPL tanto na avaliação determinística como na simulação do preço de serviços de água indique a melhor viabilidade econômica para o cenário 5 (CH+CO+CI 90%), a análise de sensibilidade evidencia também maior incerteza ao cenário, em que o VPL pode apresentar uma variação negativa em 90,31% em relação ao VPL base.

Ao observar o impacto sobre a TIR na Figura 13, ainda que o indicador não seja impactado pelas variações na TMA, destaca-se o impacto negativo no pior caso do cenário 2 (CH+CO 51%), indicando grande influência da redução da oferta de água de chuva.

Figura 13: Sensibilidade dos cenários em relação a TIR.



Fonte: Produzido pelo autor.

Ainda assim, os cenários 4 (CH+CO+CI 80%) e 5 (CH+CO+CI 90%) apresentam reduções significativas na TIR nos piores casos. Os cenários 1 (CI 20%) e 3 (CH+CO+CI 70%) apresentam menores reduções na TIR nos piores casos.

Portanto, apesar dos indicadores de viabilidade econômica financeira da conservação e reúso na edificação apontarem os cenários 5 (CH+CO+CI 90%) e 2 (CH+CO 51%) com os melhores VPL e TIR respectivamente, ambos apresentam maior nível de incerteza, quando estudadas possibilidades de variação, sobretudo pessimistas, de chuva, TMA e custos

Tal situação converge nos estudos de Deng et al., (2013), específicos de viabilidade envolvendo conservação de água e os de Cardim et al., (2007) e Bruni (2013) em conceituação genérica sobre natureza das incerteza, nos quais situações que conferem melhores indicadores de viabilidade econômica são aquelas que apresentam maior incerteza.

Por outro lado, ao considerar os cenários com fonte de água de chuva, a Tabela 46 indica menor variação negativa no cenário 3 (CH+CO+CI 70%), com redução do VPL no pior caso em 80,23%, enquanto nos outros cenários a redução foi de

86,96% no cenário 2 (CH+CO 51%), 89,78% no cenário 4 (CH+CO+CI 80%) e 90,31% no cenário 5(CH+CO+CI 90%)..

Neste sentido, para tomada de decisão na avaliação do investimento, a análise de sensibilidade indica os cenários 1 (CI 20%) e 3 (CH+CO+CI 70%) como os menos suscetíveis a variações negativas nos piores casos e os cenários 2 (CH+CO 51%) e 5 (CH+CO+CI 90%) como os mais expostos a variações.

5.10 INCREMENTOS ENTRE OS CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE AGUA

Os resultados alcançados na avaliação dos investimentos nos cenários da edificação, mesmo com a inserção da incerteza prevista nos cenários estudados, ainda indicam melhor VPL no cenário 5 (CH+CO+CI 90%) e melhor TIR no cenário 2 (CH+CO 51%). Aliado a isso, a análise de sensibilidade mostra o cenário 1 (CI 20%) e o 3 (CH+CO+CI 70%) como aqueles cujos VPL e TIR variam menos diante da redução da oferta de chuva e do aumento da TMA e nos custos de funcionamento dos sistemas.

No entanto, as avaliações e indicadores utilizados não permitiram indicar o melhor cenário de investimento em conservação e reúso na edificação. Desta forma, foi realizado o cálculo do fluxo incremental para encontrar os indicadores incrementais e o ponto de inflexão de Fischer. Os cálculos realizados entre os fluxos com os fluxos incrementais estão no Apêndice 4.

Os resultados indicam pontos de inflexão nas comparações entre os cenários acima da TMA utilizada na avaliação em todas as situações, conforme demonstrado na Tabela 47.

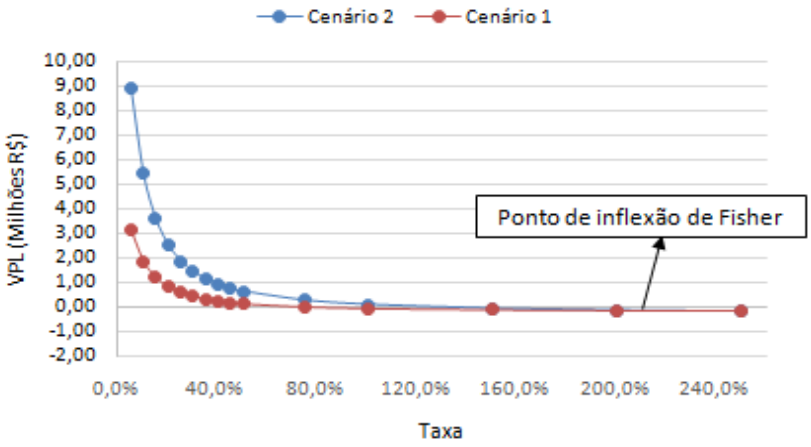
Tabela 47:Incremento entre os cenários de conservação e reúso da edificação.

Descrição	Aumento no investimento	VPL incremental	Inflexão da decisão (Fischer)
Incremento no cenário 2 a partir do cenário 1	R$ 135.355,36 (+53,44%)	R$ 2.811.768,78	213,40%
Incremento no cenário 3 a partir do cenário 1	R$ 535.953,20 (+211,59%)	R$ 4.040.275,21	86,74%
Incremento no cenário 3 a partir do cenário 2	R$ 400.597,84 (+103,07%)	R$ 1.228.506,43	43,86%
Incremento no cenário 4 a partir do cenário 1	R$ 959.732,00 (+378,89%)	R$ 4.419.073,73	58,68%
Incremento no cenário 4 a partir do cenário 2	R$ 824.376,64 (+212,11%)	R$ 1.699.304,95	32,99%
Incremento no cenário 4 a partir do cenário 3	R$ 423.778,8 (+86,24%)	R$ 378.798,52	22,10%
Incremento no cenário 5 a partir do cenário 1	R$ 1.300.264,00 (+513,33%)	R$ 4.763.380,63	49,65%
Incremento no cenário 5 a partir do cenário 2	R$ 1.164.908,64 (+299,73%)	R$ 1.951.611,85	30,27%
Incremento no cenário 5 a partir do cenário 3	R$ 764.310,8 (+96,83%)	R$ 723.105,43	22,76%
Incremento no cenário 5 a partir do cenário 4	R$ 340.532 (+28,07%)	R$ 344.306,91	23,45%

Fonte: Elaborado pelo autor .

O fluxo incremental entre os cenários 2 e 1 permite concluir que somente com custos financeiros (TMA) acima de 213,40% o cenário 1 será melhor opção de investimento, apesar de demandar investimento a mais de 53,44%. A Figura 14 apresenta graficamente o ponto (213,40%) onde há inflexão na decisão entre os cenários. Portanto, o cenário 2 possui melhor viabilidade econômica financeira que o cenário 1.

Figura 14:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 2 e 1.

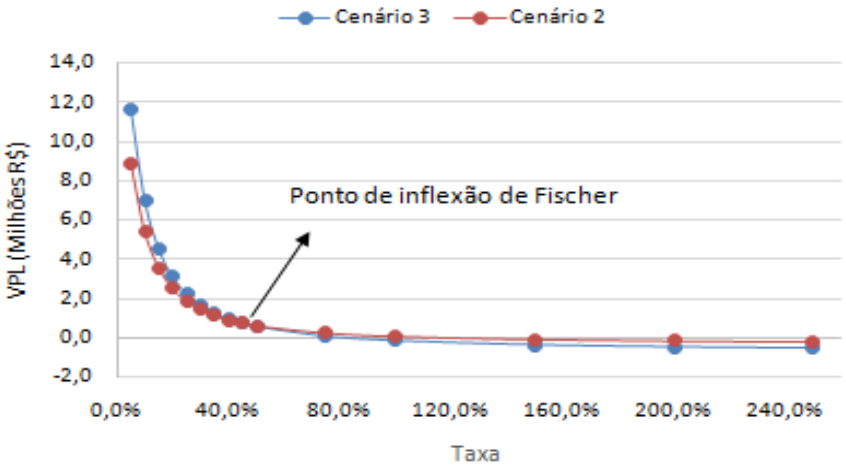


Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Já ao analisar o fluxo incremental entre os cenários 3 (CH+CO+CI 70%) e 1 (CI 20%), verifica-se que somente com custos financeiros (TMA) acima de 86,74% o cenário 1 (CI 20%) será melhor opção de investimento.

Por sua vez, ao comparar o cenário 3 (CH+CO+CI 70%) com o 2 o ponto de inflexão de Fischer é 43,86%, mostrando que o cenário 2 (CH+CO 51%) será melhor opção de investimento que o 3 apenas em situações em que a TMA ultrapassar este ponto, conforme Figura 15.

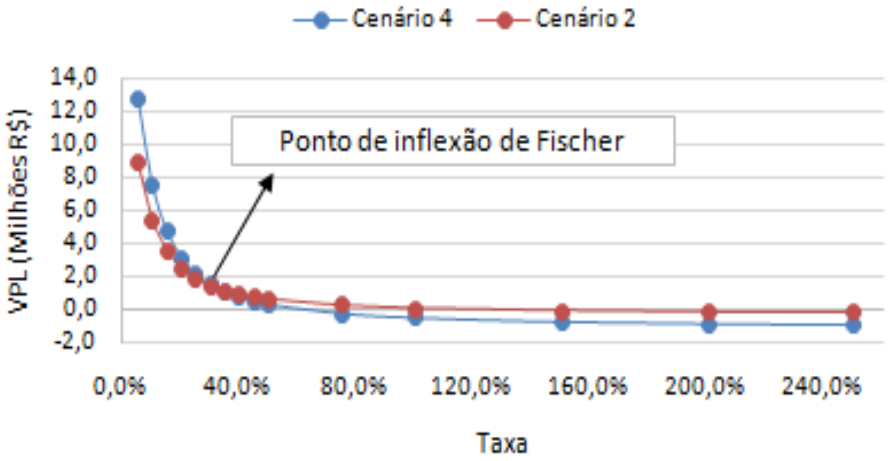
Figura 15:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 3 e 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Por sua vez, o cenário 4 (CH+CO+CI 80%) comparado ao 1 (CI 20%) indica que somente com TMA acima de 58,68% o cenário 1 (CI 20%) será preferível. Já ao comparar o cenário 4 (CH+CO+CI 70%) com o 2 (CH+CO 51%) verfica-se que o 2 (CH+CO 51%) será escolhido quando a TMA for acima de 32,99%, conforme Figura 16.

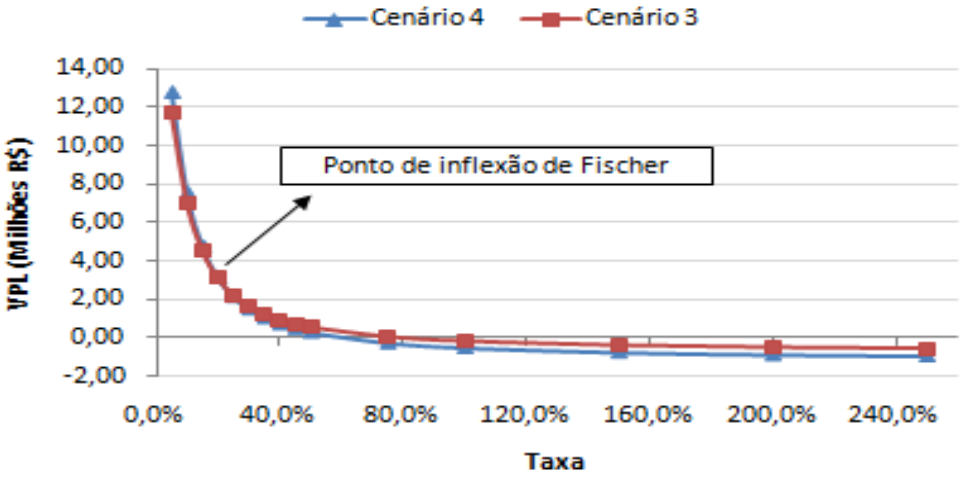
Figura 16: Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 4 e 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Todavia, quando comparado o cenário 4 (CH+CO+CI 80%) com o 3 (CH+CO+CI 70%), o 3 (CH+CO+CI 70%) será preferível quando a TMA for maior que 22,10%, aproximando-se mais da TMA utilizada neste trabalho e constituindo numa possibilidade de investimento mais rentável em ambientes de custos financeiros altos. A Figura 17 ilustra o ponto de inflexão de Fischer nesta relação.

Figura 17: Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 4 e 3.

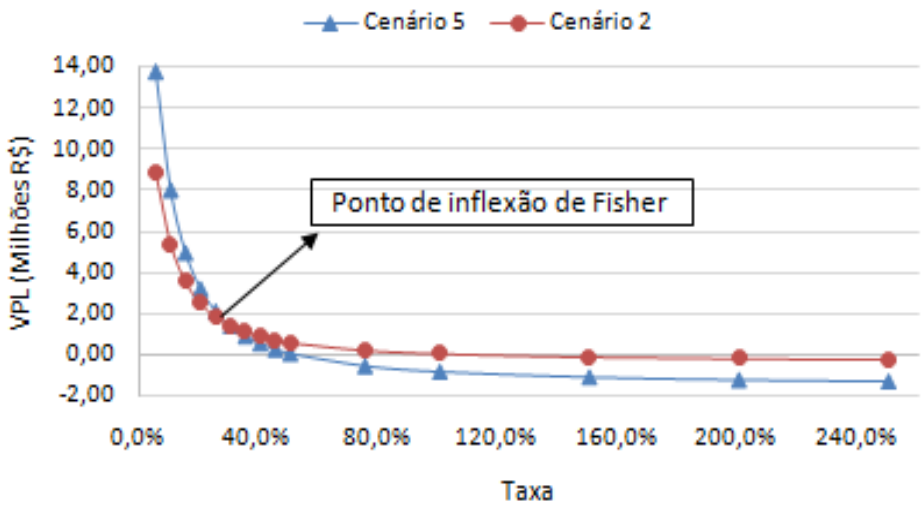


Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

No que diz respeito ao cenário 5 (CH+CO+CI 90%), quando comparado ao 1 (CI 20%), o ponto de inflexão de Fischer é 49,65% indicando que somente a partir

dessa TMA o cenário 1 (CI 20%) é melhor para investir. Já na comparação do cenário 5 (CH+CO+CI 90%) com o 2 (CH+CO 51%), a mudança de opção de investimento acontecerá somente com TMA acima de 30,27%, ou seja, abaixo dessa taxa o investimento no cenário 5 (CH+CO+CI 90%) é preferível, porém acima dessa taxa o investimento 2 (CH+CO 51%) é mais vantajoso, como demonstrado na Figura 18.

Figura 18:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 5 e 2.

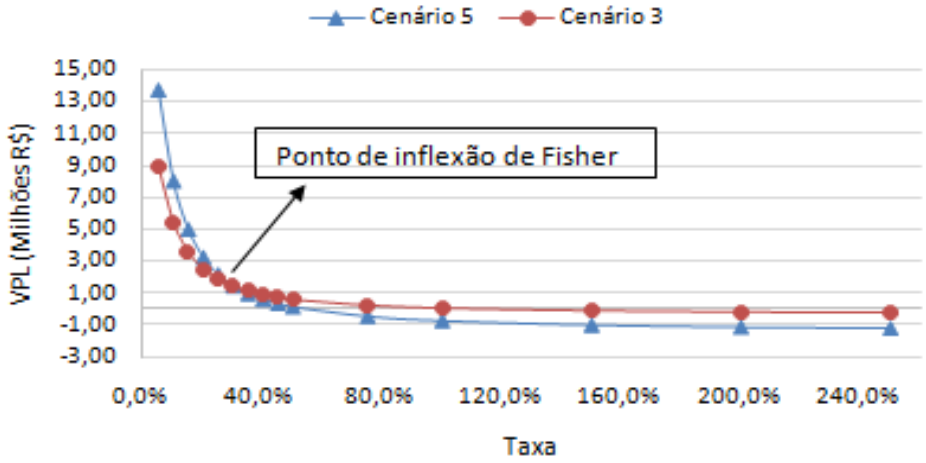


Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Desta forma, a contradição entre o VPL indicando o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) como o melhor e a TIR indicando o cenário 2 (CH+CO 51%) como o melhor para investir é esclarecida. Com o ponto de inflexão entre os dois cenários em 30,27%, conforme Tabela 47 e Figura 19, fica evidenciado que diante da conjuntura atual o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) é a melhor opção de investimento.

Por sua vez, o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) comparado ao 3 (CH+CO+CI 70%) gera um ponto de inflexão de Fischer de 22,76%, sendo o cenário 3 (CH+CO+CI 70%) mais viável em situações de TMA acima dessa taxa. A Figura 19 ilustra o ponto onde há mudança entre as melhores opções de investimento.

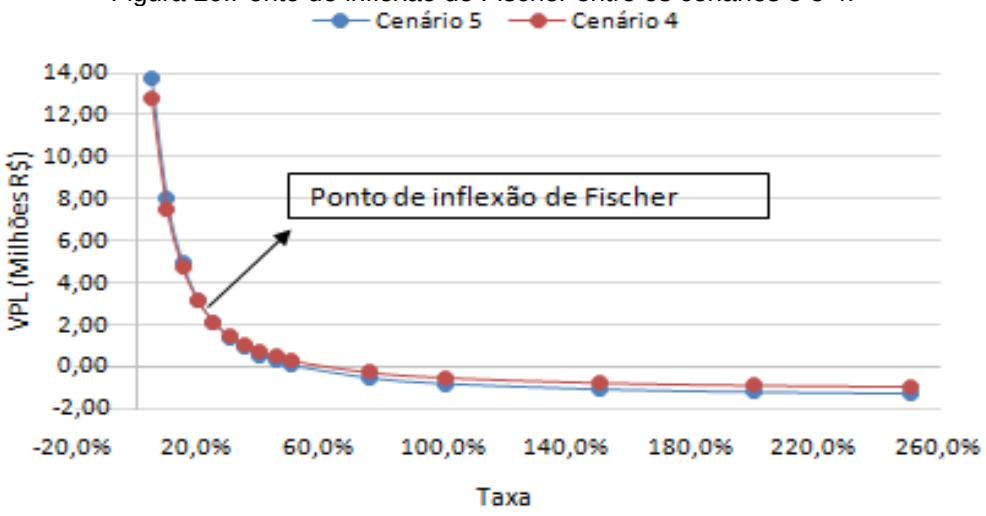
Figura 19:Ponto de inflexão entre os cenários 5 e 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Quando comparado o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) ao 4 (CH+CO+CI 80%) verifica-se que quando a TMA for acima de 23,45%, o cenário 4 será a melhor opção de investimento, conforme Figura 20.

Figura 20:Ponto de inflexão de Fischer entre os cenários 5 e 4.



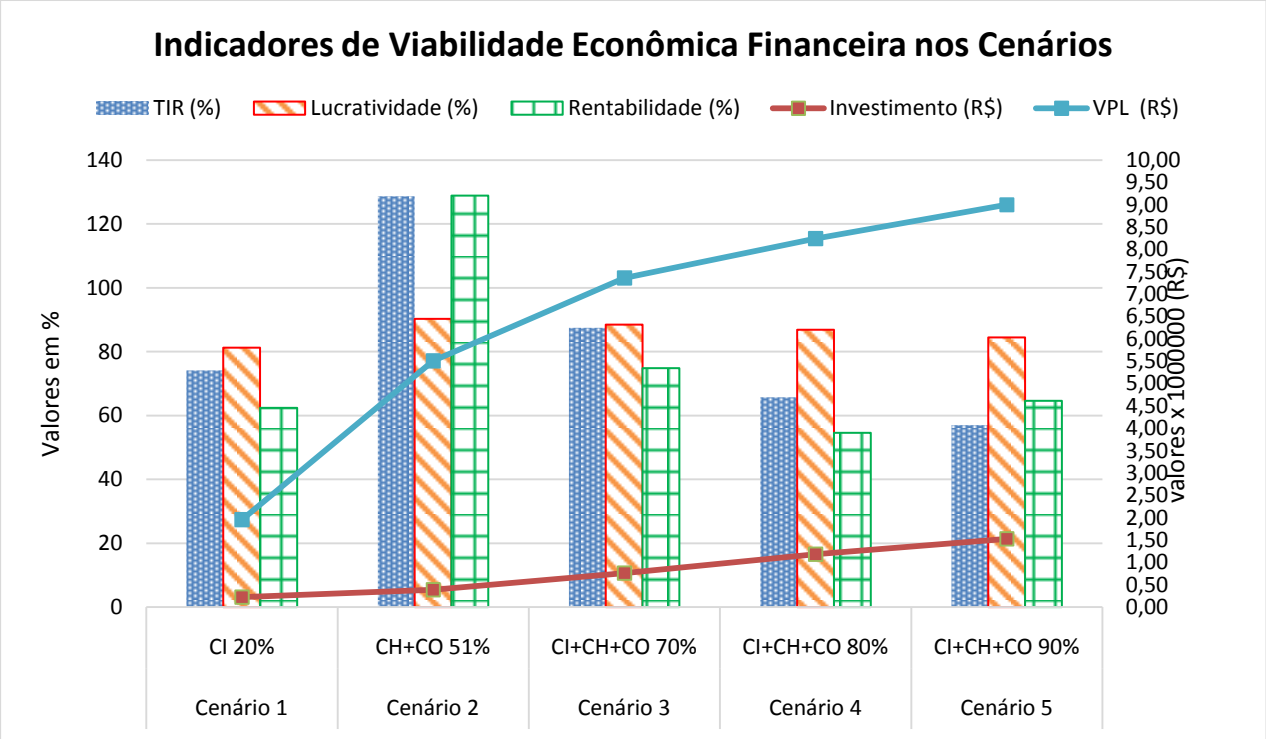
Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O cálculo dos incrementos entre os cenários indicou proximidade dos pontos de inflexão de Fischer com a TMA utilizada neste trabalho nos cenários 3 (CH+CO+CI 70%), 4 (CH+CO+CI 80%) e 5 (CH+CO+CI 90%). Isso mostra que as diferenças de retornos econômicos nesses cenários podem se modificar de acordo com conjuntura econômica, possibilitando considerar outros aspectos

referentes ao investimentos para a escolha da melhor opção. No entanto, o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) ainda representa a melhor opção de investimento entre os cenários estudados na conjuntura econômica financeira atual.

5.11 MELHORES CENÁRIOS DE CONSERVAÇÃO E REÚSO PARA INVESTIMENTO NA EDIFICAÇÃO

O estudo possibilitou entender melhor a viabilidade econômica financeira entre os diferentes cenários de conservação reúso na edificação. A Figura 21 apresenta alguns indicadores utilizados neste estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Embora o cenário 2 (CH+CO 51%) apresente melhores TIR, Lucratividade e Rentabilidade, além do Pay Back (não mostrado nessa tabela) ser o melhor entre os cenários, a análise de sensibilidade e os incrementos entre os cenários provou que o cenário não está entre os melhores para investimento em conservação e reúso na edificação.

A Figura 21 consolida afirmações de Bruni (2013), Assaf Neto (1992) e Perez (2010) de que o VPL capta melhor os retornos dos investimentos, embora não seja sensível ao volume dos investimentos.

Ao analisar os pontos de inflexão na viabilidade econômico financeira dos cenários, verifica-se que o cenários 3 (CH+CO+CI 70%) e 4 (CH+CO+CI 80%) em situações de TMA alta, ou seja com custos financeiros altos, podem ser escolhidos para investimento.

A TMA composta por custos de oportunidade, riscos do investimento e prêmio de liquidez é definida e influenciada sobretudo, pela taxa referencial de juros de juros na economia (SELIC). Seu valor é definido a partir de políticas econômicas adotadas pelas autoridades monetárias, que atuam em função da interpretação da conjuntura macroeconômica.

Por isso, a taxa referencial de juros SELIC é fator gerador de incertezas em muitas economias. A Tabela 48 mostra algumas taxas referenciais de juros praticadas atualmente e as discrepâncias presentes nas economias de alguns países.

Tabela 48:Taxas referenciais de juros praticadas em diferentes países.

País	Taxas Anuais Referencial de Juros – 2018
Argentina – maior do continente americano	67,13%
Turquia – maior do continente europeu	24%
Venezuela	21,90%
Irã – maior do continente asiático	18%
Gana – maior do continente africano	17%
Uruguai	9,25%
México	7,75%
Rússia	7,50%
África do Sul	6,50%
Paraguai	5,25%
China	4,35%
Colômbia	4,25%
Bolívia	2,88%
Chile	2,75%
EUA	2,25%
Canadá	1,75%

Fonte: Trading economics. Disponível em https//pt.tradingeconomics.com/country-list/interesting. Acesso realizado em 31/10/2018

Desta forma as melhores opções de investimento em conservação e reúso de água estão descritas na Tabela 49, podendo variar de acordo com a conjuntura

econômica.

Os indicadores da Tabela 49 mostram que apesar do VPL indicar o cenário 5 (CH+CO+CI 90%) com melhor viabilidade econômica, a TIR, Pay Back, rentabilidade e a relação Investimento/VPL apontam o cenário 3 (CH+CO+CI 70%) como mais viável economicamente para a edificação estudada.

Tabela 49:Melhores opções de investimento em conservação e reúso de água não potável na edificação SCVV.

Cenários	**Cenário 3 (CH+CO+CI 70%)**	**Cenário 4 (CH+CO+CI 80%)**	**Cenário 5 (CH+CO+CI 90%)**
Volume água potável conservada (m³/ano)	38.567,76	44.077,44	49.587,12
VPL (R$)	6.602.669,66	7.059.283,44	7.474.320,11
TIR (%)	87,46	65,66	57,01
PAY BACK (anos)	1,41	2,02	2,40
Rentabilidade (%)	74,77	56,61	46,63
Custos médios unitários	2,00	2,27	2,68
Relação Investimento / VPL (R$)	7,73	5,38	4,35
Inflexão do cenário 3 para:4 e 5 (%)	-	22,10	22,76
Inflexão do cenário 4 para:5 (%)	-	-	23,45

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Zhang et al., (2017), além dos aspectos econômicos e financeiros, a escolha da melhor opção de investimento deve levar em consideração também aspectos técnicos e conjunturais que permeiam a natureza do investimento. Uma vez verificada a viabilidade econômica financeira, é necessário levar em consideração as tecnologias adotadas, mudanças regulatórias no setor, contribuições sócio-ambientais e perfil do investidor para a tomada de decisão.

Neste sentido, questões como área disponível para instalação dos sistemas, diferenças de atendimentos da DANP para o investimento realizado, possibilidade de mudanças na regulação do setor aliado aos custos financeiros são decisivos na escolha do cenário do investimento.

Importante ressaltar também que o estudo foi caracterizado pela inexistência da problemática da inserção em mercados. Neste sentido, ao verificar que somente a água utilizada no cenário 5 (CH+CO+CI 90%) gera redução em 0,17% da demanda de água potável do sistema público de abastecimento no município da edificação e por se tratar de edificação comercial, as contribuições sócio-

ambientais do investimento podem compor programas de comunicação e responsabilidade social do empreendimento (CESAN 2018).

6 CONCLUSÕES

As análises dos resultados obtidos indicaram que o cenário com melhor viabilidade econômico financeira para investimento na edificação estudada é o cenário que utiliza fontes de água cinza, de condensação e de chuva com aproveitamento de 90% da demanda de água não potável da edificação. Enquanto este cenário apresentou melhor valor presente líquido e valores incrementais acima da taxa mínima de atratividade comparado com os outros cenários estudados, os cenários que utilizam fontes de água cinza, de condensação e chuva com aproveitamento de 70% e 80% da demanda de água não potável da edificação apresentaram indicadores que apontam viabilidade econômica financeira sobretudo em situações de tendência de alta de custos financeiros em que a taxa mínima de atratividade é maior.

Apesar do cenário que utilizar apenas o reúso de água cinza da edificação ter apresentado indicadores com viabilidade econômica financeira, a utilização apenas da fonte de água cinza da edificação representou atendimento somente de 20% da demanda de água não potável em edificação que possui ampla oferta de água de chuva, fonte caracterizada pela facilidade e baixos custos de tratamento para fins não potáveis.

O avaliação do cenário que utiliza apenas fontes de água de chuva e condensação com atendimento de 51% da demanda de água não potável indicou taxa interna de retorno maior entre todos os cenários estudados. Entretanto, a análise de sensibilidade mostrou que a redução da oferta de água de chuva traz impactos negativos ao cenário, indicando maior incerteza para o investimento nesse cenário. Aliado a isso, o cálculo do incremento entre os cenários mostrou que este tem pior viabilidade econômica financeira que os outros cenários que utilizam as três fontes de água não potável conjugadas.

A simulação realizada com base nos preços dos serviços de água e esgoto praticados na edificação apontou pequena influência no desempenho dos investimentos nos cenários, mostrando que os indicadores calculados com abordagem determinística foram subestimados em 8,11%.

O estudo demonstrou ainda que, diferente de outros sistemas de tratamento de água, os custos para funcionamento de sistemas de conservação e reúso de água em edificações de grande porte são baixos. A energia elétrica, que em muitos sistemas é considerada um dos maiores custos, nos sistemas estudados não mostrou relevância frente aos custos totais. No entanto, a depreciação dos investimentos implica na maior parte dos custos indiretos de funcionamento dos sistemas e exerce influência direta nos indicadores de viabilidade econômica financeira.

Desta forma, além dos benefícios ambientais representados pelo alívio dos sistemas públicos de abastecimento, de drenagem pluvial e de esgoto, a conservação e reúso de água para fins não potáveis em edificações de grande porte possui viabilidade econômico financeira e se configura em estratégia factível, simples e inovadora na racionalização do consumo de água diante do contexto de crise hídrica crônica.

7 RECOMENDAÇÕES

- Obrigatoriedade na segregação dos sistemas hidro sanitários em potáveis e não potáveis nas edificações de grande porte.
- Comunicação sobre importância e benefícios da conservação e reúso de água nas grandes edificações.
- Estudar os impactos causados nos bairros e municípios pela conservação e reúso de água em edificações de grande porte.
- Avaliar como os usuários se relacionam e com o uso da água não potável proveniente da conservação e reúso em edificações.
- Desenvolver programas de comunicação e responsabilidade sócio-ambientais para empreendimentos que utilizam conservação e reúso de água.
- Estudar a regulação e incentivos para práticas de conservação e reúso de água em edificações.
- Desenvolver e disseminar metodologia aliando balanço hídrico da edificação a viabilidade econômica financeira da implementação de sistemas de conservação e reúso em edificações.
- Incentivar formação de mercado de água não potável com ambiente regulatório propício em edificações de grande porte.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ACSERALD, H. **Revistas Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. nº 1 maio 1999 , rio de janeiro, 1996.

AGOSTINI R. Avaliação do desempenho e da viabilidade econômica de um sistema de reúso de água cinza em um edifício residencial de alto padrão. **Projeto de Graduação.** Departamento de Engenharia Ambiental. Ufes. 2009

AGUIAR, K, C. Comparação dos potenciais de conservação de água com a prática do reúso de águas cinza e com a coleta segregada de urina humana em uma edificação residencial multifamiliar. 2011. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

ARSP (003/2017), AGENCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO. **Nota técnica dc/astet/arsp nº 03/2017**. Disponível em: https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Saneamento/Tarifas%20Saneamento/NOTA%20T%C3%89CNICA%20GET%20N%C2%BA%2003_2017.pdf

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor.** São Paulo: Atlas, 1992.

ATANASOVA N.; DALMAU M.; COMAS J.; POCH M.; RODRIGUEZ-RODA I.; BUTTIGLIERI G. Optimized MBR for greywater reuse systems in hotel facilities **Journal of Environmental Management**, vol. 193 p. 503-511, 2017.

ADENE/PNUD – Planejamento Participativo em Desenvolvimento Local Sustentável - caderno 1; Recife: **Agência do Desenvolvimento do Nordeste** – ADENE; Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD; 2002.

BARLOW, MAUDE - **Água Futuro Azul.** Como proteger a água potável para o futuro das pessoas e do planeta para sempre - 2015 - M. Books do Brasil Editora

Ltda. http://www.mbooks.com.br/

BIRKIN T. POLESIE F. The relevance of epistemic analysis to the sustainability economy and the capacity approach. **Ecological Economics**. 2013

BOFF, L. **A guerra da água.** Ed. Vozes, Petrópolis, 1999.

BRENT, D. A., L. GANGADHARAN, A. LASSITER, A. LEROUX, AND P. A. RASCHKY (2017), Valuing environmental services provided by local stormwater **Water Research**, 2013.

CARDIN, M.; NEUFVILLE, R.; DAHLGREN, J. Extracting Value from Uncertainty: Proposed Methodology for Engineering Systems Design. **Water Research**. 2007.

CHAVES S. Opções reais para gerir riscos em projetos complexos de infra-estrutura de tecnologia de informação. **Tese de Doutorado.** USP. São Paulo, 2016.

CHEN Z.; NGO H. H.; GUO W.; WANG X.C.; MIECHEL C.; CORBY N.; LISTOWSKI A.; O'HALLORAN K. Analysis of social attitude to the new end use of recycled water for household laundry in Australia by the regression models. **Journal of Environmental Management**, vol. 126 p. 79-84, 2013.

CHEN F.; CHEN H.; GUO D.; LONG R. Analysis of undesired environmental behavior among Chinese undergraduates. **Journal of Cleaner Production**. v. 162, p. 1239-1251, 2017.

CHINI C. M.; KONAR M.; STILLWELL A. S. Direct and indirect urban water footprints of the United States **Water Resources Research** 2017.

COHIM, E., GARCIA, A., KIPERSTOK, A. Captação e aproveitamento de águas de chuva: dimensionamento de reservatórios. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordestes, 2008, Salvador, Bahia. **Anais eletrônicos**... Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art74.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2016.

CORDEIRO R. B.; ROBLES A. Custos e benefícios com o reúso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável. Ciclo 2011 de Engenharia Civil. **Anais eletrônicos**. PUC/SP. 2011

COZER, A. D.; SANTANA, E. N. **Aproveitamento de águas pluviais em edificações comerciais estudo de caso: Shopping Vila Velha - ES**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

CRISE Hídrica chega ao Planalto Central. **El País**. Reportagem de capa – 23/09/2016, Acessado em 19/02/2017. Disponível em : https://brasil.elpais.com/brasil/

CURMI E.; RICHARDS K.; FENNER F.; ALLWOOD J. M.; KOPEC G. M.; BAJZELJ B. An integrated representation of the services provided by global water resources. **Journal of Environmental Management**, p. 456-462, 2013.

DENG, Y.; CARDIN M. A.; BABOVIC V.; SANTHANAKRISHNAN D.; SCHMITTER P.; MESHGI A. Valuing flexibilities in the design of urban water management systems. **Water Research**. Vol. 47. P. 7162-7174. 2013.

DISTEFANO T.; KELLY. Are we in deep water? water scarcity and its limits to economic growth **Ecological Economics.** 2017.

DYLLICK, T,; ROST Z. Towards true product sustainability. **Journal of Cleaner Production**. v. 162, p. 346-360, 2017.

FIESP/CIESP – Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo. **Conservação e reúso de água: Manual de orientações para o setor industrial**. São Paulo, 2004.

FIORI, S., FERNANDES, V. M. C., PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

FRANCI, T. K. Análise das condições para desenvolvimento do mercado de estruvita recuperada a partir de águas residuárias no Brasil. **Dissertação de Mestrado.** Programa de Pós Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável. UFES. 2018

FRIEDLER E.; LAHAV O.; JIZHAKI H.; LAHAV T. Study of urban population attitudes towards various wastewater reuse options: Israel as a case study.

Journal of Environmental Management vol. 81 p. 360-370, 2006.

GIKAS P.; TCHOBANOGLOUS G. Sustainable use of water in the Aegean Islands. **Journal of Environmental Management**, p. 2601-2611, 2009.

GIKAS P.; TCHOBANOGLOUS G. The role of satellite and decentralized strategies in water resources management. **Journal of Environmental Management**, p. 144-152, 2008.

GOÁSTICO, D. S. V. Estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema de reuso de água cinza para uma residência unifamiliar de alto padrão – **Projeto de Graduação.** Engenharia Ambiental, UFES. 2014.

GOIS, E. H. B. de.; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, p. 263-271, 2015.

GONÇALVES, R. F., SIMÕES, G. M. S. da., WANKE, R. Reúso de águas cinzas em edificações urbanas – estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revista AIDIS**, v. 3, n. 1, p. 120-131, 2010.

GONÇALVES, R.F. (Org.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Prosab-Finep Edital 4. Rio de Janeiro: Abes, 2006.

GONZALEZ, J. F.; VIVANCO D. F. The influence of energy efficiency on other natural resources use: An input-output perspective. **Journal of Cleaner Production**. v. 162, p. 336-345, 2017.

GUZZO, F. R. **Estratégias de conservação de água potável com fontes alternativas para fins não potáveis.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo), PPGES, Vitória, Espírito Santo, 2017.

HAFNER, A. V. **Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HAN M.; DUNFORD M.; CHEN G.; LIU W.; LI Y.; LIU S. Global water transfers

embodied in Mainland China's foreign trade: Production- and consumption-based perspectives. **Journal of Cleaner Production**. v. 161, p. 188-199, 2017.

HASTENREITER T. H. Estudo de viabilidade técnica e econômica de implantação de um projeto de reuso de água cinza para fim não potável em edificação empresarial. **Projeto de Graduação**. Ufes. 2013

HURLIMANN, A. Household use of and satisfaction with alternative water sources in Victoria Australia. **Journal of Environmental Management**, p. 2691-2697, 2011.

INSTITUTO TRATA BRASIL **"Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica – 2015"** acesso em 23/03/2017 em http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil

JANG, Y.; LEE, D.; OH, H. Evaluation of new and renewable energy technologies in Korea using real options. **International Journal of Energy Research.** 2013.

KHAN, H. F., B. J. MORZUCH, AND C. M. BROWN, Water and growth: An econometric analysis of climate and policy impacts, **Water Research**. Res.,53, doi:10.1002/2016WR020054. 2017

KUMAR, P.; SAROJ, D. P. Water-energy-pollution nexus for growing cities. **Urban Climate**, p. 846-853, 2014.

LEUNG, R. W. K.; LI, D. C. H.; YU, W. K.; CHUI, H. K.; LEE, T. O.; VAN LOOSDRECHT, M. C. M.; CHEN, G. H. Integration of seawater and grey water reuse to maximize alternative water resource for coastal areas: the case of the Hong Kong International Airport. **Water Science & Technology**, p. 410-417, 2012.

LI H.; JONG M. Citizen participation in China's eco-city development. Will 'new-type urbanization' generate a breakthrough in realizing it? **Journal of Cleaner Production**. v. 162, p. 1085-1094, 2017.

LIN B.;, BENJAMIN N. I. GREEN Development determinants in China: A non-radial quantile Outlook. **Journal of Cleaner Production**, p. 764-775, 2017.

LONGO, S.; D'ANTONI, B. M.; BONGARDS, M.; CHAPARRO, A.; CRONRATH,

A.; FATONE, F.; LEMA, J. M.; IGLESIAS, M. M.; SOARES, A.; HOSPIDO, A. Monitoring and diagnosis of energy consumption in wastewater treatment plants. A state of the art and proposals for improvement. **Applied Energy,** v. 179, p. 1251-1268, 2016.

MACCARINI M. G. C.; CAUDURO F. Estudo da viabilidade de implantação de sistema de reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um edifício multifamiliar – estudo de caso. **Projeto de Graduação.** UNESC. Santa Carina. 2017.

MADEIRA J. G. F.; BOLOY R. A. M.; DELGADO A. R. S.; LIMA F. R.; COUTINHO E. R. PEREIRA FILHO R. C. Ecological analysis of hydrogen production via biogas steam reforming from cassava flour processing wastewater. **Journal of Cleaner Production**, p. 709 -716, 2017.

management, **Water Resources Research.** 53, doi:10.1002/2016WR019776. 2017

MANKAD A.; TAPSUWAN S. Review of socio-economic drivers of community acceptance and adoption of decentralised water systems. **Journal of Environmental Management** p. 380-391 2010.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MENDONÇA, C.A.V. de; PINTO, P.C.F. **Gestão estratégica: Série contabilizando o sucesso.** Brasília. SEBRAE, 2003. 47 p.

MOURAD K. A.; BERNDTSSON J. C.; BERNDTSSON R. Potential fresh water saving using greywater in toilet flushing in Syria. **Journal of Environmental Management** vol.92 p. 2447-2453. 2011.

MOURAD K. A.; BERNDTSSON J. C.; BERNDTSSON R. Potential fresh water saving using greywater in toilet flushing in Syria. **Journal of Environmental Management** vol.92 p. 2447-2453. 2012.

NICOLETTE, J.; BURR, S.; ROCKEL, M. A Practical Approach for Demonstrating Environmental Sustainability and Stewardship through a Net Ecosystem Service Analysis. **Sustainability**, p. 2152-2177, 2013.

NUNES, R. T. S. Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reúso em shopping Center. 2006. **Dissertação** (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ONU propõe uso de águas residuais para amenizar crise hídrica. **O GLOBO**, Rio de Janeiro, 22 de março de 2017. Disponível em https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/meio-ambiente/onu-propoe-uso-de-aguas-residuais-para-amenizar-crise-hidrica . Acesso em 20/04/2017.

PAHL-WOSTL, C; TÀBARAB D; BOUWENC R; CRAPSC M; DEWULF A; MOSTERTD K; RIDDERA D; TAILLIEUC T. The importance of social learning and culture for sustainable water management**. Ecological Economics**, vol. 64, issue 3, 484-495. 2008

PERES, F.C; GUIMARÃES, V A; CANZIANI, J. R. Programa Empreendedor: elaboração e análise de projetos. **SENAR**, Brasília, 2010.

PERES, Fernando C.; GUIMARÃES, Vânia Di Addario; CANZIANI, José R. **Programa empreendedor: elaboração e análise de projetos.** SENAR, Brasília, 2010.

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

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia.** São Paulo: Makron Books, 1999

PLANSAB - **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em htpp: <cidades.gov.br> (PLANSAB) 2014

PMI - Project Management Institute, 2004).

REVISTA SHOPPING CENTER Água: cada vez mais preciosa, cada vez mais

escassa. **Benefícios para os shoppings vão além do impacto econômico** 2013. Acessado em 05/12/2016. N.58 O U T U B R O 2 0 1 3

SANTOS L; SOARES I; MENDES C; FERREIRA P. Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects. **Renewable Energy**. Vol. 68(C), pages 588-594. 2014.

SANTOS L; SOARES I; MENDES C; FERREIRA P. Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects. **Renewable Energy**. Vol. 68(C), pages 588-594. 2014.

SILVA, L, M. Estudo da demanda de água não potável e desenvolvimento de um sistema de reúso de água cinza para habitação de interesse social. 2013. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

SINGH, V. P.; KHEDUN, C. P.; MISHRA, A. K. Water, Environment, Energy, and Population Growth: Implications for Water Sustainability under Climate Change. **Journal of Hydrologic Engineering**, p. 667-673, 2014.

SNIS - **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento** – Disponível em http://www.snis.gov.br/ (SNIS 2015)

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 5.ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

SPILLER M.A; JAN H.G; VREEBURG A; LEUSBROCK I; ZEEMAN G. Flexible design in water and wastewater engineering e Definitions, literature and decision guide. **Journal of Environmental Management.** v.149, p. 271 e 281, 2015.

STIGLITZ J.; FITOUSSE J.P. **Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress**, 2011. Disponivel para acesso em <http: www.stiglitz-sen-fitoussi.fr

UNESCO WWAP **Programa Mundial de Avaliação da Água das Nações Unidas** 2015. Encarando os Desafios: Estudos de Caso e Indicadores. Paris, UNESCO.

VALENTE, V. B. Análise de viabilidade econômica e escala mínima de uso do biogás de reatores anaeróbios em estações de tratamento de esgoto no Brasil. 2015. 198p. **Dissertação de Mestrado** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

VALENTINA M. D. Estudo de viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de reuso de água cinza em um shopping Center. **Trabalho de conclusão de curso (Graduação).** Departamento de engenharia ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. 2017.

VERDUGO, V. C.; ARMENTA, M. F.; URIAS, F. P.; CABRERA, V. O.; GALLEGO, N. E. Residential Water Consumption, Motivation for Conserving Water and the Continuing Tragedy of the Commons. **Environmental Management**, v. 30, n. 4, p. 527-535, 2002.

Vergara **S C. BRANCO P.D.** EMPRESA HUMANIZADA: organização necessária e possível. **RAE - Revista de Administração de Empresas** . Abr./Jun. 2001 RAE . v. 41 . n. 2 . Abr./Jun. 2001

WALD D. M.; SEGAL E. A.; JOHNSTON E. W.; VINZE A. Understanding the influence of power and empathic perspectivetaking on collaborative natural resource management. **Environmental Management**, p. 201-210, 2017.

WEBER, C. C.; CYBIS, L. F.; BEAL, L. L. Conservação da água aplicada a uma indústria de papelão ondulado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 291-300, 2010.

WILLAMS J. B. **The Theory of Investment Value**. Ed. Harvad Universty Press, 1938. Digitalizado em 16/10/2007. 613 págs. Califórnia, USA

WORLD ECONOMIC FORUM **The Global Risks Report 2017**, 12th Edition is published by the World Economic Forum within the framework of The Global Competitiveness and Risks Team.

ZHANG Q.; NAKATANI J.; WANG T.; CHAI C.; MORIGUCHI Y. Hidden greenhouse gas emissions for water utilities in China's cities. **Journal of Cleaner Production**. v. 162, p. 665-677, 2017.

ZHANG B. FANG K.H.,; BAERENKLAU K.A. Have Chinese water pricing reforms reduced urban residential water demand? **Water Resources Research.** 53(6), 5057 - 5069. 2017

ANEXO 1 - INVESTIMENTO EM REÚSO DE ÁGUA CINZA NA EDIFICAÇÃO SHOPPING CENTER VILA VELHA.

Item	Descrição	Qtde	Un	Preço (R$)	Total (R$)
Rede de Coleta					
1	Tubo PVC esgoto predial DN 50mm, inclusive conexões	66	M	9,42	661,71
2	Tubo PVC esgoto predial DN 75mm, inclusive conexões	1824	M	11,99	23.116,11
3	Tubo PVC esgoto predial DN 100mm, inclusive conexões	642	M	19,76	12.864,45
4	Caixa de passagem (DN 0,60 x 0,70 m) (incluso mão de obra de instalação)	1	un.	168,02	168,02
5	Mão de Obra (pedreiro)	771	M	3,76	2.898,96
6	Mão de Obra (encanador)	2532	M	3,96	10.026,72
Total					49.735,97
Elevatória de Água Cinza Bruta (EACB)					
1	Bomba Submersível 1/6 CV BCS-S1 SCHNEIDER	2	un.	700,00	1.400,00
2	Controlador Automático para Bomba d'Água CABF1 Bivolt Ferrari	2	un.	370,00	740,00
3	Tubo PVC soldável água fria DN 25mm, inclusive conexões	6	M	3,15	19,50
4	Material elétrico (cabos, eletrocalhas, fixadores)	1	Vb	300,00	300,00
5	Registro gaveta Bruto em Latão Forjado 1"	3	un.	36,25	108,75
6	Válvula de retenção vertical ø 25mm	2	un.	32,48	64,96
7	Cesto de nylon	1	un.	150,00	150,00
8	Tela de nylon (espaçamento 1,6 mm)	1	m²	5,00	5,00
9	Concreto simples C30 classe de agressividade ambiental III e tipo de ambiente industrial, brita 1, consistência S50, dosado em central, segundo ABNT NBR 8953	1,69	m³	282,76	477,58
10	Bloco cerâmico furado duplo, para revestir (30x20x9 cm)	179	un.	2,74	490,46
11	Água	0,06	m³	3,82	0,22
12	Areia de pedreira, para argamassa preparada em obra	0,44	ton	16,24	7,08
13	Cimento cinza em sacos	112,34	kg	0,39	43,81
14	Aditivo hidrófugo para impermeabilização de argamassas ou concretos	1,84	kg	2,74	5,03
15	Painel cerâmico furado com ligação macho-fêmea, para revestir, 80x25x3 cm.	8	un.	3,82	30,56
16	Tela eletrossoldada T 283 30x10 cm, com fios longitudinais de 6 mm de diâmetro e fios transversais de 6,0 mm de diâmetro, aço CA-60, segundo ABNT NBR 7481	3,66	m	16,24	59,49
17	Conjunto de elementos necessários para garantir o fecho hermético à passagem de maus odores em caixas de saneamento, composto por: angulares e chapas metálicas	1	un.	22,64	22,64

Item	Descrição	Qtde	Un	Preço (R$)	Total (R$)
	com os seus elementos de fixação e ancoragem, junta de neoprene, óleo e outros acessórios				
18	Tampa de concreto armado pré-fabricada, 96x96x5 cm	1	un.	126,21	126,21
19	Brita de pedreira, de 19 a 25 mm de diâmetro	3,61	m³	18,70	67,45
20	Instalação de bomba submergível portátil, para bombeamento de águas, em caixa enterrada e ligação à rede elétrica	2	un.	41,41	82,82
21	Retroescavadeira sobre pneus, de 70 kW	1,13	hora	82,53	93,18
22	Betoneira	0,20	hora	3,80	0,76
23	Pedreiro	3,40	hora	18,71	63,65
24	Ajudante de pedreiro	0,34	hora	14,77	4,98
25	Auxiliar de serviços gerais	11,45	hora	12,05	137,98
26	Encanador	1,80	hora	21,19	38,06
27	Ajudante de encanador	1,80	hora	16,17	29,04
28	Eletricista	3,01	hora	21,19	63,76
Total					4.632,97
RAC, Wetland, Desinfecção					
Total					140.000,00
Reservatório Inferior de Água de Reúso (RIAR)					
1	Bomba Centrífugas Monoestágio BC-91 S SCHNEIDER 3/4cv	2	un.	750,00	1.500,00
2	Controlador Automático para Bomba d'Água CABF1 Bivolt Ferrari	2	un.	370,00	740,00
3	Material elétrico (cabos, eletrocalhas, fixadores)	1	vb	300,00	300,00
4	Válvula de retenção vertical ø 25mm	2	un.	32,48	64,96
5	Registro gaveta Bruto em Latão Forjado 1 1/4"	2	un.	49,40	98,80
6	Registro gaveta Bruto em Latão Forjado 1"	3	un.	36,25	108,75
7	Tubo PVC soldável água fria DN 32mm, inclusive conexões	6	m	6,75	44,76
8	Tubo PVC soldável água fria DN 25mm, inclusive conexões	198	m	3,15	627,92
9	Mão de Obra Tubulação (encanador)	204	m	2,67	544,68
10	Concreto simples C30 classe de agressividade ambiental III e tipo de ambiente industrial, brita 1, consistência S50, dosado em central, segundo ABNT NBR 8953	8,7	m³	282,76	2.464,11
11	Bloco cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x9 cm	390	un.	0,22	85,80
12	Água	0,64	m³	3,42	2,19
13	Areia de pedreira, para argamassa preparada em obra.	0,85	m³	46,55	39,33
14	Cimento cinza em sacos	213,5	kg	0,39	83,27
15	Aditivo hidrófugo para impermeabilização de argamassas ou concretos	4,725	kg	2,74	12,95
16	Painel cerâmico furado com ligação macho-fêmea, para revestir, 80x25x3 cm	20	un.	3,82	76,40
17	Tela eletrossoldada T 283 30x10 cm, com fios longitudinais de 6 mm de diâmetro e fios transversais de 6,0 mm de diâmetro, aço CA-	1,515	m	16,24	24,60

Item	Descrição	Qtde	Un	Preço (R$)	Total (R$)
	60, segundo ABNT NBR 7481				
18	Conjunto de elementos necessários para garantir o fecho hermético à passagem de maus odores em caixas de saneamento, composto por: angulares e chapas metálicas com os seus elementos de fixação e ancoragem, junta de neoprene, óleo e outros acessórios	1	un.	22,64	22,64
19	Tampa de concreto armado pré-fabricada, 96x96x5 cm	1	un.	126,21	126,21
20	Brita de pedreira, de 19 a 25 mm de diâmetro	8,58	m³	18,70	160,45
21	Instalação de bomba para bombeamento de águas, em caixa enterrada e ligação à rede elétrica	2	un.	41,41	82,82
22	Retroescavadeira sobre pneus, de 70 kW	9,63	hora	82,53	794,88
23	Betoneira	21,90	hora	3,80	83,23
24	Pedreiro	75,68	hora	18,71	1.415,89
25	Ajudante de pedreiro	75,68	hora	14,77	1.117,73
26	Auxiliar de serviços gerais	135,8	hora	12,05	1.635,99
27	Encanador	8,98	hora	21,19	190,29
28	Ajudante de encanador	8,98	hora	16,17	145,21
29	Eletricista	6,02	hora	21,19	127,52
Total					12.721,37
Reservatório Superior de Água de Reúso (RSAR) e Distribuição					
1	Tubo PVC soldável água fria DN 25mm, inclusive conexões	84	m	3,15	266,72
2	Tubo PVC soldável água fria DN 50mm, inclusive conexões	168	m	12,21	2.051,28
3	Tubo PVC soldável água fria DN 75mm, inclusive conexões	252	m	26,69	6.949,73
4	Bomba Centrífugas Monoestágio BC-91 S SCHNEIDER 3/4cv	2	un.	750,00	1.500,00
5	Controlador Automático para Bomba d'Água CABF1 Bivolt Ferrari	2	un.	370,00	740,00
6	Sistema realimentador automático 1"	1	un.	320,00	320,00
7	Mão de Obra Tubulação (encanador)	504	m	2,58	1.300,32
8	Registro de esfera de PVC, soldável, de 50 mm de diâmetro, segundo ABNT NBR 15788.	1	un.	32,27	32,27
9	Registro de gaveta bruto de latão fundido, roscável, de 1" de diâmetro, segundo ABNT NBR 15705.	2	un.	30,96	61,92
10	Válvula de flutuador de 1" de diâmetro, para uma pressão máxima de 6 bar, com corpo de latão, bóia esférica roscada de latão e obturador de borracha.	1	un.	286,8	286,80
11	Regulador de nível de 10 A, com bóia, contrapeso e cabo	1	un.	56,14	56,14
12	Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro, de 10000 litros, com tampa e transbordador.	1	un.	4518,1	4.518,10
13	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água	1	un.	3,87	3,87
14	Encanador	6,808	hora	21,19	144,26

Item	Descrição	Qtde	Un	Preço (R$)	Total (R$)
15	Ajudante de encanador	6,808	hora	16,17	110,09
16	Eletricista	0,112	hora	21,19	2,37
Total					18.343,87
Total					**225.434,18**

Fonte: Valentina, (2017).

ANEXO 2 - ENTREVISTAS SEMI ESTRUTURADAS

ROTEIRO

OBJETIVOS

Aprofundamento da situação atual do segmento estudado - conservação e reúso de água em grandes edificações por meio de:

1. Entendimento do contexto econômico/tecnológico e as circunstâncias que envolvem a conservação e reúso de água em edificações de grande porte;
2. Aprofundamento de informações sobre conservação e reúso de água em edificações de grande porte no que tange investimentos necessários, custos, tecnologias e aspectos regulatórios.

QUESTÕES GERAIS

Aspectos mais importantes na disseminação de estratégias de conservação e reúso de água em grandes edificações?

Fatores que já beneficiam atualmente a conservação e reúso de água nas edificações de grande porte?

Situações que prejudicam atualmente a conservação e reúso de água nas edificações de grande porte?

Fatores que podem contribuir no futuro para a viabilização da conservação e reúso de água nas edificações de grande porte?

Fatores que podem prejudicar no futuro a viabilização da conservação e reúso de água nas edificações de grande porte?

QUESTÕES ESPECÍFICAS

Dados de tecnologias disponíveis

Dados de investimentos em bens de capital e custos de funcionamento

Informações e dados da operação de ETAC

Parâmetros utilizados para decisões na regulação do saneamento

Equipamentos utilizados na conservação e reúso de água em grandes edificações

Entrevista 1

<table>
<tr><td colspan="2">Nome: Katia Muniz Côco

Instituição: Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo

Cargo: Diretora de Saneamento</td><td>Data:
14/06/2018</td></tr>
<tr><td colspan="3">Contexto: a entrevista se deu por meio de visita a instituição com horário agendado. Durante a entrevista, foi mostrado como são construídas as notas técnicas que justificam os reajustes tarifários para o saneamento de cada ano assim como as metodologias adotadas na apropriação do preço e custos. Foram incluídas neste documento apenas respostas consideradas relevantes para a consecução dos objetivos desse trabalho.</td></tr>
<tr><td>Quais fatores podem contribuir no futuro para a viabilização da conservação e reúso de água nas edificações de grande porte?</td><td colspan="2">A intensificação da crise hídrica nos últimos anos contribuiu para a pressão social sobre o saneamento.

Existe perspectiva também de que a ARSP realize revisão tarifária em breve visando equalizar os preços praticados em relação aos outros estados da federação. Análises comparativas com outros estados mostram defasagem das tarifas praticadas atualmente.</td></tr>
</table>

Reajustes de tarifas para o setor de saneamento no ES	Os reajustes concedidos pela agência são calculados a partir de metodologia baseados em custos gerenciáveis e não gerenciáveis, onde os gerenciáveis avalia o ganhos de eficiência em relação aos períodos anteriores e os não gerenciáveis são reajustados tendo como parâmetro o IPCA.
Parâmetros utilizados para decisões na regulação do saneamento	Caso aumente o número de edificações que adotem a conservação e reúso de água será necessário pensar numa forma de cobrança justa, pois hoje o serviço de abastecimento e esgoto estão equiparados. No entanto, a água produzida na edificação a partir de fontes alternativas, também são destinadas para o sistema público de saneamento e acaba não sendo cobrada.

Entrevista 2

Nome: Thiago Keller Franci Instituição: Fluxo Engenharia Ltda Cargo: Diretor	Datas: 07/05/2018
Contexto: a entrevista se deu por meio de visita a empresa e complementarmente contatos de email e telefônicos. A empresa atua na fabricação de equipamentos e operação de sistemas na área de saneamento. Foram apresentados os objetivos e as informações dos BHR da edificação, em	

que foi possível dimensionar itens de investimentos em bens de capital e custos de funcionamento dos sistemas por meio de orçamentos, metodologias de dimensionamento e parâmetros de decisão.	
Quais os tipos de reservatórios mais adequados para os sistemas com água de chuva?	Pelo volume de armazenamento necessário no BHR da edificação, podem ser adotados reservatórios padrão em fibra de vidro com capacidade de 45 m³ para todos os cenários identificados.
Quais equipamentos de bombeamento são adequados para o funcionamento do sistema proposto de água de chuva?	Levando em consideração a altura manométrica e a vazão necessária por dia é indicada a bomba BC 92 schneider S/T de 1,5 CV com vazão 12 m³/hora. Devem ser instaladas duas bombas por reservatório
Quanto tempo é necessário para a operação dos sistemas propostos de água de chuva?	São necessárias: 3,8 horas diárias no cenário 2; 6,25 horas diárias no cenário 3; 7,5 horas diárias no cenário 4; 8,75 horas diárias no cenário 5.
Quanto tempo de funcionamento as bombas previstas na ETAC projetada para água cinza funcionarão diariamente para o volume da edificação?	No sistema da Elevatória de Água Cinza Bruta (EACB) são necessárias 4 horas para bombear 31,25 m³/dia. No Reservatório Inferior de Água de Reúso (RIAR) o bombeamento dura 2 horas para cumprir 31,25 m³/dia.

	No Reservatório Superior de Água de Reúso (RSAR) e Distribuição são necessárias 2 horas para cumprir 31,25 m³/dia
Qual a rotina de trabalho em uma ETAC e de um sistema de água de chuva? Quais são as principais rotinas e demandas gerenciais do dia a dia?	Os equipamentos na ETAC demandam atenção na articulação de contatos para manutenção de equipamentos elétricos e limpeza dos sistemas de forma que não atrase e não se tenha perdas no seu funcionamento. Quanto aos sistemas com água de chuva, a articulação para observação de vazamentos e avarias principalmente nos equipamentos elétricos constituem-se nas principais demandas gerenciais.
Quais os principais riscos aos sistemas? Naturais? Econômicos? Ambientais? Políticos institucionais ?	O principal risco natural aos sistemas com água de chuva residem na redução da oferta de água de chuva, deixando os equipamentos mais ociosos do que deveriam. Tanto a ETAC como os sistemas de água de chuva são de simples instalação e operação, sendo o bombeiro hidráulico apto a operar ambos os sistemas.

ANEXO 3 - ORÇAMENTO PARA SISTEMAS DE ÁGUA DE CHUVA

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
CNPJ: 17.191.472/0001-71
Tel: (27) 3244-7443 – (27) 99293-9991
Rodovia do Sol, 2500 – Praia dos Recifes, Vila Velha/ES
E-mail:comercial01@fluxoambiental.com.br

Vila Velha (ES), 10 de Maio de 2018.

Cliente: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Contato: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Ref: Sistema de aproveitamento de água de chuva

Proposta Fluxo 351/18.

ÍTEM	DESCRIÇÃO	QNTD	Valor unitário(R$)
Super reservatório em PRFV – módulo 45 m³	V: 45.000 litros H: 5,6m ø: 3,2m	1	R$ 27.300,00
Valor total			**R$ 27.300,00**

Excluso: Frete e instalação.
Prazo de entrega (FOB): 30 dias.
Condições de Pagamento: 50% Entrada, 50% 30 dias.
Garantia: 5 anos contra defeitos estruturais.

Esta proposta é válida por 30 dias.

Colocamo-nos à disposição para a prestação de dúvidas e esclarecimentos posteriores.

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
(27) 3244-7443 // (27) 99252-3572

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
CNPJ: 17.191.472/0001-71
Tel: (27) 3244-7443 – (27) 99293-9991
Rodovia do Sol, 2500 – Praia dos Recifes, Vila Velha/ES
E-mail:comercial01@fluxoambiental.com.br

Vila Velha (ES), 10 de Maio de 2018.

Cliente: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Contato: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Ref: Sistema de aproveitamento de água de chuva

Proposta Fluxo 352/18.

ÍTEM	DESCRIÇÃO	QNTD	Valor unitário(R$)
Sistema de cloração	Bomba dosadora + reservatório de cloro	1	R$ 2.000,00
Valor total			R$ 2.000,00

Excluso: Frete e instalação.
Prazo de entrega (FOB): 30 dias.
Condições de Pagamento: 50% Entrada, 50% 30 dias.
Garantia: 5 anos contra defeitos estruturais.

Esta proposta é válida por 30 dias.

Colocamo-nos à disposição para a prestação de dúvidas e esclarecimentos posteriores.

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
(27) 3244-7443 // (27) 99252-3572

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
CNPJ: 17.191.472/0001-71
Tel: (27) 3244-7443 – (27) 99293-9991
Rodovia do Sol, 2500 – Praia dos Recifes, Vila Velha/ES
E-mail:comercial01@fluxoambiental.com.br

Vila Velha (ES), 10 de Maio de 2018.

Cliente: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Contato: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Ref: Sistema de aproveitamento de água de chuva

Proposta Fluxo 351/18.

ÍTEM	DESCRIÇÃO	QNTD	Valor unitário(R$)
Super reservatório em PRFV – módulo 45 m³	V: 45.000 litros H: 5,6m ø: 3,2m	1	R$ 27.300,00
Valor total			R$ 27.300,00

Excluso: Frete e instalação.
Prazo de entrega (FOB): 30 dias.
Condições de Pagamento: 50% Entrada, 50% 30 dias.
Garantia: 5 anos contra defeitos estruturais.

Esta proposta é válida por 30 dias.

Colocamo-nos à disposição para a prestação de dúvidas e esclarecimentos posteriores.

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
(27) 3244-7443 // (27) 99252-3572

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
CNPJ: 17.191.472/0001-71
Tel: (27) 3244-7443 – (27) 99293-9991
Rodovia do Sol, 2500 – Praia dos Recifes, Vila Velha/ES
E-mail:comercial01@fluxoambiental.com.br

Vila Velha (ES), 10 de Maio de 2018.

Cliente: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Contato: Sr. Heleno Mariani Gonzalez

Ref: Sistema de aproveitamento de água de chuva

Proposta Fluxo 350/18.

ÍTEM	DESCRIÇÃO	QNTD	Valor unitário(R$)
Filtro VF12 + poço técnico	Até 3.000m²	1	R$ 30.000,00
Valor total			**R$ 30.000,00**

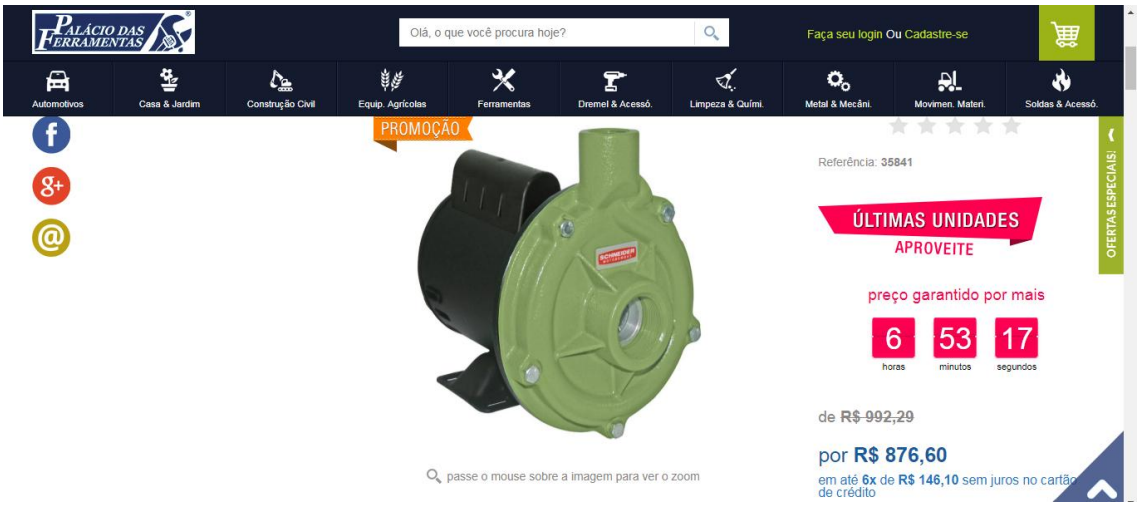
Excluso: Frete e instalação.
Prazo de entrega (FOB): 30 dias.
Condições de Pagamento: 50% Entrada, 50% 30 dias.
Garantia: 5 anos contra defeitos estruturais.

Esta proposta é válida por 30 dias.

Colocamo-nos à disposição para a prestação de dúvidas e esclarecimentos posteriores.

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda
(27) 3244-7443 // (27) 99252-3572

BOMBEAMENTO DA ÁGUA



Descrição do produto

Bomba Centrífuga 1,5 CV Monofásica 110/220V BC-92S 1B SCHNEIDER
Motobombas Centrífugas Monoestágio Série BC-92 S1
DADOS DESTA BOMBA:

Tipo: Centrífuga
Potência: 1,5 CV
Mofofásica (110V/220V)
Modelo: BC-92S 1B
Marca: Schneider

ANEXO 4 – ORÇAMENTO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ETAC DO SCVV

Vila Velha (ES), 23 de Maio de 2018.

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda.
CNPJ: 17.191.472/0001-71
Telefone: (27) 3244-7443 / (27) 99292-9991
E-mail: comercial01@fluxoambiental.com.br
Endereço: Rodovia do Sol, nº2500 Quadra 158, Lotes 19, 20 e 21 - Praia dos Recifes - Vila Velha/ES - CEP 29.128-200 – Brasil

Operação de Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC)
Proposta nº: 98/18
Responsável: Sr. Heleno Mariani
Nome do Empreendimento: Shopping Vila Velha

Submetemos à sua apreciação a Proposta FLUXO 98/18, para operação de Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) do Shopping Vila Velha, localizado na cidade de Vila Velha/ES.

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

Atenciosamente,

Fluxo Maquinas e Equipamentos Ltda.

1 OBJETIVO

A presente proposta tem por objetivo a prestação de serviços de operação de Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) de vazão de tratamento de 35m³ por dia, atendendo a demanda do Shopping Vila Velha.

2 DESCRIÇÃO DO SERVIÇO PROPOSTO

A adequada operação e manutenção são fundamentais para implantação e funcionamento de um sistema de tratamento. A ocorrência de desempenhos insatisfatórios desses sistemas tem sido atribuída com frequência, à deficiência na operação e manutenção.

- **Operação**: refere-se às atividades que interferem nas variáveis do sistema de modo a regular e equilibrar essas variáveis;
- **Manutenção**: refere-se às atividades cotidianas ou periódicas para manter as estruturas da planta de tratamento em boas condições e assegurar um bom e estável desempenho do sistema de tratamento;
- **Informação**: refere-se à comunicação, de preferência por escrito, entre as diferentes pessoas envolvidas, criando-se ao mesmo tempo um arquivo da operação e manutenção do sistema de tratamento.

3 ETAPAS DO TRATAMENTO

3.1 Gradeamento:

- Limpeza manual da grade;
- Remoção dos materiais retidos na grade usando rastelo ou as mãos, com o devido cuidado, de forma a evitar a entrada de sólidos no sistema e o contato direto com o material removido;
- Depositar o material removido em vasilhame devidamente protegido e que permita a medição do volume depositado. Posteriormente, jatear a grade com água limpa.
- Observar periodicamente o acúmulo de materiais grosseiros retidos na grade.

3.2 Caixa de Entrada ou de Distribuição

- Remover os materiais retidos na caixa usando uma pá ou as mãos com luvas apropriadas, com o devido cuidado, de forma a evitar a entrada de sólidos no sistema e o contato direto com o material removido.
- Observar periodicamente o acúmulo de materiais grosseiros retidos na caixa.

3.3 Etapa Anaeróbia (RAC)

- Descartar de lodo
- Remover a escuma formada na superfície do reator.
- Verificar a altura da manta de lodo no reator.

3.4 Etapa Aeróbia (FBAS)

Soprador

- Observar as condições de trabalho, instalação do soprador de ar e dos difusores.
- Sopradores parados: nível de óleo, viscosidade do óleo, troca do óleo, filtro de ar, silenciador de admissão e transmissão.
- . Sopradores funcionando: Verificação de ruídos ou vibrações anormais.
- Visualizando a superfície do filtro (zonas mortas).

3.5 Decantador

- Através da eficiência de sedimentação ajustar a frequência da bomba de descarte de lodo.
- Caso haja excesso de lodo no Decantador, a frequência de funcionamento da bomba deve ser aumentada.
- Inspeção visual, limpeza e lavagem dos perfis de decantação.
- Observar o funcionamento da bomba de recirculação do lodo.
- Verificar resíduo sedimentável através do cone de Imhoff.

3.6 Cloração/desinfecção

- Regular os registros de dosagem de cloro
- Inspeção visual para verificação de vazamentos no clorador.
- Trocar as pastilhas
- Inspeção visual para verificação de vazamentos na bomba dosadora.
- Monitorar a concentração de cloro no efluente final no painel de automação.

4 ESCOPO DA PROPOSTA

- Limpeza das unidades de tratamento;
- Monitoramento da produção de lodo;
- Verificação de funcionamento dos equipamentos (bombas, queimador e aerador);
- Serviço de emergência (em horário comercial);
- Carga horária do operador: 6 horas semanais (visita, relatórios)
- Materiais necessários: equipamentos de proteção individual (máscaras, luvas, bota, etc.), sacos de lixo, vassoura, rodo, pano, álcool, pastilhas de cloro, cloro líquido, mangueira, proveta, lenços, frascos para coleta, balde, entre outros;
- Controle do descarte de lodo do decantador secundário para o RAC;
- Produção de relatórios técnicos.
- Emissão de ART de operação da ETAC.

5 LIMITES DO FORNECIMENTO

O fornecimento não inclui:

- Manutenção de equipamentos eletromecânicos (bombas, queimador, aerador e painel elétrico);
- Análises laboratoriais;
- Custos de energia elétrica;
- Custos de água;
- Serviços de vigilância;
- Despesas relacionadas a furtos, roubos e vandalismo;
- Coleta e disposição do lodo;
- Limpeza da área interna da ETAC;
- Pintura e reparos de engenharia civil nas instalações da ETAC.

6 VALOR DA PROPOSTA

Operação Shopping Vila Velha..... R$ 1.317,00 (Hum mil trezentos e dezessete reais)

Impostos inclusos: NOTA DE SERVIÇO – SIMPLES NACIONAL

7 CONDIÇÕES COMERCIAIS

7.1 Cronograma financeiro

- Até o quinto dia útil do mês

A presente PROPOSTA será válida por 30 (trinta) dias a contar de sua apresentação.

ANEXO 5 – ORÇAMENTO DOS CUSTOS LABORATORIAIS

Tommasi ambiental

Proposta Comercial:
PC2521/2018.1

Data de Emissão: 23/08/2018

Dados da Proposta Comercial	
Identificação: Água cinza	
Cliente: Ação Desenvolvimento Sustentável LTDA	
Contato: Heleno Mariani Gonzalez	
E-mail: elenomariani@gmail.com	**Telefone:** (27)981428191

Quem somos?

A Tommasi Ambiental é uma empresa especializada em análises ambientais e de alimentos; conservação de corpos hídricos e tratamento de água e efluentes.

Faz parte do Grupo Tommasi, que desde 1962 destaca-se pelo pioneirismo e alta tecnologia empregada nas áreas de saúde, biotecnologia e meio ambiente.

A empresa, com sede no município de Vila Velha-ES, filiais em Serra-ES, Macaé-RJ e Brasília-DF, possui logística eficaz e eficiente para atender todo o território nacional. Segurança, tecnologia e referência técnica estão presentes em todos os processos, aliando o crescimento socioeconômico como princípio fundamental do respeito ao meio ambiente e ao ser humano.

Por que escolher a Tommasi Ambiental?

Identificamos cada necessidade do cliente e assim proporcionamos soluções individuais e mais precisas. Nossa equipe é composta por químicos, engenheiros químico, ambiental e sanitário, biólogos e farmacêuticos. Toda essa experiência está presente no nosso dia a dia.

Os laboratórios são acreditados pelo INMETRO (NBR ISO/IEC 17025), sendo o Laboratório da Matriz também certificado ISO/IEC 17025 - Forense.

Temos cadastros e credenciamentos em vários Órgãos Ambientais Estaduais, sempre atendendo à todas as Legislações Federais.

Oferecemos tecnologias inovadoras na conservação de corpos hídricos e no tratamento de águas e efluentes permitem a integração das atividades econômicas com as preocupações crescentes de preservação do meio ambiente, saúde, segurança e responsabilidade social.

Disponibilizamos os resultados das análises contratadas através do portal no site www.tommasiambiental.com.br

Tommasi
ambiental

Proposta Comercial:
PC2521/2018.1

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 60998 - Efluente Sanitário Tratado					
Amostra	**Prazo de entrega de Relatório Analítico:**				
Água cinza	13 Dias úteis à partir do recebimento da amostra				
Análise	**LQ**	**Método de Referência**	**Método Normatizado 2**	**Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de Maio de 2011 - Artigo 21**	**Valor Unitário**
DBO 5	3,00 mg/L	POP-FQ-033 Rev. 05	SMEWW 22a ED, 5210 D	Máx. 120,0 mg/L	R$ 42,90
Escherichia coli	1,8 NMPY100mL	SMWW 22ª Edição, Método 9221-F	SMWW 22ª Edição, Método 9221-F	---	R$ 46,20
Cloro Residual Livre	0,01 mg/L	POP-FQ-052 Anexo VII Rev. 16	SMEWW 22ª ED, 2012, 4500 Cl-	---	R$ 16,50
pH	2,00 - 12,00	SMWW 22ª Edição, Método 4500H+	SMWW 22ª Edição, Método 4500H+	5,0 a 9,0	R$ 5,50
Condutividade	0,1 µS/cm	SMWW 22ª Edição, Método 2510	SMWW 22a Edição, Método 2510	---	R$ 7,00
Critério de Conformidade: Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de Maio de 2011 - Artigo 21 -.					
NOTAS: LQ = Limite de Quantificação. Os LQ's acima apresentados, podem variar de acordo com as interferências da matriz.					

Preço Amostra	Quantidade	Preço Total
R$ 118,10	2	R$ 236,20

Resumo dos Preços em Serviços	
Preço total dos serviços	**R$ 236,20**

Resumo da Proposta	
Preço total da proposta	**R$ 236,20**

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 Anara Azul, 187, Novo Horizonte, Serra/ES. CEP 29.163-306

Tommasi
ambiental

Proposta Comercial:
PC2521/2018.1

Tel.: (27) 3340-8200
E-mail para envio da autorização: atendimento@tommasiambiental.com.br

Nesta oportunidade, nos colocamos a disposição para maiores esclarecimentos com o objetivo de proporcionar melhor avaliação desta proposta, atendimento das necessidades e expectativas do cliente e informamos que o laboratório disponibiliza serviços de alta qualidade, confidencialidade e competência nos resultados analíticos e serviços prestados.

Atenciosamente,

Larissa Ribeiro Lovando
Lovando @tommasiambiental.com.br
(27)3340-8558

Embalagem e Preservação			
Amostra	**Tipo de Frasco**	**Volume**	**Parâmetro**
60098	Polietileno - Refrigeração	1000 mL	DBO (Oxitop - 5 Dias)
60098	Nalgon Estéril - Refrigeração + Tiossulfato de Sódio 10%	250 mL	Escherichia coli (NMP)
60098	Polietileno - Refrigeração	500 mL	Cloro Residual Livre (Laboratório), Condutividade (Laboratório), pH (Laboratório)

Os frascos devem ser enviados em caixa térmica ou isopor, refrigerados a temperatura adequada

ANEXO 6 – ORÇAMENTO PARA RETIRADA E DESTINAÇÃO FINAL DO LODO DA ETAC

PC0728/18

VISAUTO
Locações & Serviços Ltda

ORÇAMENTO PADRÃO

Serviço: **CAMINHÃO SUGADOR**
Início: **08/06/2018 08:00 h** Término: **08/06/2018 17:00 h**
Atendimento: **Rosane Pereira Lima**

CLIENTE

Cliente: HELENO MARIANI — CNPJ:
Razão Social: — Telefone: (27) 3032-1810
Contato: — Celular: (27) 98142-8191
E-mail:

Descrição	Quant.	Diárias	R$ Unitário	(R$) Total
				800,00
Caminhão Sugador	1		450,00	450,00
A retirada dos resíduos é feita através de caminhões equipados com bombas de alta pressão e vazão para recolher e transportar destritos líquidos, pastosos e granulados. Todo o material coletado durante a limpeza de fossas é destinado a centros de tratamento de resíduos licenciada pelo IEMA. O caminhão vai equipado com mangueiras de 75mm e 100mm, somando um total de 17 metros de comprimento, com capacidade de até 8 mil litros, funcionários capacitados e Uniformizados. Caso seja necessário uma distancia maior (17 metros) ou tenha gordura e/ou óleo deve ser comunicado (terá alteração no valor). A fossa deverá está destampada. Obs: Caso o caminhão permaneça por mais de 1 hora no local por conta do contratante, será cobrado hora extra por hora.				
Descarte de Resíduos	1		350,00	350,00
Descarte do Lodo.				

Sub-Total	**800,00**
Desconto	**0,00**
Honorários	**0,00**
Impostos	**0,00**
TOTAL GERAL	**800,00**

Observações Técnicas

Forma de Pagamento: Transf. Bancária ou Boleto (até 30 dias).
Prazo: Até 1 dia após a assinatura do contrato.

ESSA PROPOSTA É VÁLIDA ATÉ O DIA **07/06/2018**

De Acordo:
Data: ___/___/___

Ass: _____ ***Ass:*** _____
Label82 — Rosane Pereira Lima

VISAUTO COMERCIO
VISAUTO COMERCIO E SERVIÇOS LTDA ME
CNPJ 32.483.380/0001-59
AV CONSOLAÇÃO N 07, BARRAMARES, VILA VELHA, ES.
(27) 3244-6301 / 3260-1814
www.visautolocacoes.com.br

APÊNDICE

Tabela 50:Estudo do fluxo de água com 2 fontes conjugadas atendendo 51% da DANP.

Meses	Precipitação Média Mensal	DANP	Área de Captação	Volume de Chuva (A)	Volume de Água Condensada (B)	Volume de Água Cinza ©	Volume da Oferta de Água (A)+(B)+©	Volume Reservatorio	Nível do Reservatório		Extravasão	Suprimento de Água
	(mm)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m3)	Antes (m^3)	Depois (m^3)	(m^3)	(m^3)
Jan	143,78	2.339,92	50.288,15	6.768,26	290,72	0,00	7.058,98	45,00	0,00	45,00	4.674,06	0,00
Fev	74,31	2.339,92	50.288,15	3.449,35	290,72	0,00	3.740,07	45,00	45,00	45,00	1.400,15	0,00
Mar	166,46	2.339,92	50.288,15	7.851,70	290,72	0,00	8.142,42	45,00	45,00	45,00	5.802,50	0,00
Abr	121,86	2.339,92	50.288,15	5.721,00	290,72	0,00	6.011,71	45,00	45,00	45,00	3.671,79	0,00
Mai	86,87	2.339,92	50.288,15	4.049,60	290,72	0,00	4.340,32	45,00	45,00	45,00	2.000,39	0,00
Jun	66,64	2.339,92	50.288,15	3.083,20	290,72	0,00	3.373,92	45,00	45,00	45,00	1.034,00	0,00
Jul	64,57	2.339,92	50.288,15	2.984,24	290,72	0,00	3.274,96	45,00	45,00	45,00	935,04	0,00
Ago	65,54	2.339,92	50.288,15	3.030,31	290,72	0,00	3.321,03	45,00	45,00	45,00	981,11	0,00
Set	44,06	2.339,92	50.288,15	2.004,20	290,72	0,00	2.294,92	45,00	45,00	0,00	0,00	0,00
Out	116,29	2.339,92	50.288,15	5.454,83	290,72	0,00	5.745,55	45,00	0,00	45,00	3.360,63	0,00
Nov	227,01	2.339,92	50.288,15	10.744,75	290,72	0,00	11.035,46	45,00	45,00	45,00	8.695,54	0,00
Dez	184,28	2.339,92	50.288,15	8.703,10	290,72	0,00	8.993,82	45,00	45,00	45,00	6.653,90	0,00
Total Anual	**1.361,66**	**28.079,05**		**63.844,54**	**3.488,62**	**0,00**	**67.333,16**				**39.209,12**	**0,00**

Tabela 51:Estudo do fluxo de água com 3 fontes conjugadas atendendo 70% da DANP.

Meses	Precipitação Média Mensal	DANP	Área de Captação	Volume de Chuva (A)	Volume de Água Condensada (B)	Volume de Água Cinza ©	Volume da Oferta de Água (A)+(B)+©	Volume Reservatório	Nível do Reservatório		Extravasão	Suprimento de Água
	(mm)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m3)	Antes (m^3)	Depois (m^3)	(m^3)	(m^3)
Jan	143,78	3.213,98	50.288,15	6.768,26	290,72	937,54	7.996,52	45,00	0,00	45,00	4.737,54	0,00
Fev	74,31	3.213,98	50.288,15	3.449,35	290,72	937,54	4.677,61	45,00	45,00	45,00	1.463,63	0,00
Mar	166,46	3.213,98	50.288,15	7.851,70	290,72	937,54	9.079,96	45,00	45,00	45,00	5.865,98	0,00
Abr	121,86	3.213,98	50.288,15	5.721,00	290,72	937,54	6.949,25	45,00	45,00	45,00	3.735,27	0,00
Mai	86,87	3.213,98	50.288,15	4.049,60	290,72	937,54	5.277,85	45,00	45,00	45,00	2.063,87	0,00
Jun	66,64	3.213,98	50.288,15	3.083,20	290,72	937,54	4.311,46	45,00	45,00	45,00	1.097,48	0,00
Jul	64,57	3.213,98	50.288,15	2.984,24	290,72	937,54	4.212,50	45,00	45,00	45,00	998,52	0,00
Ago	65,54	3.213,98	50.288,15	3.030,31	290,72	937,54	4.258,57	45,00	45,00	45,00	1.044,58	0,00
Set	44,06	3.213,98	50.288,15	2.004,20	290,72	937,54	3.232,45	45,00	45,00	45,00	18,47	0,00
Out	116,29	3.213,98	50.288,15	5.454,83	290,72	937,54	6.683,08	45,00	45,00	45,00	3.469,10	0,00
Nov	227,01	3.213,98	50.288,15	10.744,75	290,72	937,54	11.973,00	45,00	45,00	45,00	8.759,02	0,00
Dez	184,28	3.213,98	50.288,15	8.703,10	290,72	937,54	9.931,36	45,00	45,00	45,00	6.717,38	0,00
Total Anual	**1.361,66**	**38.567,77**		**63.844,54**	**3.488,62**	**11.250,45**	**78.583,61**				**39.970,84**	**0,00**

Tabela 52:Estudo do fluxo de água com 3 fontes conjugadas atendendo 80% da DANP.

Meses	Precipitação Média Mensal	DANP	Área de Captação	Volume de Chuva (A)	Volume de Água Condensada (B)	Volume de Água Cinza ©	Volume da Oferta de Água (A)+(B)+©	Volume Reservatorio	Nível do Reservatório		Extravasão	Suprimento de Água
	(mm)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m3)	Antes (m^3)	Depois (m^3)	(m^3)	(m^3)
Jan	143,78	3.673,12	50.288,15	6.768,26	290,72	937,54	7.996,52	450,00	0,00	450,00	3.873,40	0,00
Fev	74,31	3.673,12	50.288,15	3.449,35	290,72	937,54	4.677,61	450,00	450,00	450,00	1.004,49	0,00
Mar	166,46	3.673,12	50.288,15	7.851,70	290,72	937,54	9.079,96	450,00	450,00	450,00	5.406,84	0,00
Abr	121,86	3.673,12	50.288,15	5.721,00	290,72	937,54	6.949,25	450,00	450,00	450,00	3.276,13	0,00
Mai	86,87	3.673,12	50.288,15	4.049,60	290,72	937,54	5.277,85	450,00	450,00	450,00	1.604,73	0,00
Jun	66,64	3.673,12	50.288,15	3.083,20	290,72	937,54	4.311,46	450,00	450,00	450,00	638,34	0,00
Jul	64,57	3.673,12	50.288,15	2.984,24	290,72	937,54	4.212,50	450,00	450,00	450,00	539,38	0,00
Ago	65,54	3.673,12	50.288,15	3.030,31	290,72	937,54	4.258,57	450,00	450,00	450,00	585,44	0,00
Set	44,06	3.673,12	50.288,15	2.004,20	290,72	937,54	3.232,45	450,00	450,00	9,33	0,00	0,00
Out	116,29	3.673,12	50.288,15	5.454,83	290,72	937,54	6.683,08	450,00	9,33	450,00	2.569,29	0,00
Nov	227,01	3.673,12	50.288,15	10.744,75	290,72	937,54	11.973,00	450,00	450,00	450,00	8.299,88	0,00
Dez	184,28	3.673,12	50.288,15	8.703,10	290,72	937,54	9.931,36	450,00	450,00	450,00	6.258,24	0,00
Total Anual	**1.361,66**	**44.077,46**		**63.844,54**	**3.488,62**	**11.250,45**	**78.583,61**				**34.056,16**	**0,00**

Tabela 53:Estudo do fluxo de água com 3 fontes conjugadas atendendo 90% da DANP.

Meses	Precipitação Média Mensal	DANP	Área de Captação	Volume de Chuva (A)	Volume de Água Condensada (B)	Volume de Água Cinza ©	Volume da Oferta de Água (A)+(B)+©	Volume Reservatorio	Nível do Reservatório		Extravasão	Suprimento de Água
	(mm)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m3)	Antes (m^3)	Depois (m^3)	(m^3)	(m^3)
Jan	143,78	4.132,26	50.288,15	6.768,26	290,72	937,54	7.996,52	900,00	0,00	900,00	2.964,26	0,00
Fev	74,31	4.132,26	50.288,15	3.449,35	290,72	937,54	4.677,61	900,00	900,00	900,00	545,35	0,00
Mar	166,46	4.132,26	50.288,15	7.851,70	290,72	937,54	9.079,96	900,00	900,00	900,00	4.947,70	0,00
Abr	121,86	4.132,26	50.288,15	5.721,00	290,72	937,54	6.949,25	900,00	900,00	900,00	2.816,99	0,00
Mai	86,87	4.132,26	50.288,15	4.049,60	290,72	937,54	5.277,85	900,00	900,00	900,00	1.145,59	0,00
Jun	66,64	4.132,26	50.288,15	3.083,20	290,72	937,54	4.311,46	900,00	900,00	900,00	179,20	0,00
Jul	64,57	4.132,26	50.288,15	2.984,24	290,72	937,54	4.212,50	900,00	900,00	900,00	80,24	0,00
Ago	65,54	4.132,26	50.288,15	3.030,31	290,72	937,54	4.258,57	900,00	900,00	900,00	126,30	0,00
Set	44,06	4.132,26	50.288,15	2.004,20	290,72	937,54	3.232,45	900,00	900,00	0,19	0,00	0,00
Out	116,29	4.132,26	50.288,15	5.454,83	290,72	937,54	6.683,08	900,00	0,19	900,00	1.651,01	0,00
Nov	227,01	4.132,26	50.288,15	10.744,75	290,72	937,54	11.973,00	900,00	900,00	900,00	7.840,74	0,00
Dez	184,28	4.132,26	50.288,15	8.703,10	290,72	937,54	9.931,36	900,00	900,00	900,00	5.799,10	0,00
Total Anual	**1.361,66**	**49.587,14**		**63.844,54**	**3.488,62**	**11.250,45**	**78.583,61**				**28.096,47**	**0,00**