



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Karina de Moura Costa Alencar

**Metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água
nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-
pipa**

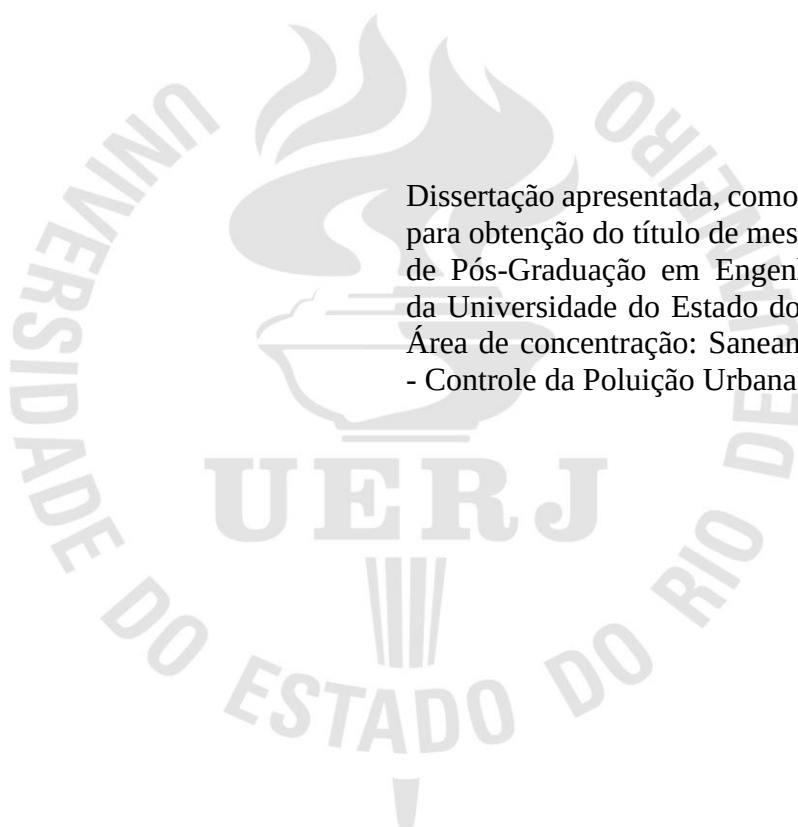
Rio de Janeiro

2022

Karina de Moura Costa Alencar

Metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.



Orientador (a): Prof.^a Dra. Ana Silvia Pereira Santos

Coorientador (a): Prof.^a Dra. Marilia Carvalho de Melo

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

A368 Alencar, Karina de Moura Costa.
Metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de
água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por
caminhão-pipa / Karina de Moura Costa Alencar. – 2022.
206f.

Orientadora: Ana Silvia Pereira Santos

Coorientadora: Marília Carvalho de Melo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Água - Reuso - Teses. 3.
Desenvolvimento de recursos hídricos - Teses. 4. Saneamento - Teses. 5.
Abastecimento de água - Teses. I. Santos, Ana Silvia Pereira. II. Melo,
Marília Carvalho de. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 628.1

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese,
desde que citada a fonte.


Assinatura

31/05/2022

Data

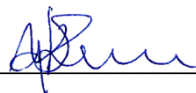
Karina de Moura Costa Alencar

Metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada em 31/05/2022.

Banca Examinadora:



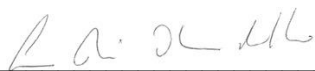
Prof.ª Dr.ª Ana Silvia Pereira Santos, D. SC. (Orientadora)

Faculdade de Engenharia - UERJ



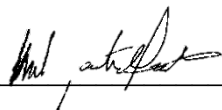
Dr.ª Marília Carvalho de Melo, D.Sc. (Coorientadora)

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD



Dr. Gesner Oliveira

Fundação Getúlio Vargas - FGV



Prof. Dr. Eduardo Martins

Faculdade de Engenharia – UERJ

Rio de Janeiro

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e pelo constante aprendizado;

À minha querida família: Rubens, Sonia, em especial aos queridos Bruno e Bernardo, pelo carinho, companheirismo e amor;

À querida avó Lourdes, pela existência;

Às orientadoras Prof.^a Dr.^a Ana Silvia e Prof.^a Dr.^a Marília Carvalho, pelo aprendizado profissional e técnico;

Em especial, ao Dr. Gesner Oliveira pelas palavras de incentivo durante a defesa da dissertação e pelas considerações econômicas;

Ao Prof. Dr. Eduardo Martins pela preocupação em contribuir com o refinamento da forma;

Ao Presidente da CEDAE, Dr. Leonardo Soares, ao Diretor, Eng. Humberto de Mello Filho, à Assessora, Márcia Rúbia e ao Gerente, Eng. Renan da Silva Paschoal pelo profissionalismo, pelo incentivo à qualificação profissional e crescimento em equipe;

Ao Ex-Diretor da CEDAE Eng. Márcio de Melo Rocha, pelo aprendizado e indicação ao mestrado;

Ao Presidente da ABES-Rio, Eng. Miguel Fernández y Fernández pela parceria, incentivo e confiança;

Aos amigos Ana Asti e Paulo de Tarso quando trabalhamos na diretoria do Comitê Guandu;

Ao CEO da Aquapolo, Márcio José pela amizade e parceria no aprendizado;

Aos amigos e profissionais que ajudaram na realização desse trabalho: Paulo Afonso, Robson Silva, Carla Procópio, Douglas do Rosário, e Marcelo Danilo

Ao amigo e Prof. Marc Richter pelo incentivo e confiança.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

ALENCAR, Karina de Moura Costa. *Metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento e transporte por caminhão-pipa*. 2022. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

O Brasil é o sexto país mais populoso, com isso possui potencial de ser o sexto maior produtor de efluentes domésticos do planeta. Com o Novo Marco legal e o amadurecimento das políticas públicas de gestão integrada dos recursos hídricos aliados ao desenvolvimento sustentável, o reúso de água vem obtendo papel mais expressivo no saneamento moderno. Contudo apenas aproximadamente 1,5% do volume de esgoto tratado, é reutilizado de forma planejada. Foi identificado que uma das maiores dificuldades para implantação do reúso de água estava relacionada à viabilidade econômica da atividade. Assim, esse trabalho desenvolveu uma metodologia de viabilidade para a comercialização do reúso de água nas prestadoras de saneamento. Para isso selecionou seis estados para implantação do modelo: Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Pernambuco e Ceará. Iniciou-se classificando a estrutura de mercado existente, e em seguida foram construídas as etapas. A primeira etapa atentou à identificação da oferta. Foi adotado um método para detectar as melhores características para a escolha da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) estratégica para o investimento do reúso de água (ETE Reúso), com o uso da calculadora multicritério *Analytic Hierarchy Process*. Em seguida selecionou-se o tipo de produção, e foi utilizado o reúso de água observado na ETE Alegria (CEDAE). Com a aplicação da teoria econômica na engenharia, foi construída uma estrutura dos custos de produção. Esse modelo foi empregado nas seis regiões da pesquisa. A segunda etapa concentrou-se na identificação da demanda. Para isso, foi desenvolvida a análise do consumidor nos seis estados, e observando a relação de troca existente entre a água potável e a água para reúso. Na sequência, foram estimados volumes de demanda para baixo, médio e alto consumo nas regiões. Na terceira etapa foram calculadas as tarifas que viabilizaram economicamente o modelo nos estados, analisando os efeitos de economias de escala nos preços. Na quarta etapa, com os resultados obtidos, foram calculadas as distâncias máximas comercialmente aceitáveis entre a ETE Reúso e o consumidor. E por fim, foi concluída a análise de viabilidade econômica do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Pernambuco e Ceará.

Palavras-chave: Reúso de água. Água para reúso. Viabilidade econômica. Tarifa. Caminhão-pipa.

ABSTRACT

ALENCAR, Karina de Moura Costa. *Methodology for feasibility study for implementation of water reuse of sanitation services and transport by water truck in the states of Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Pernambuco and Ceara*. 2022. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Brazil is the sixth most populous country, so it has the potential to be the sixth largest producer of domestic effluents on the planet. With the New Legal Framework and the maturing of public policies for the integrated management of water resources allied to sustainable development, water reuse has been playing a more significant role in modern sanitation. However, only approximately 1.5% of the volume of treated sewage is reused in a planned manner. It was identified that one of the greatest difficulties in implementing water reuse was related to the economic viability of the activity. Thus, this work developed a feasibility methodology for the commercialization of water reuse in sanitation providers. For this, it selected six states to implement the model: Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Pernambuco and Ceará. It started by classifying the existing market structure, and then the steps were built. The first stage focused on the identification of the offer. A method was adopted to detect the best characteristics for choosing a Effluent Treatment Plant (ETP) for the investment in water reuse (ETP Reuse), using the Analytic Hierarchy Process multi-criteria calculator. Then, the type of production was selected, and the reuse of water observed at ETP Alegria (CEDAE) was used. With the application of economic theory in engineering, a structure of production costs was built. This model was used in the six research regions. The second step focused on identifying demand. For this, the consumer analysis was developed observing the exchange relationship between drinking water and water for reuse. Next, demand volumes were estimated for low, medium and high consumption. In the third stage, the tariffs that made the model economically viable in the six states were calculated, analyzing the effects of economies of scale on prices. In the fourth step, with the results obtained, the maximum commercially acceptable distances between the ETP Reuse and the consumer were calculated. Finally, the analysis of the economic feasibility of water reuse in sanitation service providers with transport by water truck in the states of Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Pernambuco and Ceará was concluded.

Keywords: Water reuse. Water truck. Tariff. Effluent Treatment Plant for water reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curvas de oferta e demanda, e equilíbrio de mercado para firmas em concorrência perfeita.	26
Figura 2 - Maximização de lucros para a firma em concorrência perfeita.	28
Figura 3 - Fluxograma de equações para obtenção do resultado de que a curva de demanda do monopolista é a sua curva tarifária.	30
Figura 4 - Maximização de lucros para a firma monopolista.	31
Figura 5 - Discriminação de preços de primeiro grau – metodologia utilizada na aplicação tarifas do mercado monopolista.	32
Figura 6 - Discriminação de preços de segundo grau – metodologia utilizada na aplicação de tarifas por faixas de consumo no mercado monopolista.	33
Figura 7 - Discriminação de preços de terceiro grau – metodologia utilizada na aplicação de tarifas para diferentes grupos de usuários no mercado monopolista.	34
Figura 8 - Comportamento dos custos de produção no curto prazo.	37
Figura 9 - Comportamento dos custos médios e marginal no curto prazo.	38
Figura 10 - Comportamento dos custos médios e marginal no longo prazo.	39
Figura 11 - Simplificação das fases do processo produção.	40
Figura 12 - Comportamento das curvas de produção no curto prazo.	41
Figura 13 - Espelhamento das curvas de produção e da curva de custos no curto prazo.	42
Figura 14 - Apresentação das curvas de indiferença e aferição de valor da satisfação gerada com o consumo das cestas (X_2 , X_1).	44
Figura 15 - Fluxograma da relação entre o consumo de bem, a utilidade total e a utilidade marginal gerada.	45
Figura 16 - Reta de restrição orçamentária que representa um conjunto de combinações de quantidades entre dois bens o qual a renda do indivíduo é capaz de adquirir.	48
Figura 17 - Equilíbrio do consumidor que representa a combinação ótima de consumo considerando as preferências do consumidor entre dois bens e a sua restrição orçamentária.	49
Figura 18 - Variáveis escolhidas na pesquisa para escolha da ETE Reúso com o uso da calculadora multicritério <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).	54
Figura 19 - Variáveis escolhidas na pesquisa para escolha da ETE Reúso com o uso da calculadora multicritério <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).	55

Figura 20 - Foto externa do sistema de reúso de água ETE Alegria – imagem frontal da captação de efluentes tratados por bombas submersíveis.....	59
Figura 21 - Foto externa do sistema de reúso de água ETE Alegria – imagem lateral da captação de efluentes tratados por bombas submersíveis insumo e do sistema de condução de efluentes tratados com direcionamento ao corpo hídrico.	59
Figura 22 - Foto interna do sistema de válvulas e filtros antes do bombeamento de hipoclorito de sódio no sistema de reúso de água na ETE Alegria.	60
Figura 23 - Foto interna da bombona de 50 L de hipoclorito de sódio e da conexão de captação antes do bombeamento de hipoclorito de sódio no sistema de reúso de água na ETE Alegria.	61
Figura 24 - Foto interna da conexão da bomba dosadora de diafragma no sistema de reúso da ETE Alegria.	62
Figura 25 - Foto interna da bomba dosadora de diafragma de 18 L/h utilizada no sistema de reúso da ETE Alegria.	62
Figura 26 - Foto interna do painel de alimentação e controle das bombas utilizado no sistema de reúso de água da ETE Alegria.	63
Figura 27 - Foto do carregamento de caminhão-pipa com água para reúso na ETE Alegria...	65
Figura 28 - Aquapolo - anotações da autora sobre as fases do processo produtivo e informações econômicas sobre fatores de produção utilizados.....	67
Figura 29 - Aquapolo - anotações da autora sobre informações de negócios e saneamento de dúvidas sobre a viabilidade econômica do empreendimento.	68
Figura 30 - Área utilizada pela Aquapolo e contabilizada como custo de direito de superfície na SABESP.	69
Figura 31 - Aquapolo - estrutura societária e financeira em setembro 2021.....	70
Figura 32 - Foto da Resolução Homologatória ANEEL – N 2.859/ 2021 - Tarifa Enel – CE.	74
Figura 33 - Nomenclatura utilizada para receita total e tarifa por categoria de usuário.....	79
Figura 34 - Nomenclatura utilizada para receita, quantidade consumida de água potável, e quantidade consumida água para reúso por categoria de usuário.....	79
Figura 35 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 1 a 8.....	86
Figura 36 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 9 a 18.....	87
Figura 37 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 19 a 26.....	88
Figura 38 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 27 a 28.....	88
Figura 39 - Resultado dos atributos na calculadora AHP - percentuais	89
Figura 40 - Consistência dos resultados dos atributos na calculadora AHP	89

Figura 41 - São Paulo - curva de demanda de água para reúso.	117
Figura 42 - Rio de Janeiro - curva de demanda de água para reúso.	118
Figura 43 - Pernambuco - curva de demanda de água para reúso.	118
Figura 44 - Minas Gerais - curva de demanda de água para reúso.....	119
Figura 45 - Ceará - curva de demanda da água para reúso.....	119
Figura 46 - Espírito Santo - curva de demanda da água para reúso.	120
Figura 47 - Curva de indiferença entre os bens água para reúso e água potável.....	125
Figura 48 - Restrição orçamentária entre os bens água para reúso e água potável.	126
Figura 49 - Equilíbrio do consumidor entre os bens água para reúso e água potável.	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da estrutura de mercado de acordo com o número de firmas produtoras, com a existência de diferenciação de produto, e com a presença de barreiras à entrada para novas firmas.....	25
Tabela 2 - Níveis de classificação indicados pela calculadora multicritério <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).	55
Tabela 3 – Racionalidade utilizada na metodologia para classificação dos atributos para a escolha da ETE Reúso	56
Tabela 4 - Resumo dos procedimentos adotados para a escolha da ETE Reúso utilizando-se a calculadora AHP.....	57
Tabela 5 - Relação das prestadoras de energia elétrica por região.	71
Tabela 6 - Relação das resoluções homologatórias das concessionárias por estados.	72
Tabela 7 - Tarifa médias de energia elétrica da produção de reúso de água encontrada nos estados	90
Tabela 8 - Custo de energia elétrica da produção de reúso de água encontrada nos estados ...	91
Tabela 9 - Custo de hipoclorito de sódio da produção de reúso de água	92
Tabela 10 - Planilha de cálculo para custo do monitoramento de qualidade da produção de reúso de água.	93
Tabela 11 - Atribuições do técnico de saneamento (MOB-TEC).	94
Tabela 12 - Salário líquido e salário bruto (MOB-TEC) para técnico de saneamento nos estados.	96
Tabela 13 - Salário de gerente comercial MOB-GEN nos estados.	96
Tabela 14 - Capacidade de operação do sistema de reúso de água da pesquisa.....	97
Tabela 15 - Capacidade de operação do sistema de produção para médio consumo.	98
Tabela 16 - Tarifa média de água potável em 2021 por categorias em R\$/m ³ para baixo consumo -1800 m ³ (PM ₃).....	100
Tabela 17 - Receita Operacional Bruta de água potável (ROB _{AP}) por prestadora de saneamento, em 2020.	101
Tabela 18 – Receita Operacional Bruta de água potável e percentual da segmentação de demanda por categoria.....	101
Tabela 19 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - CEDAE.....	102

Tabela 20 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - SABESP.....	102
Tabela 21 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - CESAN.	103
Tabela 22 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - COPASA.	103
Tabela 23 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - CAGECE.	104
Tabela 24 - Percentual da segmentação do consumo de água por categoria - COMPESA....	104
Tabela 25 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - COMPESA.	105
Tabela 26 - Planilha de cálculo do WACC real médio depois dos impostos.	105
Tabela 27 - Tarifa de água para reúso no baixo consumo -1800 m ³	107
Tabela 28 - Minas Gerais - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m ³	108
Tabela 29 - Espírito Santo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m ³	109
Tabela 30 - São Paulo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m ³	110
Tabela 31 - Ceará - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m ³	111
Tabela 32 - Rio de Janeiro - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m ³	112
Tabela 33 - Pernambuco - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m ³	113
Tabela 34 - Minas Gerais - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – alto consumo.....	114
Tabela 35 - Espírito Santo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – alto consumo.....	114
Tabela 36 - São Paulo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – alto consumo.....	115
Tabela 37 - Ceará - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – alto consumo.	115

Tabela 38 - Rio de Janeiro - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – alto consumo.....	116
Tabela 39 - Pernambuco - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m ³) – alto consumo.....	116
Tabela 40 - Cálculo do custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa de água.	121
Tabela 41 - Cálculo do custo do transporte, da manobra e descarga com tarifa baixo consumo (R\$/m ³ x min).	122
Tabela 42 - Cálculo do custo do transporte, manobra e descarga do caminhão-pipa em função das distâncias e por estados com baixo consumo.	123
Tabela 43 - Planilha da função utilidade entre água para reúso e água potável.	124
Tabela 44 - Rio de Janeiro - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.....	128
Tabela 45 - São Paulo - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.....	129
Tabela 46 - Pernambuco – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.....	130
Tabela 47 - Minas Gerais – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.....	130
Tabela 48 - Ceará – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.....	131
Tabela 49 - Espírito Santo - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.....	131
Tabela 50 - Rio de Janeiro – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m ³	132
Tabela 51 - São Paulo – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m ³	132
Tabela 52 - Pernambuco – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m ³	133
Tabela 53 - Ceará - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m ³	134
Tabela 54 - Minas Gerais – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m ³	134
Tabela 55 - Espírito Santo – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m ³	135

Tabela 56 – Relação em ordem crescente dos estados com menores custos de reúso de água.
..... 136

Tabela 57 - Comparação entre maiores distâncias comercialmente aceitáveis e maiores custos.
..... 136

Tabela 58 - Comparação entre maiores tarifas de água potável e melhor viabilidade comercial
do reúso de água. 137

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Demonstração algébrica para o espelhamento das curvas de custos e curvas de produção.	43
Equação 2 - Taxa marginal de substituição (TMgS)	45
Equação 3 - Taxa marginal de substituição do suco de uva pelo suco de maçã.....	47
Equação 4 - taxa marginal de substituição de Coca-Cola por Pepsi.	47
Equação 5 - Equilíbrio do consumidor.	49
Equação 6 - Fórmula para cálculo do <i>Weighted Average Cost of Capital</i> (WACC).....	51
Equação 7 - Equação para obtenção da composição de custo do caminhão-pipa.	83
Equação 8 - Função utilidade.	84
Equação 9 - Restrição orçamentária	85
Equação 10 - Equilíbrio do consumidor.	85
Equação 11 - Função utilidade entre a água para reúso e água potável.	124
Equação 12 - Restrição orçamentária da água para reúso e água potável (I).	126
Equação 13 - Restrição orçamentária da água para reúso e água potável (II).....	126
Equação 14 - Equilíbrio do consumidor entre água para reúso e água potável.....	127

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1. OBJETIVOS	22
1.1. OBJETIVO GERAL.....	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 ESTRUTURA DE MERCADO	24
2.1.1. Concorrência perfeita	25
2.1.1.1. Principais características.....	25
2.1.1.2. Maximização de lucros para firmas em concorrência perfeita.....	27
2.1.1.3. Exemplo de firmas em concorrência perfeita.....	28
2.1.2. Monopólio.....	29
2.1.2.1. Principais características.....	29
2.1.2.2. Maximização de lucros para a firma monopolista.....	30
2.1.2.3. Discriminação de preços no monopólio.....	31
2.1.3. Concorrência monopolística	34
2.1.3.1. Principais características.....	34
2.1.3.2. Exemplo de firmas em concorrência monopolística.....	34
2.1.4. Oligopólio	35
2.2. OFERTA	35
2.2.1. Teoria de custos	35
2.2.1.1. Tarifas de energia elétrica.....	39
2.2.2. Teoria de produção	40
2.2.2.1. Ponto ótimo da produção.....	41
2.2.2.2. Comparação do comportamento das curvas de custos com as curvas de produção de curto prazo.....	41
2.3. DEMANDA.....	43
2.3.1. Teoria do consumidor	43
2.3.1.1. Curva de indiferença.....	43
2.3.1.2. Premissas da teoria do consumidor.....	45
2.3.1.2.1. Integralidade.....	46
2.3.1.2.2. Transitividade.....	46

2.3.1.2.3.	Reflexividade	46
2.3.1.3.	Preferências do consumidor.....	46
2.3.1.3.1.	Substitutos perfeitos	46
2.3.1.3.2.	Complementos perfeitos	47
2.3.1.3.3.	Males	47
2.3.1.3.4.	Neutros	47
2.3.1.4.	Restrição orçamentária.....	48
2.4.	EQUILÍBRIO DE MERCADO.....	49
2.5.	DETERMINAÇÃO DA ESTRUTURA TARIFÁRIA DO SANEAMENTO	50
2.5.1.	Margem de lucro	50
3.	METODOLOGIA	52
3.1.	ETAPA 01 – IDENTIFICAR A OFERTA.....	53
3.1.1.	Definir parâmetros para escolha da ETE Reúso	53
3.1.2.	Definir os fins urbanos da água para reúso da pesquisa	57
3.1.3.	Definir o processo produtivo e o monitoramento de qualidade	58
3.1.4.	Construir a estrutura de custos de produção	66
3.1.4.1.	Visita técnica à ETE ABC – Aquapolo Ambiental.....	66
3.1.4.2.	Montagem da estrutura de custos.....	70
3.1.4.2.1.	Custo de direito de superfície	71
3.1.4.2.2.	Custo de fornecimento de efluentes	71
3.1.4.2.3.	Custo de energia elétrica	71
3.1.4.2.3.1.	Identificar as concessionárias de energia elétrica.....	71
3.1.4.2.3.2.	Identificar as tarifas vigentes das concessionárias de energia elétrica.....	72
3.1.4.2.3.3.	Pontuar premissas para coleta de valores das tarifas de energia elétrica.....	73
3.1.4.2.3.4.	Realizar a coleta de tarifas de energia elétrica.....	74
3.1.4.2.3.5.	Mensurar o custo de energia elétrica do sistema de produção.....	74
3.1.4.2.4.	Custo de hipoclorito de sódio	74
3.1.4.2.5.	Custo do monitoramento de qualidade	75
3.1.4.2.6.	Custo de mão de obra (MOB-TEC)	75
3.1.4.2.7.	Custo da gestão	76
3.1.5.	Determinar a vazão máxima de operação do sistema de produção	76
3.2.	ETAPA 02 – IDENTIFICAR A DEMANDA.....	77
3.2.1.	Classificar a preferência do consumidor	77
3.2.2.	Quantificar o consumo de água para reúso sobre o consumo total	77

3.2.3.	Estimar a quantidade demandada de água potável e de água para reúso	78
3.2.3.1.	Identificar as tarifas médias de água potável.....	78
3.2.3.2.	Identificar as Receitas Operacionais Brutas de água potável.....	78
3.2.3.3.	Identificar as receitas de água potável por categoria.....	78
3.2.3.4.	Identificar a quantidade demandada faturada de água potável (Qdf3 _{AP}).....	78
3.2.3.5.	Identificar a quantidade demanda faturada de água para reúso (Qdf3 _{AR}).....	78
3.3.	ETAPA 03 – CONSTRUIR A ESTRUTURA TARIFÁRIA E AS CURVAS DE DEMANDA.....	79
3.3.1.	Alocar os custos e despesas	79
3.3.2.	Alocar a margem de lucro mínima	80
3.3.3.	Montar a estrutura tarifária	81
3.3.4.	Construir as curvas de demanda de água para reúso	82
3.4.	ETAPA 04 – CALCULAR AS DISTÂNCIAS MÁXIMAS ACEITÁVEIS	82
3.4.1.	Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa	83
3.4.2.	Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga com tarifa.....	83
3.4.3.	Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga por distâncias	84
3.4.4.	Analisar o comportamento do consumidor.....	84
3.4.4.1.	Construir a curva de indiferença.....	84
3.4.4.2.	Construir a restrição orçamentária.....	85
3.4.4.3.	Obter o equilíbrio do consumidor.....	85
3.4.5.	Identificar a distância máxima aceitável.....	85
4.	RESULTADOS.....	86
4.1.	ETAPA 01 – IDENTIFICAR A OFERTA.....	86
4.1.1.	Definir parâmetros para escolha da ETE Reúso	86
4.1.2.	Estrutura de custos de produção	89
4.1.2.1.	Custo de direito de superfície.....	89
4.1.2.2.	Custo de fornecimento de efluentes.....	89
4.1.2.3.	Custo de energia elétrica.....	90
4.1.2.4.	Custo de hipoclorito de sódio.....	92
4.1.2.5.	Custo do monitoramento de qualidade.....	93
4.1.2.6.	Custo de mão de obra.....	94
4.1.2.7.	Custo da gestão.....	96
4.1.3.	Definir a vazão máxima de operação.....	97
4.2.	ETAPA 02 - IDENTIFICAR A DEMANDA	98

4.2.1.	Classificar a preferência do consumidor.....	98
4.2.2.	Quantificar o consumo de água para reúso sobre o consumo total	100
4.2.3.	Identificar as tarifas médias de água potável	100
4.2.3.1.	Identificar as Receitas Operacionais Brutas de água potável.....	101
4.3.	ETAPA 03 – CALCULAR AS TARIFAS E AS CURVAS DE DEMANDA	105
4.3.1	Alocar a margem de lucro mínima	105
4.3.2.	Montar a estrutura tarifária	106
4.3.2.1.	Baixo consumo.....	106
4.3.2.2.	Médio consumo.....	107
4.3.2.3.	Alto consumo.....	114
4.3.3.	Construir as curvas de demanda da água para reúso.....	117
4.4.	ETAPA 04 – CALCULAR AS DISTÂNCIAS MÁXIMAS ACEITÁVEIS.....	121
4.4.1.	Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa	121
4.4.2.	Calcular o custo do transporte, manobra e descarga com tarifa.....	122
4.4.3.	Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga por distâncias	123
4.4.4.	Analisar o comportamento do consumidor.....	124
4.4.4.1.	Construir a curva de indiferença.....	124
4.4.4.2.	Construir a restrição orçamentária.....	125
4.4.4.3.	Obter o equilíbrio do consumidor.....	126
4.4.5.	Identificar a distância máxima aceitável.....	128
4.4.5.1.	Baixo consumo – 1800 m ³	128
4.4.5.2.	Médio consumo – 15.840 m ³	132
5.	CONCLUSÃO	139
	REFERÊNCIAS	142
	APÊNDICE A	152
	APÊNDICE B	160
	APÊNDICE C	168
	APÊNDICE D	179
	APÊNDICE E	183
	APÊNDICE F.....	189

INTRODUÇÃO

O Brasil é a maior reserva de água doce do mundo (ANA, 2017), o sexto país mais populoso, com mais de 217 milhões de habitantes, atrás da China, Índia, Estados Unidos, Indonésia e Paquistão (POPULATION.IO, 2021). Isso implica dizer que é o sexto maior potencial produtor de efluentes domésticos do planeta.

Apesar da grande população, atualmente 50,8% do esgoto gerado é tratado no Brasil, sendo o índice de atendimento total de esgoto no Norte de 13,1%, no Nordeste de 30,3%, no Centro-Oeste de 59,5%, no Sudeste de 80,5%, e no Sul de 47,4% (SNIS 2020).

Visando melhorar esses indicadores e fomentar bases para a universalização do saneamento, foi promulgada a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (BRASIL 2020), conhecida como o Novo Marco Legal, que modificou a Lei Nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007).

O Novo Marco Legal trouxe diversas mudanças ao setor, entre elas a atual definição de Esgotamento Sanitário, onde foi acrescido o reúso de água como uma das destinações finais do processo, conforme observado no Art. 3º, b, Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007.

Além do citado em parágrafo anterior, foi constatado que no Marco Legal atualizado, a palavra “reúso” se repetiu mais 6 (seis) vezes. Essa recorrência pode ser entendida como o reconhecimento do reúso de água na configuração da universalização do saneamento.

No Art. 2º, XIII, foi salientado que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base em princípios fundamentais, dentre eles o estímulo ao reúso de água. No Art. 10-A, I, foi realçado que nos contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade, disposições sobre fontes de receitas alternativas para a produção de água para reúso. No Art. 45. § 5º, foi frisado que o usuário tem a obrigação de conectar-se à rede pública de esgotamento sanitário, mas não é obrigado conectar-se à rede de água para reúso, caso exista no local. No Art. 45 § 11, foi apontado que edificações para uso não residencial ou condomínios regidos pela Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964, poderão utilizar-se de fontes e métodos alternativos de abastecimento de água para reúso. E por último, no Art. 48, XII, foi enfatizado que a União, no

estabelecimento de sua política de saneamento básico, observará a diretriz de estímulo à racionalização do consumo de água e fomento ao reúso de água.

No Brasil, aproximadamente 1,5% do esgoto tratado é reutilizado de forma planejada (AVELAR, 2021). Contudo, em termos de potenciais regionais, estima-se que reúso de água para áreas irrigadas na bacia hidrográfica do Piancó-Piranhas-Açu (semiárido brasileiro) seja de 8% da demanda de água (ARAUJO, 2020), e que 9% da água para irrigação brasileira poderia ser ofertada por água para reúso nas categorias 1 e 2 (LIMA, 2020). Na bacia hidrográfica do rio Paracatu (Minas Gerais), constatou-se potencial instalado de água para reúso de 3% para setores industriais, mineração, agropecuária e outros; e calculou-se que o estado de Minas Gerais poderia atender 12% da demanda com água para reúso (MELO, 2020). A consultoria, GO Associados, em relatório para a Confederação Nacional da Indústria (CNI), estimou que o Brasil possui capacidade de ofertar 12,81 m³/s de água para reúso, sendo destes, 0,1% na região Norte, 14,05% no Nordeste, 54,64% no Sudeste, 19,51% no Sul, e 11,70% no Centro-Oeste (CNI, 2020).

Internacionalmente, o reúso planejado de água é uma prática estabelecida e largamente utilizada de forma segura e controlada (LIMA 2021, BARBOSA, 2014). Na Namíbia, na planta de Windhoek, 25% da água reciclada é diluída com a água potável (XV FORUM AMBIENTAL, 2019). Em Israel, 87% do efluente tratado é usado na irrigação (LIMA, 2021). Na Europa, águas servidas tratadas são usadas na agricultura irrigada, como França, Grécia, Itália, Portugal e Espanha (BARBOSA, 2014). O reúso potável indireto sistematizado também foi verificado na Austrália (KHAN e ANDERSON, 2018), Singapura (HARTLEY, 2019), Bélgica (FRIJNS, 2016), Inglaterra (SANCHEZ-FLORES, 2016). Nos Estados Unidos, o reúso potável indireto e direto é praticado (MUKEJEREE e JANSEM, 2020), assim como na África do Sul (LAHNSTEINER, 2019).

Percebe-se que nesses países o reúso de água está inserido na gestão integrada dos recursos hídricos e do desenvolvimento sustentável. No Brasil, historicamente esse alinhamento não foi observado (AVELAR, 2021), em especial em virtude da falta de regulamentação adequada. Entretanto, com a publicação do Novo Marco Legal que incumbiu à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a responsabilidade em estabelecer normas de referência sobre reúso dos efluentes sanitários tratados, em conformidade com as normas ambientais e de saúde pública, foram plantadas expectativas positivas para o segmento (AVELAR, 2021).

Na cartilha sobre o Marco Legal (FROTA, 2021), a Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) analisou as diretrizes para a prestação do saneamento e classificou a água para reúso como forma de racionalização do consumo. Esse raciocínio jurídico pode levar ao entendimento de que a prestadora do saneamento que insere o reúso de água em seu plano de ações, sinaliza ao mercado que é uma empresa responsável que se preocupa com a segurança hídrica, e com a qualidade das águas.

Contudo, cabe ressaltar que, o fato de o reúso de água estar expresso como obrigação no Novo Marco Legal e de existir intenções de reconhecimento da atividade, esses dados não geram necessariamente a efetivação do sistema. Existe uma linha tênue entre o reúso de água ser entendido como uma intenção de ideologia de saneamento, e ele efetivamente ser inserido num saneamento planejado, estruturado e possível.

No Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2017, pode-se destacar três cenários considerados críticos para o reúso de água: (1) local com baixa oferta de água, (2) local com alta demanda de água, e (3) local cujo custo do reúso de água seja alto de modo a conflitar com a tarifa de água potável (UNESCO, 2017). No relatório, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2017), percebeu-se que os estados de Pernambuco e Ceará apresentam problema de escassez característico do clima semiárido, se enquadrando no cenário 1. São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, no cenário 2, em virtude do crescimento urbano. Espírito Santo, no cenário 3, em virtude do baixo valor tarifário.

Ao pesquisar sobre os entraves do sistema, foi observado que uma das principais dificuldades de o reúso de água estar nos planos de ações das prestadoras de saneamento brasileiro está relacionada à viabilidade econômica do segmento (GIACCHETTI, 2017). Por isso, percebeu-se que em conjunto com a engenharia, a economia é uma importante ferramenta para a efetivação do sistema (HERNANDEZ-SANCHO, 2015).

Diante do contexto existente, esse trabalho propôs definir uma metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa nos estados de Pernambuco, Ceará, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho foi desenvolver uma metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa nos estados de Pernambuco, Ceará, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o alcance do objetivo geral, os objetivos específicos foram:

- 1) Identificar a oferta de água para reúso proveniente de ETEs com transporte por caminhão-pipa.
- 2) Identificar a demanda de mercado de água para reúso proveniente de ETEs com transporte por caminhão-pipa.
- 3) Construir a estrutura tarifária e as curvas de demanda para a comercialização da água para reúso proveniente de ETEs com transporte por caminhão -pipa
- 4) Calcular as distâncias máximas aceitáveis entre a ETE Reúso e o consumidor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A análise de viabilidade econômica é uma técnica voltada para examinar se um investimento é vantajoso ou não de forma estratégica. Através de estudos técnicos são montados perfis do negócio, que podem ser construídos de forma completa ou em partes, dependendo do interesse do cliente ou demandante. Normalmente são mapeados os riscos de negócio, os potenciais de sucesso, e criadas previsões de receitas, com o objetivo de construir ferramentas para o planejamento estruturado e estratégico, com aumento das garantias de vida e do sucesso do empreendimento.

A estrutura da viabilidade econômica é montada de acordo com conhecimentos sobre mercado, administração e aspectos financeiros administrativos, sociais e algumas vezes psicológicos dos consumidores. O foco é observar todas as variáveis objetivas e subjetivas que podem interferir de forma positiva ou negativa no negócio.

O presente trabalho foi desenvolvido com a intenção de realizar análise econômica na prática do reúso de água operado pelas prestadoras de serviço de esgotamento sanitário. Para isso o trabalho introduziu na engenharia ambiental e sanitária técnicas da economia.

A economia se divide em dois ramos principais: e macroeconomia e microeconomia.

A macroeconomia analisa a variável macro, abrangente, trata de questões agregadas, como taxa de crescimento, nível de produto nacional, taxa de juros, desemprego e inflação (PINDYCK, 2013).

A macroeconomia é orientada pelas ações das políticas públicas, no sentido de antecipar os efeitos no emprego e renda, na inflação, no produto da economia (FROYEN, 2016). Ela possui o objetivo de criar modelos para simplificar a explicação do comportamento das variáveis agregadas (inflação, emprego, produto, renda, taxa de juros), compreender modelos complexos (BLANCHARD, 2013).

Em contrapartida, a microeconomia estuda o comportamento das unidades individuais: consumidores, trabalhadores, investidores, produtores, firmas, etc. A microeconomia procura prever o comportamento desses agentes através da análise matemática e antecipar resultados. Como por exemplo, como os consumidores vão decidir sobre a compra entre o bem água para reúso e água potável., e de que forma essas compras serão influenciadas, quais as variáveis que afetam essa dinâmica, como por exemplo, preço, a renda, produtos suplementares, produtos

complementares, variáveis psicológicas, pegada ambiental, etc. A microeconomia também estuda o comportamento das firmas, como elas atuam no mercado, quais variáveis têm poder de influenciá-las, como escolher os preços, como escolher o número de funcionários, e como decidir sobre a mão de obra. A microeconomia também olha para o passado e ajuda a compreender por que determinada indústria obteve sucesso ou fracasso, e em geral cria teorias para explicar essas falhas, ela também estrutura firmas a serem mais robustas, conforme observação de erros anteriores. Além disso, a microeconomia observa como são determinados os preços de forma eficiente e estratégica. Portanto analisa comportamento, as interações e o emaranhado de informações existentes entre as empresas e os consumidores. A microeconomia investiga como setores e mercados operam e crescem, estuda as diferenças entre as empresas e como elas são influenciadas por políticas de governo e políticas econômicas.

Diante das considerações apresentadas, esse trabalho utilizou a microeconomia para realizar a viabilidade econômica no negócio reúso de água, e identificar o cenário ou mercado existente, observar os fatores que influenciam a oferta e a demanda, definir os preços, e verificar limitadores do consumo que possam atrapalhar o empreendimento.

Assim a seguir foram abordadas a estrutura de mercado, a oferta, a demanda, equilíbrio de mercado, e por fim a determinação da estrutura tarifária.

2.1. ESTRUTURA DE MERCADO

O estudo sobre a estrutura de mercado é uma etapa relevante para a viabilidade do negócio, pois ele analisa a relação existente entre os agentes econômicos: consumidor e produtor, e observa as formas em que ocorrem essas associações. Por exemplo, se há várias firmas, se há concorrência, se os produtos são diferenciados, se existem e quais são as barreiras de entrada para novas firmas entrantes, se há vários consumidores, como é a dependência do consumidor com o produto ofertado (PINDYCK, 2013).

Os principais tipos de mercados explorados na economia são: concorrência perfeita, monopólio, concorrência monopolística, e oligopólio. Eles se diferenciam basicamente por três características principais: número de firmas produtoras, se existe diferenciação de produto, se há barreiras à entrada de novas firmas. Na Tabela 1, pode ser visto como se distinguem os tipos de mercado de acordo com essas características.

Tabela 1 - Classificação da estrutura de mercado de acordo com o número de firmas produtoras, com a existência de diferenciação de produto, e com a presença de barreiras à entrada para novas firmas.

Estruturas de mercado	Número de firmas	Diferenciação de produto	Barreiras à entrada para novas firmas
Concorrência perfeita	número infinito de firmas	produtos homogêneos	não existem barreiras à entrada
Monopólio	uma firma	não existem produtos substitutos próximos	existem barreiras à entrada
Concorrência monopolística	várias firmas	produtos diferenciados	não existem barreiras à entrada
Oligopólio	poucas firmas	produtos podem ser homogêneos ou diferenciados	existem barreiras à entrada

Para esclarecer com mais detalhamento como foi classificada a estrutura de mercado do reúso de água e posteriormente a escolha da metodologia de preços, foi elaborado um resumo com as principais particularidades de cada tipo de mercado.

2.1.1. Concorrência perfeita

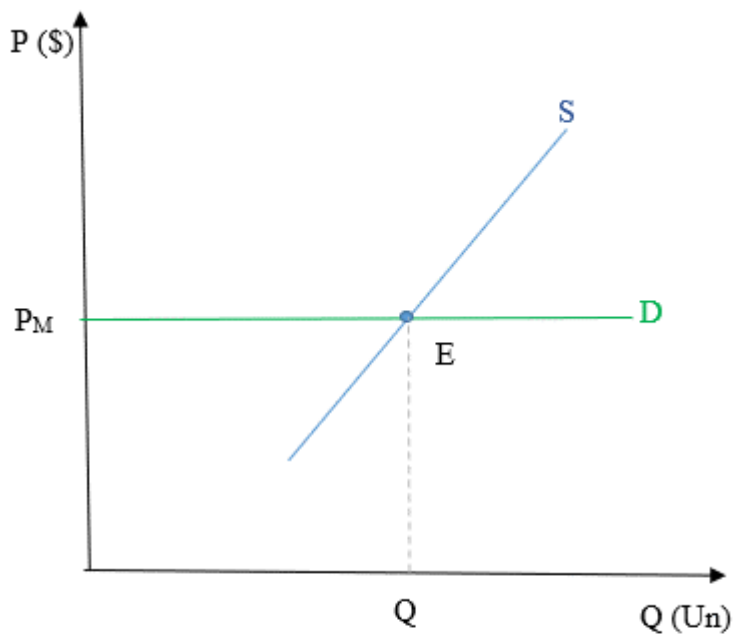
2.1.1.1 . Principais características

A principal característica do mercado de concorrência é que as empresas são tantas que não influenciam no preço de mercado, por isso elas são chamadas de *price takers*.

Considerando as variáveis preço (P) e quantidade (Q), os *price takers* tomam os preços como dados pelo mercado, assim, sua curva de demanda é perfeitamente elástica e fixada no preço de mercado (P_M). As firmas de concorrência perfeita controlam apenas a sua quantidade produzida, ou seja, quanto irão ofertar ao mercado, assim, sua curva de oferta é positivamente inclinada. Destaca-se que neste mercado há grande preocupação com a eficiência produtiva.

O gráfico de oferta e demanda de uma firma de concorrência perfeita foi representado na Figura 1, onde pode ser observado que o equilíbrio de mercado (E) ocorre no ponto de interseção das curvas de oferta (S) e demanda (D).

Figura 1 - Curvas de oferta e demanda, e equilíbrio de mercado para firmas em concorrência perfeita.



E = equilíbrio do consumidor

Q = quantidade de produção ótima

P_M = preço de mercado

S = curva de oferta da firma de concorrência perfeita

D = curva de demanda da firma de concorrência perfeita

Em relação aos fatores de produção, capital (K) e trabalho (L), os insumos deste mercado são de fácil acesso às firmas, e por isso não há rivalidade entre os trabalhadores, ou seja, existe livre entrada e saída de mão de obra de uma empresa para outra, pois não há especialização da mão de obra.

Em relação ao conhecimento do mercado, observa-se que não há informação assimétrica, com uma firma obtendo notícias privilegiadas e antecipando ações estratégicas no comércio.

2.1.1.2. Maximização de lucros para firmas em concorrência perfeita

Para tratar do ponto de maximização de lucros das firmas é necessário o conhecimento de alguns conceitos preliminares sobre receita e custos.

A receita da firma (R_T) é obtida pela multiplicação do preço do bem (P) pela quantidade produzida (Q). Algebricamente é uma função representada por $R_T(Q)$.

A receita média (RM_{ed}) é a receita total (R_T) dividida pela quantidade produzida (Q).

A receita marginal da firma (RM_g) é a derivada da função receita, e indica o quanto varia a receita total (R_T) quando há alteração da quantidade produzida (Q).

O custo total (C_T) é a soma da remuneração total dos fatores de produção. Algebricamente é uma função representada por $C_T(Q)$.

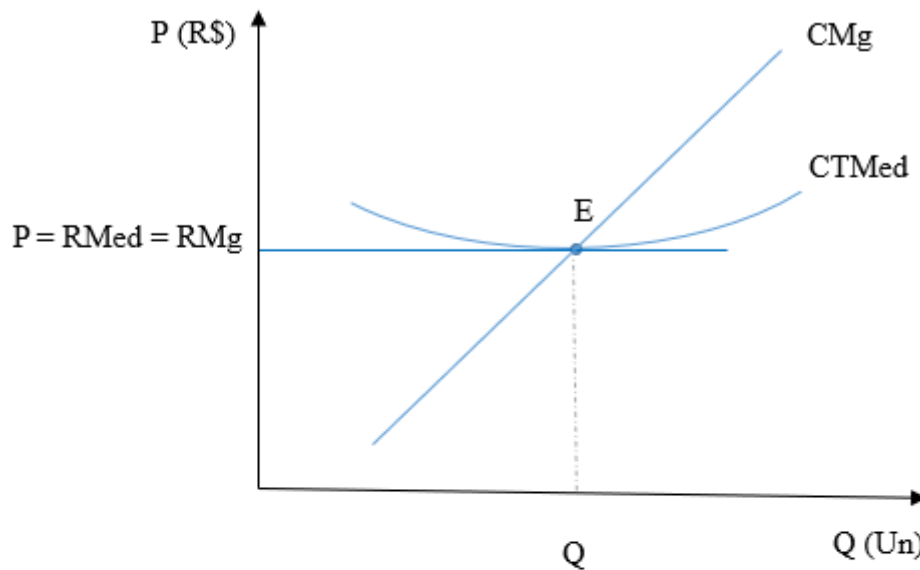
Custo médio (CM_{ed}) é o custo total (C_T) dividido pela quantidade produzida (Q).

Custo marginal (CM_g) é a derivada da função custo.

O ponto de maximização de lucro em qualquer estrutura ou tipo de mercado ocorre quando o CM_g se iguala à RM_g .

Na Figura 2, pode ser observado o ponto de maximização do lucro (E), que ocorre na interseção da curva de RM_g com a de CM_g . Assim, no ponto E , encontra-se a produção ótima da firma em concorrência perfeita (Q). O lucro econômico (Π) é zero, pois o P é igual ao CT_{Med} . Cabe destacar que lucro econômico não é igual ao lucro contábil. A firma com lucro econômico zero está obtendo retorno competitivo sobre o investimento, possui resultado tão bom quanto teria se aplicasse seus recursos de outra forma (PINDYCK, 2013).

Figura 2 - Maximização de lucros para a firma em concorrência perfeita.



P = preço

Q = quantidade

$$\Pi = (P - CTMed) * Q = 0$$

CMg = custo marginal

CTMed = custo total médio

CVMed = custo variável médio

2.1.1.3. Exemplo de firmas em concorrência perfeita

As *commodities* são um exemplo típico de mercado de concorrência perfeita. (VASCONCELLOS, 2006). *Commodities* são mercadorias produzidas por muitos produtores, geralmente transacionam matérias-primas que não passam por processo industrial. Os produtos são produzidos em larga escala, seus preços são negociados em bolsas e possuem valor internacional. São exemplos de *Commodities* agrícolas: soja, milho, trigo, proteínas como carne e leite, suco de laranja, açúcar, cacau, café, algodão, borracha. *Commodities* minerais: gás natural, etanol, minério de ferro, alumínio, barril de petróleo, ouro, níquel, prata etc. *Commodities* financeiras: moedas negociadas em vários mercados, títulos emitidos pelos governos federais, Euro, Dólar americano. (CORREA, 2018). *Commodities* ambientais: mercadorias negociáveis em bolsa, com produção sustentável embasada na preservação ambiental, como por exemplo o reflorestamento, créditos de carbono (MATIAS, 2003; PORTUGAL, 2002).

2.1.2. Monopólio

2.1.2.1. Principais características

A principal característica do mercado de monopólio é que ele influencia o preço de mercado, por isso é chamado de *price maker*.

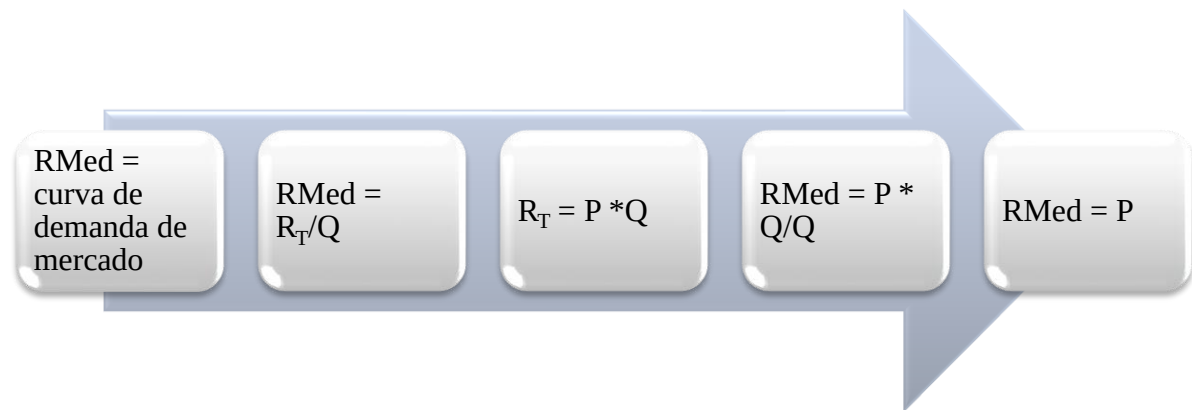
No monopólio, há barreiras à entrada, e esse é o principal motivo da permanência do poder de mercado. Existem barreiras estruturais: como existência de monopólios naturais, tecnologias de rede, como o *Windows*, diferenciação, como clubes de futebol, patentes, concessões, tarifas, e cotas de restrição ao comércio internacional. Há também as barreiras estratégicas: integração vertical e contratos de exclusividade, produto diferenciado, preço limite baixo por um período para desincentivar entrantes (VARIAN, 1999).

Diferentemente da concorrência perfeita, no mercado monopolista não há curva de oferta. A explicação é que na teoria microeconômica, a curva de oferta de mercado é obtida pela soma de todas as ofertas individuais das empresas. No caso do monopólio, onde a empresa é o próprio mercado, não existe curva de oferta de mercado, pois a oferta é a oferta da empresa. E não necessariamente é uma linha, podem ser pontos, pois o monopolista define seus preços de acordo com o perfil de demanda existente. Através do comportamento do consumidor, o monopolista determina qual a quantidade e o preço que está disposto a operar (VARIAN, 1999).

Em relação à curva demanda, o entendimento é diferente. O monopolista é o mercado, mas existem muitos compradores, e a demanda é externa ao controle da empresa. A curva de demanda de um mercado monopolista é sua curva receita média (RMed).

Uma questão importante a destacar em relação ao monopólio é que sua curva de demanda é a sua curva tarifária (VARIAN, 1999), e esse entendimento é relevante para análise de estrutura tarifária, em especial nas tomadas de decisões regulatórias e de formação de políticas públicas. Esse resultado foi demonstrado na Figura 3, com fluxograma de equações. No primeiro quadro, destacou-se que no monopólio, a RMed é a curva de demanda. No segundo quadro, indicou-se como algebricamente é encontrada a RMed. No terceiro quadro, foi mostrado algebricamente como é obtida a R_T . No quarto quadro, a equação de R_T foi inserida na equação de RMed, e o resultado foi encontrado no quinto quadro, onde pode ser percebido que a curva de RMed (ou de demanda de monopólio), é a curva tarifária.

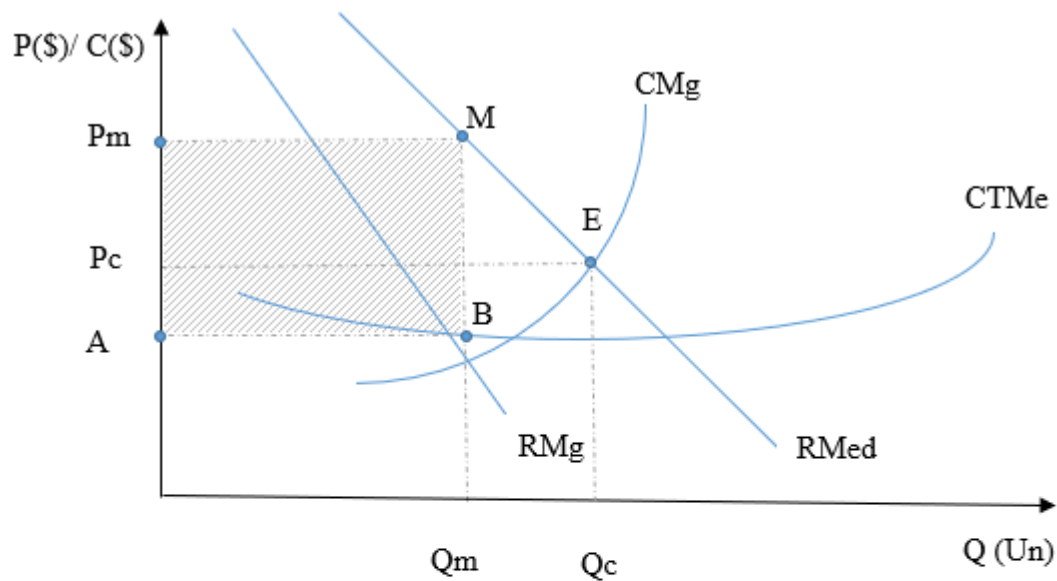
Figura 3 - Fluxograma de equações para obtenção do resultado de que a curva de demanda do monopolista é a sua curva tarifária.



2.1.2.2. Maximização de lucros para a firma monopolista

Na Figura 4, foi demonstrado como é encontrado o ponto de maximização de lucro no monopólio (M), que ocorre onde a quantidade produzida é Q_m , e o preço é P_m . Cabe ressaltar que numa comparação entre os mercados, a quantidade produzida pelo monopólio é menor que a quantidade produzida no mercado de concorrência perfeita (Q_c). E o preço do monopolista é maior. E em relação às curvas de receita, no monopólio a R_{Med} e a R_{Mg} são negativamente inclinadas. Além disso, o lucro de monopólio é positivo e geralmente extraordinário. Na Figura 4, essa diferença entre os mercados foi ressaltada. Em concorrência perfeita o ponto de equilíbrio do mercado ocorre em E, e no monopólio, ocorre em M. A área do retângulo ABMP_m representa o lucro do monopolista.

Figura 4 - Maximização de lucros para a firma monopolista.



P_m = preço de monopólio

P_c = preço de concorrência perfeita

Q_m = quantidade de monopólio

Q_c = quantidade de concorrência perfeita

□ $ABMP_m$ = lucro de monopólio

E = equilíbrio de concorrência perfeita

M = equilíbrio no monopólio

No monopólio, a firma possui poder de mercado e isso lhe proporciona condições especiais no comércio para a escolha de preços. A discriminação de preços é um desses benefícios usados no mercado de monopólio, visando a maximização do lucro (VARIAN, 1999).

2.1.2.3. Discriminação de preços no monopólio

A discriminação de preços é um tópico importante nesta pesquisa, pois ela é largamente utilizada pelas prestadoras de saneamento na metodologia de cálculo tarifário.

Em geral há três tipos de discriminação de preços, de primeiro, de segundo e de terceiro grau (PINDYCK, 2013).

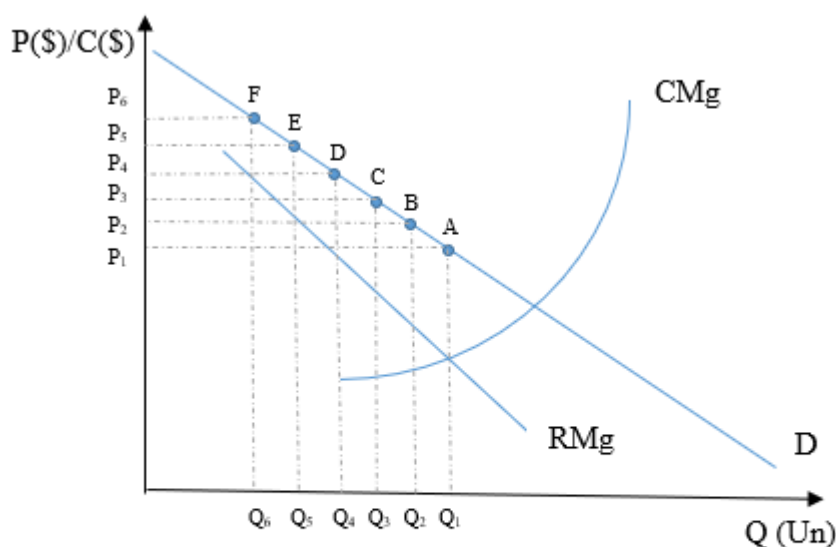
A discriminação de preços de primeiro grau é a discriminação perfeita, o monopolista consegue captar o preço reserva, que é o preço máximo que o usuário está disposto a pagar pelo bem. Nesse segmento há um preço específico para cada quantidade demandada.

Na discriminação de preços de segundo grau, as tarifas são definidas por faixas de consumo. Esse instrumento é bastante utilizado nas tarifas de água e esgoto, gás, eletricidade.

A discriminação de preços de terceiro grau ocorre quando a firma coloca preços diferentes, para grupos distintos, como por exemplo ocorre nas tarifas de água e esgoto com valores por categoria de usuário (residencial, comercial, industrial e público) (PINDYCK, 2013).

Graficamente esses mecanismos são percebidos. Na Figura 5, a discriminação de preços de primeiro grau ocorre com o uso dos diferentes pontos de equilíbrio de mercado (A a F) no comércio, onde para cada quantidade de consumo, há um preço próprio.

Figura 5 - Discriminação de preços de primeiro grau – metodologia utilizada na aplicação tarifas do mercado monopolista.

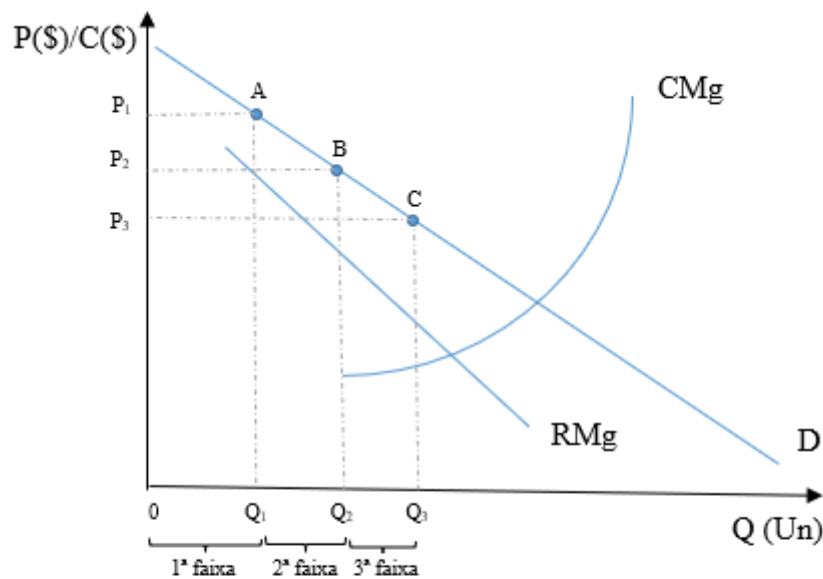


P_1 a P_6 = preços diferenciados de acordo com a quantidade demandada

Q_1 a Q_6 = diferentes quantidades demandadas

Na Figura 6, a discriminação de preços de segundo grau ocorre com um preço específico para uma determinada faixa de consumo. Na 1ª faixa, o valor a ser pago é P_1 , na 2ª faixa é P_2 , e na 3ª faixa é P_3 .

Figura 6 - Discriminação de preços de segundo grau – metodologia utilizada na aplicação de tarifas por faixas de consumo no mercado monopolista.



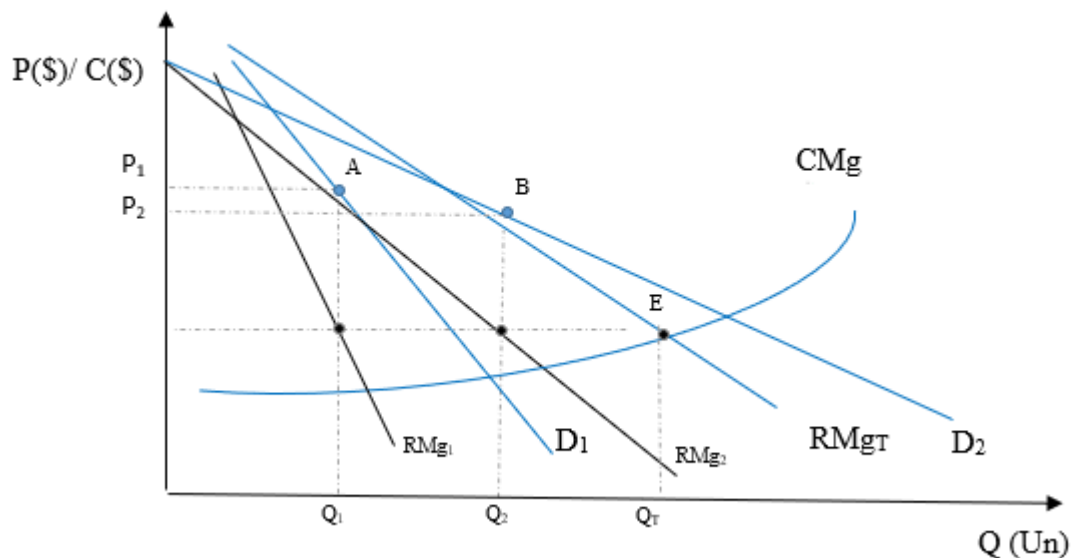
P_1 = preço para a 1ª faixa de consumo $[0 ; Q_1[$

P_2 = preço para a 2ª faixa de consumo $[Q_1; Q_2[$

P_3 = preço para a 3ª faixa de consumo $[Q_2; Q_3[$

Na Figura 7, foi demonstrado como se representa graficamente a discriminação de preços de 3º grau. Foram utilizados dois grupos de usuários, 1 e 2; e por isso, duas curvas demandas (D_1 e D_2). A maximização de lucro ocorre quando CMg da firma é igual a RMg_1 , e o CMg é igual a RMg_2 . Para o usuário 1, o equilíbrio de mercado ocorre no ponto A (Q_1, P_1), e para o usuário 2, no ponto B (Q_2, P_2). A receita marginal total (RMg_T), foi obtida pela soma dos rendimentos marginais dos dois grupos, e assim, os dois segmentos de mercados se tornaram viáveis economicamente (PINDYCK, 2013).

Figura 7 - Discriminação de preços de terceiro grau – metodologia utilizada na aplicação de tarifas para diferentes grupos de usuários no mercado monopolista.



2.1.3. Concorrência monopolística

2.1.3.1. Principais características

A principal característica do mercado de concorrência monopolística é ser um intermediário entre o monopólio e a concorrência perfeita. Trata-se de um mercado com muitas firmas, mas cada empresa possui certo poder de mercado, em virtude dos seus produtos serem diferenciados. Por isso possui uma estrutura de custos e receita parecida ao do monopolista. Contudo, sua curva de demanda é mais elástica (deitada) que a curva de monopólio, e mais inelástica (em pé) que a curva de concorrência perfeita. Na concorrência monopolística há lucro extraordinário, pois as empresas operam com preço maior que o CMg (VARIAN, 1999).

2.1.3.2. Exemplo de firmas em concorrência monopolística

As lojas de roupas, sapatos, ou bolsas de marca são exemplos de firmas em mercado de concorrência monopolística. No curto prazo essas firmas possuem lucros extraordinários, contudo, no longo prazo o lucro econômico é zero. Apesar disso, o mercado não se comporta como uma concorrência perfeita nem no curto, nem no longo prazo, pois as firmas ainda produzem uma quantidade menor e operam com um preço maior que o de concorrência perfeita (VARIAN, 1999).

2.1.4. Oligopólio

A principal característica do oligopólio é a existência de poucas firmas dominantes e vários compradores, e por isso ela é uma das estruturas de mercado mais complexas. As decisões de preços e quantidades da firma oligopolista ocorrem mediante expectativa de produção de seus rivais, é um mercado mais arriscado, por isso a teoria dos jogos é bastante utilizada buscando antecipar resultados estratégicos para os negócios (VARIAN, 1999).

Há o oligopólio concentrado, com formação de cartéis, conluíus e trustes. Os cartéis também podem atuar como cartel perfeito ou solução de monopólio, com divisão de território; ou cartel imperfeito, com modelo de liderança de preços. As empresas dominantes limitam os preços e ficam com a maior parte do mercado, as outras firmas atuam como *price takers* (VASCONCELLOS, 2006).

2.2. OFERTA

O estudo da oferta na microeconomia analisa como ocorre o equilíbrio entre os preços e a produção. O objetivo dessa análise é a obtenção da eficiência técnica e econômica, ou seja, maximização da produtividade, com a minimização do custo. Para alcançar essa meta é utilizada a teoria de custos, e a teoria de produção focada na ótica da firma (MANKIW, 2009).

2.2.1. Teoria de custos

Usualmente, o conceito de custos na engenharia está atrelado ao conceito de custo contábil, contudo custos, no conceito econômico, possui um conceito mais amplo.

Custos contábeis na produção são a soma dos registros de dispêndios usados para a geração do produto, os valores efetivamente pagos, explícitos (VASCONCELLOS, 2006).

O custo de produção na economia trata desses custos contábeis, mas inclui os demais custos relevantes, como os custos de oportunidade. A visão econômica é mais extensa e estratégica, por isso analisa fatores ocultos, antecipa e insere o tempo em especial o tempo futuro na análise de custos, mas cabe destacar que custos ocultos não representam necessariamente desembolso de caixa, e sim o que deixou de ser ganho, e esse valor pode

significar que um negócio, apesar de lucrativo contabilmente, pode não ser estratégico economicamente (CORREA, 2018).

Em contrapartida, diferentemente do observado na contabilidade privada, na teoria microeconômica neoclássica, geralmente não há a distinção entre as classificações de custos e despesas, por isso, em grande parte são utilizados como sinônimos.

A seguir foram relacionadas as nomenclaturas de custos de produção utilizadas nesta pesquisa:

- **Custos explícitos:** os que envolvem desembolso de caixa na produção.
- **Custos implícitos, ocultos ou de oportunidade:** não envolvem dinheiro, são valores que estão deixando de ser recebidos pela escolha da produção.
- **Custos privados:** são gastos monetários da firma.
- **Custos sociais:** são externalidades negativas geradas pela produção, por exemplo, poluição gerada com o lançamento de efluentes *in natura* nos corpos hídricos (BALIAN, 2016).
- **Custos irrecuperáveis, sunk costs ou custos infundados:** possuem valor financeiro, e muitas vezes podem ser bastante altos, contudo, não são incluídos na tomada de decisão econômica, pois já ocorreram. Seu custo de oportunidade é zero.
- **Custos fixos (CF):** independem da quantidade produzida. Só podem ser eliminados se a empresa deixar de operar (CORREA, 2018).
- **Custos variáveis (CV):** variam conforme a quantidade produzida.
- **Custos totais (CT):** é a soma dos custos fixos mais custos variáveis.
- **Custo marginal (CMg):** é a derivada da função custo total em relação à quantidade. Representa o quanto aumenta o custo variável, se houver o aumento de uma quantidade produzida.
- **Custo médio (CMed):** é o custo total dividido pela quantidade.

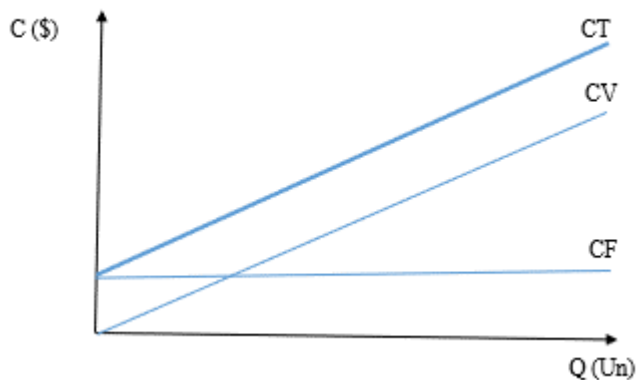
O fator tempo também é uma variável econômica, pois os valores e as oportunidades não são estáticos e nem todos são estáveis. Estáticos são os valores considerados imutáveis. Estáveis são os valores que variam pouco ao redor da média. Por isso, na economia os estudos realizam a análise no curto e no longo prazo.

Na microeconomia, curto prazo na produção significa que existem fatores fixos. Já no longo prazo, só existem fatores de produção variáveis (WALL, 2015).

Nesse trabalho, os conceitos de curto e longo prazo foram utilizados na análise da viabilidade econômica do reúso de água.

Para perceber o comportamento das curvas de custos no curto prazo, na Figura 8, foram desenhadas reações típicas dessas funções. As curvas de custos em geral são lineares, e os custos fixos (CF) não variam com o aumento da produção, os custos variáveis (CV) variam, e por conseguinte, afetado pelo CV, o custo total da produção (CT) também varia com o aumento da quantidade.

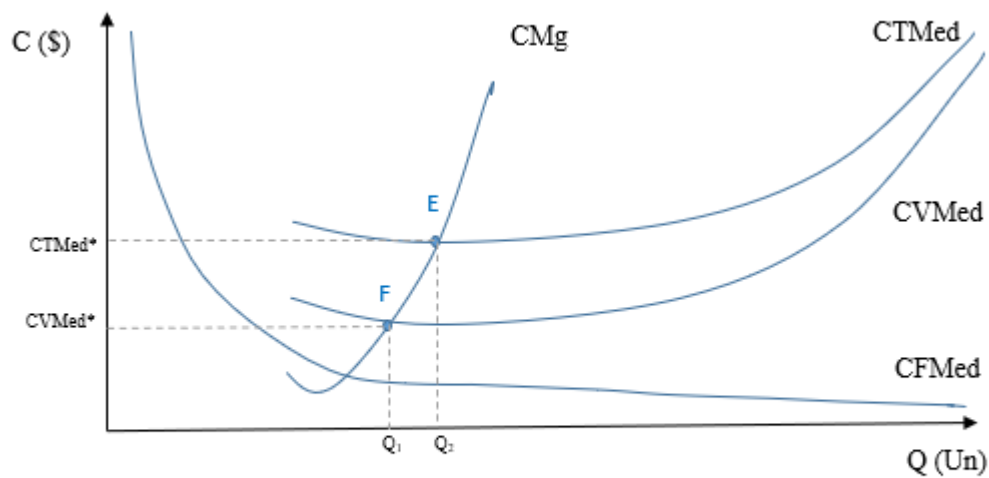
Figura 8 - Comportamento dos custos de produção no curto prazo.



Exceto pelos custos fixos, os custos sempre aumentam com o crescimento da produção, por isso também é analisada a estrutura dos custos médios, para perceber quando a taxa de crescimento dos custos é crescente ou decrescente em relação ao aumento da produção.

Para isso, na Figura 9, foi representado como se comportam os custos médios e marginais no curto prazo, em curvas não-lineares, conforme variação da quantidade produzida. Essas curvas são importantes, pois elas demonstram indicações relevantes sobre viabilidade econômica do negócio, como o ponto de fechamento da firma, o lucro mínimo aceitável, preços mínimos, etc. À princípio, cabe ressaltar algumas observações na Figura 9: o CMg corta as curvas de CTMed e CVMed em seus valores mínimos, assim, antes do CMg, as curvas decrescem, depois passam a crescer, por isso “E” é o ponto do CTMed mínimo e, “F” é o ponto do CVMed mínimo. A curva de CFMed é sempre decrescente, pois o CF é constante com o aumento da quantidade. Assim, identificar o ponto “E” na produção das firmas é importante para o alcance da quantidade de produção eficiente, com menor custo.

Figura 9 - Comportamento dos custos médios e marginal no curto prazo.



E = ponto de minimização do CTMed

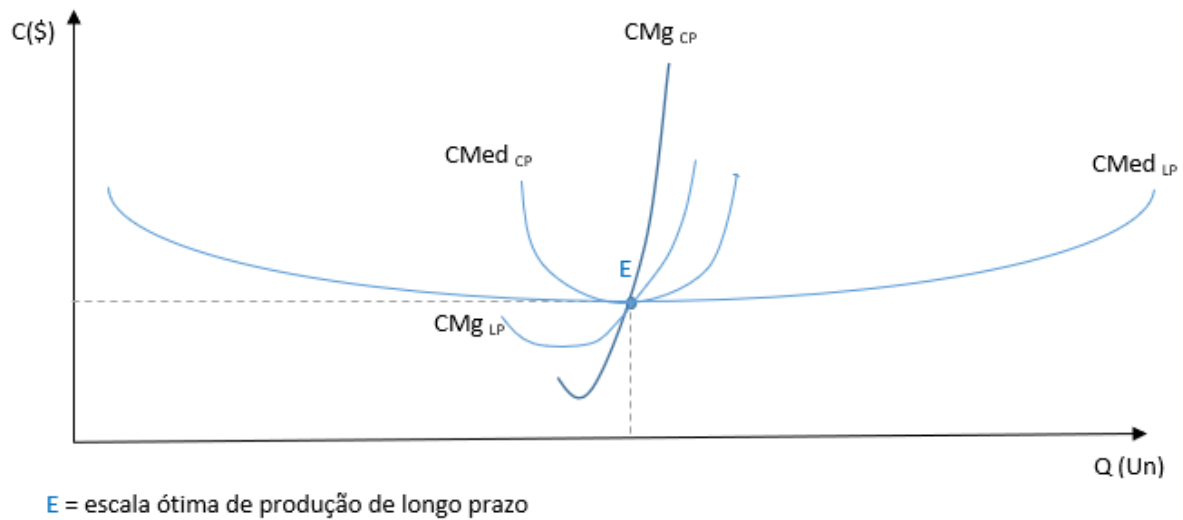
F = ponto de minimização do CVMed

Ressalta-se que esse formato de custos se repete nos mercados de concorrência perfeita, monopólio, concorrência monopolística e oligopólio.

Em relação ao longo prazo, todos os fatores de produção (K e L) são variáveis, ou seja, há alteração dos insumos capital e mão de obra. Em termos de análise, a produção ocorre no curto prazo, e o planejamento no longo prazo (CARVALHO, 2015).

Na Figura 10, foram indicados os custos médios e marginais no longo prazo. Percebe-se que a escala ótima de produção ocorre no ponto E , onde o CMed_{LP} é mínimo e coincide com o CMed_{CP} mínimo que lhe é tangente.

Figura 10 - Comportamento dos custos médios e marginal no longo prazo.



2.2.1.1. Tarifas de energia elétrica

A tarifas de energia são custos normalmente relevantes no processo produtivo, e variam entre os estados. No Brasil, a tarifa de energia elétrica é fixada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esse valor é formado pela composição das tarifas – TE e TUSD – com os tributos, tais como PIS, COFINS e ICMS.

Por definição, a Tarifa de Energia (TE) é o preço em R\$/MWh referente ao consumo de energia. A Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), é o preço em R\$/MWh cobrado pelo uso de sistema de distribuição (ANEEL, 2021).

O entendimento de como são fixadas essas tarifas foi utilizado para contabilizar os custos de energia entre os estados, por isso a seguir foram destacados como a ANEEL determina esses custos.

Atualmente existem dois tipos de tarifas disponíveis para um cliente com o fornecimento em média ou alta tensão, que são as tarifas Binômia e Monômio.

1) Tarifa Binômia é composta por dois tipos de modelo tarifário:

- a. demanda de potência (kW): Horária Azul (tarifa para o posto tarifário ponta -P (R\$/kW) e tarifa para o posto tarifário fora de ponta -FP (R\$/kW)), ou Horária Verde (tarifa única para a demanda de potência (R\$/kW)).
- b. consumo de energia (kWh): Horária Azul (uma tarifa para o posto tarifário ponta -P (R\$/MWh) e uma tarifa para o posto tarifário fora de ponta -FP (R\$/MWh)), ou

Horária Verde (uma tarifa para o posto tarifário ponta -P (R\$/MWh) e uma tarifa para o posto tarifário fora de ponta - FP (R\$/MWh)).

2) Tarifa Monômnia é composta apenas pelo consumo de energia (KWh).

Em relação aos tributos, a ANEEL publica, por meio de resolução, o valor da tarifa de energia, sem os tributos. As distribuidoras de energia mediante autorização expressa em resolução homologatória podem incluir, no valor total a ser pago pelo consumidor, a exemplo do ICMS, as despesas do PIS/PASEP e da COFINS efetivamente incorridas pela concessionária.

2.2.2. Teoria de produção

Um dos objetivos da firma é maximizar a sua produção, para isso ela inicialmente identifica os fatores utilizados em seu processo produtivo. Para isso, cabe destacar alguns conceitos básicos.

A produção é o processo em que a empresa transforma fatores de produção (*inputs*) em produto ou serviço para o mercado (*outputs*). Fatores de produção são os instrumentos usados no processo produtivo, como mão de obra, capital (máquina e equipamentos, laboratório de análises), insumos (matéria-prima) (BALIAN, 2016).

Na Figura 11, foi demonstrada uma simplificação das fases de uma linha de produção.

Figura 11 – Simplificação das fases do processo produção.



Assim como nos custos, a seguir foram relacionadas as nomenclaturas da teoria de produção usadas na microeconomia.

- **Produto Total (P_T):** é toda a quantidade produzida em determinado período.
- **Produto Marginal (PMg):** é o quanto a quantidade produzida varia com o acréscimo de uma unidade do fator de produção variável (K ou L). Sendo, K o capital, e L a mão de obra.

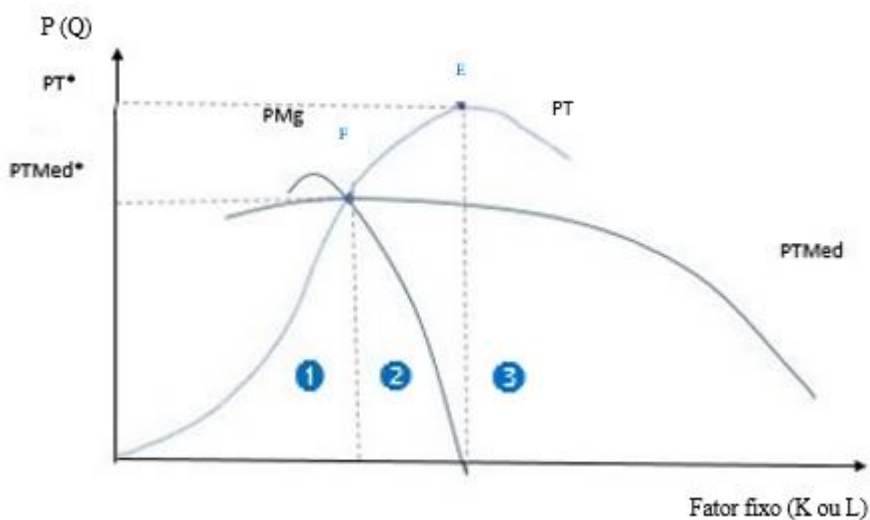
Assim, se o fator de produção variável for mão de obra: $PMg_L = \Delta P_T / \Delta L$. Caso o fator de produção variável seja o capital, $PMg_K = \Delta P_T / \Delta K$.

- **Produto Médio (PMed):** é a relação entre a quantidade total produzida e a quantidade de insumos necessária a essa produção (K ou L). Assim, pode-se representar o produto médio da mão de obra: $PMed_L = P_T / L$, e a produtividade média do capital como: $PMed_K = P_T / K$ (CORREA, 2018).

2.2.2.1. Ponto ótimo da produção

Na Figura 12, foi demonstrado o comportamento da produção conforme há o aumento do fator de produção fixo (K ou L). No gráfico podem ser vistos os três estágios da produção conforme há variação do fator fixo. No primeiro estágio (1), a curva de Produção Total (P_T) aumenta a taxas crescentes, pois o $PTMed$ é menor que o PMg . No segundo estágio (2), a produção total aumenta a taxas decrescentes, pois o $PTMed$ é maior que o PMg , e cabe destacar que é nesse estágio que ocorre o ápice da produção (P_T^*), quando PMg tangencia a curva de produto total. No terceiro estágio (3), a produção total diminui, pois o PMg é negativo.

Figura 12 - Comportamento das curvas de produção no curto prazo.

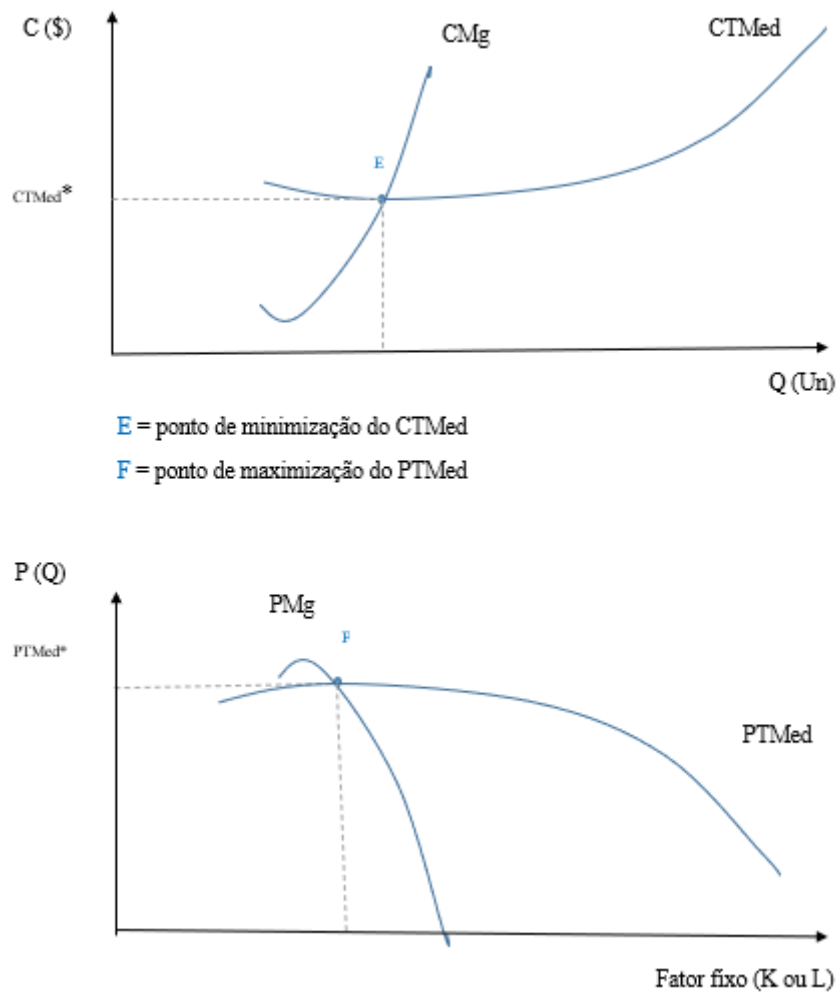


2.2.2.2. Comparação do comportamento das curvas de custos com as curvas de produção de curto prazo

Destaca-se que existe uma tendência de espelhamento da curva de custos com a curva de produção. Na Figura 13, no primeiro gráfico, observa-se que no ponto E ocorre o ponto de minimização do custo médio, onde o CMg intercepta a curva de $CTMed$. No segundo gráfico, no ponto F ocorre a maximização do produto médio, onde a produção marginal (PMg)

intercepta a curva de produção média (P_{TMed}). E apesar das unidades dos eixos serem divergentes, as curvas de produção e de custos se comportam com certo espelhamento, ou seja, quando o $PTMed$ aumenta, o $CTMed$ diminui, e quando o PMg aumenta, o CMg diminui.

Figura 13 - Espelhamento das curvas de produção e da curva de custos no curto prazo.



Algebricamente, esse comportamento foi demonstrado na Equação 1. Com as identidades de P_T , P_{MedL} , e PMg_L sendo substituídas nas fórmulas de $CVMed$ e CMg , conclui-se que a função do $CVMed$ é inversamente proporcional à função do P_{MedL} , e que a curva de CMg é inversamente proporcional à curva de PMg_L .

Equação 1 - Demonstração algébrica para o espelhamento das curvas de custos e curvas de produção.

$$\begin{array}{lcl}
 P_T = Q & & CT = \underbrace{w * L}_{CV} + \underbrace{r * k}_{CF} \\
 P_{med\ L} = \frac{Q}{L} & \Rightarrow & CV_{med} = \frac{w * L}{Q} = \frac{w}{P_{med\ L}} \\
 PMg_L = \frac{\Delta Q}{\Delta L} & & CMg = \frac{\Delta CT}{\Delta Q} = w * \frac{\Delta L}{\Delta Q} = \frac{w}{PMg_L}
 \end{array}$$

2.3. DEMANDA

O estudo da demanda na microeconomia analisa como se manifesta no mercado, o comportamento entre os preços e a quantidade consumida. Para alcançar o equilíbrio do consumidor é usada a teoria do consumidor (PINDYCK, 2013).

2.3.1. Teoria do consumidor

A teoria do consumidor é um ramo da microeconomia que procura interpretar e antecipar o comportamento do consumidor em diferentes cenários econômicos, e assim entender como ocorre o equilíbrio (MANKIWI, 2009).

O equilíbrio de consumidor, ou a escolha ótima de consumo, é resultado da interseção da curva de indiferença do consumidor com a sua curva de restrição orçamentária.

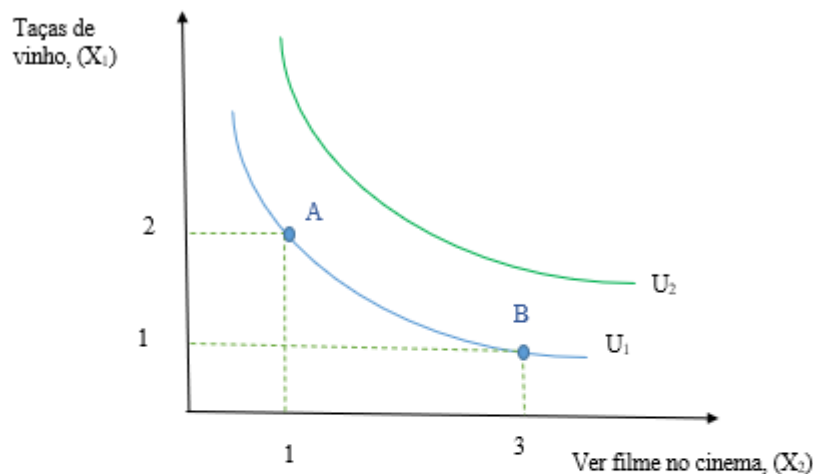
2.3.1.1. Curva de indiferença

A curva de indiferença (CI), matematicamente, é uma função que mensura valor (U), ou seja, ela mede o nível de satisfação (ou utilidade) do consumidor em usufruir uma cesta de consumo de dois bens (X_2 , X_1). Em geral é uma curva com inclinação negativa, em virtude do *trade-off* existente entre as escolhas, ou seja, a decisão de consumir mais de um bem, implica deixar de consumir mais do outro bem.

Na Figura 14, foi apresentado um exemplo de CI, onde o consumidor está igualmente feliz (U_1) entre utilizar a cesta A - que é a escolha de consumir 2 (duas) taças de vinho, e ver 1 (um) filme no cinema - e a cesta B - que é a escolha de consumir 1 (uma) taça de vinho, e ver

3 (três) filmes no cinema. Contudo, sendo U , o nível de satisfação do consumidor, entende-se que a satisfação de U_2 é maior que a de U_1 , pois o primeiro proporciona consumo maior para ambas as cestas. Ressalta-se que ao longo da mesma função utilidade (U), o nível de satisfação aferido é igual para quaisquer cestas escolhidas (X_2, X_1). Para bens normais, quanto mais se consome de um bem, maior é a utilidade total dele. Assim, curvas de indiferença mais afastadas da origem, possuem uma utilidade maior, como pode ser visto na Figura 14, a curva U_2 é preferível a curva U_1 (MANKIW, 2009).

Figura 14 - Apresentação das curvas de indiferença e aferição de valor da satisfação gerada com o consumo das cestas (X_2, X_1)



U = curva de indiferença – representa a utilidade gerada com a escolha de cestas de consumo (X_2, X_1). $U_2 > U_1$ = representa que as cestas de U_2 saciam mais o consumidor que as de U_1 .

X_1 = consumir taças de vinho

X_2 = ver filmes no cinema

A = cesta de consumo (ver 1 filme, consumir 2 taças de vinho)

B = cesta de consumo (ver 3 filmes, consumir 1 taça de vinho)

A e B geram o mesmo nível de satisfação para o consumidor, que é U_1 .

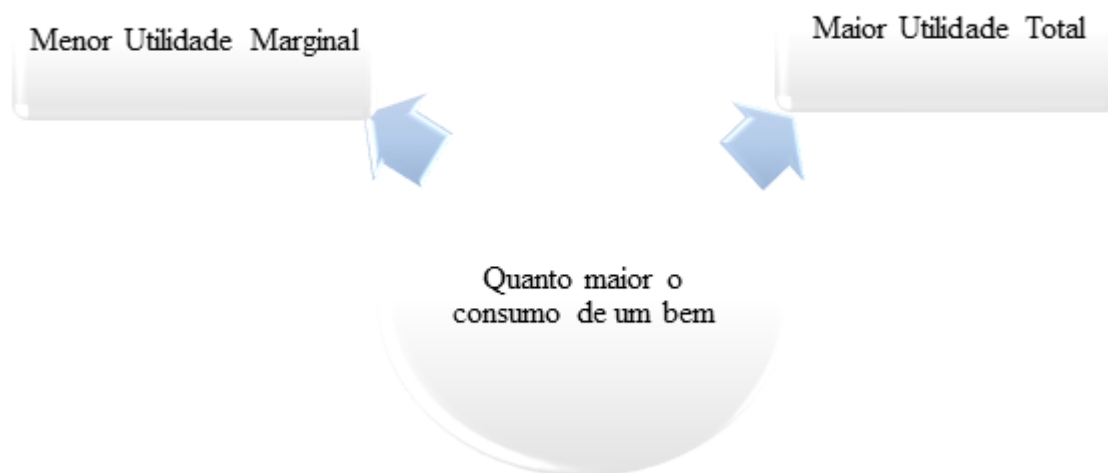
A inclinação da CI é chamada taxa marginal de substituição (TMgS). $TMgS (X_2, X_1)$ é a divisão da Utilidade Marginal de 1 (UMg X_1) sobre a da Utilidade Marginal de 2 (UMg X_2) (MANKIW, 2009), conforme demonstrada na Equação 2.

Equação 2 - Taxa marginal de substituição (TMgS)

$$TMgS(X_2, X_1) = \frac{UMg X_1}{UMg X_2} = \frac{UMg_1}{UMg_2}$$

Cabe destacar que quanto maior o consumo de um bem, maior será a utilidade total, ou seja, a satisfação gerada (U_T). Em contrapartida, menor será a sua utilidade marginal (UMg). Pois, a UMg diz respeito a quanto mais se tem de um bem, menos útil ele se torna. Na Figura 15, foi destacado o entendimento de geração de valor sobre a utilidade.

Figura 15 - Fluxograma da relação entre o consumo de bem, a utilidade total e a utilidade marginal gerada.



2.3.1.2. Premissas da teoria do consumidor

O entendimento das premissas é relevante para compreender a racionalidade do consumidor e assim antecipar o comportamento do consumo.

A teoria do consumidor baseia-se em três principais premissas: integralidade, transitividade e reflexividade.

2.3.1.2.1. *Integralidade*

O axioma da Integralidade indica que na classificação entre duas variáveis, por exemplo X e Y, os agentes podem preferir X a Y, Y a X ou ser indiferente entre X e Y. Entendimento demonstrado no Quadro 1.

Integralidade: para X e Y, um agente pode preferir X a Y ($X \succ Y$), ser indiferente entre X e Y ($X \sim Y$), ou preferir Y a X ($Y \succ X$).

2.3.1.2.2. *Transitividade*

Enquanto o axioma da Transitividade indica que entre três variáveis, por exemplo; X, Y e W; se o agente preferir X a Y, e Y a W, ele prefere também X a W, entendimento demonstrado no Quadro 2.

Transitividade: se um agente prefere X a Y ($X \succ Y$), e prefere Y a W ($Y \succ W$), logo prefere X a W ($X \succ W$).

2.3.1.2.3. *Reflexividade*

Uma cesta é pelo menos tão boa quanto ela mesma. ($X = X$).

2.3.1.3. Preferências do consumidor

Para entender como os consumidores consideram a relação de troca entre dois bens, a microeconomia classifica os tipos de associações observadas entre eles. Esse trabalho destacou quatro principais categorias: substitutos perfeitos, complementos perfeitos, males, neutros (VARIAN, 1999). Essas classificações são importantes para antecipar as respostas dos consumidores em relação a uma variação de preços, ou a uma ausência ou redução de oferta dos produtos, ou mesmo para realizar estratégias de vendas.

2.3.1.3.1. *Substitutos perfeitos*

Substitutos perfeitos são bens com características semelhantes, que auferem o mesmo valor ou satisfação ao consumidor. Assim o agente trocaria um bem pelo outro, não necessariamente na mesma proporção.

Por exemplo, o usuário que gosta de suco de maçã e de uva, e ele aceitaria trocar um suco de maçã por um de uva. Assim, a taxa marginal de substituição do suco de uva pelo de maçã seria de -1 (menos um), conforme Equação 3.

Equação 3 - Taxa marginal de substituição do suco de uva pelo suco de maçã.

$$TMgS = \Delta \text{ suco de maçã} / \Delta \text{ suco de uva} = -1/1$$

Outro exemplo, se o consumidor classificar que uma lata de Coca-Cola equivale a três latas de Pepsi, para compensar perder uma lata de Coca-Cola, ele precisaria ganhar 3 latas de Pepsi. Então a taxa marginal de substituição da troca da Pepsi pela Coca-Cola é de -1/3. Como é visto na Equação 4.

Equação 4 - taxa marginal de substituição de Coca-Cola por Pepsi.

$$TMgS = \Delta \text{ coca-cola} / \Delta \text{ Pepsi} = - 1/3$$

Percebe-se que essa relação de troca interfere no preço que o consumidor está disposto a pagar pelos bens. Esse entendimento foi usado na análise do comportamento do consumidor em trocar a água potável pela água para reúso nos fins urbanos.

2.3.1.3.2. Complementos perfeitos

Complementos perfeitos são bens que são consumidos juntos, como por exemplo carro e rodas (c,r). Os complementos perfeitos possuem cesta de consumo integradas, e mantém a mesma proporção no consumo, como por exemplo: para a compra de 1 carro, 4 rodas: (1, 4), para o consumo de 2 carros, 8 rodas (2, 8), etc.

2.3.1.3.3. Males

Males são bens em que o consumidor não gosta. Quando se trabalha com males, usa-se em contrapartida um bem agradável para realizar a troca, ou seja, quanto um consumidor teria que ter de um bem bom, para poder consumir um bem mal. Por exemplo, um indivíduo que não gosta de comer salada, mas gosta de comer pastel. Será necessário mais pastel para compensá-lo por comer mais salada. Assim, o consumidor vai definir a relação de troca a fim de manter o nível de satisfação inicial, e continuar na mesma curva de indiferença (CARVALHO, 2015).

2.3.1.3.4. Neutros

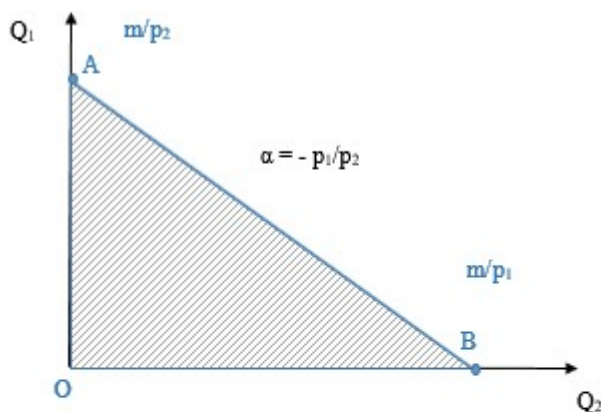
Neutros são bens em que o consumidor não importa se ele existir. Exemplo, uma pessoa quer comprar passagem aérea, e ela não gosta de tomar café. Tanto faz se a prestadora oferecer café ou não na viagem, esse serviço não fará diferença na escolha da compra da passagem.

2.3.1.4. Restrição orçamentária

A restrição orçamentária (RO) é a função que representa o limite orçamentário do consumidor.

Na Figura 16, foi apresentado um exemplo de reta orçamentária (AB). A área do triângulo OAB representa as combinações de quantidades (Q_2 , Q_1) que o agente pode consumir com sua renda (m). Todos os pontos sobre a linha orçamentária AB representam o máximo que o consumidor pode gastar. Por exemplo, no ponto A, o consumidor utiliza toda sua renda para consumir o bem 1, e renuncia ao bem 2. No ponto B, o contrário. A derivada da função é α , e representa o custo de oportunidade de renunciar ao bem 1, para consumir o bem 2.

Figura 16 – Reta de restrição orçamentária que representa um conjunto de combinações de quantidades entre dois bens o qual a renda do indivíduo é capaz de adquirir .



α = inclinação da reta

Q_1 = quantidade consumida do bem 1

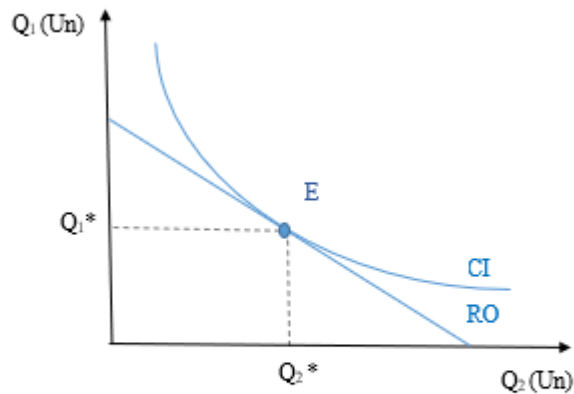
Q_2 = quantidade consumida do bem 2

A = intercepto horizontal

B = intercepto vertical

Com os conceitos de CI e RO, é possível encontrar o equilíbrio do consumidor, que ocorre quando as funções de RO e CI se intercalam. Esse entendimento foi demonstrado na Figura 17, com o ponto E indicando o equilíbrio.

Figura 17 - Equilíbrio do consumidor que representa a combinação ótima de consumo considerando as preferências do consumidor entre dois bens e a sua restrição orçamentária.



- E = Ponto de equilíbrio do consumo (Q_2^*, Q_1^*)
 Q_1^* = Quantidade ótima de consumo para o bem 1
 Q_2^* = Quantidade ótima de consumo para o bem 2

Algebricamente, o ponto de equilíbrio ocorre igualando as derivadas das duas funções conforme demonstrado na Equação 5.

Equação 5 - Equilíbrio do consumidor.

$$TMgS \text{ (bem 2, bem 1)} = - \frac{p_1}{p_2} = \frac{UMg_1}{UMg_2}$$

2.4. EQUILÍBRIO DE MERCADO

Na teoria do consumidor e produtor utilizou-se a ótica do consumidor e da firma, na análise do equilíbrio de mercado foi usada a ótica do mercado, que é a união das firmas e dos consumidores.

O mercado é o resultado da dinâmica de forças existentes entre a oferta e demanda de um ativo. No lado do produtor, ou da oferta, a tendência é que a empresa deseje cobrar um preço mais alto e ofertar uma quantidade mais baixa. No lado da demanda, a tendência é que o consumidor queira comprar o bem por um preço mais baixo e com uma quantidade mais alta. Assim, as empresas e os consumidores vão se adaptando até quando o preço do produtor e do consumidor se igualem, chegando ao preço e quantidade de equilíbrio de mercado.

2.5. DETERMINAÇÃO DA ESTRUTURA TARIFÁRIA DO SANEAMENTO

Conforme Marco Legal do Saneamento, a estrutura de remuneração e de cobrança dos serviços públicos de saneamento básico deverá considerar os seguintes fatores (Lei nº 11.445/2007 - Art. 30):

1. categorias de usuários, distribuídas por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo;
2. padrões de uso ou de qualidade requeridos;
3. quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando à garantia de objetivos sociais, como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente;
4. custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas;
5. ciclos significativos de aumento da demanda dos serviços, em períodos distintos;
6. capacidade de pagamento dos consumidores.

Esses preceitos são o embasamento para a construção da estrutura tarifária do saneamento.

2.5.1. Margem de lucro

A margem do lucro é uma medida de lucratividade. É através dela que é calculada a porcentagem de lucratividade. A margem do lucro é obtida com a divisão do lucro líquido com uma porcentagem da receita.

Para a escolha de margem de lucro adequada, foi utilizado o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) como referência.

Tenório (2021, página 17) destaca que “o WACC de uma empresa é o retorno geral exigido para uma empresa. Por isso, pode-se dizer que os diretores de empresas costumam usar o WACC internamente para tomar decisões, como determinar a viabilidade econômica de fusões e outras oportunidades de expansão” (TENÓRIO, 2021).

Para que haja investimento privado no saneamento, existem pelo menos duas condições básicas: um bom marco regulatório e uma taxa de retorno atraente. Existem vários métodos para esse cálculo, sendo o mais utilizado, em qualquer natureza de projeto contemporâneo, o *Weighted Average Cost of Capital* (PIOTO, 2016). Por este motivo, o WACC tem sido usado como referencial para investimentos em infraestrutura, pois procura retratar o investimento mínimo que viabiliza economicamente o projeto, indicando qual seria o custo de oportunidade do investidor, considerados os riscos específicos do negócio. (HERNANDEZ-SANCHO, 2015).

O WACC é normalmente fornecido nas demonstrações financeiras das empresas e obtido através da Equação 6.

Equação 6 - Fórmula para cálculo do *Weighted Average Cost of Capital* (WACC).

$$WACC = K_e * [E / (E+D)] + K_d * [D / (E+D)]$$

K_e = custo do capital próprio

K_d = custo do capital de terceiros

E = custo próprio

D = capital de terceiros

$E / (E+D)$ = participação do capital próprio

$D / (E+D)$ = participação do capital de terceiros

T = imposto

3. METODOLOGIA

O objetivo da pesquisa foi desenvolver uma análise de viabilidade econômica e construir uma metodologia para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa nos estados de Pernambuco, Ceará, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Inicialmente foi analisada a estrutura de mercado no qual estava inserido o reúso de água proveniente de ETE nessas localidades, pois esse contexto definiu a variável de mercado que a firma iria controlar.

Foi compreendido que as prestadoras de saneamento possuíam o controle unitário do mercado da captação, tratamento, adução, distribuição de água, e coleta, transporte, tratamento e disposição final do esgotamento em junho de 2021. Ainda que entre 2020 e 2022 tenham ocorrido grandes leilões de concessão privada com a CASAL (AL), PPP de esgotamento da SANESUL (MS) e CEDAE (RJ), basicamente o que foi observado foi uma desverticalização do saneamento. Contudo, mesmo assim, a horizontalização ainda permaneceu existente nas novas concessionárias, com isso também as barreiras de entrada estruturais típicas. E os mercados que possuem barreiras de entrada são os de monopólio e oligopólio. Sendo que no caso geral, foi observada a existência apenas de uma empresa dominante, pois as prestadoras permaneceram sem concorrentes e em seus domínios geográficos mantiveram-se soberanas, o que por definição é o caso de monopólio. Mesmo que algumas diferenças tenham sido observadas, entendeu-se que a oferta de água para reúso de ETE, oferecida pelas prestadoras de saneamento, também se enquadrava no mercado de monopólio pelos mesmos motivos alegados.

Em relação à possibilidade de concorrência, foi constatado que nenhuma outra firma possuía o poder de influenciar isoladamente a formação de preços desse mercado na região de concessão das prestadoras de serviço, em virtude de sua grande produção de efluentes tratados. Contudo, cabe destacar uma ressalva, existe um potencial de concorrência, caso dentro do círculo de viabilidade econômica definido na etapa 04 (Km), existam duas ou mais concessionárias atuantes. Assim, haverá a existência de oligopólio. Nos demais casos, onde a empresa é soberana, o mercado foi classificado como de monopólio.

3.1. ETAPA 01 – IDENTIFICAR A OFERTA

A identificação da oferta foi realizada em cinco fases.

- 3.1.1. Definir parâmetros para escolha da ETE Reúso
- 3.1.2. Definir os fins urbanos da água para reúso da pesquisa
- 3.1.3. Definir o processo produtivo do reúso de água e o monitoramento de qualidade
- 3.1.4. Construir a estrutura de custos de produção
- 3.1.5. Definir a vazão máxima de operação do sistema de produção

3.1.1. Definir parâmetros para escolha da ETE Reúso

O Novo Marco Legal e os novos contratos de saneamento impuseram metas de investimento, e essas obrigações moldaram uma agenda de objetivos para as novas concessionárias, contudo, os planos de ações para esses propósitos permaneceram na responsabilidade dos gestores. Assim, cabem a eles decidir sobre a hierarquização desses investimentos.

Para estabelecer parâmetros claros e matemáticos, a fim de fortalecer a decisão dos gestores diante de responsabilidades que envolvem os empreendimentos, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) utilizou a calculadora multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Essa metodologia foi empregada pela empresa na seleção dos empreendimentos para a composição da 4ª etapa do Tietê (jul/2017), na definição do orçamento de 2017 (nov/2016), no plano metropolitano de esgotos com vistas à universalização (jun/2017), na rerratificação das redes de esgoto da 3ª etapa do Tietê (jul/2017), na redefinição dos empreendimentos da CEF – PAC (jul/2017), na seleção e hierarquização dos empreendimentos para o pedido de financiamento para o Ministério das Cidades (ago/2017), na seleção e hierarquização dos empreendimentos para o pedido de financiamento para o Ministério das Cidades (ago/2017), (SABESP 2017).

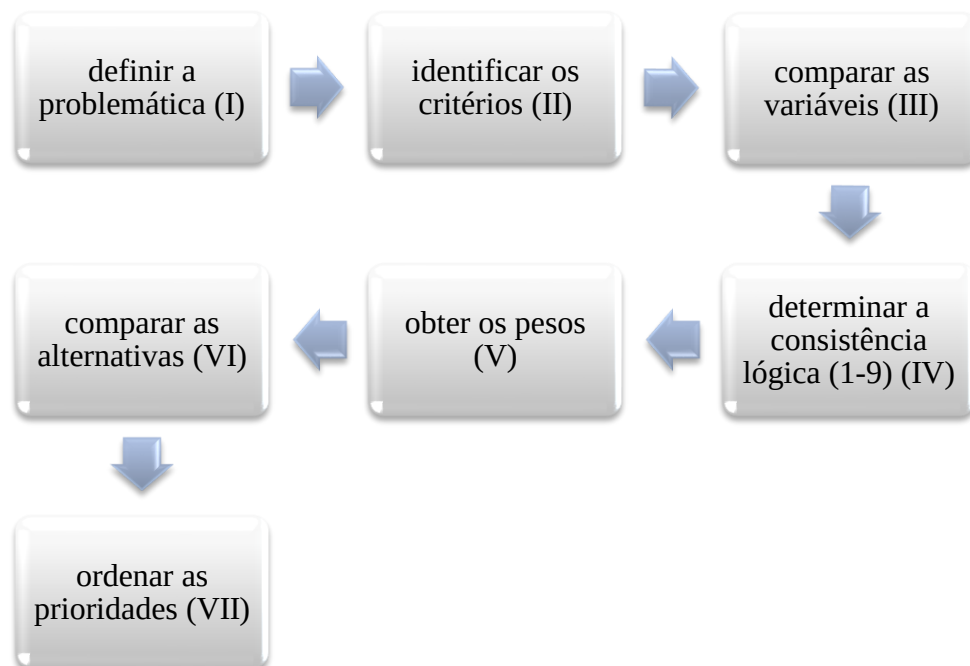
A calculadora AHP é utilizada pelas empresas e ambientes de pesquisa em virtude de sua ampla gama de aplicabilidade e seu simples manuseio. Por isso, foi verificado o uso da metodologia também na análise de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário

(SILVA, 2021), na seleção de tratamento de esgoto doméstico em áreas rurais (TRES, 2021), na estruturação de processo de decisão sobre modelo de gestão de serviços de água e esgoto (CAVELAGNA, 2016), na definição de áreas potenciais pra a implantação de aterro sanitário: Estudo de caso da cidade de Santo Antônio do Monte –MG (BARBOSA, 2018), para tomada de decisão operacional tendo em conta riscos operacionais, à segurança, ambientais e à qualidade (RIVAS, 2016).

Por conseguinte, foi compreendido que a calculadora multicritério *Analytic Hierarchy Process* poderia ser utilizada na obtenção de variáveis para a escolha da ETE Reúso, classificada nesse trabalho como a ETE estratégica para o empreendimento.

Para isso utilizaram-se os procedimentos indicados pela calculadora AHP (SAATY, 1991), que foram: definir a problemática (I), identificar os critérios (II), comparar as variáveis (III), determinar a consistência lógica (IV), obter os pesos (V), comparar as alternativas (VI), e ordenar as prioridades (VII). Conforme fluxograma apresentado na Figura 18.

Figura 18 Variáveis escolhidas na pesquisa para escolha da ETE Reúso com o uso da calculadora multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

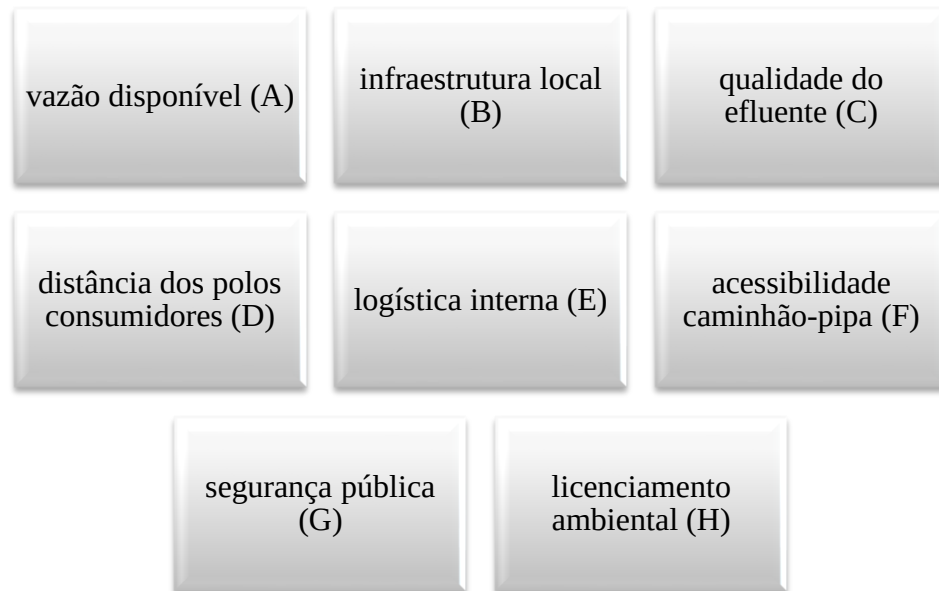


Fonte: SAATY, 1991.

Iniciou-se definindo a problemática, que foi encontrar a ETE Reúso, em seguida, escolheram-se as variáveis objetivas e subjetivas que de forma conjunta influenciaram na escolha. Assim, foram identificadas 8 (oito) variáveis: (A) vazão disponível, (B) infraestrutura

local, (C) qualidade do efluente, (D) distância dos polos consumidores, (E) logística interna, (F) acessibilidade caminhão-pipa, (G) segurança pública, e (H) licenciamento ambiental. Conforme destacado na Figura 19.

Figura 19 - Variáveis escolhidas na pesquisa para escolha da ETE Reúso com o uso da calculadora multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP).



Logo depois, foram realizadas comparações sistemáticas das variáveis aos pares, atribuindo valores absolutos de 1 a 9, conforme níveis de classificação definidos pela calculadora AHP, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Níveis de classificação indicados pela calculadora multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

Intensidade de Importância	Definição
1	mesma importância
3	importância pequena de uma sobre a outra
5	importância média de uma sobre a outra
7	importância grande de uma sobre a outra
9	importância absoluta de uma sobre a outra
2,4,6,8	valores intermediários

Fonte: SAATY, 1991.

Na atribuição dos valores absolutos entre duas variáveis, foram utilizadas premissas de escolhas racionais provenientes da teoria do consumidor, da microeconomia, visando à obtenção de resultados consistentes (PYNDICK, 2013).

As premissas adotadas foram a Integralidade e a Transitividade. Assim, partindo do princípio de que se um atributo X foi indiferente a Y, ambos tiveram classificação (1 ; 1). Quando um atributo X possuiu pequena importância sobre Y, a classificação entre (X ; Y) foi (3 ; 9), e pelo axioma da integralidade, a classificação (Y ; X) foi (9 ; 3). Quando um atributo X possuiu média importância a Y, a classificação entre (X ; Y) foi (5 ; 7), logo (Y ; X) foi (7 ; 5). Quando um atributo X possuiu grande importância a Y, a classificação entre (X ; Y) foi (7 ; 5), e (Y ; X) foi (5 ; 7). Quando um atributo X possuiu absoluta importância a Y, a classificação entre (X ; Y) foi (9 ; 3), e (Y ; X) foi (3 ; 9). Valores intermediários seguiram a mesma metodologia, se (X ; Y) foi (2 ; 8), (Y ; X) foi (8 ; 2). Se (X ; Y) foi (4 ; 6), (Y ; X) foi (6 ; 4). Esse entendimento foi demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Racionalidade utilizada na metodologia para classificação dos atributos para a escolha da ETE Reúso

Atributos das ETEs	Classificações pareadas		Combinações das classificações pareadas
(X ; Y)	1	1	(1 ; 1)
	2	8	(2 ; 8)
	3	9	(3 ; 9)
	4	6	(4 ; 6)
	5	7	(5 ; 7)
	6	4	(6 ; 4)
	7	5	(7 ; 5)
	8	2	(8 ; 2)
	9	3	(9 ; 3)

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme as variáveis foram classificadas, o programa calculou a lógica e dimensionou os resultados, sugerindo alterações até que o resultado (R2) das escolhas fosse razoável.

Baseando-se nos valores do coeficiente de correlação de Pearson, esse trabalho considerou como aceitável R2 acima de 70% (HOPKINS, 2001). Assim foi definida a ordem de classificação das prioridades para a escolha da ETE Reúso.

O resumo desses passos adotados na metodologia com a calculadora AHP para a escolha da ETE Reúso foram demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo dos procedimentos adotados para a escolha da ETE Reúso utilizando-se a calculadora AHP.

Procedimentos indicados	Procedimentos adotados
Definição da problemática	Encontrar a ETE estratégica para o reúso (ETE Reúso).
Identificação dos critérios	8 critérios: (A) vazão disponível, (B) Infraestrutura local, (C) qualidade do efluente, (D) distância dos polos consumidores, (E) logística interna, (F) acessibilidade caminhão-pipa, (G) segurança pública e (H) licenciamento ambiental.
Comparação das variáveis	comparações com valores absolutos de 1 a 9, seguindo os níveis de classificação definidos pela calculadora multicritério <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).
Comparação das alternativas	C (2, 8), ou 28 comparações lógicas.
Obtenção de pesos	Seguindo premissas de escolhas econômicas racionais para a atribuição dos valores absolutos de 1-9 na comparação pareada entre as variáveis de A a H.
Determinação de consistência lógica (1-9)	Aceitável R2 acima de 70%.
Ordem de prioridades	Resultado

Fonte: elaborado pela autora.

3.1.2. Definir os fins urbanos da água para reúso da pesquisa

O objetivo da pesquisa foi o fornecimento da água para reúso em fins urbanos voltados para irrigação paisagística; limpeza de pisos, pátios ou galerias de águas pluviais, lavagem de veículos, assentamento de poeira em obras de execução de aterros e terraplanagem; preparação

e cura de concreto não - estrutural em canteiros de obra, e para estabelecer umidade ótima em compactação de solos; desobstrução de rede de esgotos e águas pluviais; no combate a incêndio, dentro da área urbana (SANTOS, 2020a.; MCIDADES, 2017a.; MCIDADES, 2017b).

3.1.3. Definir o processo produtivo e o monitoramento de qualidade

O processo produtivo utilizado foi o do sistema de produção de água para reúso com transporte de caminhões-pipa utilizado na ETE Alegria da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE).

As pesquisas na ETE foram realizadas pela autora na CEDAE entre 2017 e 2021, período em que a estação de tratamento era de concessão da prestadora.

A seguir foi demonstrado como funcionava o sistema de operação da água para reúso com transporte de caminhões-pipa na ETE Alegria.

O sistema de reúso de água na ETE Alegria iniciava-se com a captação de efluentes tratados através de duas bombas submersíveis independentes de 80 m³/h, ligadas em paralelo e com um sistema de válvulas que operava com 220 VAC, sendo uma delas, reserva. As bombas estavam posicionadas no fundo do vertedor e eram conectadas através de mangotes de borracha lonada em linhas rígidas de PVC roscável. A imagem frontal da captação de efluentes por bombas submersíveis foi demonstrada na Figura 20.

Figura 20 - Foto externa do sistema de reúso de água ETE Alegria – imagem frontal da captação de efluentes tratados por bombas submersíveis.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Paulo Afonso.

Na Figura 21, foi destacada a imagem lateral da captação do insumo e do sistema de condução de efluentes tratados com direcionamento ao corpo hídrico.

Figura 21 - Foto externa do sistema de reúso de água ETE Alegria – imagem lateral da captação de efluentes tratados por bombas submersíveis insumo e do sistema de condução de efluentes tratados com direcionamento ao corpo hídrico.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Douglas do Rosário.

As bombas independentes funcionavam com um sistema de válvulas, sendo um mantido fechado. As ligações convergiam numa conexão Y, seguindo uma linha de 4 (quatro) polegadas,

direcionada a um container com manômetro para verificação de funcionamento do sistema. O sistema possuía dois conjuntos de filtros tipo Y com elemento em aço inox. Essa descrição pode ser vista na Figura 22.

Figura 22 - Foto interna do sistema de válvulas e filtros antes do bombeamento de hipoclorito de sódio no sistema de reúso de água na ETE Alegria.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Paulo Afonso.

Em seguida havia uma conexão Y com a entrada de uma mangueira de PVC de ¼” para adição de hipoclorito de sódio (NaOCl), que era captado na bombona de 50 L e injetado por bomba dosadora de diafragma de 18 L/h, ajustada pelo laboratório da CEDAE. Na Figura 23 pode ser vista a bombona de 50 L de hipoclorito de sódio e a conexão de captação.

Figura 23 - Foto interna da bombona de 50 L de hipoclorito de sódio e da conexão de captação antes do bombeamento de hipoclorito de sódio no sistema de reúso de água na ETE Alegria.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Paulo Afonso.

Na Figura 24, foi destacada a conexão da bomba dosadora de diafragma no sistema de para adição hipoclorito de sódio (NaOCl) no sistema de reúso de água.

Figura 24 – Foto interna da conexão da bomba dosadora de diafragma no sistema de reúso da ETE Alegria.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Paulo Afonso

Na Figura 25, foi demonstrada a bomba dosadora utilizada no sistema de reúso.

Figura 25 - Foto interna da bomba dosadora de diafragma de 18 L/h utilizada no sistema de reúso da ETE Alegria.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Paulo Afonso.

No interior do container foi verificado painel de alimentação e controle das bombas, com interruptor e uma tomada de serviço de 220 VAC. Conforme Figura 26.

Figura 26 - Foto interna do painel de alimentação e controle das bombas utilizado no sistema de reúso de água da ETE Alegria.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Paulo Afonso.

O container e toda a instalação elétrica continham duas hastes de aterramento instaladas em seus extremos com cabo terra de 16 mm² vindo de uma subestação.

Em relação ao monitoramento de qualidade do reúso de água, antes do carregamento do caminhão-pipa, foi observado um protocolo de ações conforme indicado a seguir:

- Verificar se o aspecto do efluente final da calha vertedora estava claro e translúcido,
- Confirmar os parâmetros de turbidez ($\text{NTU} < 10$), pH (6; 8), cloro residual (0,5; 2 mg/L), e ausência de coliformes termotolerantes.

Contudo foi constatado que os resultados dos testes de turbidez, pH e ausência de coliformes termotolerantes em laboratório, não eram obtidos antes do carregamento, em virtude do tempo de ação do resultado e logística interna de deslocamento ao laboratório. Cabe destacar que não havia tanque de retenção, por isso esse trabalho não inseriu esses custos na análise, pois entendeu que fazia parte do monitoramento de qualidade dos efluentes tratados da ETE, e não do procedimento do reúso em si. Assim, o monitoramento de qualidade com obtenção de resultado antes do carregamento do caminhão utilizado na ETE Alegria contabilizado foi a confirmação de cloro residual através de sachês de cloro livre reagente.

Foi verificado que o carregamento da água para reúso no caminhão-pipa ocorreu em aproximadamente 20 minutos. Na Figura 27, foi demonstrado como ocorria o carregamento.

Figura 27 – Foto do carregamento de caminhão-pipa com água para reúso na ETE Alegria.



Fonte: acervo próprio, imagem cedida pelo Eng. Paulo Afonso.

No Rio de Janeiro, local onde se encontrava a ETE Alegria, ainda não havia norma para monitoramento de qualidade no fornecimento de água para reúso (OLIVEIRA, 2019), como existia em São Paulo, com a Resolução Conjunta N° 01/2017 (SÃO PAULO, 2017), e no Ceará com a Lei n°. 16.033/2016 (CEARÁ, 2016). Contudo, notou-se que o protocolo de procedimentos para monitoramento de qualidade da ETE Alegria seguiu a verificação de parâmetros que podiam ser comparados aos critérios recomendados para reúso urbano irrestrito no Interáguas, (MCIDADES, 2017 b).

O Interáguas indicou pH (6;9), e na ETE Alegria o protocolo foi de pH (6; 8). Interáguas indicou cloro residual (1 mg/L, com monitoramento contínuo), e na ETE Alegria era de cloro residual (0,5; 2 mg/L) por caminhão. Interáguas indicou o monitoramento de coliformes termotolerantes (semanal), e na ETE Alegria o monitoramento de coliformes era para ser realizado por caminhão. Interáguas indicou monitoramento de turbidez contínuo e < 5 UNT, e na ETE Alegria o monitoramento de turbidez era por caminhão. Contudo o critério indicado

pelo Interáguas, de monitoramento de DBO, não foi observado no protocolo de procedimentos de reúso de água da ETE Alegria.

3.1.4. Construir a estrutura de custos de produção

Com base em pesquisa teórica e empírica econômica, esse trabalho montou uma estrutura de custos para mensurar o reúso de água empregado na ETE Alegria.

Para isso foram adotados conceitos econômicos de classificação de custos de produção (PYNDICK, 2013, YANASE, 2018), e conceitos empíricos utilizados no modelo de negócios da Aquapolo Ambiental (SABESP, 2009).

Para a coleta de dados do processo produtivo foram realizadas visitas à ETE Alegria para acompanhar a operação e pesquisas para aferição dos fatores de produção (capital e trabalho) necessários, a fim de contabilizar os custos da operação. Como por exemplo, potência utilizada pela bomba, horas de trabalho, quantidades de insumos de utilizados, frequência da operação, tempo de carregamento etc.

Apesar da técnica de reúso de água ser diferente, a visita à Aquapolo teve o propósito de identificar dispêndios que foram inseridos no processo de reúso de água de outra prestadora, e verificar se eles poderiam ser aplicados na contabilização da ETE Alegria de forma análoga.

3.1.4.1. Visita técnica à ETE ABC – Aquapolo Ambiental

Em setembro de 2021, foi realizada visita técnica à Aquapolo Ambiental, o maior empreendimento para a produção de água de reúso industrial na América do Sul, e quinto maior do planeta. Na visita foram verificadas informações voltadas para aferição dos custos do sistema de produção. A pesquisa tinha um objetivo econômico dentro da engenharia, que era observar os fatores de produção utilizados (K e L), e concluir sobre a manutenção da viabilidade do negócio pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, em especial entender o quesito econômico que tornava o reúso viável, tendo em vista que os preços de fornecimento de água para reúso eram inferiores ao de água potável, mas não produziam efeito de concorrência predatória para a prestadora SABESP.

Na Figura 28, pode ser vista a visita operacional realizada com a anotação dos processos produtivos verificados e fatores de produção empregados.

Figura 28 – Aquapolo - anotações da autora sobre as fases do processo produtivo e informações econômicas sobre fatores de produção utilizados.



Fonte: acervo próprio, foto cedida por Marcelo Danilo.

Na Figura 29, pode ser demonstrada a pesquisa realizada para coleta de informações de negócios e saneamento de dúvidas sobre a viabilidade econômica do empreendimento.

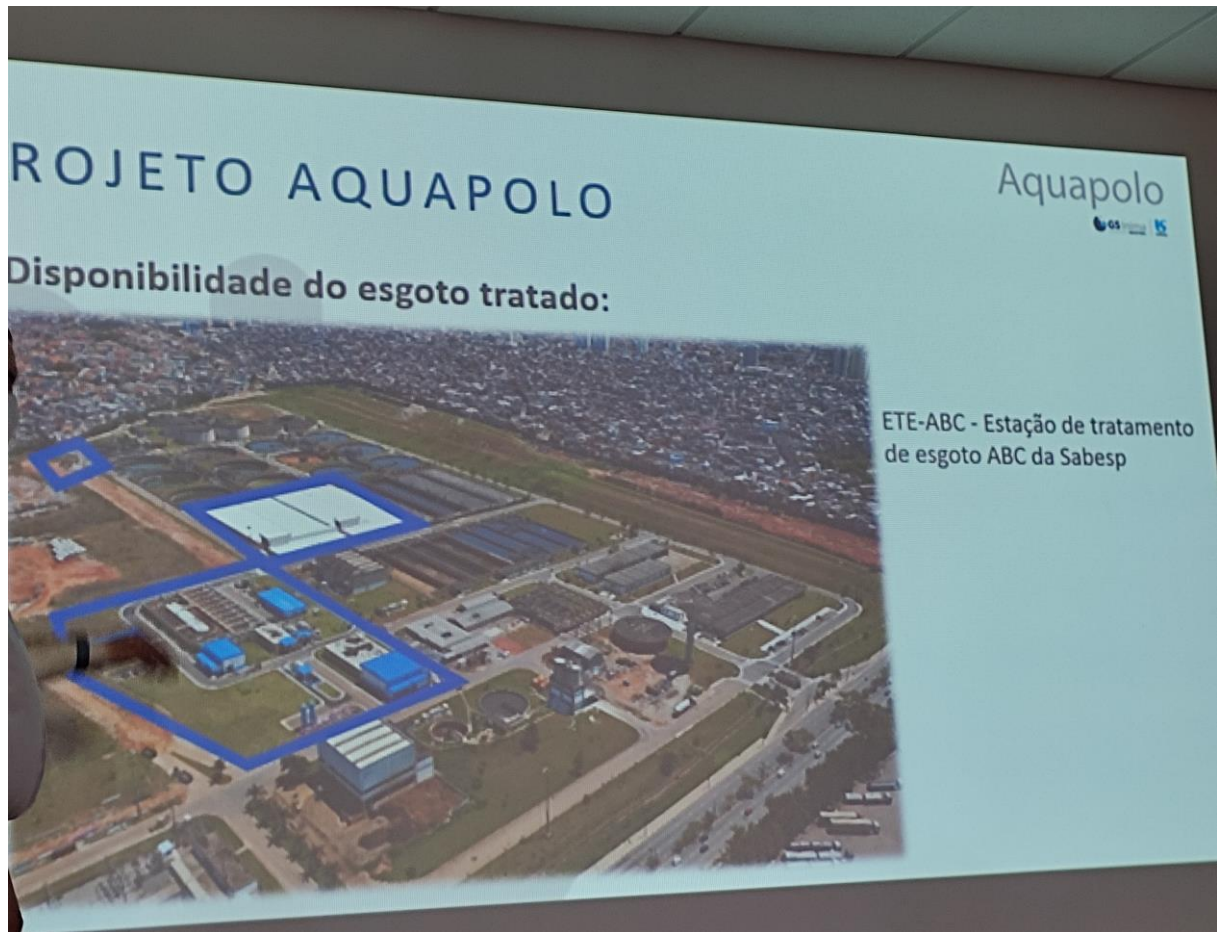
Figura 29 – Aquapolo - anotações da autora sobre informações de negócios e saneamento de dúvidas sobre a viabilidade econômica do empreendimento.



Fonte: acervo próprio, foto cedida por Marcelo Danilo.

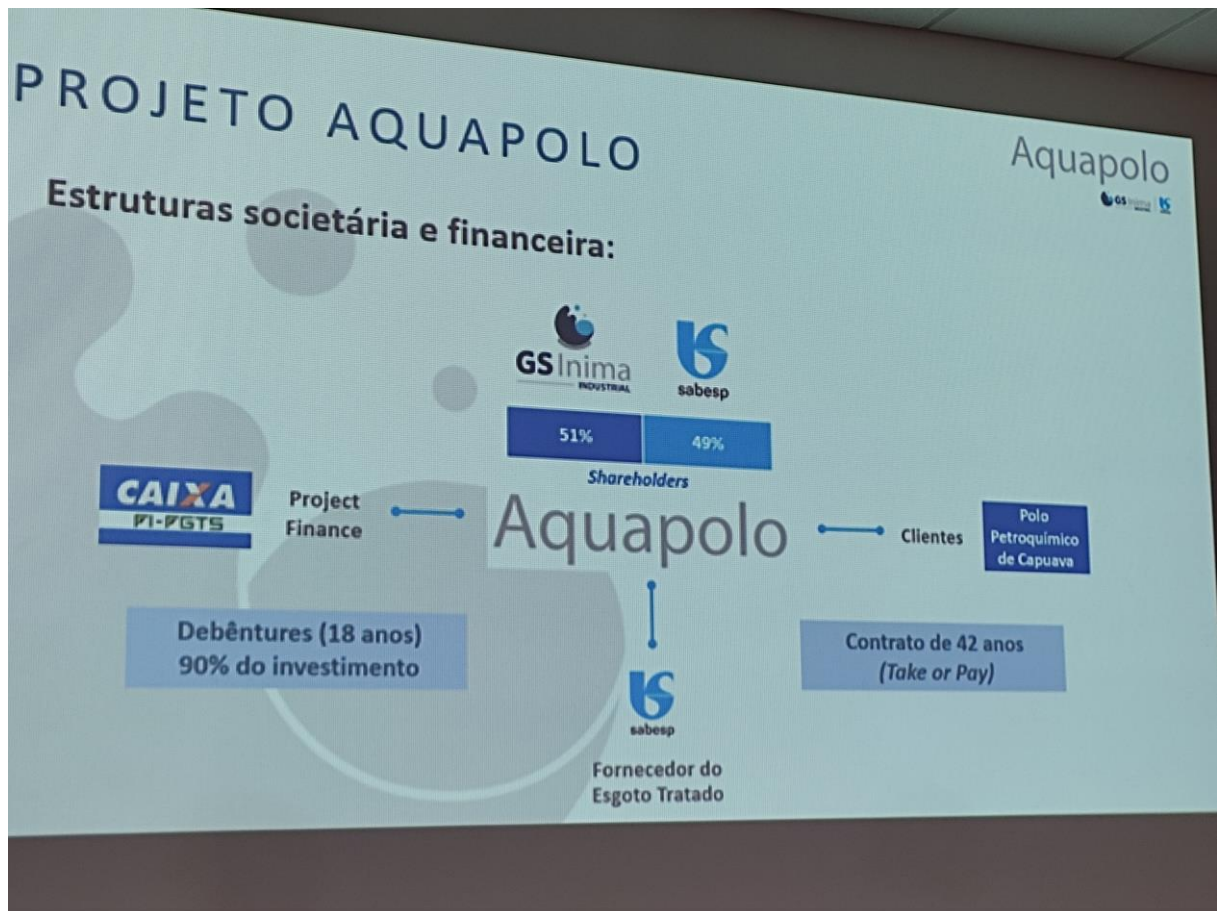
Na Figura 30, pode ser constatada a área que a Aquapolo ocupou na ETE ABC (SABESP). Durante a visita, foram sanadas as dúvidas pertinentes. Dentre elas, verificou-se que a SABESP atuava como locadora do terreno utilizado pela Aquapolo. Para o reúso de água, esse custo foi computado como custo de direito de superfície, e foi calculado com base no IPTU da ETE ABC, auferido sobre o valor do m² da região, e precificado sobre o m² a ser utilizado. Na Figura 30, essa área foi destacada em azul.

Figura 30 - Área utilizada pela Aquapolo e contabilizada como custo de direito de superfície na SABESP.



Na Figura 31, foi demonstrada a estrutura societária e financeira da Aquapolo. Em destaque para a SABESP atuando como vendedora de matéria-prima para o reúso de água, ou seja do esgoto tratado. Para o reúso de água, esse custo foi computado como custo de fornecimento de efluentes. Cabe destacar que além da receita de direito de superfície, e da receita de fornecimento de matéria-prima, a SABESP esta como acionista da Aquapolo com 49% (*shareholder*).

Figura 31 - Aquapolo - estrutura societária e financeira em setembro 2021.



Diante das informações colhidas observou-se que os outros negócios eram relevantes a fim de compensar os preços inferiores do reúso de água e garantir a viabilidade do negócio, em especial o contrato adotado. A SABESP aferia receitas de aluguel de terreno, de fornecimento de matéria prima, e como acionista do negócio (49%). Além disso, e uma das principais partes, o contrato de *take or pay* com os consumidores industriais garantia um recebimento mínimo caso o consumidor não atingisse a meta de demanda. Esse quesito junto à gestão administrativa foi entendido como um balizador importante para a manutenção da viabilidade econômica do sistema.

3.1.4.2. Montagem da estrutura de custos

Diante das informações colhidas, foi montada a estrutura de custos baseada no processo produtivo de reúso da ETE Alegria.

Sendo assim, essa pesquisa identificou os seguintes custos: custo de direito de superfície (I), custo de fornecimento de efluentes (II), o custo da energia elétrica (III), custo do hipoclorito

de sódio (IV), custo do monitoramento de qualidade (V), custo de mão de obra (VI) e o custo da gestão (VII).

3.1.4.2.1 *Custo de direito de superfície*

O custo de direito de superfície utilizado foi determinado como o custo de oportunidade de aluguel do terreno da prestadora para uma outra empresa operar o sistema de reúso.

3.1.4.2.2. *Custo de fornecimento de efluentes*

O custo de fornecimento de efluentes nesta pesquisa foi considerado como o custo de oportunidade de a cobrança de tarifa para fornecimento de matéria-prima para outra firma produtora operar o sistema de reúso.

3.1.4.2.3. *Custo de energia elétrica*

O custo de energia elétrica foi computado como o gasto de energia elétrica gerado durante o processo produtivo de reúso de água. A contabilização desse cálculo foi realizada em 5 (cinco) fases.

- 3.1.4.2.3.1. Identificar as concessionárias de energia elétrica
- 3.1.4.2.3.2. Identificar as tarifas vigentes das concessionárias de energia elétrica
- 3.1.4.2.3.3. Pontuar premissas para identificação tarifária de energia elétrica
- 3.1.4.2.3.4. Realizar a coleta de tarifas de energia elétrica
- 3.1.4.2.3.5. Mensurar o custo de energia elétrica do sistema de produção

3.1.4.2.3.1. *Identificar as concessionárias de energia elétrica*

As concessionárias de energia elétrica encontradas nas regiões em análise foram identificadas e agrupadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Relação das prestadoras de energia elétrica por região.

Estados	Concessionárias de Energia Elétrica
CE	Companhia Energética do Ceará - Enel CE
PE	Companhia Energética de Pernambuco - Celpe
ES	Espírito Santo Centrais Elétricas S/A. - EDP ES
	Empresa Luz e Força Santa Maria S.A. – ELFSM
MG	CEMIG Distribuição S/A - Cemig-D

RJ	ENEL Distribuição Rio - Enel RJ
	Light Serviços de Eletricidade S/A - RJ
SP	Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL Paulista
	EDP São Paulo Distribuição de Energia S/A - EDP SP
	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A - Enel SP
	Energisa Sul Sudeste - ESS- SP

3.1.4.2.3.2. Identificar as tarifas vigentes das concessionárias de energia elétrica

As tarifas utilizadas foram baseadas nas resoluções homologatórias da ANEEL de 2021 e identificadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Relação das resoluções homologatórias das concessionárias por estados.

Estados	Concessionárias	Resolução Homologatória
CE	Companhia Energética do Ceará - Enel CE	Nº 2.859, de 22 de abril de 2021 (ANEEL, 2021a.)
PE	Companhia Energética de Pernambuco - Celpe	Nº 2.861, de 27 de abril de 2021 (ANEEL, 2021e.)
ES	Espírito Santo Centrais Elétricas S/A. - EDP ES	Nº 2.918, de 03 e agosto de 2021 (ANEEL, 2021b.)
	Empresa Luz e Força Santa Maria S.A. – ELFSM	Nº 2.933, de 21 de setembro de 2021 (ANEEL, 2021c.)
MG	CEMIG Distribuição S/A - Cemig-D	Nº 2.877, de 25 de maio de 2021 (ANEEL, 2021d.)
RJ	ENEL Distribuição Rio - Enel RJ	Nº 2.836, de 09 de março de 2021 (ANEEL, 2021g.)

	Light Serviços de Eletricidade S/A - RJ	Nº 2.835, de 09 de março de 2021 (ANEEL, 2021f.)
SP	Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL Paulista	Nº 2.831, de 06 de abril de 2021 - Nº 2.670, de 07 de abril de 2020 (ANEEL, 2021h.) (ANEEL, 2020)
	EDP São Paulo Distribuição de Energia S/A - EDP SP	Nº 2.964, de 21 de outubro de 2021 (ANEEL, 2021i.)
	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A - Enel SP	Nº 2.890, de 29 de junho de 2021 (ANEEL, 2021j.)
	Energisa Sul Sudeste - ESS- SP	Nº 2.893, de 06 de julho de 2021 (ANEEL, 2021k.)

Nas resoluções homologatórias da ANEEL foram observados diversos grupos tarifários. Notou-se que o segmento “saneamento” estava enquadrado no grupo tarifário “A” ou “B3”. Para selecionar a metodologia de identificação tarifária e coleta dos valores desta pesquisa, foram pontuadas premissas a seguir.

3.1.4.2.3.3. Pontuar premissas para coleta de valores das tarifas de energia elétrica

Para identificação dos preços de energia elétrica, esse trabalho balizou-se nas seguintes premissas:

- (I) ano 2021 como referência;
- (II) ETEs de média tensão, subgrupo A4;
- (III) modalidade tarifária Horária Azul;
- (IV) posto tarifário Ponta -P (R\$/MWh);
- (V) Tarifas de Aplicação;
- (VI) composição das Tarifas de Energia – TE com as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD sem os tributos ICMS, PIS e COFINS;
- (VII) o modelo tarifário Consumo de Energia (MWh).

Na Figura 32, foi apresentada a foto da Tabela 1 da Resolução Homologatória ANEEL– Nº 2.859/ 2021, a fim de exemplificar como foi colhida a tarifa no estado do Ceará, sendo

considerada a tarifa de energia elétrica a soma das tarifas TE e TUSD. Esse método foi usado para a coleta das tarifas de energia elétrica para todas as outras concessionárias.

Figura 32 - Foto da Resolução Homologatória ANEEL – N 2.859/ 2021 - Tarifa Enel – CE

TABELA 1 – TARIFAS DE APLICAÇÃO E BASE ECONÔMICA PARA O GRUPO A (Enel CE).

SUBGRUPO	MODALIDADE	ACESSANTE	POSTO	TARIFAS DE APLICAÇÃO			BASE ECONÔMICA		
				TUSD	TE		TUSD	TE	
				R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh	R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh
A3 (69kV)	AZUL	NA	P	15,06	39,19	395,99	17,11	41,53	425,21
			FP	7,65	39,19	244,58	8,76	41,53	260,01
	AZUL APE	NA	P	15,06	9,91	0,00	17,11	10,80	0,00
			FP	7,65	9,91	0,00	8,76	10,80	0,00
	GERAÇÃO	NA	NA	15,12	0,00	0,00	16,90	0,00	0,00
			P	46,88	60,21	395,99	52,83	64,38	425,21
A4 (2,3 a 25kV)	AZUL	NA	FP	19,04	60,21	244,58	21,56	64,38	260,01
			P	46,88	25,09	0,00	52,83	27,33	0,00
	AZUL APE	NA	FP	19,04	25,09	0,00	21,56	27,33	0,00
			NA	19,04	0,00	0,00	21,56	0,00	0,00
	VERDE	NA	P	0,00	1.197,26	395,99	0,00	1.345,32	425,21
			FP	0,00	60,21	244,58	0,00	64,38	260,01
	VERDE APE	NA	NA	19,04	0,00	0,00	21,56	0,00	0,00
			P	0,00	1.162,14	0,00	0,00	1.308,27	0,00
	DISTRIBUIÇÃO	Cepisa	FP	0,00	25,09	0,00	0,00	27,33	0,00
			P	23,21	15,19	0,00	24,53	15,51	0,00
	DISTRIBUIÇÃO	EPB	FP	12,18	15,19	0,00	12,96	15,51	0,00
			NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	DISTRIBUIÇÃO	EPB	P	23,21	15,19	0,00	24,53	15,51	0,00
			FP	12,18	15,19	0,00	12,96	15,51	0,00
	GERAÇÃO	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			NA	9,52	0,00	0,00	10,69	0,00	0,00

3.1.4.2.3.4. Realizar a coleta de tarifas de energia elétrica

Para os estados com mais de uma prestadora, foi aplicada a média aritmética das tarifas encontradas, e dividida por 1000 (mil), para que a unidade do custo fosse de R\$/MWh para R\$/KWh.

3.1.4.2.3.5. Mensurar o custo de energia elétrica do sistema de produção

Para mensurar o custo de energia do sistema de produção (R\$/m³), o valor encontrado das tarifas de energia elétrica (R\$/KWh) foi multiplicado pelo consumo de energia da bomba submersível utilizada no reuso de água (KWh/m³).

O consumo de energia da bomba submersível foi obtido com a multiplicação da potência da bomba (KW) pelo tempo de operação (h/m³).

3.1.4.2.4. Custo de hipoclorito de sódio

O custo unitário do hipoclorito de sódio (R\$/m³) foi encontrado multiplicando o consumo de hipoclorito por m³ (Kg/ m³), pelo custo do hipoclorito de sódio (R\$/Kg).

O consumo de hipoclorito por m³ (Kg/ m³) foi encontrado em 2 (duas) etapas. Primeiro, foi dividido o consumo de hipoclorito por caminhão de 10 m³ (L/caminhão 10 m³) por 10, para que a unidade (L/caminhão 10 m³) fosse para (L/ m³). Segundo, para a mudança da unidade de medida, foi multiplicado (L/ m³) por 1,2 (Kg/L). O valor 1,2 representava a densidade

hipoclorito de sódio a 20° C (Kg/L) (DE LUCCA, 2006). Assim, foi obtido o resultado consumo de hipoclorito por m³ (Kg/m³).

O custo do hipoclorito de sódio (R\$/Kg) foi encontrado através de pesquisa de mercado.

3.1.4.2.5. *Custo do monitoramento de qualidade*

O monitoramento de qualidade foi realizado por caminhão com o Reagente Cloro Livre (CRL) do tipo DPD em pó (padronizado, pré-dosado, pronto para uso) embalado em sachês de alumínio (*Powder Pillow* = PP) para amostras de 10mL, com rápida dissolução (APÊNDICE E).

O custo do monitoramento de qualidade (R\$/m³) foi obtido através de pesquisa de mercado do insumo sachê de CRL por caminhão (R\$/caminhão de 10 m³). O preço foi dividido por 10 (dez) para que a unidade (R\$/caminhão de 10 m³) fosse pra (R\$/m³).

3.1.4.2.6. *Custo de mão de obra (MOB-TEC)*

Para a produção de reúso de água em análise foi identificada a necessidade de uma mão de obra técnica (MOB-TEC) e de uma mão de obra de gestão (MOB-GEN).

O custo da mão de obra (MOB-TEC) foi obtido com coleta em banco de dados de salários de mercado, nas diferentes regiões da pesquisa.

Inicialmente foi procurado o perfil profissional adequado para exercer a função do carregamento do caminhão-pipa, o monitoramento de qualidade, e seguir os procedimentos operacionais utilizados no sistema de produção, e foi atentado como condição que o cargo existisse ou tivesse atribuições compatíveis nas seis regiões da pesquisa.

Em seguida, foi realizada a coleta em banco de dados dos salários por região (SALARIO.COM, 2022).

Foi identificado o tipo de profissional adequado e colhidos os salários regionais, contudo os valores apresentados estavam em seu valor líquido, e para cálculo de custos, indicava-se a utilização do salário bruto (YANASE, 2018). Por isso, foi realizada uma metodologia de cálculo para transformação do salário líquido em salário bruto.

Para a obtenção do salário bruto, foi utilizada a calculadora de Custo do Trabalho no Brasil desenvolvida pelo Centro de Microeconomia Aplicada da Fundação Getúlio Vargas (SOUZA, 2012).

3.1.4.2.7. Custo da gestão

O custo da gestão (MOB-GEN) foi o custo gerencial. Esse custo foi considerado compartilhado, pois percebeu-se que para baixas e médias vazões, a gestão poderia ser usada em outros segmentos da empresa. Por isso, o custo da MOB-GEN para o reúso de água foi considerado como 5% do salário total da MOB-GEN para sistemas de produção que operavam com baixo e médio consumo, e considerado inteiro, 100%, para produção de alto consumo (SALARIO.COM, 2022).

Essa escolha deveu-se em virtude do tempo de disponibilidade necessária para o trabalho, pois foi considerado que para baixo e médio consumo, o gestor pudesse operar com outras atividades, e para alto consumo, o tempo de disponibilidade no reúso de água deveria ser integral.

A metodologia de cálculo do custo da MOB-GEN foi a mesma utilizada para a apuração do custo do MOB-TEC. Para obtenção dos valores salariais no banco de dados salários.com, foi utilizado o cargo “gerente comercial”.

Os custos da mão de obra (MOB-TEC e MOB-GEN) foram considerados como custos fixos, por tratarem de trabalho qualificado, sendo assim, seus valores foram computados em reais (R\$). Enquanto energia elétrica, custo de hipoclorito, e custo do monitoramento de qualidade foram considerados como custos variáveis no processo produtivo, e foram computados em reais por metro cúbico (R\$/m³) (BALIAN, 2016).

Assim foram estruturados os custos do sistema de produção.

Cabe destacar que os custos de depreciação e despesas de seguros operacionais e de riscos de engenharia não foram considerados, pois esse trabalho não se propôs a realizar o cálculo do investimento inicial e da avaliação de ativos.

3.1.5. Determinar a vazão máxima de operação do sistema de produção

Para definir a capacidade de produção de água para reúso foram colhidos dados sobre o tempo de abastecimento do caminhão-pipa, o número de mão de obra necessária, o tempo de operação do sistema, e quantos dias da semana a ETE estava disponível para o carregamento.

Durante pesquisa local na ETE Alegria, foi observado que o abastecimento do caminhão-pipa se deu por gravidade e ocorreu em aproximadamente 20 minutos, com a

utilização de uma 1 (uma) mão de obra (MOB-TEC). Foi considerado que o sistema de produção poderia ser operado 24 h por dia, e por 22 dias no mês.

3.2. ETAPA 02 – IDENTIFICAR A DEMANDA

A demanda de mercado da água para reúso proveniente de ETE foi pautada na teoria do consumidor, da microeconomia (MCGUIGAN 2017, PINDYCK, 2013, VARIAN, 1999), e construída da seguinte forma:

- 3.2.1. Classificar a preferência do consumidor
- 3.2.2. Quantificar o consumo de água para reúso em relação ao consumo total de água
- 3.2.3. Estimar a quantidade demandada de água potável e de água para reúso
 - 3.2.3.1. Identificar as tarifas médias de água potável
 - 3.2.3.2. Identificar as Receitas Operacionais Brutas de água potável
 - 3.2.3.3. Identificar a Receita de água potável por categoria
 - 3.2.3.4. Identificar as quantidades faturadas de água potável
 - 3.2.3.5. Identificar as quantidades faturadas de água para reúso

3.2.1. Classificar a preferência do consumidor

A classificação da preferência do consumidor foi utilizada para observar como ocorria a relação de troca entre os bens água para reúso (AR) e água potável (AP). Com esse dado, foi possível antecipar o comportamento da demanda no comércio, em especial em que ponto se daria o corte na permuta entre os bens.

3.2.2. Quantificar o consumo de água para reúso sobre o consumo total

A quantificação do quanto representava o consumo de água para reúso em relação ao consumo total de água (%), teve a intenção de identificar o alto consumo de água para reúso. Foi analisado o percentual indicado no Brasil, mas não foi encontrado, então se utilizou a percentagem internacional utilizada no trabalho de Goldenstein (GOLDENSTEIN, 2019).

3.2.3. Estimar a quantidade demandada de água potável e de água para reúso

A quantidade demandada (consumida) faturada de água potável por categoria de usuário (Qdf_3_{AP}) foi encontrada obtendo-se a quantidade consumida de AP nos estados, multiplicada pelo percentual de consumo por categoria (residencial, comercial, industrial e público).

A seguir foram encontradas as receitas e preços usados para obter os valores estimados das quantidades de consumo de água para reúso (Qdf_3_{AR}).

3.2.3.1. Identificar as tarifas médias de água potável

As tarifas médias de água potável por categoria de usuário (PM_3_{AP}) foram obtidas com as tarifas das prestadoras vigentes em 2021. Por meio da estatística descritiva, foram encontrados os preços médios para a quantidade de baixo consumo, 1800 m³, por categoria de usuário.

3.2.3.2. Identificar as Receitas Operacionais Brutas de água potável

As Receitas Operacionais Brutas de água potável (ROB_{AP}), foram obtidas nas demonstrações financeiras e/ ou relatórios da administração das prestadoras de serviços.

3.2.3.3. Identificar as receitas de água potável por categoria

As receitas de água potável por categoria de usuário (R_3_{AP}) foram obtidas com a soma das receitas residencial, industrial, comercial e pública encontradas das demonstrações financeiras e/ ou relatórios da administração das prestadoras de saneamento.

3.2.3.4. Identificar a quantidade demandada faturada de água potável (Qdf_3_{AP})

Essa quantidade foi obtida com a divisão da receita, pelo preço. Assim, para obter a Qdf_3_{AP} , foi dividida a ROB_{AP} , por PM_3_{AP} .

3.2.3.5. Identificar a quantidade demanda faturada de água para reúso (Qdf_3_{AR})

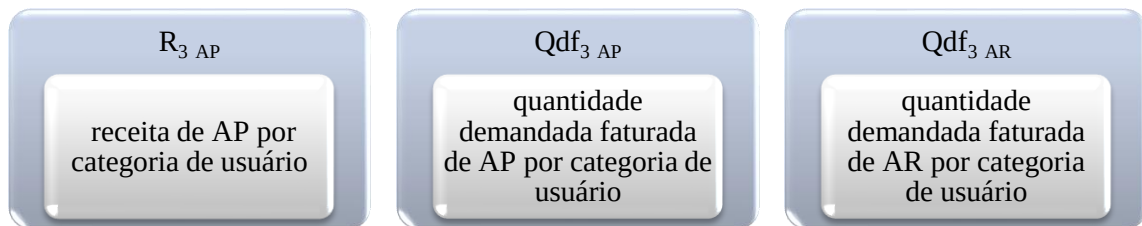
Essa quantidade foi encontrada multiplicando a Qdf_3_{AP} pelo percentual de quanto representava o consumo de água para reúso em relação ao consumo total de água (%), encontrado no trabalho de Goldenstein (GOLDENSTEIN, 2019).

A seguir, nas Figuras 33 e 34, foram destacadas as nomenclaturas usadas nos cálculos de construção da demanda, para facilitação da leitura.

Figura 33 - Nomenclatura utilizada para receita total e tarifa por categoria de usuário.



Figura 34 - Nomenclatura utilizada para receita, quantidade consumida de água potável, e quantidade consumida água para reúso por categoria de usuário.



3.3. ETAPA 03 – CONSTRUIR A ESTRUTURA TARIFÁRIA E AS CURVAS DE DEMANDA

A construção da estrutura tarifária foi baseada na microeconomia, e dividida conforme apresentado a seguir:

- 3.3.1. Alocar os custos e despesas
- 3.3.2. Alocar a margem de lucro mínima
- 3.3.3. Montar a estrutura tarifária
- 3.3.4. Construir as curvas de demanda de água para reúso

3.3.1. Alocar os custos e despesas

Os custos fixos, custos variáveis, e as despesas foram classificados e definidos a seguir.

Os custos fixos identificados foram: o dispêndio com mão de obra operacional (MOB-TEC) e a mão de obra de gestão (MOB-GEN).

Os custos variáveis foram: o custo de hipoclorito, custo de energia elétrica, e o custo de monitoramento de qualidade.

As despesas identificadas foram: a Taxa de Regulação e Fiscalização dos Serviços Públicos, a contribuição do Programa de Integração Social (PIS), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL), e o Imposto de Renda.

A Taxa de Regulação e Fiscalização dos Serviços Públicos utilizada como referência foi a do Rio de Janeiro, que equivalia ao montante de 0,5% (meio por cento) sobre o somatório das receitas das tarifas auferidas mensalmente pelas prestadoras, valor estabelecido em Lei Estadual nº 2.686, de 13 de fevereiro de 1997, (RIO DE JANEIRO, 1997).

Para a contribuição do Programa de Integração Social (PIS), criado pela Lei Complementar Federal nº 7 de 7 de setembro de 1970, foi utilizado o regime cumulativo, com a alíquota de 0,65% sobre o faturamento, valor estipulado no Art. 51 - Decreto nº 4.524 de 17 de dezembro de 2002, (BRASIL, 2002).

Para a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), instituída pela Lei Complementar nº 70 de 30 de dezembro de 1991, foi utilizado o regime cumulativo, com alíquota de 3 % sobre o faturamento, valor definido no Art. 51 - Decreto nº 4.524 de 17 de dezembro de 2002, (BRASIL, 2002).

Para a Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL), instituída com a Lei nº 7.689 de 15 de dezembro de 1988, foi utilizada a alíquota de 9% sobre o resultado do exercício, antes da provisão para o imposto de renda sobre o lucro real, valor definido no Art. 3º III, Lei nº 7.689 de 15 de dezembro de 1988, (BRASIL, 1988).

A alíquota de Imposto de Renda utilizada foi a de 25% sobre o lucro real, valor baseado no Art. 37, §2º da Lei nº 8.981 de 20 de janeiro de 1995, (BRASIL, 1995). Trabalhou-se com o lucro real, pois apesar do Lucro Presumido ser mais simples, ele é aplicado em empresas que faturem abaixo de R\$ 78 milhões anuais e que não operem em ramos específicos, como bancos e empresas públicas, que não foi o caso. As prestadoras observadas utilizaram em suas demonstrações financeiras o Lucro Real, e nesse trabalho manteve-se esse entendimento.

3.3.2. Alocar a margem de lucro mínima

A margem de lucro de viabilidade econômica usada foi o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) ou Custo Médio Ponderado de Capital (CMedPC), pois este fator indicava o

custo de oportunidade do investidor, considerados os riscos específicos do negócio, visando principalmente fornecer previsibilidade às prestadoras, e remunerar seus investimentos de forma justa (PIOTO, 2016).

Cabe destacar que existem diferentes nomenclaturas para WAAC, como WACC nominal e real, e WACC antes e depois dos impostos. Nesta pesquisa foi utilizado o WACC real depois dos impostos, em virtude de o WACC ter sido utilizado como balizador para o retorno do investimento após os impostos. O valor do WACC foi encontrado através da média aritmética dos WACCs divulgados pelas prestadoras de saneamento SABESP (SP), CEDAE (RJ), COPASA (MG), CESAN (ES), CAGECE (CE), COMPESA (PE).

3.3.3. Montar a estrutura tarifária

O cálculo da tarifa de água para reúso seguiu as diretrizes do Marco Legal atualizado, Lei nº 11.445/2007, em especial as elencadas no Art. 30.

Contudo, diferentemente do trabalho de Mello (MELLO, 2005), o qual sugeriu para modelo de tarifação, o modelo de padrões de eficiência e equidade; esta pesquisa baseou-se no cenário existente de tarifação voltada para a maximização de preços do monopólio, e seguiu a metodologia percentual da margem de lucro (MCGUIGAN 2017, PINDYCK, 2013).

Em relação às diretrizes do Marco Legal, atentou-se que apesar das estruturas tarifárias de água, das prestadoras de saneamento em análise, não possuírem o mesmo *layout*, elas apresentavam padrões semelhantes de comportamento. Basicamente a composição da estrutura tarifária das prestadoras de saneamento em análise se dividia em três pilares clássicos: cálculo da Tarifa Econômica (TE), cálculo da Tarifa de Aplicação (TA) e cálculo da Receita Requerida (RR).

Tarifa Econômica (TE) é a forma do sistema racionalizar os custos e os preços a diferentes grupos de consumidores, como por exemplo, aos usuários residenciais, comerciais, industriais e público. Tarifas de Aplicação (TA) é a forma de inserir no sistema os subsídios cruzados. Receita Requerida (RR) é a receita necessária para cobrir os custos dos serviços e garantir o equilíbrio financeiro das prestadoras de saneamento.

Assim, para a construção da estrutura tarifária de AR foi utilizado o cálculo da RR e TE, contudo não foi computado no cálculo a Tarifa de Aplicação (TA) por entender que a estrutura tarifária das prestadoras envolvia questões sociais e econômico-regulatórias correlacionadas ao

atendimento do sistema como um todo, por isso se concluiu que na tarifa de água e esgoto já estavam inseridas as variáveis assistencialistas do sistema, e inserir tarifa de aplicação na AR poderia gerar subsídio em cascata. Ainda assim, entende-se que as empresas poderão inserir a TA, caso percebam que seja estratégico.

3.3.4. Construir as curvas de demanda de água para reúso

As curvas de demanda foram construídas com a combinação de os valores das tarifas e das quantidades de consumo estimadas para a comercialização da água para reúso.

3.4. ETAPA 04 – CALCULAR AS DISTÂNCIAS MÁXIMAS ACEITÁVEIS

Nesta etapa foi verificado se existia restrição à demanda. Observou-se que o custo de transporte foi um limitador geográfico para a comercialização da água para reúso (ARAÚJO, 2017). Assim, foram calculadas as distâncias máximas aceitáveis entre a ETE Reúso e o consumidor em baixo e médio consumo, e verificada a viabilidade econômica da metodologia.

Para calcular as distâncias máximas entre a ETE Reúso e o consumidor nos estados foi utilizada a metodologia de custos de transporte baseada no trabalho de Araújo (2017), e adicionadas algumas modificações.

Para a contabilização dos custos do caminhão-pipa, foi utilizado o Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil - SINAPI (FEDERAL, 2021). Foram considerados os seguintes critérios: custo do transporte (código 5901); custo da manobra e descarga (código 5903); caminhão-pipa de 10 m³; situação da via DMT excedente a 30 km em vias pavimentadas; velocidade média de 60 km/h.

A metodologia foi elaborada da seguinte forma:

- 3.4.1. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa
- 3.4.2. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga com tarifa
- 3.4.3. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga em função das distâncias e por estados
- 3.4.4. Analisar o comportamento do consumidor no transporte, da manobra e descarga

- 3.4.4.1. Construir a curva de indiferença
- 3.4.4.2. Construir a restrição orçamentária
- 3.4.4.3. Obter o equilíbrio do consumidor
- 3.4.5. Identificar a distância máxima aceitável

3.4.1. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa

Para o cálculo do custo do transporte, da manobra e descarga SINAPI sem tarifa (R\$/10m³x h), foram coletados no SINAPI (2021) os valores referentes ao custo do transporte (código 5901) somados ao custo da manobra, carga e descarga (código 5903). Conforme apresentados na Equação 7.

Equação 7 - Equação para obtenção da composição de custo do caminhão-pipa.



Retirou-se o custo de carga, pois entendeu-se que o carregamento da água para reúso coube à MOB-TEC, por isso esse montante foi embutido no custo de produção, construção da oferta, e retirado do custo do transporte, manobra, carga e descarga, passando assim a adotar a nomenclatura custo do transporte, manobra e descarga (CTMD).

Como o SINAPI não definiu o custo individual da carga, ele foi obtido através da divisão do custo total da manobra, carga e descarga por três.

3.4.2. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga com tarifa

O cálculo do custo do transporte, da manobra e descarga (CTMD) do caminhão-pipa com tarifa (R\$/m³ x min) foi obtido com a multiplicação do CTMD sem tarifa (R\$/10m³x h) pelo valor da tarifa calculada neste trabalho para baixo e médio consumo.

3.4.3. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga por distâncias

Para o cálculo do CTMD do caminhão-pipa em função das distâncias e por estados, foi considerada a premissa da velocidade média, observando que 60 Km/h equivalem a 60 Km / 60 min, e, portanto, 1 (um) Km/min. Assim, num intervalo de distâncias de 10 a 120 Km, com diferença de 10 km entre eles, atrelou-se um intervalo de tempo de 10 a 120 min, com diferença de 10 min entre eles, e multiplicando as distâncias pelo CTMD com tarifa de reuso.

3.4.4. Analisar o comportamento do consumidor

A análise do consumidor foi realizada a fim de identificar o ponto de corte onde o consumidor iria trocar AR por AP, e assim definir a distância com viabilidade econômica. Aplicando a microeconomia, esse ponto ocorreu no equilíbrio do consumidor. O equilíbrio do consumidor foi obtido na interseção da curva de indiferença com a curva de restrição orçamentária (VARIAN, 1999). Assim foram construídas as curvas.

3.4.4.1. Construir a curva de indiferença

A curva de indiferença foi montada pela função utilidade $U(q_1, q_2)$. Sendo 1, água para reuso, e 2, água potável. Assim, q_1 foi a quantidade demandada de AR; e q_2 foi a quantidade demandada de AP, conforme Equação 8.

Equação 8 - Função utilidade.

$$U(q_1, q_2) = q_1 + q_2$$

Graficamente, a função utilidade foi desenhada com a curva de indiferença. Nessa curva, cada ponto representou o mesmo nível de satisfação para o consumo de dois bens. Diante deste entendimento, com a quantidade demandada de baixo consumo no estudo, que foi de 1800 m³ (Qd), foi montada a curva de indiferença entre AR e AP.

Dado que em toda a linha, o consumidor esteve igualmente satisfeito entre consumir AR e AP, e, portanto, indiferente, para definir a escolha ótima de consumo, foi verificada a restrição orçamentária (VASCONCELLOS, 2006).

3.4.4.2. Construir a restrição orçamentária

A equação da restrição orçamentária foi montada com as variáveis renda (R.), preço (p) e quantidade consumida (q), conforme apresentada na Equação 9.

Equação 9 - Restrição orçamentária

$$p_1 \cdot q_1 + p_2 \cdot q_2 = R$$

3.4.4.3. Obter o equilíbrio do consumidor

O equilíbrio do consumidor foi obtido com a maximização da função utilidade $U(q_1, q_2)$ sujeita à restrição orçamentária $p_1 \cdot q_1 + p_2 \cdot q_2 \leq R$, conforme apresentado na Equação 10.

Equação 10 - Equilíbrio do consumidor.

$$\text{Max } U(q_1, q_2) = q_1 + q_2 = Q_d$$

$$\text{s.a. } p_1 \cdot q_1 + p_2 \cdot q_2 - R \leq 0$$

3.4.5. Identificar a distância máxima aceitável

Com os valores das etapas anteriores foi encontrada a distância máxima onde o comportamento do consumidor se manteve economicamente viável para baixo e médio consumo, e realizada a análise dos resultados.

4. RESULTADOS

4.1. ETAPA 01 – IDENTIFICAR A OFERTA

4.1.1. Definir parâmetros para escolha da ETE Reúso

O resultado da classificação pareada dos atributos (A) vazão disponível, (B) infraestrutura local, (C) qualidade do efluente, (D) distância dos polos consumidores, (E) logística interna, (F) acessibilidade caminhão-pipa, (G) segurança pública e (H) licenciamento ambiental foi mostrado na Figura 35, as linhas 1 a 8, na Figura 36 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 9 a 18, na Figura 37 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 19 a 26, na Figura 38 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 27 a 28.

Figura 35 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 1 a 8

A - wrt AHP priorities - or B?			Equal	How much more?
1	☒ distância dos polos consumidores	☐ vazão disponível	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
2	☒ distância dos polos consumidores	☐ acessibilidade caminhão-pipa	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
3	☒ distância dos polos consumidores	☐ Infraestrutura local	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
4	☒ distância dos polos consumidores	☐ qualidade do efluente	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
5	☒ distância dos polos consumidores	☐ segurança pública	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
6	☒ distância dos polos consumidores	☐ logística interna	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
7	☒ distância dos polos consumidores	☐ licenciamento ambiental	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
8	☒ vazão disponível	☐ acessibilidade caminhão-pipa	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9

Figura 36 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 9 a 18

	A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
9	☒ vazão disponível	☐ Infraestrutura local	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☒ 8 ☐ 9
10	☒ vazão disponível	☐ qualidade do efluente	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
11	☒ vazão disponível	☐ segurança pública	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
12	☒ vazão disponível	☐ logística interna	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
13	☒ vazão disponível	☐ licenciamento ambiental	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
14	☒ acessibilidade caminhão-pipa	☐ Infraestrutura local	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
15	☒ acessibilidade caminhão-pipa	☐ qualidade do efluente	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☒ 8 ☐ 9
16	☒ acessibilidade caminhão-pipa	☐ segurança pública	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
17	☒ acessibilidade caminhão-pipa	☐ logística interna	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
18	☒ acessibilidade caminhão-pipa	☐ licenciamento ambiental	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Figura 37 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 19 a 26

19	☒ Infraestrutura local	☐ qualidade do efluente	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
20	☒ Infraestrutura local	☐ segurança pública	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9
21	☒ Infraestrutura local	☐ logística interna	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
22	☒ Infraestrutura local	☐ licenciamento ambiental	☒ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
23	☒ qualidade do efluente	☐ segurança pública	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9
24	☒ qualidade do efluente	☐ logística interna	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9
25	☒ qualidade do efluente	☐ licenciamento ambiental	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9
26	☒ segurança pública	☐ logística interna	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9

Figura 38 - Classificação dos atributos na calculadora AHP – linhas 27 a 28

A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
27	☒ segurança pública	☐ licenciamento ambiental	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
28	☒ logística interna	☐ licenciamento ambiental	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9

Com as classificações adotadas e atingindo uma consistência de 81,9% (Figura 40), foi obtido o resultado da calculadora AHP com o ranking das características mais importantes para a escolha da ETE Reúso: distância dos polos consumidores (33,1%), vazão disponível (22,7%), acessibilidade caminhão-pipa (15,6%), infraestrutura local (9,6%), qualidade do efluente (6,7%), segurança pública (5,2%), logística interna (4%), licenciamento ambiental (3,1%), conforme Figura 39.

Figura 39 - Resultado dos atributos na calculadora AHP - percentuais

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	distância dos polos consumidores	33.1%	1	35.9%	35.9%
2	vazão disponível	22.7%	2	23.4%	23.4%
3	acessibilidade caminhão-pipa	15.6%	3	14.9%	14.9%
4	Infraestrutura local	9.6%	4	11.0%	11.0%
5	qualidade do efluente	6.7%	5	6.8%	6.8%
6	segurança pública	5.2%	6	6.9%	6.9%
7	logística interna	4.0%	7	5.0%	5.0%
8	licenciamento ambiental	3.1%	8	3.0%	3.0%

Figura 40 - Consistência dos resultados dos atributos na calculadora AHP

Number of comparisons = 28
 Consistency Ratio CR = 81.9%

Principal eigen value = 16.033
 Eigenvector solution: 16 iterations, delta = 8.7E-8

4.1.2. Estrutura de custos de produção

4.1.2.1. Custo de direito de superfície

Em virtude da existência de economia de escopo, o custo do direito de superfície foi considerado como zero.

4.1.2.2. Custo de fornecimento de efluentes

Em virtude da existência de economia de escopo, o custo de fornecimento de efluentes foi considerado como zero.

4.1.2.3. Custo de energia elétrica

As tarifas médias de energia elétrica nas regiões de CE, PE, ES, MG, RJ e SP obtiveram valores de 0,4562 R\$/ KWh (CE) a 0,5665 R\$/ KWh (RJ), conforme demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7 - Tarifa médias de energia elétrica da produção de reúso de água encontrada nos estados

Estados	Prestadoras	TUSD (R\$/MWh)	TE (R\$/MWh)	Tarifa (R\$/KWh)	Tarifa média (R\$/KWh)
CE	Companhia Energética do Ceará - Enel CE	60,21	395,99	0,46	0,4562
PE	Companhia Energética de Pernambuco - Celpe	67,51	424,51	0,49	0,4920
ES	Espírito Santo Centrais Elétricas S/A. - EDP ES	83,74	265,12	0,35	0,4591
	Empresa Luz e Força Santa Maria S.A. – ELFSM	76,75	492,64	0,57	
MG	CEMIG Distribuição S/A - Cemig-D	85,75	409,91	0,50	0,4957
RJ	ENEL Distribuição Rio - Enel RJ	123,53	400,99	0,52	0,5665
	Light Serviços de Eletricidade S/A - RJ	147,63	460,78	0,61	
SP	Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL Paulista	82,47	443,40	0,53	0,5254
	EDP São Paulo Distribuição de Energia S/A - EDP SP	70,51	483,72	0,55	
	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	79,93	438,87	0,52	
	- Enel SP				
	Energisa Sul Sudeste - ESS- SP	81,10	443,74	0,52	

Com os valores das tarifas médias de energia elétrica, foram calculados os custos de energia elétrica nos estados, que estiveram entre 0,0630 R\$/m³ (CE) e 0,0782 R\$/m³ (RJ), conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Custo de energia elétrica da produção de reúso de água encontrada nos estados

Energia elétrica	Identificador	Referência	Preço	Unidade
vazão da bomba	(A)	CEDAE	80.000,0000	L/h
potência da bomba	(E)	15 cv	11,0400	KW
tempo de operação da bomba	(F) = [1000/(A)]		0,0125	h/m ³
energia consumida para o bombeamento	(G) = [(E) * (F)]		0,1380	KWh/m ³
custo do kwh (SP)	(H)		0,5254	R\$/KWh
custo do kwh (MG)	(I)		0,4957	R\$/KWh
custo do kwh (ES)	(J)		0,4591	R\$/KWh
custo do kwh (RJ)	(K)		0,5665	R\$/KWh
custo do kwh (PE)	(L)		0,4920	R\$/KWh
custo do kwh (CE)	(M)		0,4562	R\$/KWh
custo da energia elétrica por m³ (SP)	(N) = (G) * (H)		0,0725	R\$/m³
custo da energia elétrica por m³ (MG)	(O) = (G) * (I)		0,0684	R\$/m³
custo da energia elétrica por m³ (ES)	(P) = (G) * (J)		0,0634	R\$/m³
custo da energia elétrica por m³ (RJ)	(Q) = (G) * (K)		0,0782	R\$/m³
custo da energia elétrica por m³ (PE)	(R). = (G) * (L)		0,0679	R\$/m³
custo da energia elétrica por m³ (CE)	(S) = (G) * (M)		0,0630	R\$/m³

Ressalta-se que o valor tarifário de 2021 encontrado no Ceará, de 0,4562 R\$/KWh, foi condizente com o valor obtido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), no Relatório sobre reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado do Ceará (CNI, 2019c), que era de 0,43828 R\$/kWh para tarifas em 2015. Contudo, como o processo da pesquisa era de membranas, o custo de energia gasta foi superior, de 1,10 KWh/m³, valor considerado tanto no relatório do Ceará, quanto no do Rio de Janeiro, e o deste trabalho foi de 0,1380 KWh/m³, pois se tratava do consumo de bombeamento submersível.

Cabe destacar alguns pontos divergentes deste trabalho em relação a estudos recentes voltados para a análise da viabilidade econômica do reúso de água (CNI, 2017a.; CNI, 2017b; CNI, 2018; CNI 2019;CNI 2019c). Diferentemente dos estudos observados na Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2017a.; CNI, 2020), que foram voltados para a análise de fora para dentro, ou seja, do mercado para a empresa; esse trabalho foi baseado na análise de dentro para fora, da empresa para o mercado, em virtude de o monopólio, ou seja, da prestadora de serviço, ser o próprio mercado. Cabe salientar uma segunda divergência em comparação às pesquisas, os propósitos dos estudos foram diferentes, os estudos da CNI almejavam construir projeções de demanda potenciais de médio e longo prazo, ainda não construídas. Neste trabalho, o intuito foi observar o curto prazo, ou seja, as demandas já existentes, e identificar como poderia ser implementado o reúso de água de forma simples, e com viabilidade econômica, por isso não teve a intenção de realizar o CAPEX do sistema produtivo de reúso de água utilizado na ETE Alegria, e por isso o considerou como custo irrecuperável. Além disso, os estudos da Confederação Nacional da Indústria foram voltados para demandas em processos produtivos industriais, e por isso, utilizou o transporte por adutoras; e este trabalho focou-se em demandas urbanas, residenciais, industriais, comerciais e pública, com transporte por caminhão-pipa. Assim, percebe-se que existem diferentes análises para o estudo de viabilidade econômica para o reúso de água.

4.1.2.4. Custo de hipoclorito de sódio

O custo do hipoclorito de sódio encontrado foi de 0,8550 R\$/m³. Esse custo foi usado para todos os estados. A planilha com a demonstração dos cálculos consta na Tabela 9.

Tabela 9 - Custo de hipoclorito de sódio da produção de reúso de água.

Hipoclorito de sódio	Identificador	Referência	Preço	Unidade
vazão da bomba	(A)	CEDAE	80.000	L/h
vazão do dosador	(B)	CEDAE	18,000	L/h

capacidade do caminhão	(C)	10.000	L
consumo de hipoclorito por caminhão de 10 m ³	(D) = [(C)/(A)] * (B)	2,2500	L/caminhão 10 m ³
custo do hipoclorito de sódio	(T) (GRACINDA, 2022)	3,1667	R\$/Kg
densidade a 20° C	(U) (DE LUCCA, 2006)	1,2000	Kg/L
consumo de hipoclorito por m ³	(V) = [(D)/10] * (U)	0,2700	Kg/ m ³
custo do hipoclorito de sódio por m³	(X) = (T) * (V)	0,8550	R\$/m³

O custo do hipoclorito de sódio foi obtido através de pesquisa de preços realizada em três estabelecimentos: Loja Química (SP), Gracinda (SP), Grupo Eco Rio (RJ) e selecionou-se o menor preço (APÊNDICE D). Foi utilizado o valor de R\$ 190,00, para uma bombona de 50L de cloro, obtido na loja online Gracinda, atualizado em 17 de março de 2022 (GRACINDA, 2022). Para mudar a unidade de R\$/L, foi dividido R\$190 por 60Kg e obtido o valor de 3,1667 R\$/Kg.

4.1.2.5. Custo do monitoramento de qualidade

Para a obtenção do custo do monitoramento de qualidade, foi realizada consulta em três estabelecimentos: Loja Netlab (SP), Casalab (MG), e MyHexiS (SP), e detectado o valor de R\$ 368,90 por 100 unidades (APÊNDICE E). O menor valor foi o utilizado, 0,3689 R\$/m³, atualizado em 11 de março de 2022.

Esse custo foi adotado para todos os estados. Na Tabela 10, foi indicada a planilha de cálculo para o custo de monitoramento de qualidade.

Tabela 10 - Planilha de cálculo para custo do monitoramento de qualidade da produção de reúso de água.

Monitoramento de qualidade	Identificador	Preço	Unidade
insumo CRL por caminhão 10 m ³	(i)	3,6891	R\$/caminhão de 10 m ³
insumo CRL por m ³	(ii)=(i) /10	0,3689	R\$/m ³
custo das análises de cloro por m³	(iii)=(ii)	0,3689	R\$/m³

4.1.2.6. Custo de mão de obra

O custo total da mão de obra foi realizado inicialmente com a identificação do perfil adequado. Através de pesquisa sobre atribuições de funções, no banco de dados salario.com, com atualização em janeiro de 2022, foi identificado que o cargo de “técnico de saneamento” era o cargo mais indicado para a mão de obra no sistema de produção. As funções do técnico de saneamento procuradas foram listadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Atribuições do técnico de saneamento (MOB-TEC).

Atribuições de um Técnico de Saneamento

1. demonstrar capacidade de organização;
2. sugerir formas de minimização de impactos ambientais;
3. dominar conhecimentos técnicos pertinentes à área de atuação;
4. elaborar registro do problema (croqui, fotografias, filmagens e medições);
5. elaborar propostas de venda;
6. elaborar relatórios;
7. elaborar cronograma;
8. negociar propostas;
9. instruir equipes de trabalho para a preservação do meio ambiente;
10. registrar dados para alimentar o projeto *as built*;
11. elaborar o projeto *as built*;
12. atender às necessidades do cliente;
13. requisitar materiais;
14. elaborar cronograma físico-financeiro;
15. elaborar memória de cálculo;
16. programar os serviços;
17. participar da elaboração de planos de segurança das áreas de mananciais;
18. demonstrar conhecimento em informática básica;
19. verificar se a obra está sendo executada de acordo com o projeto e normas técnicas;
20. fornecer dados para elaboração da eia, rima, rca e pca;
21. elaborar planilhas dos ensaios realizados;
22. gerenciar logística;
23. analisar dados coletados;

24. emitir relatório final;
 25. gerenciar arquivo técnico;
 26. atuar com liderança;
 27. supervisionar a execução dos serviços de acordo com cronograma;
 28. estruturar campanhas de prevenção e combate a incêndios;
 29. elaborar croqui;
 30. identificar fontes de poluição;
 31. supervisionar campanha educativa;
 32. verificar a utilização de equipamentos de proteção;
 33. propor soluções para resolução de problemas;
 34. agir com iniciativa;
 35. registrar alterações de serviços;
 36. detalhar o projeto;
 37. emitir relatório de viabilidade técnico-financeira;
 38. elaborar planilhas de custos diretos e indiretos;
 39. acompanhar a execução e o cronograma dos serviços;
 40. controlar a qualidade dos produtos e serviços;
 41. identificar possíveis causas do problema;
 42. providenciar carteira de habilitação;
 43. participar da montagem e revisão de manuais técnicos;
 44. controlar parâmetros desejados;
 45. aprovar roteiro de coleta;
 46. planejar campanhas educativas para coleta de resíduos sólidos;
-

Com o cargo identificado, foram coletados os salários líquidos por região (SALARIOS.COM, 2022). E em seguida, com a calculadora do Custo do Trabalho no Brasil (FGV, 2012), foram obtidos os salários brutos. Foi constatado que os estados com maior custo de mão de obra (MOB-TEC) foram Pernambuco (R\$ 5.503,18); Ceará (R\$ 5.119,50); Rio de Janeiro (R\$ 4.910,20); Espírito Santo (R\$ 4.739,57); São Paulo (R\$ 4.525,22), e Minas Gerais (R\$ 4.320,10). A Tabela 12, demonstra os resultados dos salários líquidos e brutos calculados por estado.

Tabela 12 - Salário líquido e salário bruto (MOB-TEC) para técnico de saneamento nos estados.

UF	MOB-TEC	Salário Líquido	MOB-TEC	Salário Bruto
Pernambuco	R\$ 3.308,5400		R\$ 5.503,1784	
Ceará	R\$ 2.812,6500		R\$ 5.119,5044	
Rio de Janeiro	R\$ 2.542,1300		R\$ 4.910,2009	
Espírito Santo	R\$ 2.321,5900		R\$ 4.739,5674	
São Paulo	R\$ 2.028,9500		R\$ 4.525,2153	
Minas Gerais	R\$ 1.737,2500		R\$ 4.320,1012	

Ressalta-se que o custo da mão de obra (MOB-TEC) do maior para o menor estado, foi em Pernambuco, 27,4% maior que o custo em Minas Gerais.

No APÊNDICE A, foram apresentados os cálculos detalhados do custo da MOB-TEC por estados.

Em relação a comparação de resultados, CNI, 2019 encontrou valor para salário mensal mais encargos no Ceará de R\$ 2.500,00, enquanto este trabalho identificou o salário líquido com o valor mais próximo, de R\$ 2.812,65, e o bruto como R\$ R\$ 5.119,50, mas como não houve menção no relatório sobre a origem do valor, não pode ser realizada comparação dos resultados.

4.1.2.7. Custo da gestão

O custo total da mão de obra do gerente (MOB-GEN) foi obtido no banco de dados salários.com, pelo cargo de “gerente comercial”. Foi constatado que os estados com maior custo da mão de obra de gestão (MOB-GEN) foram São Paulo (R\$ 9.187,10); Rio de Janeiro (R\$ 6.560,00); Minas Gerais (R\$ 5.771,44); Pernambuco (R\$ 5.447,79); Ceará (R\$ 5.269,31); e Espírito Santo (R\$ 4.672,37), conforme observado na Tabela 13.

Tabela 13 - Salário de gerente comercial MOB-GEN nos estados.

UF	MOB-GEN	Salário Líquido	MOB-GEN	Salário Bruto
----	---------	-----------------	---------	---------------

São Paulo	R\$ 8.069,9300	R\$ 9.187,1035
Rio de Janeiro	R\$ 4.674,4600	R\$ 6.560,0015
Minas Gerais	R\$ 3.655,2600	R\$ 5.771,4384
Pernambuco	R\$ 3.236,9500	R\$ 5.447,7887
Ceará	R\$ 3.006,2700	R\$ 5.269,3097
Espírito Santo	R\$ 2.234,7300	R\$ 4.672,3631

Percebeu-se que o custo da MOB-GEN de São Paulo foi 97% superior ao custo no Espírito Santo.

Foi constatado que os salários das mãos de obra, MOB-TEC e MOB-GEN, não apresentaram a mesma ordem entre os estados. Essa disparidade levantou a hipótese de haver distintas demandas de mercado pelos cargos, e por isso essa diferença de valores entre os estados, pois caso a diferença salarial fosse pelo custo de vida, a tendência seria permanecer a mesma classificação entre os estados.

No APÊNDICE B foram apresentados os cálculos detalhados do custo da MOB-GEN por estados.

4.1.3. Definir a vazão máxima de operação do sistema

Baseando-se na premissa de que o carregamento de um caminhão-pipa se dava em 20 minutos, concluiu-se que em 60 minutos (1 h), se carregava 3 (três) caminhões-pipa. Assim, em 24 h (1 dia), o sistema de produção poderia carregar até 24 vezes 3 (três) caminhões-pipa (10 m³), sendo 720 m³/dia. Em um mês (22 dias, na premissa) concluiu-se que a capacidade mensal máxima de produção do sistema foi de 15.840 m³/ mês. Os cálculos foram demonstrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Capacidade de operação do sistema de reúso de água da pesquisa.

Capacidade de Operação do sistema (m³)	Medidas	Unidade
Hora/ dia	24	h
Dias de trabalho do mês	22	dias
Abastecimento do caminhão-pipa	20	min

Carregamento /h	30	m ³
Carregamento /dia	720	m ³
Carregamento /mês	15.840	m³

Foi verificada que a capacidade de operação de 1 a 15 sistemas de produção foi de 15.840 m³ a 237.600 m³, conforme demonstrado na Tabela 15. Esse intervalo, foi considerado na pesquisa como médio consumo.

Tabela 15 - Capacidade de operação do sistema de produção para médio consumo.

Quantidade	Vazão	Unidade
1	15.840	m ³
2	31.680	m ³
3	47.520	m ³
4	63.360	m ³
5	79.200	m ³
6	95.040	m ³
7	110.880	m ³
8	126.720	m ³
9	142.560	m ³
10	158.400	m ³
11	174.240	m ³
12	190.080	m ³
13	205.920	m ³
14	221.760	m ³
15	237.600	m ³

4.2. ETAPA 02 - IDENTIFICAR A DEMANDA

4.2.1. Classificar a preferência do consumidor

Na relação de troca entre os bens, os autores entenderam que AR e AP foram classificadas como substitutos perfeitos para os fins urbanos destinados à água para reúso desta

pesquisa. Isso implicou dizer que o consumidor permaneceu estar indiferente entre consumir água para reúso ou potável, pois os dois ativos gravavam a mesma utilidade (PYNDICK, 2013).

Atualmente, no mercado já existe a substituição da AP pela AR para fins urbanos adotados nesta pesquisa na SABESP (SP), CEDAE (RJ), SANASA (CAMPINAS-SP), EMBASA (BA), COMPESA (PE) (SANTOS, 2021), assim, empiricamente são bens substitutos.

Contudo poderia ser levantado um contra-argumento em relação à substituição ser perfeita, já que a AR gera exposição ao risco microbiológico em relação ao uso da AP. Como por exemplo, usos para construção civil e desobstrução de galerias são normalmente classificados como de baixa exposição, mas lavagem de logradouros, combate a incêndio, lavagem de veículos ainda possuem entendimentos diferentes em relação ao risco, e essa questão costuma gerar insegurança no consumidor (SANTOS, 2020; HESPANHOL, 2015).

É importante frisar que se entende que a regulamentação adequada de padrões de qualidade para a água para reúso nesses usos seja normatizada para que haja atenuação de problemas de contaminação ao ser humano e ao meio ambiente (SANTOS, 2021), mas se compreende que os riscos microbiológicos associados devam ser quantificados e inseridos na tarifa e contabilizados dentro de despesas com seguros, conforme diretrizes para fins de reequilíbrio econômico-financeiro para novos contratos de concessão nos blocos dos estados do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2021). Entretanto, no consumo, os usos estariam atrelados a sua finalidade, e, por isso, foram classificados como substitutos perfeitos.

Ressalta-se que para outras finalidades, essa substituição perfeita não seria aplicada, como por exemplo no uso mais restritivo utilizado na Aquapolo (SABESP), a AR possa ser considerada como bem preferencial à água potável para os usuários industriais. E por fim, cabe considerar que a AR também possa ser identificada como bem preferível a AP em locais em que os consumidores valorizem e prefiram consumir bens em que os processos produtivos tenham selos ambientais. Para esses grupos indica-se que uma pesquisa personalizada venha a ser exercida para que a viabilidade econômica seja reavaliada. Nesses dois casos, a relação de troca não seria de 1:1, o bem AR seria mais valorizado à AP. Nesses mercados, a viabilidade econômica da distância em quilometragem (Km), tenderia a ser maior para a AR. Contudo, neste trabalho, a AR e AP foram consideradas como bens substitutos perfeitos, pois se partiu da premissa de que os consumidores são racionais. Assim, eles focam na finalidade e utilidade do bem (MANKIW, 2009).

Seguindo o entendimento de que a relação de troca de AR e AP é de substituição perfeita, a conduta de consumo entre os bens é semelhante. Isso implica dizer que para os usos urbanos mencionados, a AR mantém o comportamento de consumo e, portanto, utiliza a mesma quantidade demandada da de água potável nos mesmos fins.

4.2.2. Quantificar o consumo de água para reúso sobre o consumo total

No Brasil, o abastecimento urbano representa 23,8% da retirada total de água (ANA, 2019). Foi pesquisado o quanto representaria o consumo de água para reúso em relação à água consumida. Como não foi encontrado valor preciso no Brasil, foram realizadas pesquisas internacionais que detectavam essa quantia. Goldenstein (2019), identificou que em países como Cingapura ou Kuwait, a água para reúso representava mais de 10% da água consumida em usos domésticos. Assim, essa metodologia trabalhou com a hipótese de o consumo da AR ser 10% do consumo da AP no Brasil.

4.2.3. Identificar as tarifas médias de água potável

Baseadas nas tarifas vigentes das prestadoras de serviços em 2021 (AGENERSA, 2019; ARSAE, 2021a; ARSESP, 2021; ARSP, 2020; ARPE, 2021; CAGECE, 2020a), as tarifas médias de AP para baixo consumo (1800 m³) encontradas para a categoria Residencial ficaram entre 8,3913 R\$/m³ (ES) e 31,8447 R\$/m³ (RJ), a Industrial entre 9,6886 R\$/m³ (ES) e 24,9665 R\$/m³ (RJ), a Comercial entre 9,6130 R\$/m³ (ES) e 25,6508 R\$/m³ (RJ), e Público de 8,8749 R\$/m³ (SP) a 19,4497 R\$/m³ (RJ). Conforme demonstradas na Tabela 16.

Tabela 16 - Tarifa média de água potável em 2021 por categorias em R\$/m³ para baixo consumo -1800 m³ (PM₃)

Prestadora	Região	PM ₃ AP	PM ₃ AP	PM ₃ AP	PM ₃ AP
		Residencial (R\$/m ³)	Industrial (R\$/m ³)	Comercial (R\$/m ³)	Público (R\$/m ³)
CEDAE	Rio de Janeiro	31,8447	24,9665	25,6508	9,7781
SABESP	São Paulo	9,6419	22,2244	16,6737	19,4497
COPASA	Minas Gerais	10,6643	13,8129	13,8129	13,0860

CESAN	Espírito Santo	8,3913	9,6886	9,6130	8,8749
COMPESA	Pernambuco	19,7898	19,6161	14,6502	10,8495
CAGECE	Ceará	12,3844	18,1892	11,6077	15,5155

No APÊNDICE C, foram apresentados os cálculos detalhados das tarifas médias de água potável por categoria, e por estados vigentes em 2021.

4.2.3.1. Identificar as Receitas Operacionais Brutas de água potável

As Receitas Operacionais Brutas de água potável (ROB_{AP}) encontradas ficaram entre R\$ 679.095,00 milhares (ES) e R\$ 7.694.314,72 milhares (SP). Os valores foram obtidos nas demonstrações financeiras e nos relatórios da administração das prestadoras, referentes ao ano de 2020. Na Tabela 17, foram apresentadas as Receitas Operacionais Brutas de água potável em ordem decrescente.

Tabela 17 - Receita Operacional Bruta de água potável (ROB_{AP}) por prestadora de saneamento, em 2020.

Concessionária	Estado	ROB_{AP} (R\$ em milhares 2020)
SABESP	São Paulo	7.694.314,72
CEDAE	Rio de Janeiro	4.080.385,00
COPASA	Minas Gerais	3.550.607,00
COMPESA	Pernambuco	1.423.931,00
CAGECE	Ceará	1.134.968,00
CESAN	Espírito Santo	679.095,00

As Receitas Operacionais Brutas de água potável (ROB_{AP}) foram divididas por categorias conforme referência na Tabela 18.

Tabela 18 – Receita Operacional Bruta de água potável e percentual da segmentação de demanda por categoria.

ROB_{AP}			Segmentação por categoria (%)	
CEDAE	(CEDAE, 2020)	(página 133)	(CEDAE, 2017)	(página 22)
SABESP	(SABESP, 2020)	(página 6)	(SABESP, 2020)	(página 6)
CESAN	(CESAN, 2020)	(página 31)	(CESAN, 2020)	(página 31)
COPASA	(COPASA, 2020)	(página 17)	(COPASA, 2020)	(página 13)

CAGECE	(CAGECE, 2020b) (página 36)	(CAGECE, 2020b) (página 37)
COMPESA	(COMPESA, 2021) (página 15)	(COMPESA, 2021) (página 8)

Com as receitas ($R_{3\text{ AP}}$) e tarifas ($PM_{3\text{ AP}}$) segmentadas por categorias, e considerando que se trabalhou com a hipótese de que a quantidade demandada de água para reúso era 10% da demanda de água potável, foram encontradas as quantidades consumidas de AR por região ($Qdf_{3\text{ AR}}$)

No Rio de Janeiro (CEDAE), a quantidade demandada de água para reúso da categoria residencial foi de 11.793,43 m³, a comercial foi de 1.118,30 m³, público foi de 342,18 m³, e industrial foi de 17,98 m³. Os valores das receitas, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria foram expostos na Tabela 19.

Tabela 19 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - CEDAE.

CEDAE				
Categoria	$R_{3\text{ AP}}$ (R\$ em milhares)	$PM_{3\text{ AP}}$ (R\$)	$Qdf_{3\text{ AP}}$ (m³)	$Qdf_{3\text{ AR}}$ (m³)
residencial	3.755.586,35	31,8447	117.934,2491	11.793,4249
comercial	286.851,07	25,6508	11.182,9453	1.118,2945
publico	33.459,16	9,7781	3.421,8290	342,1829
industrial	4.488,42	24,9665	179,7777	17,9778
TOTAL	4.080.385,00			

Em São Paulo (SABESP), a quantidade demandada de água para reúso da categoria residencial foi de 70.932,13 m³, a comercial foi de 3.616,70 m³, público foi de 598,27 m³, e industrial foi de 610,55 m³. Os valores das receitas, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria foram expostos na Tabela 20.

Tabela 20 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - SABESP.

SABESP				
Categoria	$R_{3\text{ AP}}$ (R\$ em milhares)	$PM_{3\text{ AP}}$ (R\$)	$Qdf_{3\text{ AP}}$ (m³)	$Qdf_{3\text{ AR}}$ (m³)
residencial	6.839.222,41	9,6419	709.321,2176	70.932,1218

comercial	603.037,18	16,6737	36.167,00642	3.616,7006
publico	116.362,30	19,4497	5.982,715991	598,2716
industrial	135.692,84	22,2244	6.105,587543	610,5588
TOTAL	7.694.314,72			

No Espírito Santo (CESAN), a quantidade demandada de água para reúso da categoria residencial foi de 5.746,42 m³, a comercial foi de 843,46 m³, público foi de 430,96 m³, e industrial foi de 800,58 m³. Os valores das receitas, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria foram expostos na Tabela 21.

Tabela 21 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - CESAN.

CESAN				
Categoria	R₃ AP	PM₃ AP	Qdf₃ AP	Qdf₃ AR
	(R\$ em milhares)	(R\$)	(m³)	(m³)
residencial	482.201,00	8,3913	57.464,2027	5.746,4203
comercial	81.082,00	9,6130	8.434,6134	843,4613
publico	38.247,00	8,8749	4.309,5885	430,9588
industrial	77.565,00	9,6886	8.005,7616	800,5762
TOTAL	679.095,00			

Em Minas Gerais (COPASA), a quantidade demandada de água para reúso da categoria residencial foi de 25.503,49 m³, a comercial foi de 3.315,94 m³, público foi de 1.845,04 m³, e industrial foi de 951,08 m³. Os valores das receitas, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria foram expostos na Tabela 22.

Tabela 22 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - COPASA.

COPASA				
Categoria	R₃ AP	PM₃ AP	Qdf₃ AP	Qdf₃ AR
	(R\$ em milhares)	(R\$)	(m³)	(m³)
residencial	2.719.764,96	10,6643	255.034,8926	25.503,4893
comercial	458.028,30	13,8129	33.159,3645	3.315,9365
publico	241.441,28	13,0860	18.450,3874	1.845,0387

industrial	131.372,46	13,8129	9.510,8255	951,0825
TOTAL	3.550.607,00			

No Ceará (CAGECE), a quantidade demandada de água para reúso da categoria residencial foi de 7.535,02 m³, a comercial foi de 1.025,44 m³, público foi de 97,98 m³, e industrial foi de 371,49 m³. Os valores das receitas, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria foram expostos na Tabela 23.

Tabela 23 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - CAGECE.

CAGECE				
Categoria	R₃ AP	PM₃ AP	Qdf₃ AP	Qdf₃ AR
	(R\$ em milhares)	(R\$)	(m³)	(m³)
residencial	933.165,00	12,3844	75.350,2334	7.535,0233
comercial	119.030,00	11,6077	10.254,4199	1.025,4420
publico	15.202,00	15,5155	979,7966	97,9797
industrial	67.571,00	18,1892	3.714,8983	371,4898
TOTAL	1.134.968,00			

Por falta de informação disponível nas demonstrações financeiras, para encontrar o percentual da segmentação de demanda por categorias da COMPESA, foram somados os valores de contas a vencer, e contas vencidas das categorias, e obtidos os percentuais de participação das categorias, e respectivamente foram encontrados os percentuais para residencial 83,6%, para comercial 9,6%, para público 5,8%, para industrial 1%. Os cálculos foram apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 - Percentual da segmentação do consumo de água por categoria - COMPESA.

COMPESA - Receitas 2020				
	A vencer	Vencidas	Total	(%)
residencial	R\$ 169.916,0000	R\$ 1.017.090,00	R\$ 1.187.006,00	83,6126 %
comercial	R\$ 24.656,0000	R\$ 111.463,00	R\$ 136.119,00	9,5882 %
publico	R\$ 20.892,0000	R\$ 61.624,00	R\$ 82.516,00	5,8124 %

industrial	R\$ 5.184,0000	R\$ 8.825,00	R\$ 14.009,00	0,9868 %
------------	----------------	--------------	---------------	-----------------

Em Pernambuco (COMPESA), a quantidade demandada de água para reúso da categoria residencial foi de 6.016,16 m³, a comercial foi de 931,93 m³, público foi de 762,85 m³, e industrial foi de 71,63 m³. Os valores das receitas, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria foram expostos na Tabela 25.

Tabela 25 - Receita, tarifa média de água potável, consumo de água potável, e consumo de água para reúso por categoria - COMPESA.

COMPESA				
Categoria	R₃ AP	PM₃ AP	Qdf₃ AP	Qdf₃ AR
	(R\$ em milhares)	(R\$)	(m³)	(m³)
residencial	1.190.585,45	19,7898	60.161,5736	6.016,1574
comercial	136.529,47	14,6502	9.319,2788	931,9279
publico	82.764,83	10,8495	7.628,4714	762,8471
industrial	14.051,24	19,6161	716,3111	71,6311
TOTAL	1.423.931,00			

4.3. ETAPA 03 – CALCULAR AS TARIFAS E AS CURVAS DE DEMANDA

4.3.1 Alocar a margem de lucro mínima

O valor encontrado para a margem de lucro mínima foi de 9,98%, utilizando o cálculo da média aritmética dos WACCs real depois dos impostos das prestadoras de saneamento SABESP (SP), CEDAE (RJ), COPASA (MG), CESAN (ES), CAGECE (CE), COMESA (PE), conforme valores demonstrados na Tabela 26.

Tabela 26 - Planilha de cálculo do WACC real médio depois dos impostos.

Prestadora	Região	WACC	Índice	Fonte	Local
		(%)			
SABESP	SP	8,1000	1,0810 (A)	(ARSESP, 2020)	(página 17)
CEDAE	RJ	9,4500	1,0945 (B)	(CEDAE, 2020)	(página 83)

COPASA	MG	7,9240	1,0792	(C).	(ARSAE, 2021b)	(página 19)
CESAN	ES	8,1700	1,0817	(D)	(ARSP, 2021)	(página 73)
CAGECE	CE	7,8500	1,0785	(E)	(ARCE, 2021)	(página 11)
COMPESA	PE	7,3200	1,0732	(F)	(COMPESA, 2022)	(página 12)
Índice total			1,5987			
(G = A x B x C x D x E x F)						
WACC médio (H = G / 6)			9,98%			

4.3.2. Montar a estrutura tarifária

4.3.2.1. Baixo consumo

As tarifas de água para reúso em 1800 m³, valor classificado no trabalho como de baixo consumo, foram em ordem crescente: Minas Gerais de 4,54 R\$/m³; Espírito Santo de 4,77 R\$/m³; São Paulo de 4,79 R\$/m³; Rio de Janeiro de 4,96 R\$/m³; Ceará de 5,04 R\$/m³; Pernambuco de 5,30 R\$/m³.

Com esse resultado, identificou-se que para baixo consumo, 1800 m³, a tarifa menor encontrou-se no estado de Minas Gerais, e a maior, em Pernambuco. Percebeu-se que o custo que mais influenciou nas tarifas foram os custos fixos, MOB-TEC e MOB-GEN. Na planilha de cálculo das tarifas de água para reúso para consumo de baixo consumo pode ser vista essa distinção de dispêndios, na Tabela 27.

Tabela 27 - Tarifa de água para reúso no baixo consumo -1800 m³.

Estado	Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB- TEC	MOB- GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
	(m³)	(R\$/m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
Minas Gerais	1800	4,5387	8.169,66	40,85	53,10	245,09	4.320,10	288,57	1.539,00	664,04	123,12	895,79	80,62	815,17	9,98%
Espírito Santo	1800	4,7715	8.588,70	42,94	55,83	257,66	4.739,57	233,62	1.539,00	664,04	114,05	942,00	84,78	857,22	9,98%
São Paulo	1800	4,7897	8.621,46	43,11	56,04	258,64	4.525,22	459,36	1.539,00	664,04	130,50	945,56	85,10	860,46	9,98%
Rio de Janeiro	1800	4,9622	8.931,96	44,66	58,06	267,96	4.910,20	328,00	1.539,00	664,04	140,71	979,33	88,14	891,19	9,98%
Ceará	1800	5,0390	9.070,20	45,35	58,96	272,11	5.119,50	263,47	1.539,00	664,04	113,32	994,46	89,50	904,96	9,98%
Pernambuco	1800	5,3018	9.543,24	47,72	62,03	286,30	5.503,18	272,39	1.539,00	664,04	122,22	1.046,37	94,17	952,20	9,98%

Em Indaiatuba (SP), o valor da tarifa da água para reúso oferecido em 2020 pela Prefeitura foi de 3,55 R\$/m³ (INDAIATUBA, 2020), neste trabalho, a tarifa de reúso para 2022 em São Paulo capital foi maior, no valor de 4,79 R\$/m³.

4.3.2.2. Médio consumo

As tarifas de água para reúso de médio consumo nos estados em análise situaram-se em um intervalo de 1,8451 R\$/m³ (Minas Gerais) a 1,9515 R\$/m³ (Pernambuco).

MINAS GERAIS

No estado de Minas Gerais, as tarifas de água para reúso de médio consumo, foram encontradas num intervalo de 1,8630 R\$/m³ a 1,8451 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 28.

Tabela 28 - Minas Gerais - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m³.

Minas Gerais - Tarifas de água para reúso - consumo de média vazão														
Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB- TEC	MOB- GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
(m³)	(R\$/ m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
15.840	1,8630	29.509,92	147,55	191,81	885,30	4.320,10	288,57	13.543,20	5.843,53	1.083,47	3.206,38	288,57	2.917,80	9,89%
31.680	1,8545	58.750,56	293,75	381,88	1.762,52	8.640,20	288,57	27.086,40	11.687,07	2.166,95	6.443,22	579,89	5.863,33	9,98%
47.520	1,8510	87.959,52	439,80	571,74	2.638,79	12.960,30	288,57	40.629,60	17.530,60	3.250,42	9.649,70	868,47	8.781,23	9,98%
63.360	1,8491	117.158,98	585,79	761,53	3.514,77	17.280,40	288,57	54.172,80	23.374,14	4.333,89	12.847,07	1.156,24	11.690,84	9,98%
79.200	1,8480	146.361,60	731,81	951,35	4.390,85	21.600,51	288,57	67.716,00	29.217,67	5.417,37	16.047,48	1.444,27	14.603,21	9,98%
95.040	1,8473	175.567,39	877,84	1.141,19	5.267,02	25.920,61	288,57	81.259,20	35.061,21	6.500,84	19.250,92	1.732,58	17.518,34	9,98%
110.880	1,8468	204.773,18	1.023,87	1.331,03	6.143,20	30.240,71	288,57	94.802,40	40.904,74	7.584,31	22.454,36	2.020,89	20.433,47	9,98%
126.720	1,8465	233.988,48	1.169,94	1.520,93	7.019,65	34.560,81	288,57	108.345,60	46.748,28	8.667,78	25.666,92	2.310,02	23.356,89	9,98%
142.560	1,8461	263.180,02	1.315,90	1.710,67	7.895,40	38.880,91	288,57	121.888,80	52.591,81	9.751,26	28.856,70	2.597,10	26.259,59	9,98%
158.400	1,8460	292.406,40	1.462,03	1.900,64	8.772,19	43.201,01	288,57	135.432,00	58.435,34	10.834,73	32.079,88	2.887,19	29.192,69	9,98%
174.240	1,8457	321.594,77	1.607,97	2.090,37	9.647,84	47.521,11	288,57	148.975,20	64.278,88	11.918,20	35.266,62	3.174,00	32.092,62	9,98%
190.080	1,8455	350.792,64	1.753,96	2.280,15	10.523,78	51.841,21	288,57	162.518,40	70.122,41	13.001,68	38.462,47	3.461,62	35.000,85	9,98%
205.920	1,8453	379.984,18	1.899,92	2.469,90	11.399,53	56.161,32	288,57	176.061,60	75.965,95	14.085,15	41.652,25	3.748,70	37.903,55	9,98%
221.760	1,8452	409.191,55	2.045,96	2.659,75	12.275,75	60.481,42	288,57	189.604,80	81.809,48	15.168,62	44.857,21	4.037,15	40.820,06	9,98%
237.600	1,8451	438.395,76	2.191,98	2.849,57	13.151,87	64.801,52	288,57	203.148,00	87.653,02	16.252,10	48.059,13	4.325,32	43.733,81	9,98%

ESPÍRITO SANTO

No estado de Espírito Santo, as tarifas de água para reúso para médio consumo, foram encontradas num intervalo de 1,8863 R\$/m³ a 1,8701 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 29.

Tabela 29 - Espírito Santo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m³.

Espírito Santo - Tarifas de água para reúso - consumo de média vazão														
Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB- TEC	MOB- GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
(m³)	(R\$/ m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
15.840	1,8863	29.878,99	149,39	194,21	896,37	4.739,57	233,62	13.543,20	5.843,53	1.003,61	3.275,48	294,79	2.980,69	9,98%
31.680	1,8777	59.485,54	297,43	386,66	1.784,57	9.479,13	233,62	27.086,40	11.687,07	2.007,22	6.523,44	587,11	5.936,33	9,98%
47.520	1,8747	89.085,74	445,43	579,06	2.672,57	14.218,70	233,62	40.629,60	17.530,60	3.010,83	9.765,33	878,88	8.886,45	9,98%
63.360	1,8733	118.692,29	593,46	771,50	3.560,77	18.958,27	233,62	54.172,80	23.374,14	4.014,44	13.013,29	1.171,20	11.842,09	9,98%
79.200	1,8725	148.302,00	741,51	963,96	4.449,06	23.697,84	233,62	67.716,00	29.217,67	5.018,05	16.264,29	1.463,79	14.800,50	9,98%
95.040	1,8720	177.914,88	889,57	1.156,45	5.337,45	28.437,40	233,62	81.259,20	35.061,21	6.021,66	19.518,32	1.756,65	17.761,67	9,98%
110.880	1,8714	207.500,83	1.037,50	1.348,76	6.225,02	33.176,97	233,62	94.802,40	40.904,74	7.025,27	22.746,54	2.047,19	20.699,35	9,98%
126.720	1,8712	237.118,46	1.185,59	1.541,27	7.113,55	37.916,54	233,62	108.345,60	46.748,28	8.028,88	26.005,13	2.340,46	23.664,67	9,98%
142.560	1,8710	266.729,76	1.333,65	1.733,74	8.001,89	42.656,11	233,62	121.888,80	52.591,81	9.032,49	29.257,65	2.633,19	26.624,46	9,98%
158.400	1,8707	296.318,88	1.481,59	1.926,07	8.889,57	47.395,67	233,62	135.432,00	58.435,34	10.036,11	32.488,91	2.924,00	29.564,90	9,98%
174.240	1,8705	325.915,92	1.629,58	2.118,45	9.777,48	52.135,24	233,62	148.975,20	64.278,88	11.039,72	35.727,76	3.215,50	32.512,26	9,98%
190.080	1,8704	355.525,63	1.777,63	2.310,92	10.665,77	56.874,81	233,62	162.518,40	70.122,41	12.043,33	38.978,75	3.508,09	35.470,66	9,98%
205.920	1,8703	385.132,18	1.925,66	2.503,36	11.553,97	61.614,38	233,62	176.061,60	75.965,95	13.046,94	42.226,71	3.800,40	38.426,31	9,98%
221.760	1,8702	414.735,55	2.073,68	2.695,78	12.442,07	66.353,94	233,62	189.604,80	81.809,48	14.050,55	45.471,64	4.092,45	41.379,19	9,98%
237.600	1,8701	444.335,76	2.221,68	2.888,18	13.330,07	71.093,51	233,62	203.148,00	87.653,02	15.054,16	48.713,52	4.384,22	44.329,31	9,98%

SÃO PAULO

No estado de São Paulo, as tarifas de água para reúso para médio consumo, foram encontradas num intervalo de 1,8980 R\$/m³ a 1,8661 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 30.

Tabela 30 - São Paulo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m³.

São Paulo - Tarifas de água para reúso - consumo de média vazão														
Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB- TEC	MOB- GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
(m³)	(R\$/ m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
15.840	1,8980	30.064,32	150,32	195,42	901,93	4.525,22	459,36	13.543,20	5.843,53	1.148,38	3.296,96	296,73	3.000,24	9,98%
31.680	1,8810	59.590,08	297,95	387,34	1.787,70	9.050,43	459,36	27.086,40	11.687,07	2.296,77	6.537,07	588,34	5.948,73	9,98%
47.520	1,8753	89.114,26	445,57	579,24	2.673,43	13.575,65	459,36	40.629,60	17.530,60	3.445,15	9.775,66	879,81	8.895,85	9,98%
63.360	1,8723	118.628,93	593,14	771,09	3.558,87	18.100,86	459,36	54.172,80	23.374,14	4.593,54	13.005,14	1.170,46	11.834,67	9,98%
79.200	1,8707	148.159,44	740,80	963,04	4.444,78	22.626,08	459,36	67.716,00	29.217,67	5.741,92	16.249,80	1.462,48	14.787,32	9,98%
95.040	1,8695	177.677,28	888,39	1.154,90	5.330,32	27.151,29	459,36	81.259,20	35.061,21	6.890,30	19.482,32	1.753,41	17.728,91	9,98%
110.880	1,8687	207.201,46	1.036,01	1.346,81	6.216,04	31.676,51	459,36	94.802,40	40.904,74	8.038,69	22.720,90	2.044,88	20.676,02	9,98%
126.720	1,8681	236.725,63	1.183,63	1.538,72	7.101,77	36.201,72	459,36	108.345,60	46.748,28	9.187,07	25.959,49	2.336,35	23.623,14	9,98%
142.560	1,8676	266.245,06	1.331,23	1.730,59	7.987,35	40.726,94	459,36	121.888,80	52.591,81	10.335,46	29.193,53	2.627,42	26.566,11	9,98%
158.400	1,8672	295.764,48	1.478,82	1.922,47	8.872,93	45.252,15	459,36	135.432,00	58.435,34	11.483,84	32.427,56	2.918,48	29.509,08	9,98%
174.240	1,8670	325.306,08	1.626,53	2.114,49	9.759,18	49.777,37	459,36	148.975,20	64.278,88	12.632,22	35.682,85	3.211,46	32.471,39	9,98%
190.080	1,8668	354.841,34	1.774,21	2.306,47	10.645,24	54.302,58	459,36	162.518,40	70.122,41	13.780,61	38.932,07	3.503,89	35.428,18	9,98%
205.920	1,8665	384.349,68	1.921,75	2.498,27	11.530,49	58.827,80	459,36	176.061,60	75.965,95	14.928,99	42.155,47	3.793,99	38.361,48	9,98%
221.760	1,8663	413.870,69	2.069,35	2.690,16	12.416,12	63.353,01	459,36	189.604,80	81.809,48	16.077,38	45.391,03	4.085,19	41.305,83	9,98%
237.600	1,8661	443.385,36	2.216,93	2.882,00	13.301,56	67.878,23	459,36	203.148,00	87.653,02	17.225,76	48.620,51	4.375,85	44.244,66	9,98%

CEARÁ

No estado do Ceará, as tarifas de água para reúso para médio consumo, foram encontradas num intervalo de 1,9163 R\$/m³ a 1,8980 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 31.

Tabela 31 - Ceará - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m³.

Ceará - Tarifas de água para reúso - consumo de média vazão														
Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB- TEC	MOB- GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
(m³)	(R\$/ m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
15.840	1,9163	30.354,19	151,77	197,30	910,63	5.119,50	263,47	13.543,20	5.843,53	997,22	3.327,57	299,48	3.028,09	9,98%
31.680	1,9065	60.397,92	301,99	392,59	1.811,94	10.239,01	263,47	27.086,40	11.687,07	1.994,43	6.621,03	595,89	6.025,14	9,98%
47.520	1,9033	90.444,82	452,22	587,89	2.713,34	15.358,51	263,47	40.629,60	17.530,60	2.991,65	9.917,52	892,58	9.024,95	9,98%
63.360	1,9017	120.491,71	602,46	783,20	3.614,75	20.478,02	263,47	54.172,80	23.374,14	3.988,87	13.214,02	1.189,26	12.024,76	9,98%
79.200	1,9008	150.543,36	752,72	978,53	4.516,30	25.597,52	263,47	67.716,00	29.217,67	4.986,08	16.515,07	1.486,36	15.028,71	9,98%
95.040	1,9000	180.576,00	902,88	1.173,74	5.417,28	30.717,03	263,47	81.259,20	35.061,21	5.983,30	19.797,90	1.781,81	18.016,09	9,98%
110.880	1,8995	210.616,56	1.053,08	1.369,01	6.318,50	35.836,53	263,47	94.802,40	40.904,74	6.980,52	23.088,32	2.077,95	21.010,37	9,98%
126.720	1,8993	240.679,30	1.203,40	1.564,42	7.220,38	40.956,04	263,47	108.345,60	46.748,28	7.977,73	26.400,00	2.376,00	24.024,00	9,98%
142.560	1,8991	270.735,70	1.353,68	1.759,78	8.122,07	46.075,54	263,47	121.888,80	52.591,81	8.974,95	29.705,60	2.673,50	27.032,10	9,98%
158.400	1,8988	300.769,92	1.503,85	1.955,00	9.023,10	51.195,04	263,47	135.432,00	58.435,34	9.972,17	32.989,95	2.969,10	30.020,85	9,98%
174.240	1,8987	330.829,49	1.654,15	2.150,39	9.924,88	56.314,55	263,47	148.975,20	64.278,88	10.969,38	36.298,59	3.266,87	33.031,72	9,98%
190.080	1,8984	360.847,87	1.804,24	2.345,51	10.825,44	61.434,05	263,47	162.518,40	70.122,41	11.966,60	39.567,75	3.561,10	36.006,66	9,98%
205.920	1,8982	390.877,34	1.954,39	2.540,70	11.726,32	66.553,56	263,47	176.061,60	75.965,95	12.963,82	42.847,55	3.856,28	38.991,27	9,98%
221.760	1,8981	420.922,66	2.104,61	2.736,00	12.627,68	71.673,06	263,47	189.604,80	81.809,48	13.961,03	46.142,52	4.152,83	41.989,70	9,98%
237.600	1,8980	450.964,80	2.254,82	2.931,27	13.528,94	76.792,57	263,47	203.148,00	87.653,02	14.958,25	49.434,46	4.449,10	44.985,36	9,98%

RIO DE JANEIRO

No estado do Rio de Janeiro, as tarifas de água para reúso para médio consumo, foram encontradas num intervalo de 1,9235 R\$/m³ a 1,9007 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 32.

Tabela 32 - Rio de Janeiro - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m³.

Rio de Janeiro - Tarifas de água para reúso - consumo de média vazão														
Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB- TEC	MOB- GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
(m³)	(R\$/ m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
15.840	1,9235	30.468,24	152,34	198,04	914,05	4.910,20	328,00	13.543,20	5.843,53	1.238,25	3.340,63	300,66	3.039,97	9,98%
31.680	1,9113	60.549,98	302,75	393,57	1.816,50	9.820,40	328,00	27.086,40	11.687,07	2.476,49	6.638,79	597,49	6.041,30	9,98%
47.520	1,9073	90.634,90	453,17	589,13	2.719,05	14.730,60	328,00	40.629,60	17.530,60	3.714,74	9.940,00	894,60	9.045,40	9,98%
63.360	1,9053	120.719,81	603,60	784,68	3.621,59	19.640,80	328,00	54.172,80	23.374,14	4.952,99	13.241,21	1.191,71	12.049,50	9,98%
79.200	1,9040	150.796,80	753,98	980,18	4.523,90	24.551,00	328,00	67.716,00	29.217,67	6.191,24	16.534,82	1.488,13	15.046,69	9,98%
95.040	1,9033	180.889,63	904,45	1.175,78	5.426,69	29.461,21	328,00	81.259,20	35.061,21	7.429,48	19.843,62	1.785,93	18.057,69	9,98%
110.880	1,9026	210.960,29	1.054,80	1.371,24	6.328,81	34.371,41	328,00	94.802,40	40.904,74	8.667,73	23.131,16	2.081,80	21.049,35	9,98%
126.720	1,9023	241.059,46	1.205,30	1.566,89	7.231,78	39.281,61	328,00	108.345,60	46.748,28	9.905,98	26.446,03	2.380,14	24.065,89	9,98%
142.560	1,9020	271.149,12	1.355,75	1.762,47	8.134,47	44.191,81	328,00	121.888,80	52.591,81	11.144,22	29.751,79	2.677,66	27.074,13	9,98%
158.400	1,9015	301.197,60	1.505,99	1.957,78	9.035,93	49.102,01	328,00	135.432,00	58.435,34	12.382,47	33.018,07	2.971,63	30.046,45	9,98%
174.240	1,9013	331.282,51	1.656,41	2.153,34	9.938,48	54.012,21	328,00	148.975,20	64.278,88	13.620,72	36.319,28	3.268,74	33.050,54	9,98%
190.080	1,9011	361.361,09	1.806,81	2.348,85	10.840,83	58.922,41	328,00	162.518,40	70.122,41	14.858,97	39.614,41	3.565,30	36.049,12	9,98%
205.920	1,9010	391.453,92	1.957,27	2.544,45	11.743,62	63.832,61	328,00	176.061,60	75.965,95	16.097,21	42.923,21	3.863,09	39.060,12	9,98%
221.760	1,9009	421.543,58	2.107,72	2.740,03	12.646,31	68.742,81	328,00	189.604,80	81.809,48	17.335,46	46.228,97	4.160,61	42.068,36	9,98%
237.600	1,9007	451.606,32	2.258,03	2.935,44	13.548,19	73.653,01	328,00	203.148,00	87.653,02	18.573,71	49.508,92	4.455,80	45.053,12	9,98%

PERNAMBUCO

No estado de Pernambuco, as tarifas de água para reúso para médio consumo, foram encontradas num intervalo de 1,9515 R\$/m³ a 1,9325 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 33.

Tabela 33 - Pernambuco - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – médio consumo - 15.840 a 237.600 m³.

Pernambuco - Tarifas de água para reúso - consumo de média vazão														
Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB- TEC	MOB- GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
(m³)	(R\$/ m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
15.840	1,9515	30.911,76	154,56	200,93	927,35	5.503,18	272,39	13.543,20	5.843,53	1.075,52	3.391,10	305,20	3.085,90	9,98%
31.680	1,9412	61.497,22	307,49	399,73	1.844,92	11.006,36	272,39	27.086,40	11.687,07	2.151,03	6.741,83	606,77	6.135,07	9,98%
47.520	1,9378	92.084,26	460,42	598,55	2.762,53	16.509,54	272,39	40.629,60	17.530,60	3.226,55	10.094,08	908,47	9.185,62	9,98%
63.360	1,9363	122.683,97	613,42	797,45	3.680,52	22.012,71	272,39	54.172,80	23.374,14	4.302,07	13.458,48	1.211,26	12.247,21	9,98%
79.200	1,9352	153.267,84	766,34	996,24	4.598,04	27.515,89	272,39	67.716,00	29.217,67	5.377,58	16.807,69	1.512,69	15.295,00	9,98%
95.040	1,9345	183.854,88	919,27	1.195,06	5.515,65	33.019,07	272,39	81.259,20	35.061,21	6.453,10	20.159,94	1.814,39	18.345,54	9,98%
110.880	1,9340	214.441,92	1.072,21	1.393,87	6.433,26	38.522,25	272,39	94.802,40	40.904,74	7.528,61	23.512,19	2.116,10	21.396,09	9,98%
126.720	1,9338	245.051,14	1.225,26	1.592,83	7.351,53	44.025,43	272,39	108.345,60	46.748,28	8.604,13	26.885,69	2.419,71	24.465,98	9,98%
142.560	1,9334	275.625,50	1.378,13	1.791,57	8.268,77	49.528,61	272,39	121.888,80	52.591,81	9.679,65	30.225,79	2.720,32	27.505,47	9,98%
158.400	1,9332	306.218,88	1.531,09	1.990,42	9.186,57	55.031,78	272,39	135.432,00	58.435,34	10.755,16	33.584,12	3.022,57	30.561,54	9,98%
174.240	1,9329	336.788,50	1.683,94	2.189,13	10.103,65	60.534,96	272,39	148.975,20	64.278,88	11.830,68	36.919,66	3.322,77	33.596,89	9,98%
190.080	1,9328	367.386,62	1.836,93	2.388,01	11.021,60	66.038,14	272,39	162.518,40	70.122,41	12.906,20	40.282,54	3.625,43	36.657,11	9,98%
205.920	1,9327	397.981,58	1.989,91	2.586,88	11.939,45	71.541,32	272,39	176.061,60	75.965,95	13.981,71	43.642,38	3.927,81	39.714,57	9,98%
221.760	1,9326	428.573,38	2.142,87	2.785,73	12.857,20	77.044,50	272,39	189.604,80	81.809,48	15.057,23	46.999,18	4.229,93	42.769,26	9,98%
237.600	1,9325	459.162,00	2.295,81	2.984,55	13.774,86	82.547,68	272,39	203.148,00	87.653,02	16.132,75	50.352,95	4.531,77	45.821,18	9,98%

4.3.2.3. Alto consumo

As tarifas de água para reúso no alto consumo, ficaram entre 1,8440 R\$/m³ (Minas Gerais- residencial) e 1,9395 R\$/m³ (Pernambuco - público), os resultados por estados foram discriminados a seguir.

MINAS GERAIS

No estado de Minas Gerais, as tarifas de água para reúso para alto consumo por categoria foram de 1,8440 a 1,8509 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 34.

Tabela 34 - Minas Gerais - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – alto consumo.

Minas Gerais	Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB-TEC	MOB-GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
	(m ³)	(R\$/m ³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
residencial	25.503,489	1,8440	47.028.434,20	235.142,17	305.684,82	1.410.853,03	6.955.660,01	5.771,44	21.805.483,32	9.408.492,22	1.744.466,21	5.156.880,98	464.119,29	4.692.761,69	9,98%
comercial	3.315.936	1,8457	6.120.223,91	30.601,12	39.781,46	183.606,72	904.367,49	5.771,44	2.835.125,67	1.223.282,12	226.813,63	670.874,27	60.378,68	610.495,59	9,98%
publico	1.845.039	1,8475	3.408.709,07	17.043,55	22.156,61	102.261,27	503.204,17	5.771,44	1.577.508,12	680.653,24	126.202,64	373.908,03	33.651,72	340.256,31	9,98%
industrial	951.083	1,8509	1.760.358,69	8.801,79	11.442,33	52.810,76	259.392,23	5.771,44	813.175,58	350.863,86	65.055,07	193.045,62	17.374,11	175.671,52	9,98%

ESPÍRITO SANTO

No estado do Espírito Santo, as tarifas de água para reúso para alto consumo por categoria foram de 1,8700 a 1,8817 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 35.

Tabela 35 - Espírito Santo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – alto consumo.

Espírito Santo	Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB-TEC	MOB-GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
	(m ³)	(R\$/m ³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
residencial	5.746.420	1,8700	10.745.805,91	53.729,03	69.847,74	322.374,18	1.719.415,79	4.672,36	4.913.189,33	2.119.911,90	364.088,88	1.178.576,69	106.071,90	1.072.504,79	9,98%
comercial	843.461	1,8755	1.581.911,74	7.909,56	10.282,43	47.457,35	252.376,38	4.672,36	721.159,44	311.161,32	53.441,08	173.451,82	15.610,66	157.841,15	9,98%
publico	430.959	1,8817	810.935,26	4.054,68	5.271,08	24.328,06	128.949,40	4.672,36	368.469,81	158.985,03	27.305,23	88.899,61	8.000,97	80.898,65	9,98%
industrial	800.576	1,8760	1.501.880,88	7.509,40	9.762,23	45.056,43	239.544,49	4.672,36	684.492,62	295.340,55	50.723,91	164.778,90	14.830,10	149.948,80	9,98%

SÃO PAULO

No estado de São Paulo, as tarifas de água para reúso em alto consumo por categoria foram de 1,8640 a 1,8819 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 36.

Tabela 36 - São Paulo - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – alto consumo.

São Paulo	Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB-TEC	MOB-GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
	(m³)	(R\$/m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
residencial	70.932.122	1,8640	132.217.474,96	661.087,37	859.413,59	3.966.524,25	20.264.086,21	9.187,10	60.646.964,10	26.167.569,04	5.142.507,19	14.500.136,10	1.305.012,25	13.195.123,85	9,98%
comercial	3.616.701	1,8668	6.751.656,76	33.758,28	43.885,77	202.549,70	1.033.229,12	9.187,10	3.092.279,05	1.334.237,03	262.207,14	740.323,55	66.629,12	673.694,43	9,98%
publico	598.272	1,8819	1.125.887,32	5.629,44	7.318,27	33.776,62	170.915,90	9.187,10	511.522,22	220.708,38	43.374,09	123.455,32	11.110,98	112.344,34	9,98%
industrial	610.559	1,8815	1.148.766,30	5.743,83	7.466,98	34.462,99	174.426,13	9.187,10	522.027,73	225.241,23	44.264,89	125.945,41	11.335,09	114.610,32	9,98%

CEARÁ

No estado de Ceará, as tarifas de água para reúso em alto consumo por categoria foram de 1,8976 a 1,9135 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 37. Cabe destacar que a célula destacada não computou o custo da MOB-GEN como alto consumo, pois 10 % do consumo de água potável nessa categoria foi enquadrado no médio consumo (97.980 m³), e por isso o custo da MOB-GEN foi compartilhado e ficou em R\$ 263,47.

Tabela 37 - Ceará - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – alto consumo.

Ceará	Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB-TEC	MOB-GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
	(m³)	(R\$/m³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
residencial	7.535.023	1,8976	14.298.460,30	71.492,30	92.939,99	428.953,81	2.435.327,35	5.269,31	6.442.444,96	2.779.745,46	474.371,92	1.567.915,20	141.112,37	1.426.802,84	9,98%
comercial	1.025.442	1,9028	1.951.211,03	9.756,06	12.682,87	58.536,33	331.423,91	5.269,31	876.752,90	378.295,81	64.557,32	213.936,52	19.254,29	194.682,23	9,98%
publico	97.980	1,8999	186.151,55	930,76	1.209,99	5.584,55	31.667,13	263,47	83.772,61	36.145,67	6.168,37	20.409,01	1.836,81	18.572,20	9,98%
industrial	371.490	1,9135	710.845,78	3.554,23	4.620,50	21.325,37	120.065,90	5.269,31	317.623,80	137.046,31	23.387,36	77.953,00	7.015,77	70.937,23	9,98%

RIO DE JANEIRO

No estado do Rio de Janeiro, as tarifas de água para reúso em alto consumo por categoria foram de 1,8997 a 1,9217 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 38. As células destacadas mantiveram a explicação observada no estado do Ceará.

Tabela 38 - Rio de Janeiro - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – alto consumo.

Rio de Janeiro	Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB-TEC	MOB-GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
	(m ³)	(R\$/m ³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
residencial	11.793,425	1,8997	22.403.969,31	112.019,85	145.625,80	672.119,08	3.655.813,51	6.560,00	10.083.378,30	4.350.712,38	921.917,62	2.455.822,76	221.024,05	2.234.798,71	9,98%
comercial	1.118,295	1,9060	2.131.469,38	10.657,35	13.854,55	63.944,08	346.657,25	6.560,00	956.141,83	412.550,04	87.419,51	233.684,78	21.031,63	212.653,15	9,98%
publico	342,183	1,9217	657.572,88	3.287,86	4.274,22	19.727,19	106.072,40	6.560,00	292.566,38	126.234,69	26.749,18	72.100,95	6.489,09	65.611,87	9,98%
industrial	17,978	1,9206	34.528,11	172,64	224,43	1.035,84	5.572,88	328,00	15.371,00	6.632,18	1.405,36	3.785,77	340,72	3.445,05	9,98%

PERNAMBUCO

No estado de Pernambuco, as tarifas de água para reúso em alto consumo por categoria foram de 1,9322 a 1,9395 R\$/m³, conforme cálculos da Tabela 39. As células destacadas mantiveram a explicação observada no estado do Ceará.

Tabela 39 - Pernambuco - planilha de cálculo das tarifas de água para reúso (R\$/m³) – alto consumo.

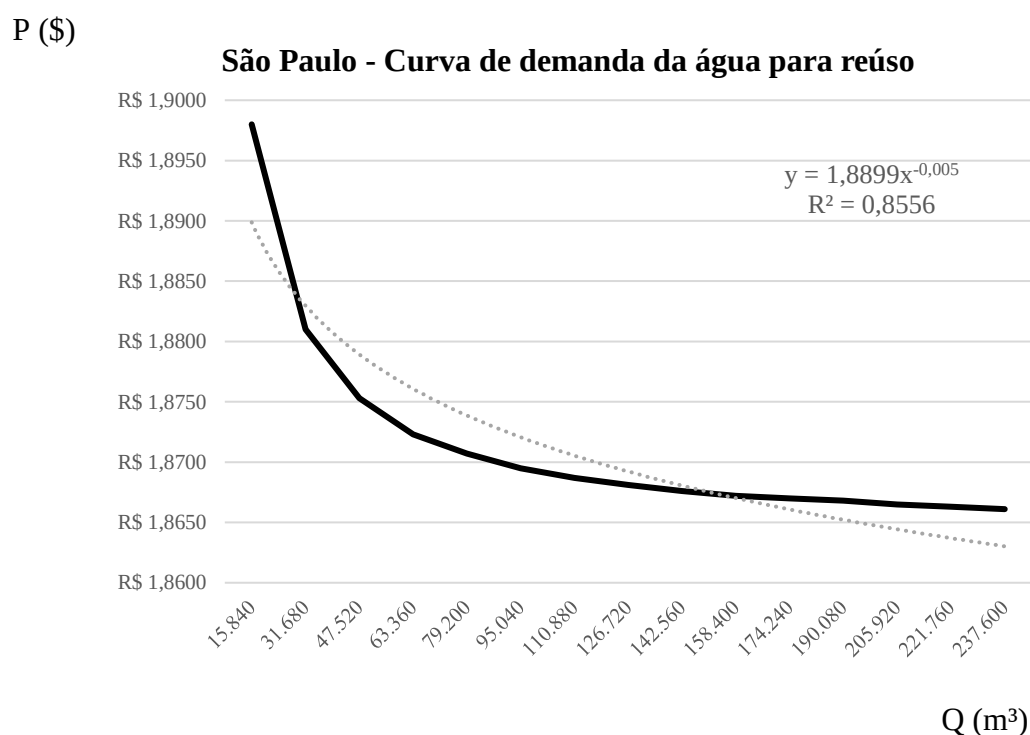
Pernambuco	Q _{AR}	Tarifa	Receita	Ag Reg	PIS	COFINS	MOB-TEC	MOB-GEN	Hipoclorito de sódio	Qualidade	Energia elétrica	Lucro	CSLL	Resultado	Margem de lucro
	(m ³)	(R\$/m ³)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
residencial	6.016,157	1,9322	11.624.419,25	58.122,10	75.558,73	348.732,58	2.090.150,71	5.447,79	5.143.814,54	2.219.420,61	408.489,62	1.274.682,57	114.721,43	1.159.961,14	9,98%
comercial	931,928	1,9380	1.806.076,22	9.030,38	11.739,50	54.182,29	323.773,07	5.447,79	796.798,33	343.797,51	63.276,75	198.030,61	17.822,76	180.207,86	9,98%
publico	762,847	1,9395	1.479.542,03	7.397,71	9.617,02	44.386,26	265.030,55	5.447,79	652.234,30	281.421,94	51.796,37	162.210,08	14.598,91	147.611,17	9,98%
industrial	71,631	1,9356	138.649,18	693,25	901,22	4.159,48	24.886,29	272,39	61.244,60	26.425,43	4.863,66	15.202,86	1.368,26	13.834,61	9,98%

4.3.3. Construir as curvas de demanda da água para reúso

Com as tarifas para médio consumo, foram construídas as curvas de demanda da água para reúso nos estados. Destaca-se que as curvas apresentam uma inclinação mais íngreme na seguinte ordem decrescente: São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco, Minas Gerais, Ceará, Espírito Santo. Sabe-se que as curvas mais em pé indicam que as prestadoras de serviço possuem maior poder de mercado, ou seja, se realizarem uma grande variação de preços, haverá pouca redução proporcional na quantidade consumida. Essa é uma importante informação para o mercado, tanto empresarial, como regulatório e de políticas públicas.

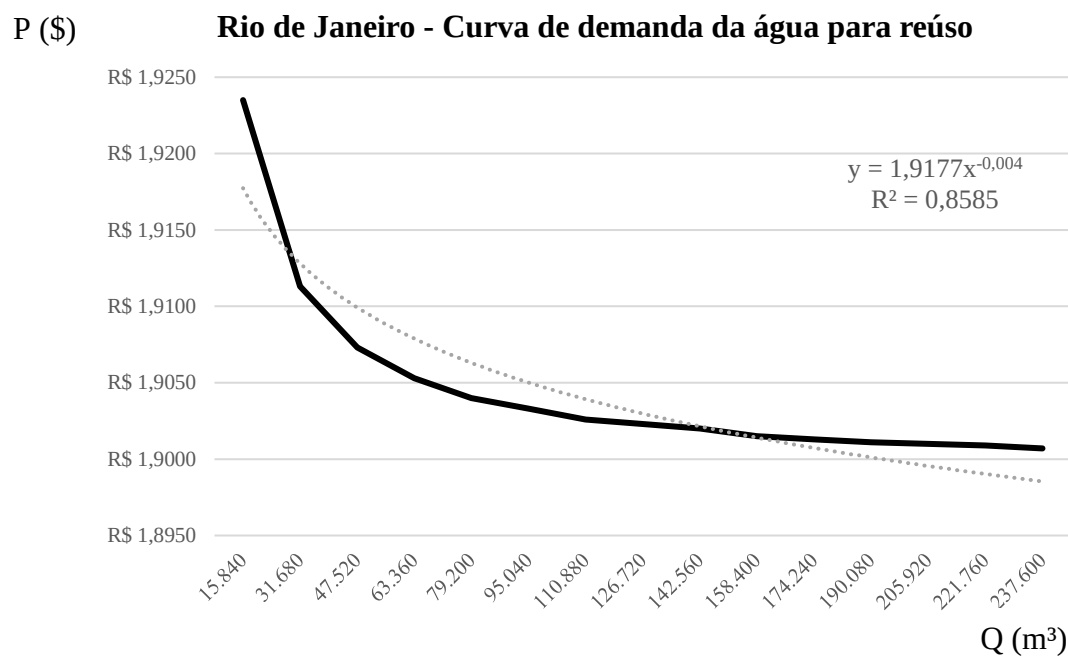
Na Figura 41, foi demonstrada a curva de demanda de água para reúso em São Paulo.

Figura 41 - São Paulo - curva de demanda de água para reúso.



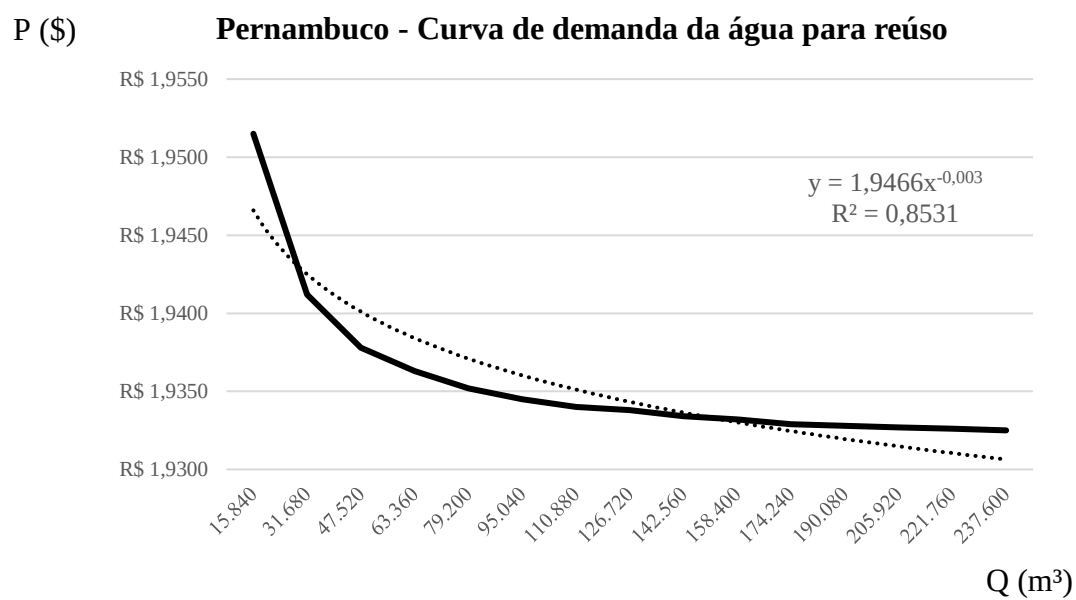
Na Figura 42, foi desenhada a curva de demanda de água para reúso no Rio de Janeiro.

Figura 42 - Rio de Janeiro - curva de demanda de água para reúso.



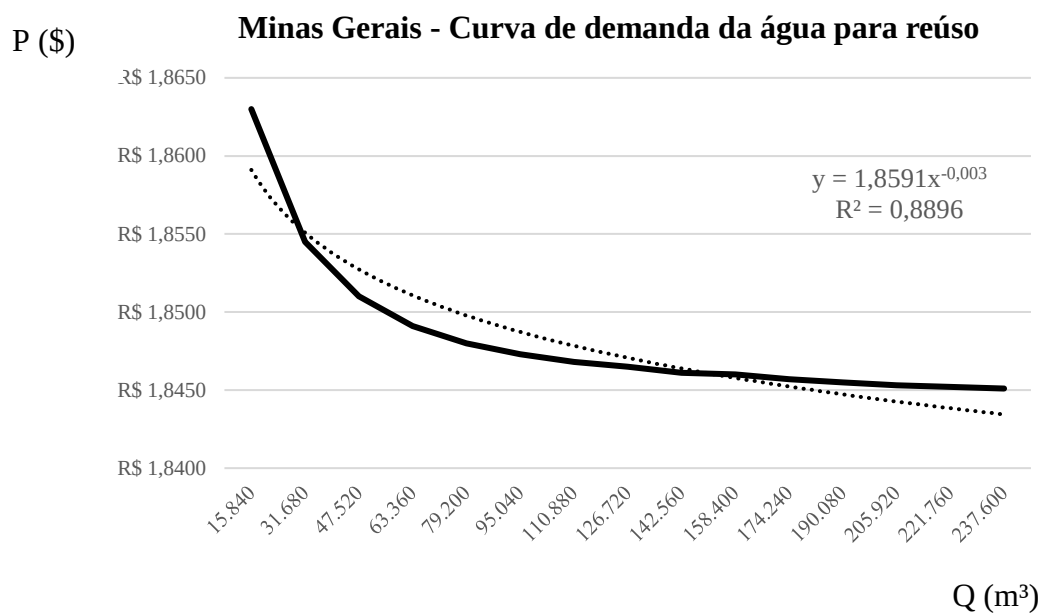
Na Figura 43, foi desenhada a curva de demanda de água para reúso em Pernambuco.

Figura 43 - Pernambuco - curva de demanda de água para reúso.



Na Figura 44, foi desenhada a curva de demanda de água para reúso em Minas Gerais.

Figura 44 - Minas Gerais - curva de demanda de água para reúso.



Na Figura 45, foi desenhada a curva de demanda de água para reúso no Ceará.

Figura 45 - Ceará - curva de demanda da água para reúso.

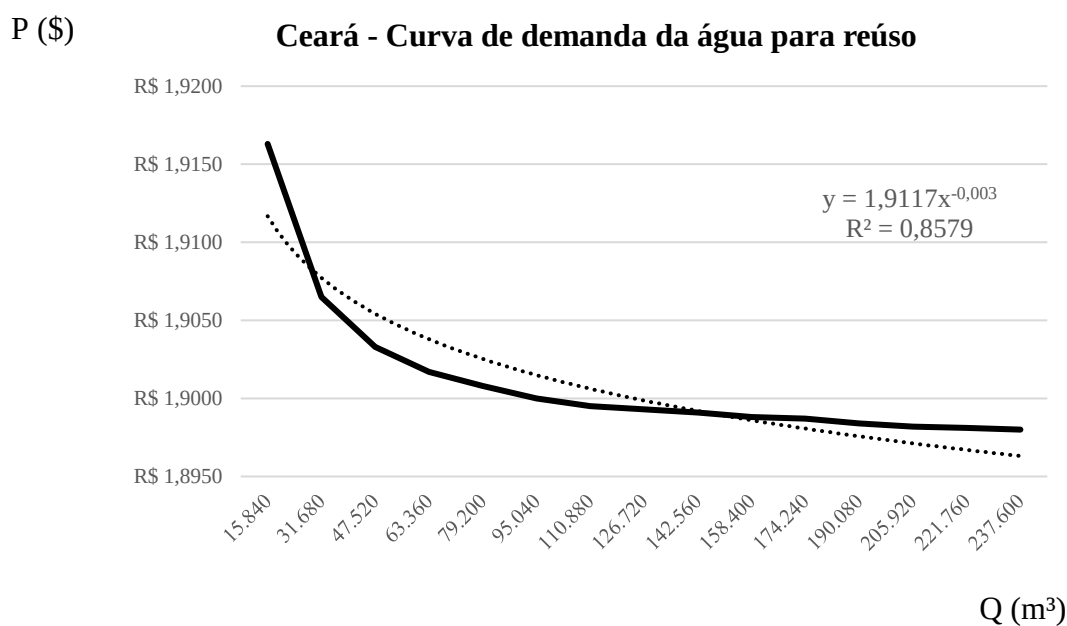
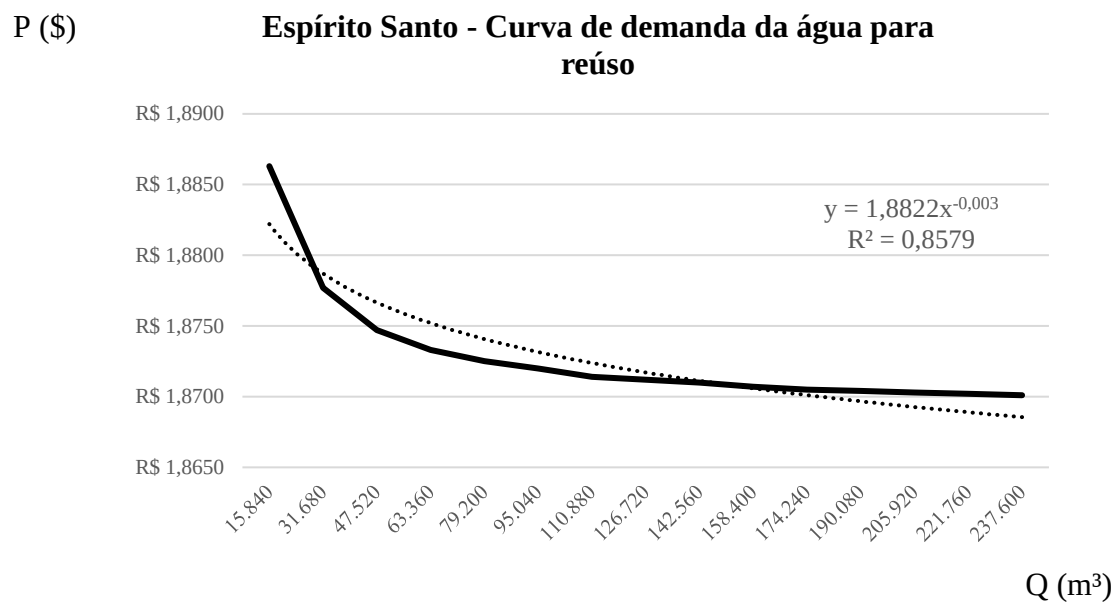


Figura 46 - Espírito Santo - curva de demanda da água para reúso.



4.4. ETAPA 04 – CALCULAR AS DISTÂNCIAS MÁXIMAS ACEITÁVEIS

4.4.1. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa

O custo do transporte, da manobra e descarga (CTMD) sem tarifa encontrado por ordem decrescente foi no Ceará de R\$ 278,95, em Pernambuco de R\$ 271,43, no Rio de Janeiro de R\$ 244,25, em São Paulo de R\$ 239,01, em Minas Gerais de R\$ 236,64, e no Espírito Santo de R\$ 231,25, conforme demonstrado o cálculo na Tabela 40.

Tabela 40 - Cálculo do custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa de água.

Custo do transporte, da manobra e descarga sem tarifa				
	5901	5903	5903 (2/3)	Total
Ceará	R\$ 249,96	R\$ 43,48	R\$ 28,99	R\$ 278,95
Pernambuco	R\$ 238,00	R\$ 50,14	R\$ 33,43	R\$ 271,43
Rio de Janeiro	R\$ 213,31	R\$ 46,41	R\$ 30,94	R\$ 244,25
São Paulo	R\$ 208,62	R\$ 45,58	R\$ 30,39	R\$ 239,01
Minas Gerais	R\$ 208,28	R\$ 42,54	R\$ 28,36	R\$ 236,64
Espírito Santo	R\$ 202,68	R\$ 42,85	R\$ 28,57	R\$ 231,25

4.4.2. Calcular o custo do transporte, manobra e descarga com tarifa

O custo do transporte, manobra e descarga (CTMD) do caminhão-pipa com tarifa de reúso para baixo consumo (R\$/m³ x min) encontrado por ordem decrescente foi em Pernambuco de R\$ 2,40 R\$/m³ x min, no Ceará de 2,34 R\$/m³ x min, no Rio de Janeiro de 2,02 R\$/m³ x min, em São Paulo de 1,91 R\$/m³ x min, no Espírito Santo de 1,84 R\$/m³ x min, e em Minas Gerais de 1,79 R\$/m³ x min, conforme demonstrado na Tabela 41.

Tabela 41 - Cálculo do custo do transporte, da manobra e descarga com tarifa baixo consumo (R\$/m³ x min).

Estado	CTMD com tarifa (R\$/10 m³x h)	CTMD com tarifa (R\$/m³x h)	CTMD com tarifa (R\$/m³ x min)
Pernambuco	1.439,05	143,90	2,40
Ceará	1.405,61	140,56	2,34
Rio de Janeiro	1.212,02	121,20	2,02
São Paulo	1.144,77	114,48	1,91
Espírito Santo	1.103,39	110,34	1,84
Minas Gerais	1.074,04	107,40	1,79

4.4.3. Calcular o custo do transporte, da manobra e descarga por distâncias

O custo do transporte, manobra e descarga do caminhão-pipa em função das distâncias e por estados foi calculado e percebeu-se que o maior valor ocorreu em Pernambuco, em seguida Ceará, Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, e o menor custo, em Minas Gerais. Esse cálculo foi demonstrado na Tabela 42.

Tabela 42 - Cálculo do custo do transporte, manobra e descarga do caminhão-pipa em função das distâncias e por estados com baixo consumo.

V (km/h)	ΔS (km)	ΔT (min)	PE (R\$/m³)	CE (R\$/m³)	RJ (R\$/m³)	SP (R\$/m³)	ES (R\$/m³)	MG (R\$/m³)
60	10	10	23,98	23,43	20,20	19,08	18,39	17,90
60	20	20	47,97	46,85	40,40	38,16	36,78	35,80
60	30	30	71,95	70,28	60,60	57,24	55,17	53,70
60	40	40	95,94	93,71	80,80	76,32	73,56	71,60
60	50	50	119,92	117,13	101,00	95,40	91,95	89,50
60	60	60	143,90	140,56	121,20	114,48	110,34	107,40
60	70	70	167,89	163,99	141,40	133,56	128,73	125,30
60	80	80	191,87	187,41	161,60	152,64	147,12	143,21
60	90	90	215,86	210,84	181,80	171,72	165,51	161,11
60	100	100	239,84	234,27	202,00	190,80	183,90	179,01
60	110	110	263,83	257,70	222,20	209,87	202,29	196,91
60	120	120	287,81	281,12	242,40	228,95	220,68	214,81

4.4.4. Analisar o comportamento do consumidor

A análise do comportamento do consumidor identificou o ponto de corte, ocorrido no equilíbrio do consumidor. O equilíbrio do consumidor foi obtido pela interseção da curva de indiferença com a curva de restrição orçamentária. Assim, foram obtidas as curvas.

4.4.4.1. Construir a curva de indiferença

Como AR e AP foram classificados como bens substitutos perfeitos, a função utilidade dos bens AR e AP foi definida, considerando a quantidade demanda como a de 1800 m³, conforme Equação 11.

Equação 11 - Função utilidade entre a água para reúso e água potável.

$$U(q_1, q_2) = q_1 + q_2 = 1800$$

Com essa função, foi composta a planilha de utilidade entre AR e AP, demonstrada na Tabela 43.

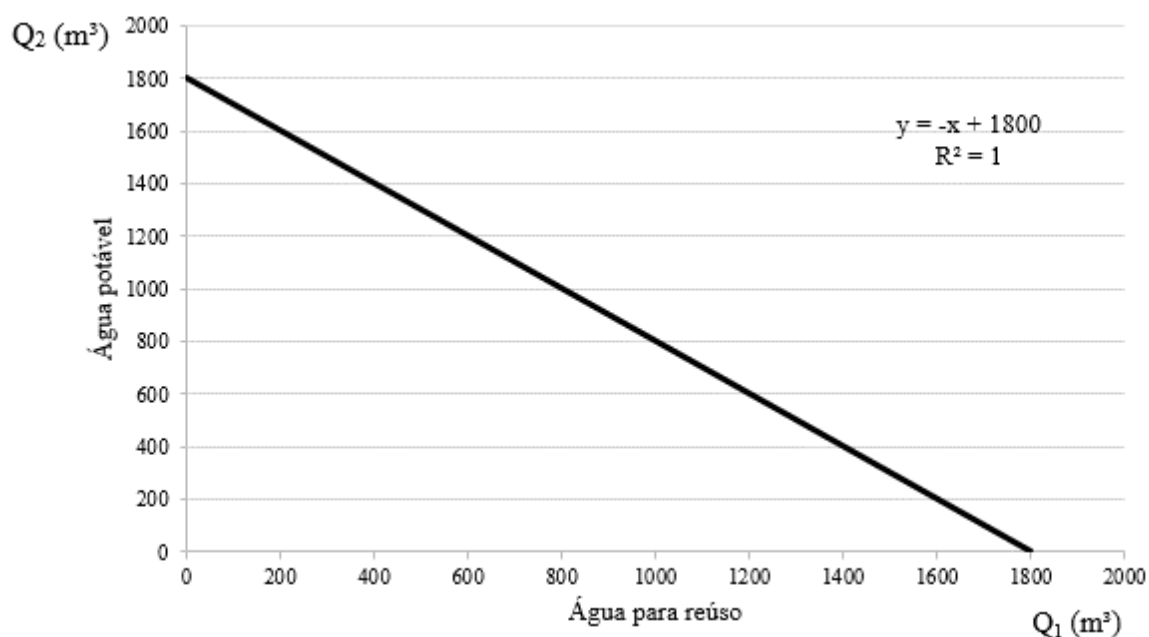
Tabela 43 - Planilha da função utilidade entre água para reúso e água potável.

Água para Reúso q1	Água Potável q2
0	1800
100	1700
200	1600
300	1500
400	1400
500	1300
600	1200
700	1100
800	1000
900	900
1000	800
1100	700

1200	600
1300	500
1400	400
1500	300
1600	200
1700	100
1800	0

Com os dados da Tabela 43, foi construída a curva de indiferença entre AR e AP, conforme a Figura 47.

Figura 47 - Curva de indiferença entre os bens água para reúso e água potável.



4.4.4.2. Construir a restrição orçamentária

Entendeu-se que o estudo da demanda de transporte entre AR e AP caberia para todo o mercado, por isso foi escolhida uma amostra de tarifa para o cálculo. A equação da restrição orçamentária foi produzida com as tarifas de AP e AR do Rio de Janeiro (CEDAE) para a categoria industrial. A renda (R), foi obtida multiplicando p_1 (R\$ 4,97), por q_1 , e somando esse resultado, com o produto da multiplicação de p_2 (R\$ 24,97) por q_2 . A equação da restrição orçamentária foi demonstrada na Equação 12.

Equação 12 - Restrição orçamentária da água para reúso e água potável (I).

$$4,97 \cdot q_1 + 24,97 \cdot q_2 = R$$

Para encontrar os zeros da função, foi necessário indicar um valor para a renda (R.). Nesse trabalho, considerou-se que a renda (R.) era igual ao consumo total em água para reúso.

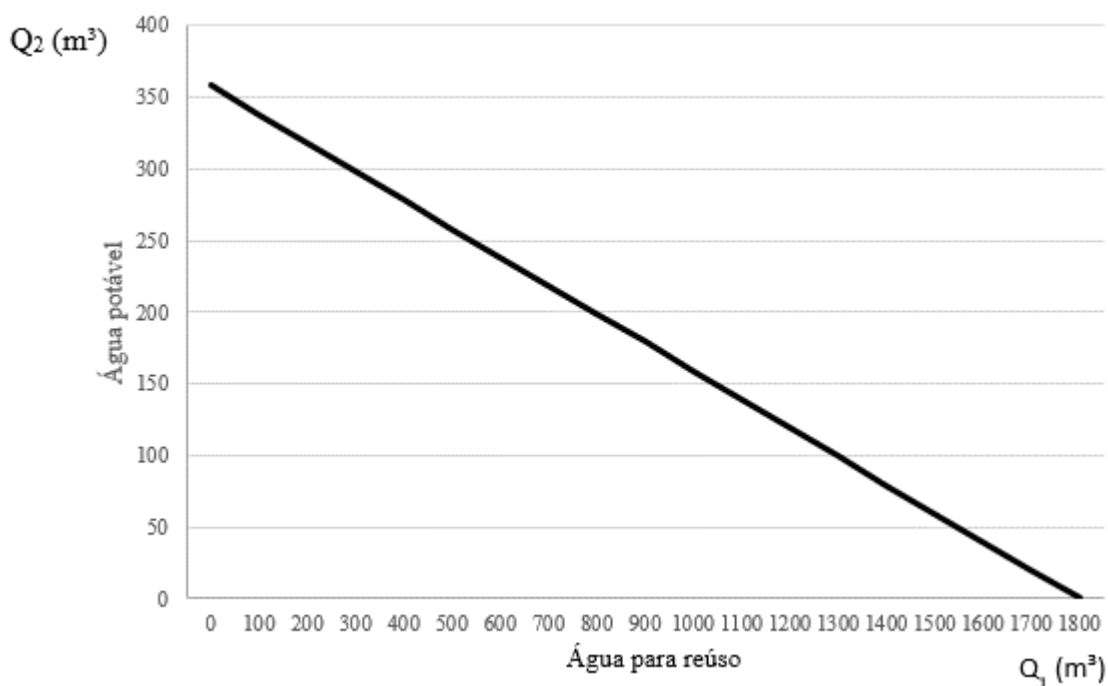
Assim, R foi o resultado da multiplicação de R\$ 4,97 por 1800, obtendo o valor de R\$ 8.931,96. Conforme Equação 13.

Equação 13 - Restrição orçamentária da água para reúso e água potável (II).

$$4,97 \cdot q_1 + 24,97 \cdot q_2 = \text{R\$ } 8.931,96$$

Com essa função, foi desenhado o gráfico da restrição orçamentária, conforme Figura 48.

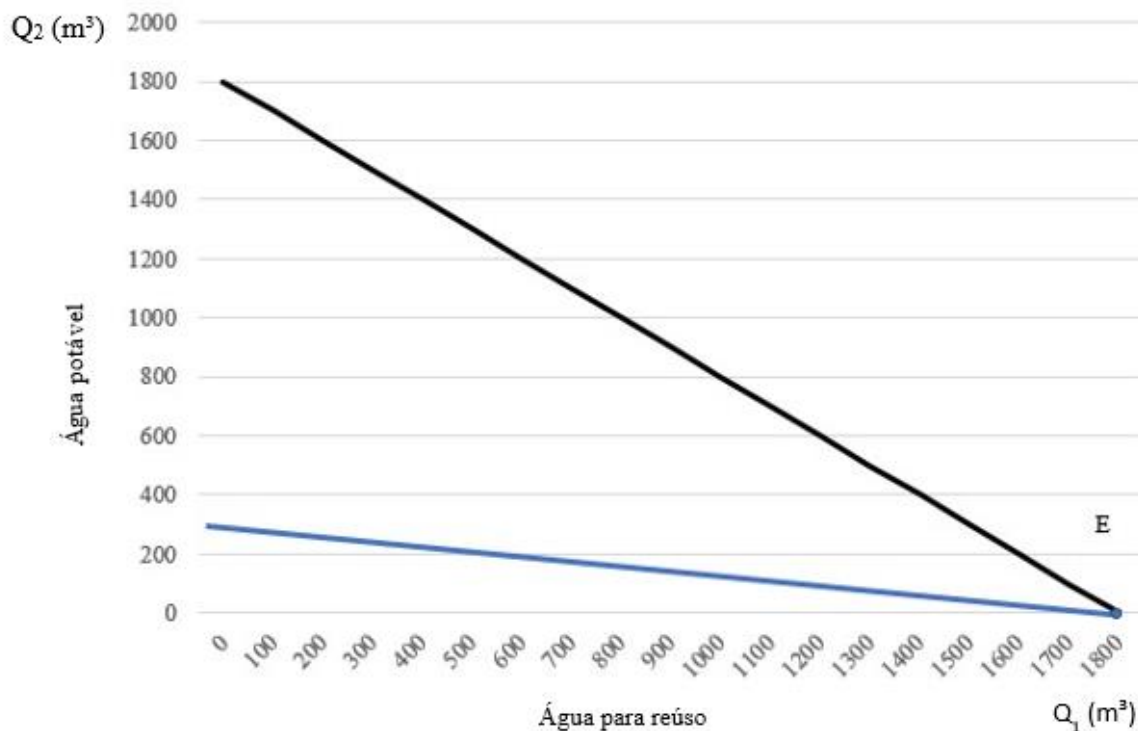
Figura 48 - Restrição orçamentária entre os bens água para reúso e água potável.



4.4.4.3. Obter o equilíbrio do consumidor

Graficamente, o equilíbrio do consumidor foi encontrado no ponto “E”, onde ocorreu a interseção da curva de indiferença com a curva de restrição orçamentária, conforme demonstrado na Figura 49.

Figura 49 - Equilíbrio do consumidor entre os bens água para reúso e água potável.



Com esse resultado pode-se perceber que o equilíbrio do consumidor ocorreu numa solução de canto (no ponto E), ou seja, onde o consumo de AP foi zero, e o de AR foi total, no caso, de 1800 m^3 . Esse é o comportamento do consumidor, por isso se repete nas outras regiões e em todas as outras categorias, e é um resultado característico de bens substitutos perfeitos.

Algebricamente, o equilíbrio do consumidor foi um problema de maximização condicionada, encontrado conforme Equação 14.

Equação 14 - Equilíbrio do consumidor entre água para reúso e água potável.

$$\text{Max } U(q_1, q_2) = q_1 + q_2 = 1800$$

$$\text{s.a. } 4,97 \cdot q_1 + 24,97 \cdot q_2 - \text{R\$ } 8.931,96 \leq 0$$

Conforme observado anteriormente, na Figura 47, o $R^2 = 1$, o que significa que a correlação entre a AR e AP foi total para os fins a que se propuseram. Assim, o agente optará por adquirir somente o bem mais barato, isso implica que preferirá consumir apenas a água para reúso (q_1) enquanto seu custo for inferior ao da água potável (q_2); será indiferente quando forem

iguais; e quando o custo de água para reúso for superior ao da água potável, o consumidor escolherá apenas a água potável.

4.4.5. Identificar a distância máxima aceitável

4.4.5.1. Baixo consumo – 1800 m³

Operando com baixo consumo, 1800 m³, a distância máxima entre a ETE reúso e o consumidor onde a água para reúso com transporte por caminhão-pipa foi economicamente viável no Rio de Janeiro e em São Paulo foi de 10 K; em Pernambuco, Minas Gerais, Ceará e Espírito Santo não foi encontrada viabilidade econômica para baixo consumo.

O ponto de corte ocorreu onde a relação do custo do bem água potável foi maior que a do bem água para reúso, o que implica dizer que o consumidor preferiu a AR à AP. Essa preferência foi reduzindo conforme o custo do transporte (CTMD com tarifa) foi aumentando, que ocorreu quando a relação de custo dos bens foi menor que 1 (um).

Na Tabela 44, foi demonstrada a planilha de cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo no Rio de Janeiro (10 Km).

Tabela 44 - Rio de Janeiro - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.

Rio de Janeiro			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m ³)	Custo da água para reúso (R\$/m ³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	24,97	20,20	1,24
20	24,97	40,40	0,62
30	24,97	60,60	0,41
40	24,97	80,80	0,31
50	24,97	101,00	0,25
60	24,97	121,20	0,21
70	24,97	141,40	0,18
80	24,97	161,60	0,15
90	24,97	181,80	0,14
100	24,97	202,00	0,12
110	24,97	222,20	0,11

120	24,97	242,40	0,10
-----	-------	--------	------

A seguir foi demonstrada a planilha de cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo em São Paulo (10 Km), na Tabela 45.

Tabela 45 - São Paulo - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.

São Paulo			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m ³)	Custo da água para reúso (R\$/m ³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	22,22	19,08	1,16
20	22,22	38,16	0,58
30	22,22	57,24	0,39
40	22,22	76,32	0,29
50	22,22	95,40	0,23
60	22,22	114,48	0,19
70	22,22	133,56	0,17
80	22,22	152,64	0,15
90	22,22	171,72	0,13
100	22,22	190,80	0,12
110	22,22	209,87	0,11
120	22,22	228,95	0,10

Em Pernambuco, não foi encontrada viabilidade econômica para baixo consumo. Na estrutura tarifária da COMPESA de 19 de agosto de 2021 utilizada neste trabalho, constou que o fornecimento por caminhão-pipa possuía valor de 19,71 R\$/m³, e nesse trabalho, o valor calculado para caminhão-pipa na mesma modalidade foi de 19,62 R\$/m³. Contudo, a COMPESA fornece água por chafariz público no valor de 2,74 R\$/m³, enquanto para a água potável, o valor residencial é de 5,05 R\$/m³. Neste trabalho, o valor da água para reúso em Pernambuco para baixo consumo foi de 5,30 R\$/m³, dados que demonstram que o reúso de água para baixo consumo não é vantajoso para Pernambuco, neste perfil de operação. O resultado da Tabela 46 confirma o entendimento.

Tabela 46 - Pernambuco – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.

Pernambuco			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m³)	Custo da água para reúso (R\$/m³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	19,62	23,98	0,82
20	19,62	47,97	0,41
30	19,62	71,95	0,27
40	19,62	95,94	0,20
50	19,62	119,92	0,16
60	19,62	143,90	0,14
70	19,62	167,89	0,12
80	19,62	191,87	0,10
90	19,62	215,86	0,09
100	19,62	239,84	0,08
110	19,62	263,83	0,07
120	19,62	287,81	0,07

Em Minas Gerais, não foi encontrada viabilidade econômica para baixo consumo, conforme demonstrado na Tabela 47.

Tabela 47 - Minas Gerais – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.

Minas Gerais			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m³)	Custo da água para reúso (R\$/m³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	13,81	17,90	0,77
20	13,81	35,80	0,39
30	13,81	53,70	0,26
40	13,81	71,60	0,19
50	13,81	89,50	0,15
60	13,81	107,40	0,13
70	13,81	125,30	0,11
80	13,81	143,21	0,10
90	13,81	161,11	0,09
100	13,81	179,01	0,08
110	13,81	196,91	0,07
120	13,81	214,81	0,06

No Ceará, não foi encontrada viabilidade econômica para baixo consumo, conforme demonstrado na Tabela 48.

Tabela 48 - Ceará – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo

Ceará			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m ³)	Custo da água para reúso (R\$/m ³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	18,19	23,43	0,78
20	18,19	46,85	0,39
30	18,19	70,28	0,26
40	18,19	93,71	0,19
50	18,19	117,13	0,16
60	18,19	140,56	0,13
70	18,19	163,99	0,11
80	18,19	187,41	0,10
90	18,19	210,84	0,09
100	18,19	234,27	0,08
110	18,19	257,70	0,07
120	18,19	281,12	0,06

No Espírito Santo, não foi encontrada viabilidade econômica para baixo consumo, pois a relação do custo da água potável/ reúso foi menor que 1 (um), conforme demonstrado na Tabela 49.

Tabela 49 - Espírito Santo - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para baixo consumo.

Espírito Santo			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m ³)	Custo da água para reúso (R\$/m ³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	9,69	18,39	0,53
20	9,69	36,78	0,26
30	9,69	55,17	0,18
40	9,69	73,56	0,13
50	9,69	91,95	0,11
60	9,69	110,34	0,09
70	9,69	128,73	0,08
80	9,69	147,12	0,07
90	9,69	165,51	0,06
100	9,69	183,90	0,05
110	9,69	202,29	0,05
120	9,69	220,68	0,04

4.4.5.2. Médio consumo – 15.840 m³

Com maior demanda, calculando com o consumo médio inicial, de 15.840 m³, foi encontrada viabilidade econômica em todos os estados.

O Rio de Janeiro obteve a maior distância comercial de água para reúso no médio consumo com transporte por caminhão-pipa, de 30 Km. Esse entendimento foi demonstrado na Tabela 50.

Tabela 50 - Rio de Janeiro – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m³.

Rio de Janeiro			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m³)	Custo da água para reúso (R\$/m³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	24,97	7,83	3,19
20	24,97	15,66	1,59
30	24,97	23,49	1,06
40	24,97	31,32	0,80
50	24,97	39,15	0,64
60	24,97	46,98	0,53
70	24,97	54,81	0,46
80	24,97	62,64	0,40
90	24,97	70,47	0,35
100	24,97	78,30	0,32
110	24,97	86,13	0,29
120	24,97	93,96	0,27

Em São Paulo, a distância máxima de viabilidade comercial da água para reúso para médio consumo com transporte por caminhão-pipa foi de 20 Km, conforme demonstrado na Tabela 51.

Tabela 51 - São Paulo – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m³.

São Paulo			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m³)	Custo da água para reúso (R\$/m³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	22,22	7,56	2,94

20	22,22	15,12	1,47
30	22,22	22,68	0,98
40	22,22	30,24	0,73
50	22,22	37,80	0,59
60	22,22	45,36	0,49
70	22,22	52,92	0,42
80	22,22	60,48	0,37
90	22,22	68,05	0,33
100	22,22	75,61	0,29
110	22,22	83,17	0,27
120	22,22	90,73	0,24

A distância máxima da água para reúso para médio consumo com transporte por caminhão-pipa em Pernambuco foi de 20 Km, conforme demonstrado na Tabela 52.

Tabela 52 -Pernambuco – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m³.

Pernambuco			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m³)	Custo da água para reúso (R\$/m³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	19,62	8,83	2,22
20	19,62	17,66	1,11
30	19,62	26,48	0,74
40	19,62	35,31	0,56
50	19,62	44,14	0,44
60	19,62	52,97	0,37
70	19,62	61,80	0,32
80	19,62	70,63	0,28
90	19,62	79,45	0,25
100	19,62	88,28	0,22
110	19,62	97,11	0,20
120	19,62	105,94	0,19

No Ceará, a distância máxima da água para reúso para médio consumo com transporte por caminhão-pipa foi de 20 Km, conforme demonstrado na Tabela 53.

Tabela 53 - Ceará - cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m³.

Ceará			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m ³)	Custo da água para reúso (R\$/m ³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	18,19	8,91	2,04
20	18,19	17,82	1,02
30	18,19	26,73	0,68
40	18,19	35,64	0,51
50	18,19	44,55	0,41
60	18,19	53,45	0,34
70	18,19	62,36	0,29
80	18,19	71,27	0,26
90	18,19	80,18	0,23
100	18,19	89,09	0,20
110	18,19	98,00	0,19
120	18,19	106,91	0,17

A distância máxima da água para reúso para médio consumo com transporte por caminhão-pipa em Minas Gerais foi de 10 Km, onde a relação do custo da água potável por reúso foi maior que 1 (um), conforme demonstrado na Tabela 54.

Tabela 54 - Minas Gerais – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m³.

Minas Gerais			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m ³)	Custo da água para reúso (R\$/m ³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	13,81	7,35	1,88
20	13,81	14,70	0,94
30	13,81	22,04	0,63
40	13,81	29,39	0,47
50	13,81	36,74	0,38
60	13,81	44,09	0,31
70	13,81	51,43	0,27
80	13,81	58,78	0,23
90	13,81	66,13	0,21
100	13,81	73,48	0,19

110	13,81	80,82	0,17
120	13,81	88,17	0,16

A distância máxima da água para reúso no médio consumo com transporte por caminhão-pipa no Espírito Santo foi de 10 Km, conforme demonstrado na Tabela 55.

Tabela 55 - Espírito Santo – cálculo da distância máxima com viabilidade econômica para médio consumo, 15.840 m³.

Espírito Santo			
ΔS	Custo da água potável (R\$/m³)	Custo da água para reúso (R\$/m³)	Relação do custo da água potável/ reúso
10	9,69	7,27	1,33
20	9,69	14,54	0,67
30	9,69	21,81	0,44
40	9,69	29,08	0,33
50	9,69	36,35	0,27
60	9,69	43,62	0,22
70	9,69	50,89	0,19
80	9,69	58,16	0,17
90	9,69	65,43	0,15
100	9,69	72,70	0,13
110	9,69	79,97	0,12
120	9,69	87,24	0,11

Ao se aplicar o trabalho de Araújo na análise empírica utilizada deste trabalho, verificou-se divergência de resultados (ARAÚJO, 2017). Essa diferença decorreu do acréscimo de custos observados como custo da manobra e descarga, custos operacionais e administrativos, despesas financeiras, margem de lucro, as tarifas e a análise do comportamento da escala em baixo e médio consumo por estados do sudeste, e acrescentou-se a análise nos estados de Pernambuco e Ceará. Em Araújo, as distâncias econômicas encontradas para o transporte por caminhão-pipa da água para reúso ficaram entre 100 e 110 Km. E neste trabalho ficaram entre 10 e 30 km, e dependendo do tamanho do consumo e do estado, não foi encontrada viabilidade.

Em contrapartida, este trabalho obteve resultados semelhantes ao de Nogueira, onde as distâncias encontradas para o transporte por caminhão pipa da água para reúso ficaram entre 16,9 e 18,5 Km, para o pior e melhor cenário, respectivamente (NOGUEIRA, 2010).

Em relação à análise dos resultados observados nas quatro etapas desta pesquisa, cabe enfatizar que os custos totais não foram identificados como o principal fator de influência na viabilidade econômica da comercialização do reúso de água.

Foi percebido que os resultados das distâncias comercialmente aceitáveis (Km) não mantiveram o resultado esperado, pois se pressupunha que o estado com menor custo fosse o estado com maior vantajosidade econômica comercial (maior distância aceitável).

Inicialmente foi verificada uma ordem crescente de custos de reúso de água entre os estados: Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, Rio de Janeiro e Ceará, e Pernambuco. Conforme demonstrado na Tabela 56.

Tabela 56 – Relação em ordem crescente dos estados com menores custos de reúso de água.

Relação em ordem crescente dos estados com menores custos de reúso de água - custos do transporte (CTMD), custos do processo (sinalizados nas tarifas de baixo e médio consumo)	
Menor valor	Minas Gerais
Médios - valores mais baixos	São Paulo e Espírito Santo
Médios - valores mais altos	Rio de Janeiro e Ceará
Maior valor	Pernambuco

Contudo, não foi observada relação entre a ordem dos estados com maiores distâncias comerciais aceitáveis, e a ordem dos estados com menores custos. Conforme apresentado na Tabela 57.

Tabela 57 - Comparação entre maiores distâncias comercialmente aceitáveis e maiores custos.

Maiores distâncias aceitáveis	Menores custos (CTMD, e nos custos na produção (tarifas de baixo e médio consumo)
Rio de Janeiro	Minas Gerais
São Paulo	São Paulo e Espírito Santo
Pernambuco	
Ceará	Rio de Janeiro e Ceará

Minas Gerais

Espírito Santo

Pernambuco

Cabe destacar que a medida da distância máxima aceitável representou o resultado da viabilidade econômica do reúso de água nos estados. Pois nesse apuramento estiveram embutidos de forma encadeada a análise da demanda, e da oferta, os custos e tarifas alocadas em todo o sistema produtivo da pesquisa. Assim pode-se afirmar que o resultado da distância demonstrou o resultado final da viabilidade econômica desta pesquisa.

Na etapa 3, com os valores tarifários indicados para baixo, médio e alto consumo, já havia sido constatado que o sistema produtivo apresentava viabilidade econômica com retorno do investimento em 9,98%. Contudo, ainda não se podia afirmar que os valores tarifários encontrados eram válidos para todo o território dentro dos estados, pois ainda havia a última parte da análise que era avaliar o custo do transporte (CTMD).

Constatou-se que o custo do transporte foi o fator limitante do comércio. Foi encontrado que para baixo consumo, de 1800 m³, houve viabilidade econômica na comercialização de água para reúso com transporte de caminhão-pipa em um raio de até 10 Km ao redor da ETE Reúso, apenas para o Rio de Janeiro e São Paulo. Nos demais estados, não foi encontrada viabilidade. Mas com médio consumo, de 15.840 m³, foi encontrada viabilidade econômica em todos os estados. No Rio de Janeiro foi de um raio de até 30 Km. Em São Paulo e Pernambuco foram de até 20 Km. Ceará, Minas Gerais e Espírito Santo foram de até 10 Km.

Assim, nesse estudo, pode-se afirmar que a viabilidade econômica do reúso de água foi maior nos lugares onde foi encontrada maior distância aceitável.

Diante dos custos não representarem a maior influência neste resultado, notou-se que o fator mais significativo na viabilidade econômica da comercialização da água para reúso foi a tarifa de água potável presente nos estados. Conforme relação observada na Tabela 58.

Tabela 58 - Comparação entre maiores tarifas de água potável e melhor viabilidade comercial do reúso de água.

Maiores tarifas de água potável (industrial)	Maiores distâncias aceitáveis
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro

São Paulo	São Paulo
Pernambuco	Pernambuco
Ceará	Ceará
Minas Gerais	Minas Gerais
Espírito Santo	Espírito Santo

Foi percebido que a comercialização do reúso de água foi mais vantajosa nos estados onde a tarifa de água potável apresentou-se mais alta, e para essa pesquisa, o fator custo e despesas operacionais, e custo de transporte não foram os principais fatores para a definição do comércio.

Essa conclusão confirmou o resultado observado na calculadora multicritério AHP, que indicou a distância dos polos consumidores como o principal fator para a escolha da ETE Reúso, ou seja, as ETEs mais vantajosas foram as que possuíam os polos consumidores mais próximos.

Esse resultado foi diferente do encontrado no relatório de reúso de água no Ceará (CNI, 2019), onde o maior custo encontrado foi o de transporte. Assim, pode-se inferir que para sistemas de reúso por adutoras, o transporte pode ser considerado um fator relevante para a viabilidade do negócio, enquanto para reúso de água com caminhão-pipa, a maior influência para a vantajosidade observada foi o valor da tarifa de água potável em relação à tarifa de água para reúso.

5. CONCLUSÃO

O objetivo geral do trabalho foi alcançado no sentido de desenvolver uma metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa nas regiões de Pernambuco, Ceará, São Paulo, Minas Geras, Rio de Janeiro, Espírito Santo.

Primeiramente procurou-se verificar qual a estrutura de mercado que se enquadrava o mercado de reúso de água ofertado pelas prestadoras de saneamento, e foi concluído que em geral se tratava de monopólio. Como o monopolista é o próprio mercado, essa pesquisa realizou a análise de viabilidade econômica de dentro da empresa para fora. Assim, focou nas informações da firma.

Iniciou identificando a oferta. E constatou que a oferta era a capacidade das prestadoras em produzir reúso de água em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). No Novo Marco Legal foi realçado que nos contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade, disposições sobre fontes de receitas alternativas para a produção de água para reúso. Contudo a escolha de onde realizar o investimento de reúso de água, poderia gerar insegurança aos gestores. Para dar respaldo à prestadora no embasamento para a decisão de qual ETE Reúso realizar o empreendimento, foi utilizada a calculadora multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Com a AHP constatou-se que as principais características a serem levadas em conta para a escolha da ETE Reúso foram: distância dos polos consumidores (33,1%), vazão disponível (22,7%), acessibilidade caminhão-pipa (15,6%), infraestrutura local (9,6%), qualidade do efluente (6,7%), segurança pública (5,2%), logística interna (4%), e licenciamento ambiental (3,1%).

Como a pesquisa procurou observar o curto prazo, ou seja, as demandas já existentes, e identificar como poderia ser implementado o reúso de água de forma simples, possível e com viabilidade econômica, não realizou o CAPEX do sistema produtivo de reúso de água, considerando como *sunk costs*, e utilizou o sistema de produção da ETE Alegria, quando operava com a concessionária CEDAE.

A estrutura de custos do sistema foi montada e identificou-se que em virtude da existência de economia de escopo, o custo do direito de superfície e o custo de fornecimento de efluentes foram considerados como zero. Os custos de energia elétrica nos estados estiveram entre 0,0630 R\$/m³ (Ceará) e 0,0782 R\$/m³ (Rio de Janeiro). O custo do hipoclorito de sódio

foi de 0,8550 R\$/m³. O custo do monitoramento de qualidade foi de 0,3689 R\$/m³. A mão de obra utilizada foi a do técnico de saneamento, e os salários brutos encontraram-se entre R\$ 5.503,18 (Pernambuco) e R\$ 4.320,10 (Minas Gerais). O custo do gerente foi considerado compartilhado com outros setores, e utilizado em 5% no baixo e médio consumo, e 100% para alta demanda, o custo do salário bruto ficou entre R\$ 9.187,10 (São Paulo) e R\$ 4.672,37 (Espírito Santo). As despesas identificadas foram taxa de regulação e fiscalização (0,5% sobre o somatório das receitas), PIS (de 0,65% sobre o faturamento), COFINS (3 % sobre o faturamento), CSLL (9% sobre o resultado do exercício), Imposto de Renda de 25% sobre o lucro real. A margem de lucro de viabilidade econômica usada foi o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) real depois dos impostos das prestadoras, calculado no trabalho em 9,98%.

Estipulou-se para níveis de análise, a quantidade de 1800 m³ foi considerada como baixo consumo, 15.840 m³ a 237.600 m³ foram de médio consumo, e o alto consumo foi o equivalente a 10% de toda a água consumida e faturada no meio urbano.

As tarifas encontradas para baixo consumo ficaram entre 4,54 R\$/m³ (Minas Gerais) e 5,30 R\$/m³ (Pernambuco). As tarifas para médio consumo situaram-se entre 1,8451 R\$/m³ (Minas Gerais) a 1,9515 R\$/m³ (Pernambuco). As tarifas para alto consumo ficaram entre 1,8440 R\$/m³ (categoria residencial, Minas Gerais) e 1,9395 R\$/m³ (categoria público, Pernambuco). Percebeu-se que as tarifas de médio e alto consumo atingiram valores próximos, porque para essas quantidades os custos fixos foram pouco expressivos, assim não foi observada vantagem de existência de economia de escala no longo prazo para alto consumo, no entanto, no médio consumo foi observada a vantagem, o que leva a concluir que para esse sistema de reúso de água a produção voltada para o médio consumo é mais vantajosa economicamente que a de baixo e de alto consumo.

Em relação à declividade da curva de demanda da água para reúso no médio consumo, constatou-se que os estados que possuíam maior poder de mercado em relação à mudança de preços sobre os consumidores foram São Paulo, Rio de Janeiro, e Pernambuco.

A distância máxima aceitável na comercialização de água para reúso por caminhão-pipa com baixo consumo, foi de até 10 Km entre a ETE Reúso e o consumidor em São Paulo e no Rio de Janeiro. Nos demais estados não foi encontrada aceitabilidade. Para o médio consumo, de 15.840 m³, foi encontrada viabilidade econômica em todos os estados. No Rio de Janeiro o raio de comercialização foi de até 30 Km. São Paulo, Pernambuco e Ceará, os raios foram de até 20 Km. Minas Gerais e Espírito Santo foram de até 10 Km.

Foi percebido que a comercialização do reúso de água por caminhão-pipa apresentou-se mais vantajosa nos estados onde a tarifa de água potável era mais alta, e para essa pesquisa, os fatores custos e despesas operacionais, e custo de transporte não foram os principais determinantes para a viabilidade econômica.

Diante do exposto, esse trabalho identificou a oferta, a demanda, construiu a estrutura tarifária, desenhou as curvas de demanda e delimitou a distância de comercialização aceitável nos estados em análise e assim desenvolveu uma metodologia de viabilidade econômica para implantação do reúso de água nas prestadoras de serviços de saneamento com transporte por caminhão-pipa nas regiões de Pernambuco, Ceará, São Paulo, Minas Geras, Rio de Janeiro, Espírito Santo.

Cabe destacar que além das questões de viabilidade econômica em termos de lucro, a economia também identifica valor para as externalidades positivas geradas na redução dos custos ambientais com o reúso de água. Assim, além das questões econômicas comerciais levantadas nesta pesquisa, poderia ser realizada uma extensão desse trabalho calculando as externalidades positivas (da redução da poluição) geradas.

REFERÊNCIAS

ABREU, Lucas Araújo ; ARAÚJO, Flavia Telis de Vilela ; NUNES, Ana Bárbara de Araújo - Modelo multicritério de decisão para análise da vulnerabilidade à desertificação no semiárido brasileiro - Revista DAE | núm. 216 | vol. 67 | abril a junho de 2019.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO - ARSP – Resolução ARSP nº 043/2020 e Sedurb nº 001/2020 – vigente desde 01/12/2020 – Disponível em: < <https://arsp.es.gov.br/GrupodeArquivos/resolucoes-saneamento-basico>>, 2020.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO – ARSP - Nota técnica ARSP/DG/ASTET Nº 01/2021 Proposta Inicial de Metodologia para 1ª Revisão Tarifária da Companhia Espírito Santense de Saneamento – Disponível em: < https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Audi%C3%A2ncias%20e%20consultas%20p%C3%BAblicas/Consultas%20p%C3%BAblicas/ARSP/2021/002/NT%20_ASTET_001_2021_CP_ARSP_002-2021.pdf > , 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA - Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>, 2017

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL – Resolução homologatória nº 2.859, de 22 de abril de 2021- Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Companhia Energética do Ceará - Enel CE, 2021a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.670, de 07 de abril de 2020 - Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2020, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL Paulista, ANEEL 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.831, de 06 de abril de 2021 - Prorroga a vigência das Tarifas de Energia – TE e das Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL Paulista, ANEEL 2021h.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.835, de 09 de março de 2021 - Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, referentes à Light Serviços de Eletricidade S/A. – Light, ANEEL 2021f.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.836, de 09 de março de 2021 - Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, referentes à ENEL Distribuição Rio – Enel RJ, ANEEL 2021g.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.861, de 27 de abril de 2021 - Homologa o resultado da Revisão Tarifária Periódica – RTP da Companhia Energética de Pernambuco - Celpe, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, ANEEL 2021e.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.877, de 05 de maio de 2021 - Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à CEMIG Distribuição S/A - Cemig-D, ANEEL 2021d.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.890, de 29 de junho de 2021 - Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A - Enel SP, ANEEL 2021j.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.893, de 06 de julho de 2021 - Homologa o resultado da Revisão Tarifária Periódica – RTP de 2021 da Energisa Sul Sudeste - ESS, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, 2021k.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.918, de 03 de agosto de 2021 - Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Espírito Santo Centrais Elétricas S/A. - EDP ES, 2021b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.933, de 21 de setembro de 2021 - Homologa provisoriamente o resultado da Revisão Tarifária Periódica – RTP de 2021 da Empresa Luz e Força Santa Maria S.A. – ELFSM, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, 2021c.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL- Resolução homologatória nº 2.964, de 21 de outubro de 2021 - Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à EDP São Paulo Distribuição de Energia S/A - EDP SP, 2021i.

AGÊNCIA REGULADORA DE ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - AGENERSA - Processo E-22/007.322/2019 – D.O. de 30/08/2019 – deliberação nº 3898 – Disponível em: <<http://www.agenersa.rj.gov.br/documentos/deliberacoes/proc/DELIBERACAO3898.pdf>>, 2019.

AGÊNCIA REGULADORA DE PERNAMBUCO - ARPE - Resolução ARPE nº 192, de 19 de julho de 2021. Disponível em: <http://www.arpe.pe.gov.br/images/RESOLUCAO/RESOLUCOES2021/Resolucao_192_Reajuste-Compesa_9julho2021.pdf>, 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE – Nota técnica CRE 14/2021 - Resultado da 2ª Revisão Tarifária Periódica da Companhia de

Saneamento de Minas Gerais - Copasa MG. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/NT_CRE_14_2021_Resultado_RTP_Copasa_PosCP23.pdf>, Junho de 2021b.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE - Resolução ARSAE-MG nº 154, de 28 de junho de 2021 – Disponível em : <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53949>>, 2021a.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - ARSESP - Deliberação 1.150, de 8 de abril de 2021, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 9 de abril de 2021 (Caderno Executivo I, Seção I - págs. 1, 3 e 4); e do artigo 28 do Regulamento do Sistema Tarifário, aprovado pelo Decreto Estadual 41.446, de 16 de dezembro de 1996; Disponível em: <<http://www.arsesp.sp.gov.br/LegislacaoArquivos/ldl11502021.pdf>> , 2021

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - ARSESP - NT.F-0042-2020 – Determinação do custo médio ponderado de capital (WACC) para o processo da 3ª revisão tarifária ordinária da companhia de saneamento básico do estado de São Paulo – SABESP, Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/ConsultasPublicasBiblioteca/NT_WACC_3RTO_SABESP_cp06.pdf>, 2020.

AGÊNCIA REGULADORA DO ESTADO DO CEARÁ - ARCE - Nota Técnica CET 007/2021 – Revisão Tarifária Ordinária da Companhia de água e Esgoto do Ceará para o estado do Ceará. - Disponível em: < https://www.arce.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/53/2021/12/Nota-Tecnica-CET-007_2021-AP-Dez2021.pdf>, 2021.

AHP – *Analytic Hierarchy Process* - Disponível em: < <https://bpmmsg.com/ahp/>>, último acesso: 03/05/2021, 2021.

ARAÚJO, B. M., SANTOS, A. S. P., SOUZA, F. P. Comparativo econômico entre o custo estimado do reúso do efluente de ETE para fins industriais não potáveis e o valor da água potável para a região Sudeste do Brasil. *Perspectivas Online: exatas & engenharia*. 2017.

ARAUJO, B. M.; SANTOS, A. S. P. S; LIMA, M. A. M., SOARES, S. R. A; PERDIGÃO, C. A.; MELO, M. C. Avaliação do potencial de reuso de efluentes de ETE de áreas irrigadas da bacia hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu com vistas á universalização. *Revista Augustus*, v. 24, n. 49, p. 179-191,2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 13969: Tanques sépticos – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1997

AVELAR, Pablo da Silva; SILVA JUNIOR, Luis Carlos Soares da; LIMA, Máira Araújo de Mendonça; SANTOS, Ana Sílvia Pereira; ALENCAR, Karina de Moura Costa, GONÇALVES, Ricardo Franci; VIEIRA, José Manuel Pereira – Proposição de uma Metodologia Estruturada de Avaliação do Potencial Regional de Reúso de Água:02 – Planejamento Técnico e Estruturado - *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias*

Ambientais (GESTA), Disponível em: <
<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43710>> , 2021.

BALIAN, José Eduardo Amato. Teoria da firma: produção, custos e rendimentos – enfoque gerencial. In: GARÓFALO, Gilson de Lima. Fundamentos de teoria microeconômica contemporânea / organização– 1. ed. – São Paulo: Atlas, 2016.

BARBOSA, Martha Schaer; SANTOS, Maria Elisabete Pereira dos; MEDEIROS, Yvonilde Dantas Pinto - Viabilidade e reuso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia- Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XVII, n. 2 n p. 17-32 n abr.-jun. 2014

BARBOSA, Sergio Augusto Alves – Uso da análise multicritério na definição de áreas potenciais para a implantação de aterro sanitário: estudo de caso da cidade de Santo Antônio do Monte – MG -BambuÍ – MG, 2018

BLANCHARD, Olivier. Macroeconomia. 5 ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2013

BRASIL - Decreto nº 4.524 de 17 de dezembro de 2002 - Regulamenta a Contribuição para o PIS/Pasep e a Cofins devidas pelas pessoas jurídicas em geral. - Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4524.htm>, 2002.

BRASIL - Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 Diário Oficial da União, Brasília, 16 de julho de 2020, pág. nº 1, 2020.

BRASIL - Lei nº 7.689 de 15 de dezembro de 1998 - Institui contribuição social sobre o lucro das pessoas jurídicas e dá outras providências - Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17689.htm>, 1998.

BRASIL - Lei nº 8.981 de 20 de janeiro de 1995 - Altera a legislação tributária Federal e dá outras providências. - Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18981.htm>, 1995.

BRASIL- Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 - Diário Oficial da União, Brasília, 08 de janeiro de 2007- pág. nº 3. BRASIL, 2007.

CARVALHO, Maria Auxiliadora de. Microeconomia essencial. São Paulo: Saraiva, 2015.

CAVELAGNA, Tiago -Estruturação de Processo de decisão sobre o modelo de gestão de serviços de água e esgoto por AHP – Poços de Caldas, MG, 2016

CEARÁ. Lei 16.033 de 20 de junho de 2016. Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do Estado do Ceará. 2016.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE - Relatório da Administração Cagece - 31 de dezembro de 2020. Disponível em:<<https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/Governanca/DFP/Demonstracoes-Financeiras-Anuais-2020.pdf>>, 2020b.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE - Resolução CAGECE nº 045/20 DPR, de 30 de dezembro de 2020. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/2021/03/2020-Resolucao-045-20-Estrutura-Tarifaria-de-Aguia-e-Esgoto-2021-no-Estado-do-Ceara-a-excecao-de-Itapipoca.pdf>> , 2020a.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP - Release 4T20 - Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/9e47ee51-f833-4a23-af98-2bac9e54e0b3/ed61315d-bc4a-05ec-ecad-518de1fff21c?origin=1>>, 2020

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP - Plano de Negócios da SPE – Anexo I – Acordo de acionistas da Aquapolo Ambiental S.A. – Disponível em : <https://site.sabesp.com.br/site/uploads/File/contratos_transparencia/aquapolo_plano_negocios.pdf> 2009.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP - Nota Técnica - A implantação da Metodologia *Analytic Hierarchy Process* – AHP para a seleção e hierarquização de empreendimentos de coleta, afastamento e tratamento de esgotos na Região Metropolitana de São Paulo - Diretoria Metropolitana, 2017

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA – Release de Resultados 4T20 e 2020 - Resultado do quarto trimestre de 2020 (4T20) e do exercício de 2020. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/8bdb3906-0618-4e78-bbe3-a0be9f02d8cc/ae1dcba9-ca15-3f7b-ebab-b0b5f91e5119?origin=1>>, 2020.

COMPANHIA ESPÍRITO-SANTENSE DE SANEAMENTO - CESAN – Relatório da Administração 2020 - Disponível em: < https://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2021/04/Cesan_SITE_Exer-2020-19_FINAL.pdf>, 2020.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO DE JANEIRO - CEDAE - Demonstrações Financeiras - Companhia Estadual de Águas e Esgotos –31 de dezembro de 2020 e 2019. Disponível em: <https://cedae.com.br/portals/0/RI/demonstracoesfinanceiraspadronizadas/Relat%C3%B3rio%20Completo%20CVM%202020_.pdf>, 2020.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO DE JANEIRO - CEDAE – Relatório de sustentabilidade 2017 – Disponível em: <<https://www.cedae.com.br/portals/0/governanca/Relatorio%20de%20Sustentabilidade%20-%202017.pdf>>, 2017.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA - Relatório da Administração - 29 de março de 2021 - Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2021/04/Balanco-Compesa-2021_DO.pdf> 2021.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA - Relatório integrado de da administração e sustentabilidade. Publicado em: 24 de março de 2022 . Disponível em: < <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2022/04/Balanco-Compesa-2022-DP.pdf>> 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI - Reúso de efluentes: metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial. Brasília: CNI, 2017a.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI - Estudo sobre o impacto econômico dos investimentos de reúso de efluentes tratados de esgoto para o setor industrial / Confederação Nacional da Indústria – Brasília – CNI, 2020

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI - O uso racional da água no setor industrial. Brasília: CNI, 2017b.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI - Reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado do Ceará / Confederação Nacional da Indústria, Federação das Indústrias do Estado do Ceará – Brasília : CNI, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI Reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado do Rio de Janeiro. Brasília: CNI, 2019

CORREA, Carla Eunice Gomes, VARGAS, Diego Boehlke - Microeconomia I- Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, 2018.

DE LUCCA, Lourenço - Controle de qualidade do Hipoclorito de Sódio no Processo de Produção- Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Departamento de Química - Florianópolis, 2006.

FRIJNS, J.; SMITH, H. M.; BROUWER, S.; GARNETT, K.; ELELMAN, R.; JEFFREY, P. *How governance regimes shape the implementation of water reuse schemes*, 2016.

FROTA, Leandro Mello, HOSKEN, Rodrigo Santos – Cartilha sobre o novo marco legal do saneamento – 2ª edição – Ordem dos Advogados do Brasil – OAB – 2021

FROYEN, Richard T. Macroeconomia: teorias e aplicações. 2 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2016.

FUKASAWA , Bruno Nogueira, MIERZWA, José Carlos - Modelo de suporte à decisão para implantação de programas de reúso não potável como ferramenta de planejamento – USP, 2020

FUKASAWA, B. N. et al. Estimativa do potencial de utilização de água de reúso não potável para fins industriais na região metropolitana de Fortaleza – CE. In: Congresso Nacional de Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), 29. São Paulo, 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA - Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

GIACCHETTI , M. C. M.; AGUIAR, A de O e; CÔRTEZ, P.L. - Consumo de água em indústrias: Enfrentando a escassez – Revista *Espacios*, 2017.

GOLDENSTEIN, Stela e BONILHA, Iraúna, -, Reúso industrial de efluentes sanitários tratados: experiências pioneiras e perspectivas no Brasil - 2030 *Water Resources Group*, 2019.

GRACINDA - Cotação disponível em: < <https://www.gracinda.com.br/produtos/cloro-bombona-50-litros-incluso-bombona/> > 2022., acessado em 17/03/22.

HARTLEY, K.; TORTAJADA, C.; BISWAS, A.K. *A forma model concerning policy strategies to build public acceptance of potable water reuse. Journal of environmental management*, 2019.

HERNANDEZ-SANCHO, F.; LAMIZANA-DIALLO, B.; MATEO-SAGASTA, Javier. 2015. *Economic valuation of wastewater: the cost of action and the cost of no action*. Nairobi, Kenya: *United Nations Environment Programme (UNEP)*, 2015

HESPAÑHOL, I. A. Inexorabilidade do Reúso Potável Direto. *Revista DAE*, nº 198, 2015.

HOPKINS, W. G. *Correlation coefficient: a new view of statistics*. 2000. Disponível em: < <https://www.sportsci.org/resource/stats/generalize.html#ciss> >, 2001.

INDAIATUBA - Imprensa Oficial do Município de Indaiatuba, dia 22 de janeiro de 2020, 2020.

KHAN, S.J.; ANDERSON, R. *Potable reuse: experiences in Australia. Environmental Science and Health*, 2018

LAHNSTEINER, J.; VAN RENSBURG, P.; ESTERHUIZEN, J. *Direct potable reuse – a feasible water management option. Water reuse and desalination*, 2018.

LIMA, M.; ARAUJO, B. M.; SOARES, S. R. A.; SANTOS, A. S. P.; VIEIRA, J. M. P.; *Water reuse potential for irrigation in Brazilian hydrographic regions. Water Supply*, 2020.

LIMA, Máira Araújo de Mendonça; SANTOS, Ana Silvia Pereira; AVELAR, Pablo da Silva; SILVA JUNIOR, Luis Carlos Soares da; ARAUJO, Bruna Magalhães de; GONÇALVES, Ricardo Franci; VIEIRA, José Manuel Pereira – Proposição de uma Metodologia Estruturada de Avaliação do Potencial Regional de Reúso de Água: 04 – Desafio e Tendências - *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)* – Disponível em: < <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43712> > 2021

LOUREIRO Juliano Feliciano; FREITAS Rodrigo Randow de; GONÇALVES Wellington - Proposta de um método de localização para expansão de um terminal portuário por meio do *Analytic Hierarchy Process (AHP)*- *Revista ESPACIOS* | Vol. 36 (Nº 10), 2015.

MANKIW, N. Gregory. *Introdução à Economia*. São Paulo: *Cengage Learning*, 2009.

MARINS C. SOUZA, D., BARROS, M- Uso do método da análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais- estudo de caso - UFF, UCAM, 2009.

MATIAS, Alberto Borges; FREITAS, Zípora de Campos. *Commodities Ambientais: uma análise acerca da comercialização em bolsa de valores no mercado financeiro brasileiro*. 2003.

MCGUIGAN, J. R., MOYER, R.C., HARRIS, F.H de B. *Economia de Empresas – Aplicações, Estratégia e Táticas* – 13ª edição, 2017.

MELLO, Marina Figueira de – *Privatização do setor de saneamento no Brasil: quatro experiências e muitas lições* - PUC-Rio, 2005.

MELO, M. C.; PEREIRA SANTOS, A. S.; PINHEIRO SANTOS, N. A.; MAGALHÃES DE ARAÚJO, B.; ROSA SILVA DE OLIVEIRA, J.; RIBEIRO CAMPOS, A. *Evaluation of potential use of domestic treated effluents or irrigation in areas subject to conflicts over water use in Paracatu River Basin*. *Caminhos da Geografia* (UFU. Online), v. 21, p. 52-63, 2020

MINISTÉRIO DAS CIDADES - MCIDADES. *Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil*. Produto III - Critérios de qualidade de água (RP01B). MCIDADES 2017b.

MINISTÉRIO DAS CIDADES - MCIDADES. *Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil*. Produto IV - Avaliação do potencial de reúso (RP01C). MCIDADES 2017a.

MUKHERJEE, M.; JENSEN, O. *A comparative analysis of the development of regulation and technology uptake in the US and Australia*. *Safety Science*, 2020.

NACIONAL DE ÁGUAS – ANA - *Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil*. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>, ANA 2019

NOGUEIRA, M. R. DE S. *Otimização econômica do uso de esgoto tratado: uma análise do transporte da água de reúso em busca da sustentabilidade*. [s.l.] - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

OLIVEIRA, Daniel Vieira Minegatti de, FERREIRA Janaina do Santos – *Avaliação dos Parâmetros e padrões dos normativos legais em vigor no Brasil sobre reúso de água* – AESABESP – 30º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente, 2019.

PINDYCK, Robert S; RUBINFELD, Daniel L. *Microeconomia*, 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.

PIOTO, Marcelo Senna Valle - *As diferenças entre as metodologias do Weighted Average Cost os Capital (WACC) da ANEEL e da ANTT Aplicadas ao Reequilíbrio Econômico-Financeiro dos Contratos* – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2016

POPULATION.IO,jo - *Relógio da População Mundial* – *World Data Lab* – Disponível em:<https://population.io/?utm_source=google&utm_medium=search&utm_campaign=p

opulation&campaignid=1695828135&adgroupid=67217291985&adid=337160381442&gclid=Cj0KCQjw9_mDBhCGARIsAN3PaFMHZgdSr99kK-1GfoGVTrIr3zk21ytOcTYBNATWKu-1OBOJWMAHWbMaArEqEALw_wcB#/2021/03/30/female/Brazil/home> - acessado em 30/03/2021, POPULATION.IO 2021.

PORTUGAL, Raul Neto. *Commodities ambientais, um novo paradigma do pensamento ecológico*. Artigos 2002. Disponível em:< <http://www.arvore.com.br>> 2002.

RIO DE JANEIRO – Anexo III ao contrato de concessão dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, por blocos de municípios do estado do Rio de Janeiro- diretrizes para elaboração dos fluxos de caixa para fins de reequilíbrio econômico-financeiro, Rio de Janeiro. Disponível em :<https://www.concessaosaneamentorj2021.rj.gov.br> > último acesso em 02/02/2022, 2021.

RIO DE JANEIRO - Lei nº 2686, de 13 de fevereiro de 1997 – cria, estrutura e dispõe sobre o funcionamento da agência reguladora de serviços públicos concedidos do estado do Rio de Janeiro, Disponível em:< <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/90682/lei-2686-97>>, BRASIL 1997.

RIVAS, René Ernesto Garcia – *Uso do método multicritério para tomada de decisão operacional, tendo em conta riscos operacionais, à segurança, ambientais, e à qualidade* – Salvador, 2016.

SALARIO.COM – Disponível em : < Salario.com.br - Cargos e Salários do Mercado de Trabalho>, 2022.

SANCHEZ-FLORES, R.; CONNER, A.; KAISER, R. A. *The regulatory framework of reclaimed wastewater for potable reuse in the United States. International Journal of Water Resources Development*. 2016.

SANTOS, Ana Silvia Pereira Santos – *Reúso e Água para o desenvolvimento sustentável: aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal* - Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), 2020b

SANTOS, Ana Silvia Pereira Santos , GONÇALVES Ricardo Franci, MELO Marília Carvalho de, LIMA Máira Araújo de Mendonça, ARAÚJO Bruna Magalhães - Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reúso no Brasil- Revista SUSTINERE, Rio de Janeiro, v. 8, n.2, p. 437- 462, jul-dez, 2020^a

SANTOS, Ana Sílvia Pereira; LIMA, Máira Araújo de Mendonça, SILVA JUNIOR, Luis Carlos Soares da, AVELAR, Pablo da Silva, ARAÚJO, Bruna Magalhães de, GONÇALVES, Ricardo Franci, VIEIRA, José Manuel Pereira - *Proposição de uma Metodologia Estruturada de Avaliação do Potencial Regional de Reúso de Água: 01 – Terminologia e conceitos de base*. 2021

SANTOS, Reinaldo Fagundes dos; VIAGI, Arcione Ferreira – Uso do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para otimizar a cadeia de suprimentos durante o desenvolvimento integrado de produtos - SIMPOI, 2009.

SÃO PAULO. Resolução conjunta SES/SMA/SSRH nº 1 de 28 de junho de 2017. Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas. 2017.

SILVA, Marcelo Carlos de Oliveira – Abordagem multicritério para análises de sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário com auxílio de dados espaciais de alta resolução, Caruaru, 2021.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - Painel de Informações sobre Saneamento – Disponível em : < <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario> > - acessado em 01/03/2022, Brasília SNIS, 2020.

SOUZA, André Portela; P. Firpo, PONCZEK Sérgio; P., ZYLBERSTAJN Vladimir Eduardo; RIBEIRO, Felipe Garcia - Custo do Trabalho no Brasil - Proposta de uma nova metodologia de mensuração - Relatório final maio /2012 – Disponível em: < [https://cmicro.fgv.br/sites/cmicro.fgv.br/files/file/Custo%20do%20Trabalho%20no%20Brasil%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final\(1\).pdf](https://cmicro.fgv.br/sites/cmicro.fgv.br/files/file/Custo%20do%20Trabalho%20no%20Brasil%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final(1).pdf) > FGV – 2012.

TENÓRIO, Talita Luiza de Melo - CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL (WACC): Estudo Comparativo da Metodologia de Cálculo Entre Empresas do Setor de Saneamento – FEAAC - FORTALEZA/CE, 2021.

TRES, Vanessa – Estudo de Viabilidade Técnico-econômica, social e ambiental para seleção de tratamento de esgoto doméstico em áreas rurais- Curitiba, 2021.

UNESCO - Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos 2017 - Fatos e Números – Águas residuais o recurso inexplorado – Disponível em: < <https://cdn.agenciapexvivo.org.br/media/2019/06/Relat%C3%B3rio-Mundial-das-Na%C3%A7%C3%B5es-Unidas-sobre-o-Desenvolvimento-dos-Recursos.pdf> > 2017.

VARIAN, H. - Microeconomia: Uma Abordagem Moderna, 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

VASCONCELLOS, Marco Antonio Sandoval de, OLIVEIRA, Roberto Guena de - Manual de Microeconomia - 2ª edição – editora Atlas- São Paulo, 2006.

WALL, Stuart. Microeconomia (Série Express). São Paulo: Saraiva, 2015.

XV FORUM AMBIENTAL – Vantagens do Tratamento e Reúso da Água – Artigo Completo ISBN: 978-85-68242-94-0, 2019

YANASE, João - Custos e formação de preços: Importante ferramenta para tomada de decisões – São Paulo: Trevisan Editora, 2018.

APÊNDICE A

Cálculo do custo da MOB-TEC

São Paulo

Salário mensal líquido **R\$ 2.028,95**

I. Salário base

Salário líquido 1.776,38

II. Recebimento

13o. salário 144,46

Adicional de férias 55,68

Férias Indenizadas/Direito a férias 178,32

PLR -

Vale transporte 10,26

III. Compensação do empregado

FGTS 178,01

INSS Trabalhador 180,35

Multa FGTS 69,78

Aviso prévio indenizado 144,11

Benefícios/Negociação Coletiva

Auxílio creche 12,37

Cesta básica 43,80

Vale alimentação 106,00

IV. Demais custos

Impostos/Obrigações trabalhistas

IRPF 29,39

INSS Empregador 471,71

Multa FGTS 17,44

Salário educação 58,96

FAP (2%) 47,17

INCRA (0,2%) 4,72

Sistema S (3,1%) 73,12

Obrigações acessórias

Licença maternidade 17,03

Quota de deficientes 14,86

Quota de aprendizes 32,03

Obrigações de segurança 24,70

Treinamentos

Treinamento das reposições	230,66
Ginástica laboral	83,88
Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	348,09
Total	4.525,2153

Minas Gerais

	R\$
Salário mensal líquido	1.737,25
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	47,67
Férias Indenizadas/Direito a férias	152,68
PLR	-
Vale transporte	27,77
III. Compensação do empregado	
FGTS	152,42
INSS Trabalhador	154,42
Multa FGTS	59,75
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00
IV. Demais custos	
<i>Impostos/Obrigações trabalhistas</i>	
IRPF	29,39
INSS Empregador	403,89
Multa FGTS	14,94
Salário educação	50,49

FAP (2%)	40,39
INCRA (0,2%)	4,04
Sistema S (3,1%)	62,60
<i>Obrigações acessórias</i>	
Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70
<i>Treinamentos</i>	
Treinamento das reposições	219,76
Ginástica laboral	79,91
Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	332,32
Total	4.320,1012

Rio de Janeiro

	R\$
Salário mensal líquido	2.542,13
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	69,76
Férias Indenizadas/Direito a férias	223,42
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	223,04
INSS Trabalhador	225,97
Multa FGTS	87,43
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37

Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00

IV. Demais custos

Impostos/Obrigações trabalhistas

IRPF	29,39
INSS Empregador	591,02
Multa FGTS	21,86
Salário educação	73,88
FAP (2%)	59,10
INCRA (0,2%)	5,91
Sistema S (3,1%)	91,61

Obrigações acessórias

Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70

Treinamentos

Treinamento das reposições	251,13
Ginástica laboral	91,32
Treinamentos diversos	5,42

Custos gerenciais

Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	377,71

Total	4.910,2009
--------------	-------------------

Espírito Santo

R\$

Salário mensal líquido	2.321,59
-------------------------------	-----------------

I. Salário base

Salário líquido	1.776,38
-----------------	----------

II. Recebimento

13o. salário	144,46
Adicional de férias	63,71
Férias Indenizadas/Direito a férias	204,04

PLR	-
Vale transporte	-

III. Compensação do empregado

FGTS	203,69
INSS Trabalhador	206,36
Multa FGTS	79,84
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00

IV. Demais custos

Impostos/Obrigações trabalhistas

IRPF	29,39
INSS Empregador	539,75
Multa FGTS	19,96
Salário educação	67,47
FAP (2%)	53,97
INCRA (0,2%)	5,40
Sistema S (3,1%)	83,66

Obrigações acessórias

Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70

Treinamentos

Treinamento das reposições	242,06
Ginástica laboral	88,02
Treinamentos diversos	5,42

Custos gerenciais

Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	364,58

Total	4.739,5674
--------------	-------------------

Pernambuco

	R\$
Salário mensal líquido	3.308,54
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	90,79
Férias Indenizadas/Direito a férias	290,78
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	290,28
INSS Trabalhador	294,09
Multa FGTS	113,78
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00
IV. Demais custos	
<i>Impostos/Obrigações trabalhistas</i>	
IRPF	29,39
INSS Empregador	769,20
Multa FGTS	28,45
Salário educação	96,15
FAP (2%)	76,92
INCRA (0,2%)	7,69
Sistema S (3,1%)	119,23
<i>Obrigações acessórias</i>	
Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70
<i>Treinamentos</i>	
Treinamento das reposições	282,65
Ginástica laboral	102,78
Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61

Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	423,32

Total	5.503,1784
--------------	-------------------

Ceará

	R\$
Salário mensal líquido	2.812,65
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	77,18
Férias Indenizadas/Direito a férias	247,19
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	246,77
INSS Trabalhador	250,01
Multa FGTS	96,73
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00
IV. Demais custos	
<i>Impostos/Obrigações trabalhistas</i>	
IRPF	29,39
INSS Empregador	653,91
Multa FGTS	24,18
Salário educação	81,74
FAP (2%)	65,39
INCRA (0,2%)	6,54
Sistema S (3,1%)	101,36
<i>Obrigações acessórias</i>	
Licença maternidade	17,03

Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70
<i>Treinamentos</i>	
Treinamento das reposições	262,26
Ginástica laboral	95,37
Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	393,81
Total	5.119,5044

APÊNDICE B

Cálculo do custo da MOB-GEN.

São Paulo

	R\$
Salário mensal líquido	8.069,93
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	221,45
Férias Indenizadas/Direito a férias	709,24
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	708,03
INSS Trabalhador	717,33
Multa FGTS	277,53
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00
IV. Demais custos	
<i>Impostos/Obrigações trabalhistas</i>	
IRPF	29,39
INSS Empregador	1.876,18
Multa FGTS	69,38
Salário educação	234,52
FAP (2%)	187,62
INCRA (0,2%)	18,76
Sistema S (3,1%)	290,81
<i>Obrigações acessórias</i>	
Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70
<i>Treinamentos</i>	

Treinamento das reposições	478,50
Ginástica laboral	174,00
Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	706,70
Custo total da MOB-GEN	9.187,1035

Rio de Janeiro

	R\$
Salário mensal líquido	4.674,46
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	128,28
Férias Indenizadas/Direito a férias	410,82
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	410,12
INSS Trabalhador	415,51
Multa FGTS	160,76
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00
IV. Demais custos	
<i>Impostos/Obrigações trabalhistas</i>	
IRPF	29,39
INSS Empregador	1.086,76
Multa FGTS	40,19

Salário educação	135,85
FAP (2%)	108,68
INCRA (0,2%)	10,87
Sistema S (3,1%)	168,45
<i>Obrigações acessórias</i>	
Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70
<i>Treinamentos</i>	
Treinamento das reposições	338,84
Ginástica laboral	123,21
Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	504,62

Custo total da MOB-GEN	6.560,0015
-------------------------------	-------------------

Minas Gerais	
	R\$
Salário mensal líquido	3.655,26
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	100,31
Férias Indenizadas/Direito a férias	321,25
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	320,70
INSS Trabalhador	324,91

Multa FGTS	125,71
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00

IV. Demais custos

Impostos/Obrigações trabalhistas

IRPF	29,39
INSS Empregador	849,81
Multa FGTS	31,43
Salário educação	106,23
FAP (2%)	84,98
INCRA (0,2%)	8,50
Sistema S (3,1%)	131,72

Obrigações acessórias

Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70

Treinamentos

Treinamento das reposições	296,92
Ginástica laboral	107,97
Treinamentos diversos	5,42

Custos gerenciais

Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	443,96

Custo total da MOB-GEN	5.771,4384
-------------------------------	-------------------

6.

Espírito Santo

	R\$
Salário mensal bruto	2.234,73
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38

II. Recebimento

13o. salário	144,46
Adicional de férias	61,32
Férias Indenizadas/Direito a férias	196,40
PLR	-
Vale transporte	-

III. Compensação do empregado

FGTS	196,07
INSS Trabalhador	198,64
Multa FGTS	76,85
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00

IV. Demais custos

Impostos/Obrigações trabalhistas

IRPF	29,39
INSS Empregador	519,55
Multa FGTS	19,21
Salário educação	64,94
FAP (2%)	51,96
INCRA (0,2%)	5,20
Sistema S (3,1%)	80,53

Obrigações acessórias

Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70

Treinamentos

Treinamento das reposições	238,49
Ginástica laboral	86,72
Treinamentos diversos	5,42

Custos gerenciais

Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	359,41

Total	4.672,3631
--------------	-------------------

Pernambuco

	R\$
Salário mensal líquido	3.236,95
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	88,83
Férias Indenizadas/Direito a férias	284,48
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	284,00
INSS Trabalhador	287,73
Multa FGTS	111,32
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00
IV. Demais custos	
<i>Impostos/Obrigações trabalhistas</i>	
IRPF	29,39
INSS Empregador	752,56
Multa FGTS	27,83
Salário educação	94,07
FAP (2%)	75,26
INCRA (0,2%)	7,53
Sistema S (3,1%)	116,65
<i>Obrigações acessórias</i>	
Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70
<i>Treinamentos</i>	
Treinamento das reposições	279,71
Ginástica laboral	101,71

Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	419,06

Custo total da MOB-GEN	5.447,7887
-------------------------------	-------------------

Ceará

	R\$
Salário mensal líquido	3.006,27
I. Salário base	
Salário líquido	1.776,38
II. Recebimento	
13o. salário	144,46
Adicional de férias	82,50
Férias Indenizadas/Direito a férias	264,21
PLR	-
Vale transporte	-
III. Compensação do empregado	
FGTS	263,76
INSS Trabalhador	267,22
Multa FGTS	103,39
Aviso prévio indenizado	144,11
<i>Benefícios/Negociação Coletiva</i>	
Auxílio creche	12,37
Cesta básica	43,80
Vale alimentação	106,00
IV. Demais custos	
<i>Impostos/Obrigações trabalhistas</i>	
IRPF	29,39
INSS Empregador	698,93
Multa FGTS	25,85
Salário educação	87,37
FAP (2%)	69,89

INCRA (0,2%)	6,99
Sistema S (3,1%)	108,33
<i>Obrigações acessórias</i>	
Licença maternidade	17,03
Quota de deficientes	14,86
Quota de aprendizes	32,03
Obrigações de segurança	24,70
<i>Treinamentos</i>	
Treinamento das reposições	270,22
Ginástica laboral	98,26
Treinamentos diversos	5,42
<i>Custos gerenciais</i>	
Administração de pessoal	153,61
Manutenção do refeitório	2,34
Festas e eventos motivacionais	10,57
Custo do tempo não trabalhado	405,33
Custo total da MOB-GEN	5.269,3097

APÊNDICE C

Cálculo das tarifas médias de água potável por categoria e por estado (PM_{3 AP}).

Rio de Janeiro

Com a estrutura tarifária vigente em junho de 2021, da prestadora de saneamento CEDAE, foi observada discriminação de preços de 2º grau, com a divisão de faixas de consumo; e discriminação de preços de 3º grau, com a diferenciação de preços por região para grupos de renda mais alta (A) e de renda mais baixa (B), e pela divisão por grupos de categorias residencial, comercial, industrial e pública.

CEDAE - Residencial - A

Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
0	15	15	R\$ 3,9763	R\$ 59,6442	R\$ 59,6442
0	15	7,5	R\$ 4,5552	R\$ 34,1642	R\$ 68,3284
16	30	23	R\$ 10,0215	R\$ 230,4944	R\$ 300,6449
31	45	38	R\$ 13,6657	R\$ 519,2957	R\$ 614,9555
46	60	53	R\$ 27,3314	R\$ 1.448,5618	R\$ 1.639,8813
61	1800	930,5	R\$ 36,4418	R\$ 33.909,1014	R\$ 65.595,2526
			R\$ 33,9281		

CEDAE - Residencial - B

Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
0	15	15	R\$ 3,4880	R\$ 52,3194	R\$ 52,3194
0	15	7,5	R\$ 3,9958	R\$ 29,9685	R\$ 59,9371
16	30	23	R\$ 8,7908	R\$ 202,1877	R\$ 263,7230
31	45	38	R\$ 11,9874	R\$ 455,5217	R\$ 539,4335
46	60	53	R\$ 23,9748	R\$ 1.270,6657	R\$ 1.438,4895
61	1800	930,5	R\$ 31,9664	R\$ 29.744,7659	R\$ 57.539,5794
			R\$ 29,7614		

CEDAE - Comercial - A

Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
0	20	10	R\$ 15,4878	R\$ 154,8777	R\$ 309,7553
21	30	25,5	R\$ 27,2858	R\$ 695,7880	R\$ 818,5741
31	100	65,5	R\$ 29,1534	R\$ 1.909,5506	R\$ 2.915,3445

R\$ 27,3289

CEDAE - Comercial - B

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	20	10	R\$ 13,5857	R\$ 135,8573	R\$ 271,7147
21	30	25,5	R\$ 23,9349	R\$ 610,3391	R\$ 718,0460
31	100	65,5	R\$ 25,5731	R\$ 1.675,0411	R\$ 2.557,3147
			R\$ 23,9726		

CEDAE - Industrial - A

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	20	10	R\$ 23,6872	R\$ 236,8717	R\$ 473,7435
21	30	25,5	R\$ 24,8715	R\$ 634,2241	R\$ 746,1460
31	130	80,5	R\$ 29,1079	R\$ 2.343,1854	R\$ 3.784,0261
			R\$ 27,7093		

CEDAE - Industrial - B

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	20	10	R\$ 18,7803	R\$ 187,8028	R\$ 375,6056
21	30	25,5	R\$ 18,7803	R\$ 478,8971	R\$ 563,4084
31	130	80,5	R\$ 21,5773	R\$ 1.736,9761	R\$ 2.805,0546
131	500	315,5	R\$ 22,7761	R\$ 7.185,8545	
			R\$ 22,2237		

CEDAE - Industrial - B

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	20	10	R\$ 18,7803	R\$ 187,8028	R\$ 375,6056
21	30	25,5	R\$ 18,7803	R\$ 478,8971	R\$ 563,4084
31	130	80,5	R\$ 21,5773	R\$ 1.736,9761	R\$ 2.805,0546
131	500	315,5	R\$ 22,7761	R\$ 7.185,8545	
			R\$ 22,2237		

CEDAE - Público - A

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	15	7,5	R\$ 5,2487	R\$ 39,3652	R\$ 78,7303
15	50	32,5	R\$ 11,6107	R\$ 377,3489	R\$ 580,5368
			R\$ 10,4179		

CEDAE - Público - B

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	15	7,5	R\$ 4,6041	R\$ 34,5308	R\$ 69,0615
15	50	32,5	R\$ 10,1848	R\$ 331,0071	R\$ 509,2418
			R\$ 9,1384		

São Paulo

Nas tarifas da SABESP, no município de São Paulo, a partir de 10 de maio de 2021, também foi observada a discriminação de preços de 2º grau entre consumidores por faixas de consumo, e discriminação de preços de 3º grau com maior segmentação nas categorias de usuários. Para a categoria Residencial, observou-se três curvas de demanda: comum, social e vulnerável por faixa de consumo. Para a categoria Comercial observou-se duas curvas de demanda: comum, e assistencial. Para a categoria Industrial observou-se uma curva de demanda: comum. Para a categoria Público observou-se duas curvas de demanda: comum, e contrato pura.

SABESP - Residencial - Comum

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 29,0000	R\$ 29,0000	R\$ 29,0000
11	20	15,5	R\$ 4,5400	R\$ 70,3700	R\$ 90,8000
21	30	25,5	R\$ 11,3300	R\$ 288,9150	R\$ 339,9000
31	50	40,5	R\$ 11,3300	R\$ 458,8650	R\$ 566,5000
51	1800	925,5	R\$ 12,4800	R\$ 11.550,2400	R\$ 22.464,0000
			R\$ 12,1902		

SABESP - Residencial - Social

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 9,0500	R\$ 9,0500	R\$ 9,0500
11	20	15,5	R\$ 1,5500	R\$ 24,0250	R\$ 31,0000
21	30	25,5	R\$ 5,5300	R\$ 141,0150	R\$ 165,9000
31	50	40,5	R\$ 7,8800	R\$ 319,1400	R\$ 394,0000
51	1800	925,5	R\$ 8,7100	R\$ 8.061,1050	R\$ 15.678,0000

R\$ 8,4113

SABESP - Residencial - Vulneravel

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 6,9000	R\$ 6,9000	R\$ 6,9000
11	20	15,5	R\$ 0,7800	R\$ 12,0900	R\$ 15,6000
21	30	25,5	R\$ 2,6100	R\$ 66,5550	R\$ 78,3000
31	50	40,5	R\$ 7,8800	R\$ 319,1400	R\$ 394,0000
51	1800	925,5	R\$ 8,7100	R\$ 8.061,1050	R\$ 15.678,0000
			R\$ 8,3243		

SABESP - Comercial - Comum

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 58,2400	R\$ 58,2400	R\$ 58,2400
11	20	15,5	R\$ 11,3300	R\$ 175,6150	R\$ 226,6000
21	30	25,5	R\$ 21,7200	R\$ 553,8600	R\$ 651,6000
31	50	40,5	R\$ 21,7200	R\$ 879,6600	R\$ 1.086,0000
51	1800	925,5	R\$ 22,6200	R\$ 20.934,8100	R\$ 40.716,0000
			R\$ 22,2244		

SABESP - Comercial- Assistencial

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 29,1100	R\$ 29,1100	R\$ 29,1100
11	20	15,5	R\$ 5,6500	R\$ 87,5750	R\$ 113,0000
21	30	25,5	R\$ 10,8900	R\$ 277,6950	R\$ 326,7000
31	50	40,5	R\$ 10,8900	R\$ 441,0450	R\$ 544,5000
51	1800	925,5	R\$ 11,3200	R\$ 10.476,6600	R\$ 20.376,0000
			R\$ 11,1230		

SABESP -Industrial- Comum

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 58,2400	R\$ 58,2400	R\$ 58,2400
11	20	15,5	R\$ 11,3300	R\$ 175,6150	R\$ 226,6000
21	30	25,5	R\$ 21,7200	R\$ 553,8600	R\$ 651,6000
31	50	40,5	R\$ 21,7200	R\$ 879,6600	R\$ 1.086,0000
51	1800	925,5	R\$ 22,6200	R\$ 20.934,8100	R\$ 40.716,0000

R\$ 22,2244

SABESP - Pública - Comum

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 58,2400	R\$ 58,2400	R\$ 58,2400
11	20	15,5	R\$ 11,3300	R\$ 175,6150	R\$ 226,6000
21	30	25,5	R\$ 21,7200	R\$ 553,8600	R\$ 651,6000
31	50	40,5	R\$ 21,7200	R\$ 879,6600	R\$ 1.086,0000
51	1800	925,5	R\$ 22,6200	R\$ 20.934,8100	R\$ 40.716,0000
			R\$ 22,2244		

SABESP - Pública - Contrato pura

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	10	R\$ 43,6400	R\$ 43,6400	R\$ 43,6400
11	20	15,5	R\$ 8,4800	R\$ 131,4400	R\$ 169,6000
21	30	25,5	R\$ 16,3300	R\$ 416,4150	R\$ 489,9000
31	50	40,5	R\$ 16,3300	R\$ 661,3650	R\$ 816,5000
51	1800	925,5	R\$ 16,9700	R\$ 15.705,7350	R\$ 30.546,0000
			R\$ 16,6751		

Espírito Santo

Para a CESAN, na tarifa dos serviços de abastecimento de água no Espírito Santo, com valores vigentes a partir de 01 de dezembro de 2020, foi observada a discriminação de preços de 2º grau com a divisão tarifária por faixas de consumo, e discriminação de preços de 3º grau com as categorias de usuários Social, Residencial, Comercial, Industrial e Pública.

CESAN - Residencial

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 3,4800	R\$ 17,4000	R\$ 17,4000
11	15	13	R\$ 4,0900	R\$ 53,1700	R\$ 61,3500
16	20	18	R\$ 6,9800	R\$ 125,6400	R\$ 139,6000
21	30	25,5	R\$ 7,6800	R\$ 195,8400	R\$ 230,4000
31	50	40,5	R\$ 8,2000	R\$ 332,1000	R\$ 410,0000
51	1800	925,5	R\$ 8,5700	R\$ 7.931,5350	R\$ 15.426,0000
		1027,5	R\$ 8,4240	R\$ 8.655,6850	

CESAN - Tarifa Social

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 1,3900	R\$ 6,9500	R\$ 6,9500
11	15	13	R\$ 1,6500	R\$ 21,4500	R\$ 24,7500
16	20	18	R\$ 5,5900	R\$ 100,6200	R\$ 111,8000
21	30	25,5	R\$ 7,6800	R\$ 195,8400	R\$ 230,4000
31	50	40,5	R\$ 8,2000	R\$ 332,1000	R\$ 410,0000
51	1800	925,5	R\$ 8,5700	R\$ 7.931,5350	R\$ 15.426,0000
		1027,5	R\$ 8,3586	R\$ 8.588,4950	

CESAN - Comercial

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 5,5500	R\$ 27,7500	R\$ 27,7500
11	15	13	R\$ 6,2700	R\$ 81,5100	R\$ 94,0500
16	20	18	R\$ 8,7000	R\$ 156,6000	R\$ 174,0000
21	30	25,5	R\$ 9,1500	R\$ 233,3250	R\$ 274,5000
31	50	40,5	R\$ 9,4400	R\$ 382,3200	R\$ 472,0000
51	1800	925,5	R\$ 9,7200	R\$ 8.995,8600	R\$ 17.496,0000
		1027,5	R\$ 9,6130	R\$ 9.877,3650	

CESAN - Industrial

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 8,9200	R\$ 44,6000	R\$ 44,6000
11	15	13	R\$ 9,1800	R\$ 119,3400	R\$ 137,7000
16	20	18	R\$ 9,9800	R\$ 179,6400	R\$ 199,6000
21	30	25,5	R\$ 9,1500	R\$ 233,3250	R\$ 274,5000
31	50	40,5	R\$ 9,4400	R\$ 382,3200	R\$ 472,0000
51	1800	925,5	R\$ 9,7200	R\$ 8.995,8600	R\$ 17.496,0000
		1027,5	R\$ 9,6886	R\$ 9.955,0850	

CESAN - Público

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 5,8100	R\$ 29,0500	R\$ 29,0500
11	15	13	R\$ 6,5600	R\$ 85,2800	R\$ 98,4000
16	20	18	R\$ 8,4200	R\$ 151,5600	R\$ 168,4000

21	30	25,5	R\$ 8,7000	R\$ 221,8500	R\$ 261,0000
31	50	40,5	R\$ 8,8200	R\$ 357,2100	R\$ 441,0000
51	1800	925,5	R\$ 8,9400	R\$ 8.273,9700	R\$ 16.092,0000
		1027,5	R\$ 8,8749	R\$ 9.118,9200	

Minas Gerais

Para a COPASA, nas tarifas dos serviços de abastecimento de água, a partir de 01 de agosto de 2021, também foi observada a discriminação de preços de 2º grau por faixa de consumo, e discriminação de preços de 3º grau com categorias de usuários. Para a categoria Residencial, foi observada duas curvas de demanda: comum e social. Para as categorias Comercial, Industrial e Público foi observada uma única curva de demanda para cada.

COPASA - Residencial

Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
Fixa			R\$ 17,6100	R\$ 17,6100	R\$ 17,6100
0	5	2,5	R\$ 1,8200	R\$ 4,5500	R\$ 9,1000
6	10	8	R\$ 3,8860	R\$ 31,0880	R\$ 38,8600
11	15	13	R\$ 6,0230	R\$ 78,2990	R\$ 90,3450
16	20	18	R\$ 8,2220	R\$ 147,9960	R\$ 164,4400
21	40	30,5	R\$ 10,4580	R\$ 318,9690	R\$ 418,3200
41	200	120,5	R\$ 12,7590	R\$ 1.537,4595	R\$ 2.551,8000
		192,5	R\$ 11,0045	R\$ 2.118,3615	

COPASA - Residencial Social

Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
Fixa			R\$ 7,9200	R\$ 7,9200	R\$ 7,9200
0	5	2,5	R\$ 0,9100	R\$ 2,2750	R\$ 4,5500
6	10	8	R\$ 1,9430	R\$ 15,5440	R\$ 19,4300
11	15	13	R\$ 3,0110	R\$ 39,1430	R\$ 45,1650
16	20	18	R\$ 4,1110	R\$ 73,9980	R\$ 82,2200
21	40	30,5	R\$ 10,4580	R\$ 318,9690	R\$ 418,3200
41	200	120,5	R\$ 12,7590	R\$ 1.537,4595	R\$ 2.551,8000
		192,5	R\$ 10,3241	R\$ 1.987,3885	

COPASA - Comercial

Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
Fixa			R\$ 28,5200	R\$ 28,5200	R\$ 28,5200

0	5	2,5	R\$ 3,9500	R\$ 9,8750	R\$ 19,7500
6	10	8	R\$ 5,9220	R\$ 47,3760	R\$ 59,2200
11	20	15,5	R\$ 7,9660	R\$ 123,4730	R\$ 159,3200
21	40	30,5	R\$ 10,0360	R\$ 306,0980	R\$ 401,4400
41	200	120,5	R\$ 12,1640	R\$ 1.465,7620	R\$ 2.432,8000
201	1800	1000,5	R\$ 14,3050	R\$ 14.312,1525	R\$ 25.749,0000
		1177,5	R\$ 13,8129	R\$ 16.264,7365	

COPASA - Industrial

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
Fixa			R\$ 28,5200	R\$ 28,5200	R\$ 28,5200
0	5	2,5	R\$ 3,9500	R\$ 9,8750	R\$ 19,7500
6	10	8	R\$ 5,9220	R\$ 47,3760	R\$ 59,2200
11	20	15,5	R\$ 7,9660	R\$ 123,4730	R\$ 159,3200
21	40	30,5	R\$ 10,0360	R\$ 306,0980	R\$ 401,4400
41	200	120,5	R\$ 12,1640	R\$ 1.465,7620	R\$ 2.432,8000
201	1800	1000,5	R\$ 14,3050	R\$ 14.312,1525	R\$ 25.749,0000
		1177,5	R\$ 13,8129	R\$ 16.264,7365	

COPASA - Público

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
Fixa			R\$ 24,2400	R\$ 24,2400	R\$ 24,2400
0	5	2,5	R\$ 3,7400	R\$ 9,3500	R\$ 18,7000
6	10	8	R\$ 5,6110	R\$ 44,8880	R\$ 56,1100
11	20	15,5	R\$ 7,5460	R\$ 116,9630	R\$ 150,9200
21	40	30,5	R\$ 9,5080	R\$ 289,9940	R\$ 380,3200
41	200	120,5	R\$ 11,5250	R\$ 1.388,7625	R\$ 2.305,0000
201	1800	1000,5	R\$ 13,5520	R\$ 13.558,7760	R\$ 24.393,6000
			R\$ 13,0860		

Pernambuco

Para a COMPESA, nas tarifas, a partir de 19 de agosto de 2021, também foi observada a discriminação de preços de 2º grau por faixa de consumo, e discriminação de preços de 3º grau com categorias de usuários.

Foi observada a oferta e cobrança para dois tipos de água: tratada e bruta.

Na tratada, foi observada divisão de consumidores medidos e não-medidos. Em ambos, para a categoria Residencial, foram observadas duas curvas de demanda: comum e social. Para as categorias Comercial, Industrial e Público foi observada uma única curva de demanda para cada.

Foi observado na estrutura tarifária o fornecimento por caminhão-pipa no valor de 19,71 R\$/m³.

Foi observado o fornecimento por chafariz público no valor de 2,74 R\$ /m³.

COMPESA - Residencial					
Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
0,000	10,000	R\$ 10,0000	R\$ 5,0500	R\$ 50,5000	R\$ 50,5000
10,001	20,000	R\$ 15,0005	R\$ 5,7900	R\$ 86,8529	R\$ 115,8000
20,001	30,000	R\$ 25,0005	R\$ 6,8800	R\$ 172,0034	R\$ 206,4000
30,001	50,000	R\$ 40,0005	R\$ 9,4800	R\$ 379,2047	R\$ 474,0000
50,001	90,000	R\$ 70,0005	R\$ 11,2300	R\$ 786,1056	R\$ 1.010,7000
90,001	1.800,000	R\$ 945,0005	R\$ 21,5800	R\$ 20.393,1108	R\$ 38.844,0000
			R\$ 19,7898		
COMPESA - Comercial					
Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
0,000	10,000	R\$ 10,0000	R\$ 7,4300	R\$ 74,3000	R\$ 74,3000
10,001	1.800,000	R\$ 905,0005	R\$ 14,7300	R\$ 13.330,6574	R\$ 26.514,0000
			R\$ 14,6502		
COMPESA - Industrial					
Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
0,000	10,000	R\$ 10,0000	R\$ 9,3100	R\$ 93,1000	R\$ 93,1000
10,001	1.800,000	R\$ 905,0005	R\$ 19,7300	R\$ 17.855,6599	R\$ 35.514,0000
			R\$ 19,6161		
COMPESA - Pública					
Q ₀	Q ₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q ₁
0,000	10,000	R\$ 10,0000	R\$ 7,1810	R\$ 71,8100	R\$ 71,8100
10,001	1.800,000	R\$ 905,0005	R\$ 10,8900	R\$ 9.855,4554	R\$ 19.602,0000
			R\$ 10,8495		

PERNAMBUCO		
	Milhões de habitantes	Atendimento do serviço
população total	9,6	
SNIS, 2020	Painel de Saneamento	

Ceará

Para a CAGECE, nas tarifas, a partir de 29 de janeiro de 2021, também foi observada a discriminação de preços de 2º grau por faixa de consumo, e discriminação de preços de 3º grau com categorias de usuários.

Para a categoria Residencial, foram observadas três curvas de demanda: social, popular e normal. Para as categorias Comercial foram observadas duas curvas de demanda: Popular e II. Para Industrial, Público e Entidades filantrópicas foi observada uma única curva de demanda para cada.

Neste trabalho, a discriminação de preços de 3º grau foi segmentada em 4 categorias, assim as Entidades filantrópicas foram equiparadas a residencial, pois possuía uma estrutura tarifária semelhante.

CAGECE - Residencial Social

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 1,5500	R\$ 7,7500	R\$ 7,7500
			R\$ 1,5500		

CAGECE - Residencial Popular

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 3,1800	R\$ 15,9000	R\$ 15,9000
11	15	13	R\$ 5,4100	R\$ 70,3300	R\$ 81,1500
16	20	18	R\$ 5,8700	R\$ 105,6600	R\$ 117,4000
21	50	35,5	R\$ 10,0900	R\$ 358,1950	R\$ 504,5000
51	1800	925,5	R\$ 17,9800	R\$ 16.640,4900	R\$ 32.364,0000
			R\$ 17,2423		

CAGECE - Residencial Normal

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 4,5200	R\$ 22,6000	R\$ 22,6000
11	15	13	R\$ 5,8700	R\$ 76,3100	R\$ 88,0500
16	20	18	R\$ 6,3400	R\$ 114,1200	R\$ 126,8000
21	50	35,5	R\$ 10,8800	R\$ 386,2400	R\$ 544,0000
51	1800	925,5	R\$ 19,2100	R\$ 17.778,8550	R\$ 34.578,0000

R\$ 18,4334

CAGECE - Comercial Popular

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	13	R\$ 10,0000	R\$ 5,4100	R\$ 54,1000	R\$ 54,1000
			R\$ 5,4100		

CAGECE - Comercial II

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	50	25	R\$ 11,3400	R\$ 283,5000	R\$ 283,5000
51	1.800	925,5	R\$ 17,9800	R\$ 16.640,4900	R\$ 32.364,0000
			R\$ 17,8054		

CAGECE - Industrial

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	15	7,5	R\$ 10,0200	R\$ 75,1500	R\$ 75,1500
16	50	33	R\$ 11,8900	R\$ 392,3700	R\$ 594,5000
51	1800	925,5	R\$ 18,4800	R\$ 17.103,2400	R\$ 33.264,0000
			R\$ 18,1892		

CAGECE - Pública

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	15	7,5	R\$ 6,6100	R\$ 49,5750	R\$ 49,5750
16	50	33	R\$ 9,8400	R\$ 324,7200	R\$ 492,0000
51	1800	925,5	R\$ 15,7900	R\$ 14.613,6450	R\$ 28.422,0000
			R\$ 15,5155		

CAGECE - Entidades Filantrópicas

Q₀	Q₁	Q med	Preço	Preço*Q med	Preço*Q₁
0	10	5	R\$ 3,1800	R\$ 15,9000	R\$ 15,9000
11	15	13	R\$ 5,3400	R\$ 69,4200	R\$ 80,1000
16	20	18	R\$ 5,7500	R\$ 103,5000	R\$ 115,0000
21	50	35,5	R\$ 9,8400	R\$ 349,3200	R\$ 492,0000
51	1800	925,5	R\$ 17,3600	R\$ 16.066,6800	R\$ 31.248,0000
			R\$ 7,5264		

APÊNDICE D

Hipoclorito de Sódio - Cotação Eco Rio Online:



Hipoclorito de Sódio 12% 50L 60 Kg (venda)



Preço:

R\$ 290,58

Fabricante: Supercoloro

Descrição

O hipoclorito de sódio é utilizado no tratamento de águas no processo de desinfecção para evitar o risco de popularmente conhecido como cloro líquido. O hipoclorito de sódio possui concentração de 10 a 12% de clo o agente responsável pelo poder oxidante do Hipoclorito de sódio e é um poderoso sanitizante que elimina (nocivos à saúde) evitando doenças e garantindo assim a qualidade da água até a torneira do consumidor.

Fornecedor 4701

7130

10352

13763

Grupo Eco Rio

www.ecorioonline.com

Tel: (21) 2653-2398, (21) 96448-9138

MARGARIZO PONTE COMERCIO E SERVICOS
DE PROD. DE LIMPEZA

CNPJ: 30.692.171/0001-90

Insc. Est.: 87.099.237

Rua Lauro Sodré (novo end.) 265

Gramacho

Duque de Caxias - RJ CEP: 25040-060

- » **Cadastre-se**
- » **Como chegar**
- » **Como comprar**
- » **Dicas**
- » **Fale conosco**
- » **Política de vendas**

Cotação Loja Química

BEM-VINDO, FAÇA SEU [LOGIN](#) OU [CADASTRE-SE](#)[MEUS PEDIDOS](#) | [MINHA CONTA](#)

Busca

[Página inicial](#) / [Matéria-Prima](#) / [Soluções](#) /

Hipoclorito de Sódio 12% - 50 Litros

- DESTAQUE -

Marca: **Nacional**
Modelo: **Líquido**
Disponibilidade: **Imediata**
Referência: **430017**

Por:

R\$ 333,00

ou 12x de R\$ 30,89 com juros

<https://www.lojaquimica.com.br/materia-prima/solucoes/hipoclorito-sodio-50litros>

1/5

+ Ver todas as formas de pagamentos

COMPRAR

1

6

Descrição Geral

Formas de Pagamento

Avaliações

Hipoclorito de Sódio 12%

Fórmula: NaClO

CAS: 7681-52-9

Peso Molecular: 74,5

Aspecto: Líquido verde amarelado.

Odor: Característico de cloro

Concentração: $\geq 12,00\%$

Densidade: $\geq 1,200$ g/mL

UTILIZAÇÃO:

Produção de água sanitária, desinfecção de água potável e hospitalar, tratamento de águas industriais e de piscinas, e no branqueamento de celulose.

Diluição Desinfecção: 1 litro de produto para até 10 litros de água.

Diluição Máx.: 1 litro de produto para até 50 litros de água.

MEDIDAS APROPRIADAS DE MANUSEIO:

Use equipamento de proteção pessoal.

Evite o contato com os olhos, a pele ou a roupa.

Evite inspirar partículas aéreas use um meio de proteção das vias respiratórias quando houver possibilidade de exposição.

Lave a roupa contaminada antes de reutilizá-la.

Lave-se cuidadosamente com água e sabão após manusear o produto.

APÊNDICE E

Cotação Monitoramento de Qualidade - MyHexisS

PRODUTOS						
Código	Descrição	Prev. Disponib.	Impostos (Inclusos)	Preço Unit.	Qtd.	Valor Parcial
HX0001-03136	CLORO LIVRE REAGENTE DPD PP 10ML 100UN - HACH CHEMISTRY Cód. Fabric.: 2105569-BR Classe Fiscal: 38220090	Disponível (16/03/22)	ICMS 18%	R\$ 335,38	1	R\$ 335,38
Subtotal Produtos (Impostos inclusos)						R\$ 335,38
 Custo Entrega						R\$ 33,54
Valor total						R\$ 368,91
Digite o código promocional Enviar						

NÚMERO DE PEDIDO DO CLIENTE (Constar na Nota Fiscal)

 Alterar

OBSERVAÇÕES

 Alterar

Solicitação cadastrada pelo site hexis - 39994829

A previsão de estoque e prazos representa o momento da consulta, podendo ocorrer alteração de disponibilidade até a efetivação do pedido pela Hexis.

Importante: ICMS/IPI/Substituição Tributária serão recalculados no momento da efetivação de seu pedido pela Hexis podendo ocorrer alteração no valor final do seu pedido.

 Voltar ([index.php?option=com_pedidos&task=showpedidos&id=&pesquisaPed\[0\]=&pesquisaPed\[1\]=&pesquisaPed\[2\]=1](index.php?option=com_pedidos&task=showpedidos&id=&pesquisaPed[0]=&pesquisaPed[1]=&pesquisaPed[2]=1))

SIGA-NOS EM NOSSAS REDES SOCIAIS    (<https://www.youtube.com/channel/UCntOizO-0CbVTzdsLavZQ>)
(<https://www.linkedin.com/company/hexiscientifica/>)

Hexis

Hexis Científica LTDA
CNPJ: 53.276.010/0001-10

Endereço

Av. Antonieta Piva Barranqueiros,
385
Distrito Industrial, Jundiaí - SP
CEP 13213-009

Contato

PABX: +55 11 4589-2622
Vendas: +55 11 4589-2622
Fax: +55 11 4589-2626

cotacoes@hexis.com.br
(<mailto:cotacoes@hexis.com.br>)

*My*HEXIS

PRODUTOS

Código	Descrição	Prev. Disponib.	Impostos (inclusos)	Preço Unit.	Qtd.	Valor Parcial
HX0173-00011	COLILERT CX 20UN - OUTROS MICROBIOLOGY Cód. Fabric.: 98-12972-00 Classe Fiscal: 38210000	Disponível (16/03/22)	ICMS 18%	R\$ 274,39	1	R\$ 274,39
Subtotal Produtos (Impostos inclusos)						R\$ 274,39
 Custo Entrega						R\$ 27,44
Valor total						R\$ 301,83
Digite o código promocional Enviar						

NÚMERO DE PEDIDO DO CLIENTE (Constar na Nota Fiscal)

 Alterar

OBSERVAÇÕES

 Alterar

Solicitação cadastrada pelo site hexis - 39994860

A previsão de estoque e prazos representa o momento da consulta, podendo ocorrer alteração de disponibilidade até a efetivação do pedido pela Hexis.

Importante: ICMS/IP/Substituição Tributária serão recalculados no momento da efetivação de seu pedido pela Hexis podendo ocorrer alteração no valor final do seu pedido.

 Voltar (index.php?option=com_pedidos&task=showpedidos&id=3pesquisaPed[0]=3pesquisaPed[1]=3pesquisaPed[2]=1)SIGA-NOS EM NOSSAS REDES SOCIAIS  (https://www.youtube.com/channel/UCnt0iZO--0CbVTzdsLavZQ)
(https://www.linkedin.com/company/hexiscientifica/)

Hexis

Hexis Científica LTDA
CNPJ: 53.276.010/0001-10

Endereço

Av. Antonieta Piva Barranqueiros,
385
Distrito Industrial, Jundiaí - SP
CEP 13213-009

Contato

PABX: +55 11 4589-2622
Vendas: +55 11 4589-2622
Fax: +55 11 4589-2626cotacoes@hexis.com.br
(mailto:cotacoes@hexis.com.br)*MyHEXIS*

Cotação Netlab

100% SEGURO
TELEVENDAS: (11) 2373-0040 | (11) 2373-0040 | VENDAS@LOJANETLAB.COM.BR
INSTITUCIONAL

LojaNetLAB

Entre | Cadastre-se
Pedidos

0 MINHAS COMPRAS
R\$ 0,00

Digite aqui o que você procura?

 VARRIAS
  EQUIPAMENTOS
  CONSUMÍVEIS
  PLÁSTICOS
  REAGENTES E MEIOS
  INOX & FERRAGENS
  MODELOS ANATÔMICOS

 TERMÔMETROS
  PORCELANAS
  PAPEIS ESPECIAIS
  KITS EDUCACIONAIS

ENTREGA RÁPIDA
O MAIOR ESTOQUE DO BRASIL
 DÚVIDAS?
ATENDIMENTO WHATSAPP
  CLIQUE AQUI

Você está em: Página inicial > REAGENTES E MEIOS > CLORO LIVRE REAGENTE CHLORINE FREE PP 10ML 100UN 2105569 HACH

CLORO LIVRE REAGENTE CHLORINE FREE PP 10ML 100UN 2105569 HACH

☆☆☆☆☆ (Avalie agora!)





Indique a um amigo · Tire suas Dúvidas

Marca: **HACH**

Modelo: **Utilizado para análise de cloro livre**

Disponibilidade: **Imediata**

Referência: **2105569**

Por: **R\$ 510,00**

R\$ 494,70 à vista com desconto Boletto - Yapay ou **5x** de **R\$ 102,00** Sem juros

VER PARCELAS ▼

Digite seu CEP -

FRETE ÚNICO

QUANTIDADE:



**Colocar no
Carrinho**



Cotação Casalab


[\(https://www.casalab.com.br/\)](https://www.casalab.com.br/)



Área do Cliente



Menu

Top

HOME (/) > PRODUTOS (PRODUTOS) > PRODUTOS QUÍMICOS (PRODUTOS/96) > CLORO LIVRE REAGENTE DPD PP 10 ML - 100 UNID - HACH

[Xilol \(Xileno\) Em Lata Pa - 5.000 Mi \(/produtos/95/14810_\)](#)
[Acetato de Alumínio Básico - 500 Gr →](#)


Cloro Livre Reagente DPD PP 10 MI - 100 Unid - Hach

Código: 15452

R\$ 522,45

1

Incluir no Orçamento

[Faça uma pergunta sobre este produto \(/produtos/96/12984_/askquestion?tmpl=component\)](#)

COMPARTILHE



Descrição

Código Referência2105569-BR

Marca: HACH

Classificação: Cloro

Detalhes

 Reagente para determinação de Cloro Livre (Cl₂) na faixa de 0,02-2,00 mg/L pelo método DPD. Reagente em pó embalado em sachês de alumínio individuais vedados com quantidade de reagente suficiente para amostras de 10mL.

Reagente padronizado, pronto para uso.

Rápida dissolução e não gera turbidez.

Embalagem: pacotes com 100 sachês.

Aparência: pó branco ou rosa claro, inodoro.

Solúvel em água e ácido.

pH de uma solução 1% = 6,35 à 25°C.

Ponto de Fusão: Decompõe-se à 110°C.

Indicado para uso em equipamentos da marca Hach sem a necessidade de inserção de nova curva ou uso de acessórios.

Pode ser usado em análise de dióxido de cloro na faixa de 0,04 a 5,00mg/L.

Prazo de validade: 60 meses contados da data de fabricação e no mínimo 36 meses de validade no momento da entrega.

Informações sobre o parâmetro que se aplica o reagente, volume de amostra que deve ser utilizado, lote e prazo de validade impresso em cada sachê.

Top

Categorias

[Acessórios \(/produtos/65\)](#)

[Anatomia \(/produtos/66\)](#)

[Anatomia 3B \(/produtos/anatomia-3b\)](#)

[Bacteriologia \(/produtos/67\)](#)

[Banco de Leite \(/produtos/118\)](#)

[Banco de Sangue \(/produtos/68\)](#)

[Biologia Molecular \(/produtos/112\)](#)

[Bioquímica \(/produtos/69\)](#)

[Citologia/Histologia \(/produtos/70\)](#)

[Coagulação \(/produtos/71\)](#)

[Corantes \(/produtos/72\)](#)

[Cultura Celular \(/produtos/cultura-celular\)](#)

[Descartáveis \(/produtos/73\)](#)

[Diabetes \(/produtos/74\)](#)

[DNA \(/produtos/81\)](#)

[Eletroforese \(/produtos/75\)](#)

[Entomologia \(/produtos/115\)](#)

[Equipamentos \(/produtos/104\)](#)

[Fisioterapia \(/produtos/76\)](#)

[Fotometria \(/produtos/77\)](#)

[Hematologia \(/produtos/78\)](#)

[Hormônios \(/produtos/79\)](#)

[Imunofluorescência \(/produtos/80\)](#)

[Imunohematologia \(/produtos/82\)](#)

[Intradermoreação \(/produtos/84\)](#)

[Isotérmicos \(/produtos/110\)](#)

[Limpeza \(/produtos/85\)](#)

[Móveis \(/produtos/86\)](#)

[Necropsia \(/produtos/123\)](#)

[Odontologia \(/produtos/122\)](#)

[Outros \(/produtos/87\)](#)

[Papel \(/produtos/88\)](#)

[Parasitologia \(/produtos/89\)](#)

[Peças \(/produtos/90\)](#)

[Pesquisa Escolar \(/produtos/91\)](#)

[Plásticos \(/produtos/92\)](#)

[Porcelana \(/produtos/93\)](#)

[Produto Comercial \(/produtos/94\)](#)

[Produtos Químicos \(/produtos/95\)](#)

[Psicultura \(/produtos/psicultura\)](#)

[Radiologia \(/produtos/97\)](#)

[Soluções \(/produtos/98\)](#)

[Sorologia \(/produtos/99\)](#)

[Suprimentos \(/produtos/100\)](#)

[Tecidos \(/produtos/117\)](#)

[Uruanálises \(/produtos/101\)](#)

[Veterinária \(/produtos/116\)](#)

[Vidrarias \(/produtos/102\)](#)

[Virologia \(/produtos/103\)](#)

APÊNDICE F



Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)

PROPOSIÇÃO DE UMA METODOLOGIA ESTRUTURADA DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL REGIONAL DE REÚSO DE ÁGUA: 02 – PLANEJAMENTO TÉCNICO E ESTRATÉGICO

TOWARDS A STRUCTURED METHODOLOGY FOR ASSESSING REGIONAL WATER REUSE POTENTIAL: 02 – TECHNICAL AND STRATEGIC PLANNING

Pablo da Silva Avelar^a, Luis Carlos Soares da Silva Junior^b, Maira Araújo de Mendonça Lima^c, Ana Sílvia Pereira Santos^c, Karina de Moura Costa Alencar^c, Ricardo Franci Gonçalves^d, José Manuel Pereira Vieira^e.

^aEmpresa Baiana de Água e Saneamento, ^bUniversidade Federal do Rio de Janeiro, ^cUniversidade do Estado do Rio de Janeiro, ^dUniversidade Federal do Espírito Santo, ^eUniversidade do Minho

pablo.avelar@embasa.ba.gov.br, luis.junior@coc.ufri.br, mairalima.90@gmail.com, ana.pereira@uerj.br, kmcalencar@gmail.com, rfg822@gmail.com, jvieira@civil.uminho.pt

Submissão: 05 de março de 2021

Aceitação: 1 de julho de 2021

Resumo

O planejamento é indispensável para o êxito dos projetos de infraestrutura urbana e rural voltados para as ações de saneamento e recursos hídricos, onde os estudos de avaliação de potencial de reúso de água estão inseridos. Nesse setor brasileiro, em que a administração pública é predominante, a morosidade das ações e a falta de planejamento levam à implantação de projetos sem garantia do alcance dos objetivos iniciais propostos. A contratação de serviços de consultoria especializada, neste caso, requer um planejamento mínimo com etapas obrigatórias a serem percorridas, tais como a elaboração do termo de referência. Este, por apresentar uma abordagem técnica, serve de caminho para outros documentos com maior carga jurídico-administrativa, tais como o edital. Assim, a presente Nota técnica envolve aspectos relacionados ao caminho técnico para a contratação de serviços desse tipo, que levam em consideração a concepção e o planejamento do projeto. A concepção deve ser o mais abrangente possível e fiel às características gerais e específicas da região de estudo. Diferentes concepções, comparáveis entre si, levam à adoção da concepção básica que será o objeto do termo de referência. Esse, por sua vez, documento objetivo conciso e contextualizado, deve abranger minimamente os objetivos do projeto e o escopo dos produtos esperados, cronograma, responsabilidade dos envolvidos, formas de pagamento e outros. A presente Nota Técnica tem como objetivo apresentar os elementos essenciais para o planejamento das ações de reúso de água, incluindo estudos de potencial, modalidades de financiamento e definição de parcerias.

Palavras-chave: planejamento do projeto; estudo de concepção; termo de referência; parcerias; contratação.

Abstract

Planning is paramount for the success of urban and rural infrastructure projects focused on sanitation and water resources, which includes studies to evaluate water reuse potential. In Brazil, public administration prevails in these sectors. Thus, the slow pace of action and poor planning lead to projects that do not meet the initially proposed goals. Hiring specialized consulting services, in this case, requires minimum planning with mandatory steps, such as the term of reference development. Due to its technical approach, the reference term serves as a path for other documents with a higher legal-administrative load, such as the tender process. Thus, the present Technical Note addresses technical pathways for hiring services of this kind, regarding the project's conception and planning. The ideation should be as comprehensive as possible, besides trustworthiness to all the study area's features (general and specific). Different conceptions, which are comparable among themselves, result in adopting the basic design that will be the Term of Reference's goal. This, in turn, a concise and contextualized objective document, should minimally cover the objectives of the project and the scope of

the expected products, schedule, responsibility of those involved, payment methods and others. This Technical Note aims to present all the essential elements for planning water reuse actions, including potential studies, financing modalities and definition of partnerships.

Keywords: project planning; conception study; term of reference; partnerships; contracting.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a gestão de recursos hídricos se apresenta dissociada da gestão de saneamento básico no Brasil. Mais recentemente, com a publicação do novo Marco Legal do Saneamento no país, pela Lei 14.026/2020 (BRASIL, 2020a), as atribuições de elaboração e implantação de normas de referência para a regulação do setor saneamento, conjuntamente com o setor de recursos hídricos, foram destinadas à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (anteriormente à publicação da Lei 14.026/2020 designada somente por Agência Nacional de Águas). É nesse contexto que se espera um desenvolvimento mais harmonioso e integrado da gestão de saneamento e recursos hídricos, no país, nos próximos anos.

A universalização dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil, conforme previsto no ODS.6 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6) na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (UN, 2018), encontra-se ainda longe de ser alcançada: somente 61,9% do esgoto sanitário gerado é coletado e, desse montante, somente 54,1% são encaminhados até uma estação de tratamento de esgoto (ANA, 2020). Esse cenário contribui de maneira bastante negativa para a indisponibilidade hídrica que atualmente acomete algumas regiões do país, nomeadamente o Semiárido, em função da sua escassez natural de recursos hídricos, e a região Sudeste, em função do consumo elevado de água e o considerável montante de água poluída nos corpos hídricos.

Passa-se então a vislumbrar o esgoto sanitário como uma importante fonte de água para minimizar os impactos do estresse hídrico, que atualmente dificultam o desenvolvimento socioeconômico de algumas regiões, impactam a produção de alimentos provenientes do setor agrícola, geram conflitos pelo uso da água e deixam cidades inteiras sem água por períodos muitas vezes prolongados. Segundo (ANA, 2020), dos 5.570 municípios brasileiros, 2.848 decretaram situação de emergência ou estado de calamidade pública, por falta de água, no ano de

2019, sendo 1.438 situados na região Nordeste do país.

Porém, para que a prática de reúso de água a partir do esgoto sanitário seja sistematizada e institucionalizada, é necessário um esforço conjunto de planejamento técnico estratégico, que passa pelo desenvolvimento de estudos de avaliação de potencial regional de reúso de água. Em algumas regiões do país, essa fonte alternativa, pode ser responsável pela garantia de água aos diferentes usos múltiplos pretendidos na região do estudo.

Apesar desse cenário de insegurança hídrica no Brasil, Santos e Vieira (2020) afirmam que caminhos estão sendo traçados para a implementação do reúso de água no alívio das pressões sobre os recursos hídricos, ao estimarem que aproximadamente 1,5% do esgoto tratado no país é reutilizado de maneira planejada. Entretanto, avanços mais robustos devem ser aplicados e acelerados, considerando-se a segurança, a responsabilidade e o planejamento a partir do diagnóstico do potencial de reúso em um determinado contexto regional.

Planejamento pode ser entendido como um conjunto de processos, técnicas e atitudes administrativas que possibilitam a avaliação e o entendimento da aplicabilidade de um determinado projeto para uma tomada de decisão no presente, acarretando efeitos no futuro (ECHTERNACHT e QUANDT, 2017). As decisões tomadas no presente, refletem ações no futuro e o planejamento adequado alinha as expectativas, reduz os riscos e as incertezas e favorece o alcance dos objetivos. No setor saneamento, os processos de planejamento, quando existem, são morosos, incipientes, burocráticos e muitas vezes ineficazes. Segundo Leite e Rezende (2010), os gestores responsáveis pela prestação dos serviços públicos, onde se enquadram os de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, devem aproveitar as oportunidades geradas pelo avanço das tecnologias da informação/comunicação e acesso às informações necessárias, estratégicas, precisas e personalizadas para que se possa realizar uma confiável tomada de decisão.

Os estudos de potencial de reúso podem ser encarados como uma importante etapa de planejamento e absolutamente necessários para a garantia do sucesso dos empreendimentos, não devendo ser negligenciados. Para isso, as etapas de implantação passam por caminhos técnico e jurídico-administrativo. O primeiro trata da organização de um projeto com seus objetivos e fontes de financiamento até a elaboração técnica do termo de referência (TR). O segundo transforma o TR em distintos objetos de contratação, quer em ambiente público ou privado. Diante dos diferentes caminhos jurídico-administrativos possíveis, os autores se limitaram, no presente texto, somente à abordagem técnica.

O conjunto das Notas Técnicas (NT), perfazendo quatro conteúdos, tem como principal objetivo a **proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água no Brasil**. Seu foco principal é a inserção dessa fonte alternativa na matriz hídrica regional dentro do território nacional, de forma a propiciar o avanço do planejamento dos recursos hídricos e saneamento, como também, auxiliar gestores e tomadores de decisão. A presente Nota Técnica (NT02) tem como objetivo a abordagem técnica do planejamento estratégico relacionado ao desenvolvimento de estudo de avaliação do potencial regional de reúso de água.

2. ADMINISTRAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO NO BRASIL

Com a publicação da Lei 14.026/2020 que, atualiza o marco regulatório do saneamento no Brasil (BRASIL, 2020a), o país inicia uma trajetória de transformação da administração dos serviços de saneamento. Até o momento, a participação pública na administração do setor é bastante superior à participação privada (BRASIL, 2020b). Entretanto, esse cenário poderá ser alterado nos próximos anos, em função do estabelecimento da necessidade de licitação na concessão dos serviços de saneamento, no novo marco regulatório (BRASIL, 2020a). Cabe ressaltar que isso não significa a privatização do setor e sim, a possibilidade da maior inserção privada, já que tanto as empresas públicas como as privadas estão aptas a participarem dos processos licitatórios; esse cenário não se enquadra à administração direta.

Atualmente, as instituições que prestam serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário à população, no Brasil,

também conhecidas como prestadoras de serviço, podem ser de abrangência regional, microrregional ou local, cabendo a titularidade dos serviços sempre ao município. Quanto à organização jurídico-administrativa, são classificadas como administração direta, autarquia, sociedade de economia mista, empresa pública, empresa privada e organização social (BRASIL, 2020b). Em relação somente ao serviço de esgotamento sanitário, a ANA classifica a sua organização como sendo realizada de forma indireta (delegação da prestação dos serviços para autarquia municipal, companhia estadual ou concessionária privada) ou de forma direta (sem prestador de serviço institucionalizado) (ANA, 2017).

Na Tabela 1, encontram-se apresentados dois aspectos relevantes para o entendimento da predominância da administração pública nos serviços de saneamento, até o momento: i) distribuição das prestadoras de serviço, segundo a abrangência jurídico-administrativa; ii) cálculo da participação percentual de empresas no setor da administração pública e da administração privada. O primeiro aspecto refere-se às instituições participantes do SNIS 2019 (BRASIL, 2020b) e o segundo aspecto é resultado de um cálculo simples, por parte dos autores.

Observa-se claramente a larga maioria da participação pública (acima de 90% das empresas prestadoras de serviço) em relação à participação privada no setor saneamento no Brasil, até o ano de 2019. Mesmo com a publicação do novo marco regulatório, a inserção da participação privada tende a ser lenta. Em relação à administração direta, apesar do número considerável de prestadoras de serviço indicadas na Tabela 1 (1063 de abrangência local), em 2017, dos 5.570 municípios brasileiros, 2.588 (equivalente a pouco mais de 10% da população urbana brasileira), enquadrava-se nesse modelo, enquanto 2.982 (equivalente a 88,9% da população urbana do país) enquadravam-se na forma indireta de administração (ANA, 2017).

Diante do atual cenário de elevada participação pública na prestação de serviços de saneamento básico no Brasil e da real possibilidade da inserção privada no sistema, se pretende, com essa Nota Técnica, descrever as etapas técnicas normalmente necessárias para o desenvolvimento de projetos de avaliação de potencial de reúso de água em regiões do território nacional. Conforme destacado na NT01, trata-se de uma etapa de grande relevância para a aplicação segura e eficiente do reúso de água,

com vistas à sua institucionalização no país.

3. ETAPAS

A complexidade e a exigência de uma quantidade maior ou menor de etapas a serem realizadas no estudo de potencial, depende da dimensão do projeto, do custo envolvido e das exigências e diretrizes internas da instituição responsável. Porém, algumas etapas padrão são fundamentais para a viabilidade do projeto.

De forma a facilitar a disseminação do conhecimento e para o melhor entendimento do público-alvo, foram listados e discutidos os principais aspectos relativos aos processos

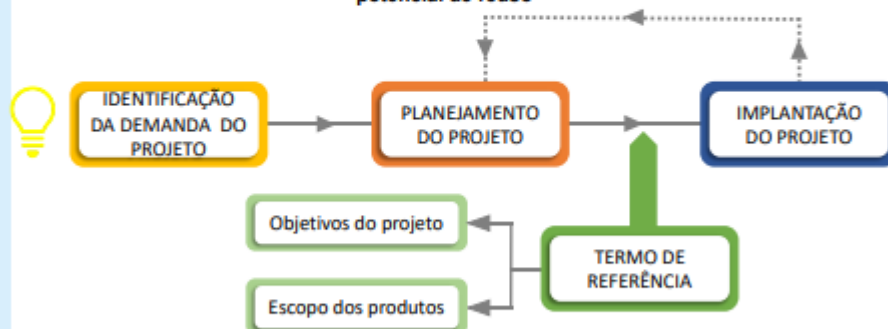
necessários que possibilitem a efetivação de um projeto na escala desejada (Figura 1). As etapas que compõem tais processos abordam: 1) a identificação da demanda de projeto com a sua devida contextualização; 2) o planejamento do projeto, contemplando a busca por parcerias e fontes de financiamento; 3) os pormenores da elaboração de um termo de referência, juntamente com a clara definição dos objetivos e dos produtos esperados; e 4) a implantação do projeto, que por sua vez é também objeto de um novo planejamento. Ressalta-se que as etapas listadas na presente Nota Técnica foram baseadas na experiência dos autores.

Tabela 1: Distribuição das prestadoras de serviço participantes do SNIS 2019 e participação percentual de administração pública e privada no setor saneamento

Organização Jurídica	Abrangência			Total
	Regional	Microrregional	Local	
Administração direta (D)	0	0	1063	1063
Autorarquia (I)	2	3	421	426
Sociedade de economia mista (I)	24	0	6	30
Empresa pública (I)	1	0	5	6
Empresa privada (I)	1	5	104	110
Organização social (I)	0	0	5	5
Total	28	8	1604	1640
Percentual público (%)	96,4	37,5	93,5	93,3
Percentual privado (%)	3,6	62,5	6,5	6,7

Fonte: Dados extraídos de Brasil (2020b); Observações: D – Administração Direta ANA (2017), I – Administração indireta ANA (2017).

Figura 1: Fluxograma das etapas básicas para realização de estudos de diagnóstico de potencial de reúso



Fonte: Elaborado pelos autores.



3.1. IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA DO PROJETO

O projeto, em geral, nasce de uma ideia, que por sua vez nasce de uma demanda específica. Essa demanda deve ser fruto de um planejamento de ações integradas do Estado que envolve as prestadoras de serviços de saneamento (públicas e privadas, de administração direta e indireta), os órgãos gestores de recursos hídricos, de meio ambiente e de saneamento, os demais órgãos públicos relacionados ao desenvolvimento socioeconômico da região, além das associações representativas da sociedade civil.

No âmbito da prestadora dos serviços de saneamento básico, as ações e as decisões relacionadas à prática de reúso de água não podem ser aleatórias e devem fazer parte desse planejamento integrado, levando em consideração os aspectos da prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Ainda, em geral, esse tipo de serviço pode envolver uma contratação externa, de consultoria específica e especializada, com requerimento inclusive, de comprovação técnica.

Assim, para o planejamento das ações, é necessária uma contextualização sobre o tema, levantando a importância da execução do estudo. Trata-se de uma abordagem da problemática de maneira geral e com dados específicos da região de estudo, que justifiquem o objeto do contrato, tais como os principais aspectos ambientais, culturais e socioeconômicos da região, os aspectos legais relacionados ao tema, dados gerais de disponibilidade hídrica e dos principais usuários de água, características básicas de precipitação e evapotranspiração, índice de cobertura dos serviços de esgotamento sanitário e abastecimento de água, existência de ETEs candidatas a serem produtoras e fornecedoras de água de reúso, e outros assuntos que a equipe de planejamento considerar relevantes.

A contextualização também deve abordar os maiores entraves para a efetivação da prática de reúso, no contexto regional da avaliação. Essa abordagem tem que levar em consideração a percepção dos atores sociais envolvidos na prática do reúso, que vão desde os tomadores de decisão até os usuários. Ainda, o caminho técnico, até a contratação da consultoria externa, é de responsabilidade da contratante e começa pelo planejamento do projeto, que deve estar bem alinhado com as expectativas de resultados.

3.2. PLANEJAMENTO DO PROJETO

Após a identificação da demanda, iniciam-se os esforços para o delineamento, o planejamento e a concepção do projeto. No contexto do saneamento básico, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou duas Normas Brasileiras, a NBR 9648:1986 (ABNT, 1986) e a NBR 12211:1992 (ABNT, 1992), para sistemas de esgotamento sanitário e para sistemas de abastecimento de água, respectivamente, que indicam ferramentas relevantes para a concepção e a estruturação de projetos dessas naturezas. Em ambos os documentos citados são destacados **requisitos gerais** que devem ser avaliados e **atividades técnicas específicas** que devem ser definidas e executadas. Assim, no Quadro 1, estão apresentadas algumas dessas ferramentas que foram compiladas e outras que foram agregadas (**atividades administrativas específicas**) pelos autores para orientar o desenvolvimento do planejamento do projeto de avaliação do potencial regional de reúso de água. O planejamento ainda deve envolver aspectos relacionados às alterações climáticas, que na época do desenvolvimento das normas citadas, o assunto não tinha a relevância que tem atualmente.

É importante destacar que não é absolutamente necessário que todos esses elementos estejam alinhados e com respostas claras e definidas, na fase de planejamento do projeto. Porém, é importante que eles sejam mencionados e estudados ainda nessa etapa, para que aqueles que não estiverem alinhados, sejam incluídos com algum destaque no TR, como produto esperado da contratada.

Todos esses elementos em conjunto levam a diferentes concepções de projeto e, nessa fase de planejamento, podem viabilizar ou não o avanço da avaliação do potencial regional de reúso de água. No desenvolvimento, outras concepções podem surgir, como a transposição de bacias e a busca por outras fontes de água, alternativas ou não, mas diferentes da água de reúso. Assim, a fase de planejamento do projeto deve ser muito bem trabalhada para que diferentes concepções compatíveis entre si sejam definidas, de forma a facilitar a escolha da concepção básica que será objeto do TR. Observa-se que neste momento é fundamental a proximidade entre os técnicos da área de esgotamento sanitário e os da área de abastecimento de água, como propõe o conceito *one water* (única água) destacado na **NT04**, de

forma a formularem propostas mais ponderadas, racionais e econômicas.

Novamente, chama-se a atenção para o nascimento da ideia, que parte do conhecimento de uma demanda específica. No caso dos estudos de avaliação de potencial regional de reúso de água, o principal propulsor é a escassez hídrica (perene ou sazonal) que demanda um planejamento adequado. Há situações em que a demanda se dá não por condições atuais de falta

de água, e sim em função de previsões futuras de estresse hídrico causado, principalmente, pelo crescimento populacional, pela poluição dos corpos hídricos existentes, pelas condições climáticas locais desfavoráveis e pelas mudanças climáticas globais. Por isso, é imprescindível que esse planejamento esteja alinhado com a necessidade de confrontamento dos fatores previamente identificados pelo gerenciamento dos recursos hídricos.

Quadro 1: Ferramentas para concepção e estruturação do projeto de avaliação do potencial regional de reúso de água

Item	Detalhamento
Requisitos iniciais	
Características físicas, ambientais e geomorfológicas	Dados quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos (corpos receptores e mananciais de captação), características de relevo, conhecimento preliminar das características do solo, fauna e flora.
Informações meteorológicas	Dados históricos de temperatura, precipitação, evapotranspiração, ventos e insolação.
Dados demográficos	População atual, taxa de crescimento populacional, densidade demográfica, distribuição populacional em áreas urbanas e rurais.
Sistemas existentes	Conhecimento dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário existentes, bem como suas condições gerais de operação e manutenção.
Características de uso do solo	Tipos de ocupação atual e prevista, bem como planos diretores e documento similares de planejamento do uso do solo. Avaliação da existência de cadastros rurais, urbanos e de uso da água.
Desenvolvimento socioeconômico	Situação atual da região, bem como avaliação de crescimento e possibilidade de desenvolvimento nos setores comercial, industrial e agropecuário.
Aspectos legais	Avaliação do quadro legal nas esferas municipal, estadual e federal, relacionado ao tema do projeto.
Atividades técnicas específicas	
Definição do objetivo e da metodologia do estudo	Na fase inicial do planejamento, muitos objetivos são levantados. Posteriormente às reflexões técnicas, somente os principais devem ser escolhidos, de forma a delimitar a abrangência. Ainda, a definição de uma metodologia clara de trabalho alinha as expectativas com os produtos finais.
Delimitação da área	Realizada de acordo com o escopo do projeto, com o tipo de administração dos serviços de saneamento (direta ou indireta) e com a abrangência: bacia hidrográfica, bacia sanitária, zoneamento rural x urbano, município e estado.
Alcance do projeto	Estimativa de início e fim do desenvolvimento do projeto de potencial e de início de implantação do empreendimento. Operação de projeto piloto deve ser levada em consideração.
Estimativa preliminar de vazões a serem consideradas	Vazões atualmente em operação nos serviços que demandam uso de água, assim como vazões esperadas.
Avaliação preliminar de impactos ambientais	Levantamento de aspectos ambientalmente relevantes, ainda na fase de planejamento do projeto.

Item	Detalhamento
Estimativa de valores	Estimativa preliminar de valores, ainda sem formalização, para reflexão em relação às possíveis fontes de recursos.
Atividades administrativas específicas	
Setores da organização envolvidos	Todos os setores envolvidos e principalmente os que serão responsáveis pela gestão e fiscalização do contrato.
Recursos (não financeiros) disponíveis	Espaços físicos de trabalho (quando for o caso), bancos de dados, fontes de consulta, relatórios históricos e outros que favoreçam o trabalho dos desenvolvedores do projeto.
Parcerias de cooperação técnica	As parcerias, além de proporcionarem rapidez e eficiência na transferência de conhecimento técnico entre as partes, trazem celeridade aos processos de contratação inerentes ao desenvolvimento de um projeto no ambiente público. Ressalta-se ainda o papel da Universidade com considerável conhecimento científico sobre o tema, e possibilidade de desenvolver parceria em projeto de pesquisa aplicado.
Financiamento	Destacado como item específico

Fonte: Adaptado de (ABNT, 1986) e (ABNT, 1992).

Em geral, esses fatores estão relacionados à demanda reprimida de áreas agrícolas ou industriais, à expansão de novos empreendimentos com necessidade de grandes quantidades de água, ou ainda às áreas extremamente urbanizadas, onde os corpos hídricos já se encontram em níveis elevados de poluição e, portanto, não suportam o acréscimo de novos lançamentos de efluentes mesmo que tratados (ANA, 2020). Muitas vezes essas demandas são conjuntas no gerenciamento de uma bacia hidrográfica e, neste caso, a água de reúso pode ser a grande responsável pela minimização de conflitos pelo uso da água (MELO et al., 2020). Na maioria dos projetos se avalia inclusive a quantidade de água que deixa de ser retirada dos mananciais, favorecendo usos mais nobres como o abastecimento público. Embora sejam esses os motivos mais frequentes, as possibilidades de fundamentação da necessidade do projeto são muitas e devem se basear em pelo menos um dos aspectos técnico, econômico, ambiental e/ou social.

Tipos de financiamento

Conforme mencionado anteriormente, um item que merece destaque no projeto é o seu financiamento, considerando-se desde a fonte de fomento, até a forma de financiamento, as contrapartidas do órgão, entre outros.

Importante lembrar que a atualização do Marco Legal, Lei nº 14.026 de 2020 incentiva projetos de reúso de água a partir de estações de

tratamento de esgotos, que necessariamente serão viabilizados economicamente por diferentes formas de financiamento. Segundo Brasil (2020a), os contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão dispor sobre metas de eficiência e de uso racional da água, do reúso de água, e sobre possíveis fontes de receitas alternativas, complementares ou acessórias, bem como as provenientes de projetos associados, incluindo, entre outras, a alienação e o uso de efluentes sanitários para a produção de água de reúso, com possibilidade das receitas serem compartilhadas entre o contratante e o contratado, caso aplicável.

Assim, alguns tipos de financiamento estão aqui destacados para que possam viabilizar economicamente a implantação de estudos sobre potencial de reúso em qualquer região do Brasil, seja ente público, privado ou microempresas. São eles: BNDES Finem - Saneamento ambiental e recursos hídricos, Programa Saneamento para Todos da CAIXA e FINISA - Financiamento à Infraestrutura e ao Saneamento da CAIXA. O objetivo dos autores nessa seção é tão somente o de demonstrar alguns caminhos, mas ressalta-se que muito outros similares encontram-se à disposição, inclusive em órgãos internacionais.

BNDES Finem - Saneamento ambiental e recursos hídricos

No âmbito do BNDES Finem, podem participar empresas sediadas no país, fundações, associações e cooperativas, entidades e órgãos

públicos. As condições de financiamento dependem do porte do cliente, a partir de uma receita operacional bruta anual, mínima de R\$ 360 mil /ano. Assim, de acordo com BNDES (2020), nesse programa de financiamento, os estudos sobre o potencial regional de reúso podem ser enquadrados dentro do grupo de serviços nacionais em duas categorias, conforme detalhado no Quadro 2.

O Programa Saneamento para Todos, da Caixa Econômica Federal, visa financiar empreendimentos ao setor público e ao setor privado com recursos oriundos de Fundo de

Garantia do Tempo de Serviço - FGTS e da contrapartida do solicitante. Se enquadram na categoria de "setor Público", os estados, municípios, Distrito Federal, concessionárias públicas de saneamento, consórcios públicos de direito público e empresas públicas não dependentes. No "setor privado" enquadram-se as concessionárias ou sub-concessionárias privadas de serviços de saneamento básico, ou empresas privadas, organizadas na forma de sociedade de propósito específico para o manejo de resíduos sólidos e manejo de resíduos da construção e demolição.

Quadro 2: Detalhamento das categorias do programa de financiamento "BNDES Finem" apropriadas aos estudos de avaliação de potencial regional de reúso de água

Item	Detalhamento	
	Inclui	Não inclui
Serviço técnico especializado Estudos e projetos	Estudos e projetos de engenharia básica, engenharia detalhada, plano de urbanismo, plano de revitalização e similares, prévios à implantação do empreendimento, mesmo os realizados por equipe própria.	Gastos regulatórios ou com licenciamento, gastos pré-operacionais, e serviços técnicos especializados (consultorias e certificações). Estes podem ser incluídos em outras modalidades.
Serviço técnico especializado P&D	Contratação de serviços relacionados à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços, bem como contratação de testes e ensaios em projetos de P&D.	Remuneração de equipe própria do projeto, tais como: gastos com mão-de-obra diretamente relacionada ao projeto, inclusive equipe própria de P&D.

Fonte: Adaptado de (BNDES, 2020).

Programa Saneamento para Todos (CAIXA)

Nesse programa, os estudos sobre o potencial de reúso local podem ser enquadrados dentro da modalidade "Estudos e Projetos" que se destinam a diversas produções, como: planos municipais e regionais relativos ao saneamento básico, estudos de concepção e projetos para empreendimentos com foco nas áreas de saneamento básico, manejo da construção e demolição e preservação de mananciais.

Ressalta-se que, de acordo com CAIXA (2020), a modalidade de esgotamento sanitário é destinada ao incentivo para elevar os índices de coleta, tratamento e destinação final adequados de efluentes. Novamente levanta-se a importância de se indicar a prática de reúso de água como uma

forma adequada de destino final de águas residuárias.

FINISA – Financiamento à infraestrutura e ao saneamento (CAIXA)

A FINISA auxilia no aumento na qualidade da vida da população, através da geração de empregos e renda por meio de diversos empreendimentos de infraestrutura contempladas por essa linha de financiamento (CAIXA, 2020). As modalidades abrangidas pela FINISA são as de estudos de viabilidade técnico-econômica de reúso nos municípios, estados e no Distrito Federal. Nesse tipo de financiamento, o ente público pode reivindicar recursos de apoio financeiro em ações orçamentárias em

andamento, como, por exemplo, investimentos em infraestrutura, construção de escolas, hospitais, entre outros.

3.3. ELABORAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA

O termo de referência (TR) é um objeto importante do processo de contratação de consultoria externa e de desenvolvimento de estudos internos, tanto na administração pública como na privada, que visa norteá-la. Assim, o TR deve ser produzido a partir de estudos preliminares e conter elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para caracterizar o objeto da contratação (BRASIL, 1993).

No contexto do saneamento básico, onde se enquadra a prática de reúso de água, a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) publicou em 2018 o documento intitulado "Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico", que tem forte relação com o objeto de estudo do presente conjunto de Notas Técnicas, embora seja direcionado especificamente à elaboração dos planos municipais de saneamento básico (FUNASA, 2018). Nesse documento, a FUNASA indica os seguintes recortes que podem também ser aplicados ao estudo de avaliação de potencial regional de reúso de água: **substantivo**, **territorial** e **temporal**. O **recorte substantivo** indica a abrangência ou o serviço de reúso de água a ser prestado no contexto da gestão de recursos hídricos e saneamento; o **recorte territorial** indica o espaço físico de abrangência do estudo (nas áreas rurais e urbanas), tais como município, estado, bacias hidrográficas e/ou de esgotamento, áreas agrícolas, distritos industriais; o **recorte temporal** refere-se à abrangência do horizonte do projeto (FUNASA, 2018). Todos os três recortes, conjuntamente, definem o objeto principal do TR que deve ser claro, objetivo e específico para o que se espera.

Destaca-se que a elaboração do TR, bem como a concepção anteriormente apresentada, deve buscar articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e rural, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de recursos hídricos e saneamento, de promoção à saúde, de segurança alimentar e outras, de relevante interesse socioeconômico, voltadas para a melhoria da qualidade de vida e da minimização dos impactos da indisponibilidade hídrica.

No TR são delimitadas as responsabilidades da contratante e da contratada, produtos esperados, cronograma de entregas, formas de pagamento e os valores dos produtos. De acordo com Brasil (1993), e adaptado ao contexto desse conjunto de Notas Técnicas, o TR deve expressar as informações diversas levantadas em torno de um dado objeto ou serviço, que servirá tanto como fonte para guiar a aquisição ou a contratação dos serviços almejados, como para o desenvolvimento de estudos internos, na própria instituição. Para tanto, o TR deve conter elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar o objeto da contratação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e ambiental, e que possibilite a avaliação do custo do serviço e a definição dos métodos e do prazo de execução.

No caso da avaliação do potencial de reúso em uma determinada região, são fundamentais a descrição do conhecimento geral e específico (estado da arte) e a contextualização do arcabouço legal na região em que o projeto será desenvolvido. As muitas regiões do território brasileiro são marcadas por grandes diferenças ambientais, culturais e socioeconômicas, que demandam avaliações específicas para conhecimento aprofundado dessas particularidades locais.

Atualmente, é comum no Brasil o desenvolvimento de projetos de sistemas de esgotamento sanitário e de abastecimento de água que não levam em consideração as particularidades locais e regionais, muito menos um estudo de concepção que considere a possibilidade do reúso de água. Esse é um dos principais motivos pelos quais muitos desses sistemas operam de forma insatisfatória no país (MORAES et al., 2020). Nesse sentido, o TR para realização de estudos de potencial de reúso de água deve exigir a contextualização regional, de forma a garantir a aplicabilidade real dos projetos provenientes do estudo de potencial. É neste momento, de elaboração do TR, que essas necessidades são amarradas e as expectativas são alinhadas, para o alcance dos objetivos pretendidos.

Um TR incompleto ou inconsistente leva à dificuldade de se selecionar a proposta mais vantajosa e/ou a um contrato sem mecanismos adequados para a gestão contratual. Esse cenário tem como consequência o não alcance dos objetivos inicialmente elencados na fase de

planejamento do projeto e o desperdício de recursos.

Por fim, um ponto a se destacar na elaboração do TR é que ele deve ser o mais sucinto e objetivo possível, a fim de não trazer dúvidas à contratação e execução dos serviços contratados. Entretanto, devem ser considerados todos os elementos necessários para o adequado desenvolvimento do projeto e, neste caso, é melhor “pecar pelo excesso do que pela omissão”. Na presente Nota Técnica, são sugeridas as abordagens para os **objetivos do projeto** e o **escopo dos produtos**, mas ressalta-se que outros elementos importantes e direcionados a cada projeto devem ser incorporados, tais como cronograma, regras da contratação, formas de pagamento, valores financeiros associados, entre outros.

Objetivos do projeto

Os objetivos, alinhados às expectativas da fase de planejamento do projeto, devem ser divididos em **geral** e **específicos**, de forma a facilitar tanto o entendimento por parte da contratada, como o delineamento dos produtos esperados.

O **objetivo geral** aborda a questão principal do certame, que, neste caso, trata-se de um estudo de avaliação e/ou de diagnóstico, a fim de explorar as potencialidades de reúso de água a partir de efluente de estações de tratamento de esgotos da região de estudo. Os **objetivos específicos** propõem um delineamento das ações que levarão ao alcance do objetivo geral, a partir da confecção dos produtos definidos. Assim, os objetivos gerais devem abranger os seguintes aspectos, que devem ser adaptados de acordo com as particularidades de cada escopo:

- Apresentar um estado da arte sobre aspectos legais, práticos e tecnológicos de reúso de água no Brasil e no mundo, de forma a esclarecer o contexto do estudo e subsidiar as tomadas de decisão. Detalhes dos aspectos legais podem ser observados na **NT01**;
- Identificar e caracterizar as ETEs em funcionamento ou em planejamento de implantação, com vistas à adaptação para produção de água de reúso para diferentes finalidades (**NT03**);
- Estudar e apresentar diferentes opções de tecnologias para adequação de ETEs

em operação e em fase de projeto, à produção de água de reúso para diferentes finalidades. Nesse caso é imprescindível que se levem em consideração, tecnologias adequadas às características locais da área de estudo. Para isso, os projetos de PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) podem ser de grande valia para fomentar a redução da dependência tecnológica que atualmente impõe especificidades extremamente avançadas para a condição brasileira, custos de importação de insumos elevados e manutenibilidade dos equipamentos comprometida.

- Identificar e caracterizar qualitativa e quantitativamente as principais demandas de água da região de estudo, atuais e futuras, considerando-as como os potenciais usuários da água de reúso (**NT03**);
- Definir particularidades relacionadas aos ambientes urbano e rural, que necessariamente adotam diferentes premissas para a reutilização de água. É importante referir que em ambos, os sistemas podem ser descentralizados (exemplos nas **NT01**). Em ambiente rurais, destacam-se as unidades agrícolas familiares para os sistemas descentralizados. Para o caso dos ambientes urbanos, apresenta-se uma abordagem de tendência na **NT04**, ao considerar como desafio, a gestão integrada de águas residuais, com a interrelação entre os sistemas centralizados e os descentralizados;
- Para o caso específico do reúso de água na agricultura, mapear os produtores rurais e suas principais características, como tipos de culturas a serem irrigadas, quantidade de água necessária, qualidade exigida para a água, períodos específicos que demandam irrigação, equipamentos utilizados na irrigação e outros;
- Definir e apresentar critérios para o desenvolvimento da cultura de conservação, uso racional e reúso de água na região de estudo. Este é um dos principais desafios apresentados na **NT04**, no contexto da “capacitação continuada”;

- Dependendo do porte do projeto, é interessante solicitar a produção de mapas, conforme apresentado na **NT03**, utilizando a ferramenta SIG, para georreferenciamento, minimamente dos potenciais produtores e usuários da água de reúso. De maneira mais aprofundada, é possível ainda delimitar distâncias entre eles, definir regiões com exigências de diferentes qualidades de água, tipos de culturas a serem irrigadas no ambiente rural, de forma a facilitar a tomada de decisão para a implantação dos futuros projetos de reúso;
- Definir aspectos relacionados à implantação de projeto-piloto, tais como área prioritária, ETE de estudo, usuário específico e outros. Nesse caso, a Universidade ou um centro de pesquisa pode ser um importante aliado na condução do monitoramento do projeto-piloto (**NT04**);
- Realizar estudo de viabilidade econômica do reúso de água, definindo os índices financeiros e informando os custos fixos, variáveis, ponto de equilíbrio, investimento etc. O foco é avaliar se o novo empreendimento será de fato sustentável economicamente na região.
- Por fim, pode ser interessante ainda, finalizar o estudo de potencial, com a apresentação de um TR (de projetos básico e executivo) e de um orçamento já com vistas à efetivação da prática de reúso de água no âmbito do projeto-piloto ou do projeto real, de acordo com o porte do estudo.

É fundamental uma clara definição dos objetivos para o projeto, uma vez que o documento é a interface entre o proponente e o executor. Portanto, essa etapa e a seguinte, de definição do escopo dos produtos, são essenciais para o sucesso do estudo.

Escopo dos produtos

Os produtos são divididos por temas a fim de facilitar a gestão do contrato, com o atendimento claro aos objetivos propostos inicialmente, em uma ordem cronológica também definida no planejamento do projeto. A divisão dos produtos por tema e por ordem cronológica é estratégica por

favorecer o andamento do estudo, facilitar a disponibilização de dados que estão sob a tutela do contratante, e apoiar o pagamento dos serviços a partir da entrega e aprovação de cada produto.

Nesse momento, uma forma interessante de amarração dos objetivos aos produtos, e posteriormente ao cronograma, é indicar no escopo de cada produto os objetivos que se almejam alcançar em cada um; o mesmo pode ser realizado na elaboração do cronograma. Essa ação permite aos gestores e à equipe responsável pela elaboração do TR, uma avaliação mais aprofundada sobre a abrangência dos aspectos inicialmente definidos como objeto do estudo. Ainda, sugere-se a criação de um *check list* para garantir que todos os aspectos discutidos e aprovados na fase de planejamento do projeto tenham sido contemplados em todos os produtos.

Destaca-se que independentemente da definição do escopo de cada produto, o primeiro deles deve ser o **Plano de Trabalho**, que deve ser apresentado após a conclusão do certame e assinatura da ordem de serviço com a contratada. Trata-se de uma etapa essencial para um novo planejamento (já voltado para a execução do objeto) e para a correta condução do estudo. O Plano de Trabalho é a materialização do planejamento, contemplando todas as atividades estabelecidas no escopo de cada produto do TR. Nesse produto, a contratada deverá apresentar de forma detalhada, *como, quando e por quem* serão realizadas as atividades.

Na definição do escopo desse produto (Plano de Trabalho), que norteará o desenvolvimento dos demais, é possível definir aspectos básicos a serem nele contemplados, tais como:

- Descrição das atividades que serão executadas, com suas respectivas especificidades.
- Cronograma detalhado e baseado naquele mais abrangente definido no TR; quando possível, devem ser alocadas as reuniões de grande porte e os eventos de gestão participativa, quando couber.
- Organograma básico que reflita as ações e seus respectivos responsáveis, por parte da contratada; se possível e a depender do porte do estudo, podem ser definidos os pares da contratante responsáveis pelas ações.
- Métodos ou metodologias de desenvolvimento das atividades propostas para desenvolvimento dos

demais produtos; devem ser bem estruturados, com a aprovação da contratante, de forma a garantir a exequibilidade do estudo, com a participação efetiva de todos os envolvidos, no recorte temporal proposto.

Para efeito de ilustração e facilitação do entendimento, no Quadro 3 estão apresentados os produtos e seus respectivos escopos, definidos no TR do projeto conduzido pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA), no período compreendido inicialmente entre outubro de 2019 e novembro de 2020, intitulado "Diagnóstico do potencial de reúso de efluentes no estado da Bahia" (EMBASA, 2019). Por motivo de acréscimo de um novo produto (Resumo executivo), no decorrer do desenvolvimento do projeto o prazo final foi alterado para janeiro de 2021. Esse TR, por ser de acesso público, está apresentado no Material Suplementar da presente Nota Técnica.

Embora os autores tenham indicado na NT01 que o termo correto a ser utilizado para designar a prática seja "reúso de água", em detrimento ao termo "reúso de efluente", o segundo foi adotado no Quadro 3, de forma a refletir com fidelidade os produtos definidos no estudo citado. Ainda para efeito de esclarecimento, o objetivo geral desse estudo foi a realização de um diagnóstico de potencialidades do reúso de água a partir dos efluentes gerados nas ETES do estado da Bahia, operadas pela EMBASA, identificando, caracterizando, quantificando e qualificando os potenciais produtores (oferta) e usuários (demanda) de água de reúso (EMBASA, 2019).

Destaca-se ainda que os produtos devem ser entregues em linguagem adequada, com informações sistematizadas, em forma de relatórios descritivos, com registros fotográficos, planilhas, gráficos, entre outros elementos julgados necessários para cada produto. Todos esses elementos devem estar explicitados no termo de referência.

Apesar de não abordado diretamente nos Produtos descritos no TR do projeto da EMBASA, os autores recomendam fortemente a inclusão de um, relacionado à *dimensão econômica*, no sentido de se definir critérios para a tarifação da água de reúso. É ela que vai permitir a operacionalização do empreendimento, levando-se em consideração que obviamente, ele deve se pagar ao longo dos anos.

De acordo com Fonseca e Gabriel (2015), a

tarifação de água de abastecimento no Brasil não é uma tarefa simples, não obstante os seus inúmeros benefícios associados principalmente ao estímulo ao uso racional e à consideração dessa como a fonte primária mais adequada e racional para o financiamento dos serviços públicos que admitem essa forma de remuneração.

Segundo Speers (2007), os custos dos prestadores de serviços de saneamento podem ser divididos em: operacionais, de capital e de reposição. Os operacionais envolvem o custo de recursos como materiais de energia, recursos humanos, produtos químicos e aluguéis de espaços; os de capital referem-se ao custo de obtenção de capital, incluindo um retorno sobre o investimento feito; e os de reposição abordam o custo da substituição ou reparação de bens à medida que se gastam.

Nesse contexto, tal como para a tarifação de água de abastecimento, a da água de reúso deve empregar como estratégia da gestão de custo, a identificação e as cadeias de formação dos custos característicos dos 3 setores indicados por Speers (2007), além das estratégias de gestão de demandas, investimentos e políticas tarifárias (ANJOS JR., 2001). Estrutura similar pode ser adotada no caso da água de reúso, onde pesem as particularidades relativas à necessidade de adequação das tarifas à situação socioeconômica dos usuários, como uma característica marcante no Brasil. É preciso, ainda, ter-se em consideração que os custos de produção, reservação e distribuição devem necessariamente estar embutidos na tarifa, de modo a se prever o retorno em tempo razoável no contexto do investimento.

No Brasil, o esquema de reúso de água oferecido pela SANASA, destacado na NT01, apresenta de forma transparente não só o valor da tarifa, como também as modalidades de compra da água de reúso. Atualmente (2021), a SANASA faz entrega de volumes de 7 m³ ou 14 m³, no próprio município de Campinas/SP, com valores correspondentes à R\$ 290,19 e 369,34, respectivamente; ou permite a retirada pelo solicitante, na Estação de Produção de Água de Reúso (EPAR), com caminhão próprio, no valor de R\$ 2,25/m³ (SANASA, 2021).

Em Israel, país conhecido pela exploração eficiente e exitosa da prática de reúso de água, a tarifa da água de reúso para irrigação em 2017, encontrava-se no valor médio de US\$ 0,28, inferior ao de captação da água superficial (US\$ 0,46) e ao da água dessalinizada (US\$ 0,33) (MARIN et al., 2017). De acordo com Araujo et al. (2017),

Israel apresenta tarifas de água para uso na irrigação bem acima do que agricultores pagam na maioria dos países ao redor do mundo, e abaixo dos valores atribuídos à água superficial e à água

dessalinizada no país, incentivando o uso racional da água e o desenvolvimento de práticas agrícolas modernas.

Quadro 3: Produtos definidos no termo de referência do projeto “Diagnóstico do potencial de reúso de efluentes no estado da Bahia” - EMBASA

Produto	Escopo resumido
Produto 1: Plano de trabalho	Deve apresentar a descrição das atividades, cronograma, fluxograma, métodos de desenvolvimento dos serviços e organização para a sua execução, com indicação dos eventos necessários, conforme o escopo básico apresentado no TR.
Produto 2: Diagnóstico do potencial de reúso de efluentes no estado da Bahia	Deve pesquisar, coletar informações, processar e analisar todos os elementos e dados existentes disponíveis e envolvidos na área de estudo, tais como: dados quantitativos e qualitativos das ETes, potenciais usuários da água de reúso pertencentes à cadeia produtiva da região, dados gerais da área como características socioeconômicas, ambientais e culturais. Deve levantar e apresentar soluções tecnológicas de adequação à qualidade desejada para o reúso e adequadas às particularidades regionais.
Produto 3: Mapa temático com os potenciais de reúso de efluente no estado da Bahia	Deve apresentar mapa temático dinâmico, com acesso fácil e amigável ao conteúdo das informações coletadas, considerando basicamente: localização das ETes e seus pontos de lançamento, regiões e localidades com potencial para efetivação da prática de reúso (produtores e usuários) e definição e marcação de áreas prioritárias.
Produto 4: Manual de orientações e práticas de reúso de efluente tratado	Deve apresentar modelo padrão, com especificações mínimas, visando a prática de reúso no futuro, descrevendo: qualidade do efluente, tipificação das modalidades de tratamento, formas de armazenamento, sistema de distribuição dos efluentes a serem reutilizados, tecnologia apropriada à especificidade do local e potenciais usuários.
Produto 5: Termo de referência para projeto-piloto de reúso de efluentes no estado da Bahia	Deve apresentar um TR para contratação de projeto básico e executivo de reúso de efluentes, de acordo com as características de uma área identificada preliminarmente durante o desenvolvimento do Produto 2, e com sua escolha devidamente justificada.
Produto 6: Resumo Executivo	Deve ser apresentado um documento com a compilação de todas as informações apresentadas durante o projeto, com ilustrações, gráficos e tabelas que facilitem o entendimento dos leitores. Além de publicizar o projeto, almeja-se apresentar de forma clara e objetiva todo o seu desenvolvimento.

Fonte: Adaptado de EMBASA (2019).

3.4. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

No Brasil, frequentemente, os projetos de saneamento básico são implantados sem concepção adequada, levando ao incumprimento

dos seus objetivos. E não raro, mesmo quando os estudos de concepção são bem desenvolvidos e formulados com bases sólidas, os projetos acabam não sendo implantados ou sofrendo adaptações para se encaixarem aos recursos

financeiros disponíveis.

Nesse sentido, para garantia da implantação da infraestrutura de uma prática de reúso de água responsável e segura, o estudo de potencial deve apresentar todas as nuances conforme já destacado até o momento. Além disso, para garantia dessa implantação, é necessário que o estudo incorpore instrumentos bem alinhados e estruturados, tanto no contexto da administração pública como no da administração privada.

No exemplo apresentado no Quadro 3, a EMBASA definiu como Produto 5 do estudo de potencialidades contratado, a elaboração de um TR para implantação e operação de um projeto piloto, previamente à sistematização da prática na empresa e no estado. Conforme é destacado na NT04, o projeto piloto tem funções específicas de permitir o desenvolvimento de uma experiência prática anteriormente à implantação de projetos definitivos, além de, a partir da publicação de dados transparentes, criar um elo de confiança com os demais envolvidos (produtores, consumidores, reguladores, fiscalizadores e sociedade).

Dependendo do porte do projeto e das condições e das características do estudo de potencial, o projeto piloto não se aplica, apesar da forte indicação (MUKHEJEERE e JENSEN, 2020; ANGELAKIS et al., 2018; FIELDING et al., 2019), principalmente no sentido de ganho de experiência operacional e de confiança dos envolvidos. Nesse caso, um dos produtos da contratação, pode ser o TR para implantação direta do empreendimento. Nesse sentido, o objetivo é primar pela implantação do projeto, considerando todos os aspectos definidos no estudo de avaliação de potencial regional de reúso de água. Seguindo essa lógica o fluxograma da Figura 1 demonstra a interação entre a implantação e o planejamento do projeto.

4. DEFINIÇÃO DAS PRINCIPAIS PARTES INTERESSADAS

Para o início e o bom andamento do projeto, a identificação das partes interessadas é importante no sentido de se realizar ações e manter o engajamento (MARTINS e SOUZA NETO, 2017). Para tal, a seguir são apresentados 6 tipos de parceiros que se configuram como partes interessadas a serem consideradas no desenvolvimento de um estudo de avaliação do potencial regional de reúso de água. Tratam-se, essencialmente, de parceiros institucionais,

relacionados à disponibilização de dados, definição de critérios de licenciamento, regulação e fiscalização, detentores de amplo conhecimento específico sobre o tema e representação da sociedade civil envolvida direta e indiretamente. Para cada projeto, em decorrência de diferentes escopos, abrangências e portes, outras parcerias podem ser incorporadas.

- 1) **Prestadoras de serviço de esgotamento sanitário e de abastecimento de água**, representados por administração direta, autarquia, sociedade de economia mista, empresa pública, empresa privada ou organização social, conforme definido por Brasil (2020b). Essas instituições são fundamentais para o fornecimento de dados relacionados a ofertas e demandas potenciais de água de reúso. As ofertas são representadas pelas ETEs em operação e em planejamento, que se configuram como as principais fornecedoras de água de reúso. As demandas são representadas pelos usuários de grandes quantidades de água no ambiente urbano, que podem representar candidatos a consumidores de água de reúso, tais como distritos industriais, companhias municipais de limpeza urbana, setores da prefeitura responsáveis pela conservação das vias públicas, parques e jardins, empresas que operam (e lavam) veículos especiais, e setores da construção civil.
- 2) **Associações de produtores rurais**, que representam grandes consumidores de água para atividades agrossilvipastoris, e **associações de representação industrial**, que se configuram como grandes consumidores de água em distritos industriais. Os produtores rurais são atores importantes e parceiros primordiais em estudo de avaliação de potencial de reúso de água na irrigação, enquanto as indústrias, no reúso industrial. Assim, devem ser envolvidos desde o início dos estudos, de forma a contribuírem com dados para o desenvolvimento do projeto e no futuro poderem ser efetivos consumidores. Essa participação, ao longo do desenvolvimento do estudo, garante engajamento e maior comprometimento

com as ações de implantação dos projetos no futuro, além de minimizar os impactos da rejeição psicológica natural à prática de reúso, que está abordada com destaque na **NT04**, como um dos principais desafios.

- 3) Além dos fornecedores e usuários, as **entidades regulatórias**, como as secretarias e institutos de meio ambiente, vigilância sanitária, além de agências reguladoras de saneamento, possuem papel importante em projetos de reúso de água. Essas instituições são responsáveis por desenvolver as regulações e regulamentações para aplicação da prática, aspectos de licenciamento e definição de tarifas, assim como, fornecimento de dados para levantamento de demandas, como o cadastro de usuários outorgados em uma bacia hidrográfica de interesse.
- 4) **Universidades e centros de pesquisa** que concentram capacidade técnica e intelectual em relação ao tema. As parcerias com essas instituições, de preferência em convênios e/ou em projetos de PD&I, são bastante bem vindas na condução de pesquisas específicas, combinadas com as demandas do projeto e de se fornecer conhecimento adequado e atualizado para o desenvolvimento exitoso do estudo.
- 5) Às **entidades que atendem à sociedade civil** cabe o papel de representar a sociedade na fiscalização dos projetos e ações. Nessa categoria, destacam-se os comitês de bacia hidrográfica, que possuem grande conhecimento dos recursos hídricos contidos em sua delimitação geográfica; os conselhos de recursos hídricos e meio ambiente, cuja função normativa fornece segurança técnica aos tomadores de decisão; além dos ministérios públicos que possuem papel fundamental na defesa e resolução de conflitos de interesse público. Aqui, destaca-se que os comitês de bacias hidrográficas, por meio de suas agências delegatárias ou órgão executivo, que já administram recursos financeiros advindos da cobrança pelo uso da água, podem ser

executores de projetos desse tipo. Ainda, a sociedade civil deve ser abordada no contexto da gestão participativa dos projetos de recursos hídricos e saneamento básico.

- 6) Por fim, o **governo**, em suas diversas instâncias como, o poder legislativo, ministérios e secretarias relativas ao meio ambiente e recursos hídricos, tem como função o desenvolvimento de propostas de leis, decretos e regulamentos, bem como elaboração, execução e monitoramento de programas e ações relacionados às políticas existentes, visando a aplicação dos recursos financeiros.

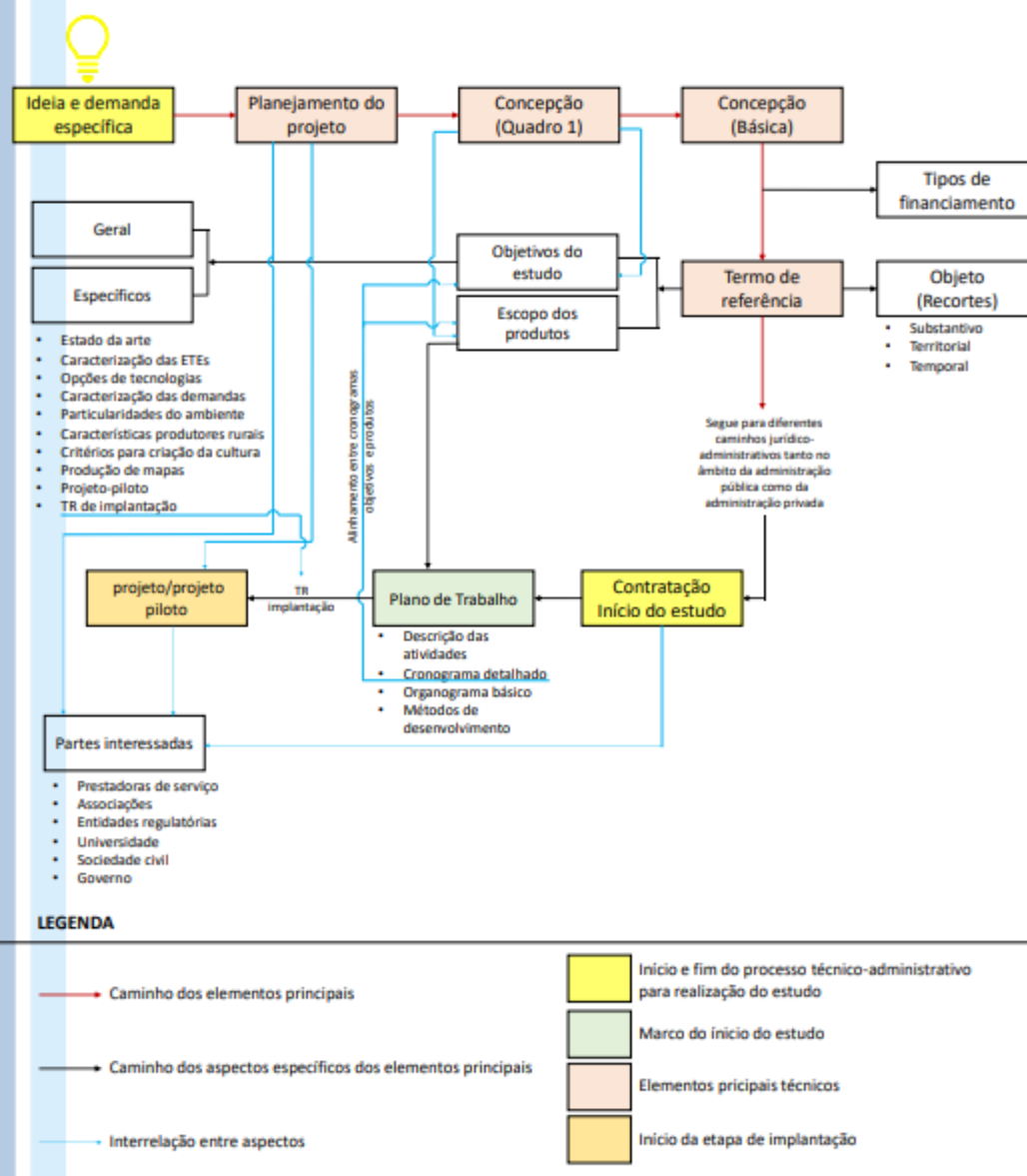
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais aspectos técnicos para elucidar o caminho para a contratação e desenvolvimento de estudos de avaliação de potencial regional de reúso de água no território brasileiro foram abordados e detalhados na presente Nota Técnica. Assim, as considerações finais abordam um roteiro básico, apresentado na Figura 2, que pode ser facilmente adotado pelos desenvolvedores de trabalhos dessa natureza, considerando-se, claro, a inserção de novos elementos, de acordo com as particularidades e porte do projeto. Nela, observam-se os elementos principais, os seus aspectos específicos e as suas interrelações. Essas interações são responsáveis pelas definições e amarrações dos aspectos técnicos de forma a garantir que no caminho jurídico-administrativo não haja perda de qualificação técnica do projeto.

6. AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Sr. **César Silva Ramos**, Diretor Técnico e de Planejamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA, por acreditar e incentivar a produção desse conteúdo, bem como à Gerência de Tecnologia Operacional –TDOT, unidade onde está lotado um dos autores desta nota.

Figura 2: Roteiro básico aplicado ao desenvolvimento de estudo de avaliação de potencial regional de reúso desde o planejamento até a implantação do empreendimento e/ou projeto piloto



Fonte: Elaborado pelos autores.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento. Rio de Janeiro. 1986.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12.211**: Estudos de concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água. Rio de Janeiro. 1992.
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**: informe anual. Brasília: ANA, 2020.
- ANGELAKIS, A. N.; ASANO, T.; BAHRI, A.; JIMENEZ, B. E.; TCHOBANOGLOU G. Water Reuse: From Ancient to Modern Times and the Future. *Frontiers Environmental Science*, v. 6, n. 26, 2018.
- ANJOS JR., A.H. **Gestão estratégica do saneamento**. 1 ed. Barueri: Manole. 2011.
- ARAUJO, B. M.; SANTOS, A. S. P.; PAVAN, F. Comparativo econômico entre o custo estimado do reúso de efluente de ETE para fins industriais não potáveis em comparação ao valor da água potável para a região sudeste do Brasil. *Exatas & Engenharias*, v. 7, n. 17, 2017.
- BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento. **BNDES Finem - Saneamento ambiental e recursos hídricos**. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-saneamento-ambiental-recursos-hidricos>. Acesso em 27 jan. 2020.
- BRASIL. **Lei Federal n. 8.666 de 21 de junho de 1993**. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário da República, 1ª série - nº 116, 1993.
- BRASIL. **Lei nº 14.026**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nº 9.984/2020, nº 10.768/2003, nº 11.107/2005, nº 11.445/2007, nº 12.305/2010, nº 13.089/2015, nº 13.5029/2017. Diário Oficial da União, Brasília, 15 de julho de 2020a.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2019. Brasília: SNS/MDR, p. 183, 2020b.
- CAIXA. **Saneamento para todos. Saiba mais**. Disponível em: < http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/producao/financiamento/saneamento_para_todos/saiba_mais.asp>. Acesso em 27 jan. 2020a.
- CAIXA. **FINISA - Financiamento à Infraestrutura e ao Saneamento**. Financiamento à infraestrutura e ao saneamento com processos de contratação e prestação de contas ágeis e simplificados. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/finisa/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 27 jan. 2020b.
- ECHTERNACHT, T. H. de S.; QUANDT, C. O. A gestão do conhecimento como suporte ao processo estratégico na administração pública municipal: um estudo comparativo de casos no Brasil e em Portugal. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 7, Número Especial, p. 35-49, mar. 2017.
- EMBASA. Empresa Baiana de Águas e Saneamento. **Solicitação de Propostas nº 052-2019 (Licitação Internacional)**. Anexo I – Termo de Referência. Estudo de avaliação das potencialidades de reúso de efluente sanitário tratado no estado da Bahia. Disponível em: http://www.lica-ecuador.org/ftp/drs_Brasil/EDITAL_SOLICITA%C3%87%C3%83O%20DE%20PROPOSTAS%20N%C2%BA%20052-2019_PUBLICADO.pdf. Acesso em: 24 de fev. 2021.
- FIELDING, K. S.; DOLNICAR, S.; SCHULTZ, T. Public acceptance of recycled water. *International Journal of Water Resources Development*, 1–36, 2018.
- FONSECA, A.; GABRIEL, C. F. Análise da influência da tarifação em seis indicadores operacionais e de qualidade dos serviços de abastecimento de água no Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 20, n. 2, 2015.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Termo de referência para elaboração de plano municipal de saneamento básico**. Instrumento de apoio da Cooperação técnica da Fundação Nacional de Saúde – Funasa/MS 2018.
- LEITE, L. de O.; REZENDE, D. A. Modelo de gestão municipal baseado na utilização estratégica de recursos da tecnologia da informação para a gestão governamental: formatação do modelo e avaliação em um município. *Revista de Administração Pública*, v. 44, n.2, p.459-493, mar/abr 2010.
- MARIN, P.; TAL, S.; YERES, J.; RINGSKOG, K. **Water Management in Israel: Key Innovations and Lessons Learned for Water Scarce Countries**. World Bank, Washington, DC. 2017.



MARTINS, E. G. P.; SOUZA NETO, J. Mensuração do Engajamento das Partes Interessadas em Projeto na Visão do Gerente de Projeto e das Próprias Partes Interessadas. **Revista de Gestão e Projetos**, [s. l.], v. 08, n. 01, p. 42-56, 2017.

MELO, M. C.; PEREIRA SANTOS, A. S.; PINHEIRO SANTOS, N. A.; MAGALHÃES DE ARAÚJO, B.; ROSA SILVA DE OLIVEIRA, J.; RIBEIRO CAMPOS, A. Evaluation of potential use of domestic treated effluents or irrigation in areas subject to conflicts over water use in Paracatu River Basin. **Caminhos da Geografia** (UFU. Online), v. 21, p. 52-63, 2020.

MORAES, D. L.; SANTOS, A. S. P.; BILA, D. M.; SILVA JÚNIOR, L. C. S.; ARAÚJO, B. M. Análise comparativa de parâmetros hidráulicos para dimensionamento de tecnologias em Estações de Tratamento de Esgoto. **Revista Internacional de Ciências**, v. 10, p. 22-41, 2020.

MUKHERJEE, M.; JENSEN, O. A comparative analysis

of the development of regulation and technology uptake in the US and Australia. **Safety Science**, v. 121, p. 5-14, 2020.

SANASA. Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento. **Água de reúso**. Disponível em: <http://www.sanasa.com.br/servico/aguaReuso.aspx?f=A>. Acesso em: 12 fev. 2021.

SANTOS, A. S. P.; VIEIRA, J. M. P. Reúso De Água Para O Desenvolvimento Sustentável: Aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 8, p. 50-68, 2020.

SPEERS, A. **Bonn Charter Principles Series n. 4 – The Price of Water**. p. 1-4, 2007.

UN. United Nations. **Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation**. New York. 2018.