INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA

CONTRATO Nº 221008

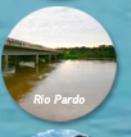
Produto 6 (P6)
RELATÓRIO FINAL
Março, 2022



ESTUDO AVALIATIVO DE ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DE EFLUENTES SANITÁRIOS TRATADOS EM CINCO MUNICÍPIOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE QUE APRESENTAM CORPOS HÍDRICOS COM BAIXA CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DA CARGA ORGÂNICA REMANESCENTE DO TRATAMENTO











cobrape

Revisão	**Data**	**Descrição Breve**	**Por**	**Verif.**	**Aprov.**	**Autoriz.**

Estudo Avaliativo de Alternativas para Destinação de Efluentes Sanitários Tratados em cinco Municípios na Bacia Hidrográfica do Rio Grande que Apresentam Corpos Hídricos Com Baixa Capacidade de Diluição da Carga Orgânica Remanescente do Tratamento

PRODUTO 6 (P6) – RELATÓRIO FINAL

Elaborado por:	Supervisionado por:
Jane Cristina Caparica F. Domingues	José Antônio Oliveira de Jesus

Aprovado por:	Revisão	Finalidade	Data
José Antônio Oliveira de Jesus	Final	1	02/03/2022
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação			

COBRAPE – SÃO PAULO
Rua Fradique Coutinho, 212 – 9º andar
CEP 05416-000
Tel (11) 3897-8000
www.cobrape.com.br

APRESENTAÇÃO

O presente relatório, denominado **PRODUTO 6 (P6) – Relatório Final**, é parte integrante do Estudo Avaliativo de Alternativas para Destinação de Efluentes Sanitários Tratados em Cinco Municípios na Bacia Hidrográfica do Rio Grande que Apresentam Corpos Hídricos Com Baixa Capacidade de Diluição da Carga Orgânica Remanescente do Tratamento, constituindo-se em seu sexto produto.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO **2**

1. INTRODUÇÃO **8**

2. CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS **10**

2.1. ÁREA DE ABRANGÊNCIA 10

2.2. PROBLEMAS IDENTIFICADOS NOS MUNICÍPIOS 13

3. ESGOTAMENTO SANITÁRIO E QUALIDADE DA ÁGUA **15**

3.1. SITUAÇÃO ATUAL DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 15

3.2. QUALIDADE DA ÁGUA DOS CORPOS HÍDRICOS RECEPTORES 20

4. SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA DESTINAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS DAS ETES, LICENCIAMENTO E ASPECTOS REGULATÓRIOS **23**

4.1. SOLUÇÕES TÉCNICAS EXISTENTES 23

4.2. QUESTÕES DE LICENCIAMENTO E ASPECTOS REGULATÓRIOS 24

5. INTERLOCUÇÃO COM OS MUNICÍPIOS **27**

6. CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO **33**

6.1. PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS 33

6.2. MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DO POTENCIAL DE REÚSO 33

6.3. INTERLOCUÇÃO COM OS POTENCIAIS CLIENTES PARA ÁGUA DE REÚSO 38

6.4. ANÁLISE DOS POTENCIAIS CLIENTES PARA ÁGUA DE REÚSO 38

7. SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS **39**

7.1. ALTERNATIVAS PROPOSTAS PARA DESTINAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS 39

7.2. IMPACTO DOS LANÇAMENTOS DOS EFLUENTES TRATADOS NOS CORPOS RECEPTORES 42

7.3. ESTIMATIVAS DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS 47

7.3.1. Resumo dos custos unitários de produção e distribuição de água de reúso *55*

7.4. ASPECTOS DE VIABILIDADE DAS ALTERNATIVAS SUGERIDAS 58

7.4.1. Estimativa de preço de venda de água de reúso e comparação com custos de aquisição / produção própria de água potável *58*

8. CONCLUSÕES **64**

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **72**

LISTA DE FIGURAS

Figura 7.1 – Ribeirão Preto – ETE Ribeirão: traçado da adutora 48
Figura 7.2 – Ribeirão Preto – ETE Caiçara: traçado da adutora 50
Figura 7.3 – Mogi Mirim: traçado da adutora 51
Figura 7.4 – Sertãozinho: traçado da adutora 52
Figura 7.5 – Leme: traçado da adutora 53
Figura 7.6 – Catanduva: traçado da adutora 54

LISTA DE MAPAS

Mapa 2.1 – Localização dos municípios selecionados na Bacia Hidrográfica do Rio Grande 12
Mapa 6.1 – Potenciais usuários de água de reúso – Ribeirão Preto 35
Mapa 6.2 – Potenciais usuários de água de reúso – Mogi Mirim e Leme 36
Mapa 6.3 – Potenciais usuários de água de reúso – Sertãozinho e Catanduva 37
Mapa 7.1 – Resultados modelagem Ribeirão Preto e Catanduva 45
Mapa 7.2 – Resultados modelagem Sertãozinho, Leme e Mogi Mirim 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Índices de coleta e tratamento de esgotos nos municípios, em relação ao coletado, e eficiência de remoção de DBO das ETEs municipais 13
Tabela 3.1 – Vazão de operação da ETE Ribeirão 15
Tabela 3.2 – Eficiência observada na ETE Ribeirão 16
Tabela 3.3 – Vazões de operação da ETE Caiçara 16
Tabela 3.4 – Eficiência observada na ETE Caiçara 16
Tabela 3.5 – Vazões de operação da ETE Mogi Mirim 17
Tabela 3.6 – Eficiência observada na ETE Mogi Mirim 17
Tabela 3.7 – Eficiência observada na ETE Sertãozinho 18
Tabela 3.8 – Vazões de operação média da ETE Anselmo Luiggi Faggion 19
Tabela 3.9 – Eficiência observada na ETE Anselmo Luiggi Faggion 19
Tabela 3.10 – Vazões de operação da ETE Catanduva 20
Tabela 3.11 – Eficiência observada na ETE Catanduva 20
Tabela 3.12 – Pontos de monitoramento e permanência no enquadramento 21
Tabela 3.13 – Evolução do IQA nos corpos receptores – 2012 a 2019 22
Tabela 7.1 – Resultados Modelagem 43
Tabela 7.2 – Resumo: tratamento e reservação 56
Tabela 7.3 – Resumo: adução 56

Tabela 7.4 – Resumo: custos em Dólares americanos (USD) 57
Tabela 7.5 – Resumo: custos em Reais (BRL)..... 57
Tabela 7.6 –Tarifas de água e esgoto 58
Tabela 7.7 – Custos unitários de produção de água potável em USD e BRL: tratamento, captação e total 59
Tabela 7.8 – Preços unitários de cobrança pelo uso de recursos hídricos nas UGRHIs 04, 09 e 15..... 60

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Legislações referentes ao licenciamento de programas de reúso não potável no Estado de São Paulo 25
Quadro 5.1 – Reuniões com os municípios – Primeira Rodada 27
Quadro 5.2 – Síntese temática dos municípios 28
Quadro 5.3 – Reuniões com os municípios – Segunda Rodada 31
Quadro 5.4 – Resumo das impressões colhidas nas reuniões de retorno junto aos municípios 32
Quadro 7.1 – Análise semiqualitativa: avaliação crítica..... 40
Quadro 7.2 – Opções levantadas e alternativa selecionada por município 41
Quadro 7.3 – Categorias para água de reúso não potável e indicação de tratamento para a sua produção..... 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
BRL	Custo em Reais
CAG	Carvão Ativado Granular
Capex	Despesas de Capital (*Capital Expenditure*)
CC	Clarificação Convencional
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CL	Cloração
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
C_{NP}	Coeficiente de Demanda Não Potável
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COBRAPE	Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPI-U	Índice de Preços ao Consumidor para Todos os Consumidores Urbanos (*Consumer Price Index for All Urban Consumers*)
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DAERP	Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN	Diâmetro Nominal
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EDBO	Eficiência de Remoção de DBO
EPAR	Estação Produtora de Água de Reúso
E. coli	*Escherichia coli*
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FA	Filtro de Areia
FD	Filtração Dupla
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
IFC	Corporação Financeira Internacional (*International Finance Corporation*)
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
IQA	Índice de Qualidade da Água
LAAP	Lodos Ativados por Aeração Prolongada
MBBR	Reator Biológico de Leito Móvel (*Moving Bed Biofilm Reactor*)
MBR	Biorreator por Membranas (*Membrane Bioreactor*)
MF	Microfiltração
MOP	Manual Operativo
NaClO	Hipoclorito de Sódio
NTU	Unidade de Turbidez Nefelométrica
OD	Oxigênio Dissolvido
Opex	Despesas Operacionais (*Operational Expenditure*)
OR	Osmose Reversa
PAC	Policloreto de Alumínio

PCJ	Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo
PIRH-Grande	Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande
PIB	Produto Interno Bruto
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PRODES	Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
P_{Total}	Fósforo Total
$Q_{95\%}$	Vazão com permanência de 95% do tempo
$Q_{afl\ EPAR}$	Vazão Afluente à Estação Produtora de Água de Reúso
Q_{NP}	Vazão Não Potável
Q_{out}	Vazão Outorgada
Q_{reu}	Vazão Efluente da Estação Produtora de Água de Reúso
RNPD	Reúso Não Potável Direto
RPI	Reúso Potável Indireto
RPD	Reúso Potável Direto
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAEC	Superintendência de Água e Esgoto de Catanduva
SAECIL	Superintendência de Água e Esgoto da Cidade de Leme
SAEE	Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Mogi Mirim
SAEMAS	Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Meio Ambiente de Sertãozinho
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SES/SIMA	Secretaria de Estado da Saúde / Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SESAMM	Serviços de Saneamento de Mogi Mirim
SIGRH	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SST	Sólidos Suspensos Totais
TCTE	Taxa Complementar de Tratamento de Esgoto
TR	Termo de Referência
UASB	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*)
UF	Ultrafiltração
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
USD	Custo em Dólar Americano
UV	Radiação Ultravioleta

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório, denominado **"Relatório Final (P6)"** compõe o sexto produto referente ao Estudo Avaliativo de Alternativas para Destinação de Efluentes Sanitários Tratados em cinco Municípios na Bacia Hidrográfica do Rio Grande que Apresentam Corpos Hídricos com Baixa Capacidade de Diluição da Carga Orgânica Remanescente do Tratamento. Este documento integra o Contrato nº 221008, firmado entre o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – **IICA** (Contratante) e a **COBRAPE** (Contratada), com assinatura em 15 de março de 2021 e reunião de partida em 25 de março de 2021.

A seleção dos cinco municípios abrangidos por esta contratação foi feita considerando-se os critérios preliminarmente apresentados no Manual Operativo (MOP) do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande (PIRH-Grande), a partir de aspectos que levassem em conta o porte populacional, os índices de cobertura de esgotamento sanitário, as eficiências de remoção de carga orgânica do tratamento existente e a qualidade da água no corpo receptor (expresso em termos da concentração de DBO) e de argumentações complementares.

Em atendimento ao item 5 – "Produtos", do Termo de Referência (TR), o relatório P6 tem como objetivo apresentar um balanço final de todos os resultados alcançados por município, apontando horizontes para a adoção de alternativas para destinação de efluentes sanitários tratados nos cinco municípios apontados.

Partindo desse princípio, o **Capítulo 2** deste documento apresenta a área de abrangência dos estudos e traz um panorama dos problemas identificados nos cinco municípios escopo deste estudo no que se refere ao aporte de efluentes tratados das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) nos corpos d'água receptores e que possuem baixa capacidade de diluição.

O **Capítulo 3** caracteriza os sistemas de esgotamento sanitário dos cinco municípios selecionados e descreve a situação da qualidade das águas dos corpos hídricos receptores, com base no atendimento ao enquadramento e no Índice de Qualidade das Águas (IQA).

O **Capítulo 4** apresenta opções de soluções técnicas de destinação de efluentes, bem como tecnologias de tratamento com capacidade de entregar efluentes tratados com qualidade superior à dos tratamentos secundários e produzir água de reúso para atendimento às múltiplas finalidades não potáveis. Discute sobre as principais legislações e condicionantes que tratam sobre o licenciamento de programas de reúso no Estado de São Paulo.

O **Capítulo 5** discute os resultados da seleção após rodadas de diálogos com as prefeituras e escolha das soluções que foram detalhadas.

O **Capítulo 6** caracteriza o potencial de reúso industrial e agrícola para os municípios contemplados, apresentando o mapeamento georreferenciado dos potenciais clientes para água de reúso e o resultado da interlocução com esses usuários.

O **Capítulo 7** apresenta a caracterização das instalações de reúso para cada cidade, levando-se em conta os levantamentos de dados e articulação junto aos municípios realizados previamente. Expõe os aspectos metodológicos aplicados para seleção dos potenciais usuários, padrões de qualidade de água de reúso adotados, processos de tratamento necessários para adequação da qualidade, traçados de linhas de distribuição e levantamento preliminar de custos e apresenta os resultados obtidos para cada município.

O **Capítulo 8** descreve e conclui sobre lições apreendidas com a experiência na elaboração desse estudo.

Por fim, o **Capítulo 9** apresenta a bibliografia utilizada como base para a elaboração deste relatório.

2. CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

A caracterização dos municípios contemplados neste estudo está apresentada nos itens seguintes, onde são abordados sucintamente os aspectos físicos dos municípios e os problemas neles identificados.

2.1. Área de abrangência

Os municípios de interesse deste estudo estão localizados na vertente paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Grande que, em sua totalidade, compreende uma área de 143.255 km^2, onde 40% pertencem ao estado de São Paulo e 60% ao estado de Minas Gerais.

Na porção paulista, a Bacia do Rio Grande abrange seis Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), a saber: 01 – Mantiqueira, 04 – Pardo, 08 – Sapucaí/Grande, 09 – Mogi Guaçu, 12 – Baixo Pardo/Grande, e 15 – Turvo/Grande. Destas UGRHIs, três abrigam as sedes dos municípios de interesse do estudo, descritos sucintamente na sequência.

Ribeirão Preto:

O município de Ribeirão Preto possui parte de seu território inserido nos limites da UGRHI 04 – Pardo, abrangendo 77,6% de sua na área na UGRHI, e a outra parte na UGRHI 09 – Mogi Guaçu, compreendendo toda a sua área rural (CBH-PARDO, 2020). Sua população é de 676.440 habitantes, apresenta uma densidade demográfica de 1.039,21 hab/km^2 e uma taxa de urbanização de 99,7% (SEADE, 2020).

Mogi Mirim:

O município de Mogi Mirim possui uma porção de seu território inserida nos limites da UGRHI 09 – Mogi Guaçu, incluindo a sua sede, e a outra porção de seu território na UGRHI 05 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ). Sua população é de 90.089 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 181,01 hab/km^2 e taxa de urbanização de 95,6% (SEADE, 2020). Com isso, Mogi Mirim é a quinto maior município da UGRHI 09 e a segunda maior do compartimento Alto Mogi (CBH-MOGI, 2020).

Sertãozinho:

O município de Sertãozinho possui parte de seu território inserido nos limites da UGRHI 09 – Mogi Guaçu, incluindo a sua sede, e a outra parte está na UGRHI 04 – Pardo (CBH-MOGI, 2020). Sua população é de 121.229 habitantes, a terceira maior da UGRHI 09 e a primeira do compartimento Baixo Mogi, onde está situado. Com isso, o município é o que apresenta a maior densidade demográfica (300,75 hab/km^2) e taxa de urbanização (99,5%) deste compartimento (SEADE, 2020).

Leme:

O município de Leme encontra-se totalmente contido nos limites da UGRHI 09 – Mogi Guaçu, está situado no compartimento Alto Mogi (CBH-MOGI, 2020) e é o quarto município mais populoso desta UGRHI, com 100.069 habitantes. Também apresenta a maior densidade demográfica (248,39 hab/km^2) e taxa de urbanização (98,2%) dentre os nove municípios que estão inseridos no Alto Mogi (SEADE, 2020).

Catanduva:

O município de Catanduva possui uma porção territorial, incluindo sua sede, inserida nos limites da UGRHI 15 – Turvo/Grande, abrangendo 80,2% de sua área nesta UGRHI, com a outra parte de seu território contida na UGRHI 16 – Tietê/Batalha (CBH-TG, 2020). Sua população é de 116.819 habitantes, a segunda maior da UGRHI 15, enquanto a sua densidade demográfica é de 401,99 habitantes/km^2 e a taxa de urbanização de 99,2% (SEADE, 2020).

O **Mapa 2.1** ilustra a localização dos cinco municípios de interesse na Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

-51.000 -50.000 -49.000 -48.000 -47.000 -46.000 -45.000 -44.000

-20.000 -21.000 -22.000

Paranaíba

São Francisco

Doce

Paraíba do Sul

BH São José dos Dourados

BH Aguapeí/Peixe

BH Rio Tietê

Paranapanema

Rio Grande

Rio São Domingos

Ribeirão do Sertãozinho

Ribeirão Preto

Rio Pardo

Rio Moji-guaçu

Ribeirão do Meio

Catanduva

Sertãozinho

Ribeirão Preto

Leme

Mogi Mirim

18 15 12 8 19 4 16 13 9 20 21 1 22 17 5 2 10 6 3 14 7 11

Legenda

- Sedes Municipais
- Hidrografia
- Limite Municipal
- Limites UGRHIs
- Bacias Hidrográficas
- Bacia do Rio Grande



Título:

Mapa 2.1 - Localização dos Municípios Selecionados na Bacia Hidrográfica do Rio Grande

Contratante: IICA PCT BRA/IICA/18/001

Apoio: ANA

Executor: cobrape

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Folha 1/1

Tamanho: A3

Fonte:
Sedes Municipais- IGC, 2010; Limite Municipal - SMA/CPLA/DIA, 2010; Bacia do Rio Grande - ANA, 2020; Bacias Hidrográficas - ANA, 2020; Hidrografia - ANA, 2017 ; Limites UGRHIs - DAEE, 2019.

0 25 50 km

2.2. Problemas identificados nos municípios

De acordo com o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande - PIRH-Grande (ANA, 2017a), os cinco municípios contemplados neste estudo apresentam as situações mais críticas quanto à disponibilidade hídrica, especialmente o Rio Mogi Guaçu, nas proximidades de Leme e Mogi Mirim, e o Ribeirão Preto, na região do município de mesmo nome. Como uma das consequências dessa baixa disponibilidade hídrica está a pressão sobre a qualidade das águas, que pode ser comprometida pela carga remanescente de poluentes devido aos lançamentos de esgotos domésticos e industriais após o seu tratamento.

A quantidade de água relativamente baixa nos referidos municípios é abordada pelo CBH-Pardo (2020), CBH-Mogi (2020) e CBH-TG (2020), em que a disponibilidade hídrica *per capita* em relação à vazão média para os municípios de Ribeirão Preto, Sertãozinho e Catanduva encontram-se em situação crítica ou muito crítica (< 1.500 m^3/hab.ano e < 500 m^3/hab.ano, respectivamente). Já os municípios de Mogi Mirim e Leme estão em estado de atenção (entre 1.500 e 2.500 m^3/hab.ano). As mesmas classificações são verificadas quando se considera as vazões de consumo de cada município (captação superficial + captação subterrânea) em relação a $Q_{95\%}$, mostrando que existe comprometimento da disponibilidade de água nos corpos hídricos do município.

Os índices de coleta e tratamento de esgotos, em relação ao coletado, são superiores a 95%. As exceções são os municípios de Mogi Mirim, cujos índices de coleta são de 93% e de tratamento 91%, e Catanduva, cujo índice de coleta ultrapassa 95%, mas o índice de tratamento é de 85% (SNIS, 2020). Já os sistemas de tratamento das ETEs municipais apresentam eficiência de remoção de DBO superior a 90%, excluindo as ETEs de Sertãozinho (Sertãozinho – 49% e do Distrito de Cruz das Posses – 85%), e de Leme (Anselmo Luiggi Faggion – 85%).

A **Tabela 2.1** resume os indicadores de esgotamento sanitário de cada município.

Tabela 2.1 – Índices de coleta e tratamento de esgotos nos municípios, em relação ao coletado, e eficiência de remoção de DBO das ETEs municipais

Município	UGRHI	Índice de esgoto [1]		ETE [2]		
		Coleta (%)	Tratamento sobre coletado (%)	Nome	Eficiência de remoção de DBO (%)	Carga de DBO remanescente do tratamento (kg/dia)
Ribeirão Preto	4	99,6	100	Ribeirão	95,0	1.345,1
				Caiçara	98,0	
Mogi Mirim	9	92,6	90,9	Mogi Mirim	96,1	111,8
Sertãozinho	9	99,6	100	Sertãozinho	49,0	1.164,7
				Cruz das Posses	85,0	-
Leme	9	97,9	100	Anselmo Luigi Faggion	85,0	1.390,4
Catanduva	15	97,8	85,2	Catanduva	91,5	905,1

Fonte: [1] SNIS, 2020; [2] SAEC, 2020; SESAMM, 2019; SAECIL, 2021; GS Inima, 2021; BioElementos, 2021; SAEMAS, 2020

Em avaliação dos corpos receptores das ETEs, utilizando-se os dados de monitoramento da rede da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) do ano de 2019, verifica-se que todos os corpos hídricos se encontram em situação qualitativa satisfatória em termos de DBO, por atenderem, a maior parte do tempo, os padrões de qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para as suas respectivas classes de enquadramento, excetuando o Ribeirão do Meio, localizado no munícipio de Leme.

Por outro lado, há evidências de descarte direto de esgoto doméstico nos corpos d'água devido à presença de *Escherichia coli* (*E. coli*) e de fósforo total em concentrações elevadas. Os corpos hídricos que apresentaram estas condições foram: Ribeirão Preto, que recebe os efluentes da ETE Ribeirão, no município de Ribeirão Preto; Ribeirão Sertãozinho ou do Sul, corpo receptor da ETE Sertãozinho, no município de Sertãozinho; Ribeirão do Meio, receptor da ETE Anselmo Luiggi Faggion, no município de Leme; e o Rio São Domingos, que recebe os efluentes da ETE Catanduva, no município de Catanduva.

Outras contribuições podem impactar a qualidade das águas desses corpos d'água receptores, como as cargas provenientes das áreas rurais, por meio da agricultura, pecuária e pastagens, e dos distritos industriais, que somadas ao aporte de esgoto doméstico, podem dificultar a capacidade de assimilação das cargas orgânicas recebidas pelos rios.

3. ESGOTAMENTO SANITÁRIO E QUALIDADE DA ÁGUA

Este item aborda sucintamente a situação atual dos sistemas de esgotamento sanitário e da qualidade da água dos corpos receptores dos efluentes das ETEs dos cinco municípios objetos deste estudo.

3.1. Situação atual dos sistemas de esgotamento sanitário

A caracterização do sistema de esgotamento sanitário (SES) dos cinco municípios estudados foi realizada com base em informações obtidas com as concessionárias de saneamento municipais e complementadas com outras fontes, quando necessário. Para este caso, foram consideradas informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB).

a) Ribeirão Preto (UGRHI 04 – Pardo)

Os serviços de esgotamento sanitário de Ribeirão Preto são realizados pelo Departamento de Águas e Esgotos de Ribeirão Preto (DAERP), criado pela Lei Municipal nº 2.236/1969, sendo a operação das ETEs municipais concedidas à GS Inima Ambient.

Atualmente, o SES do município conta com dois polos de tratamento em operação: ETE Ribeirão e ETE Caiçara, cujos lançamentos dos efluentes tratados ocorrem no Ribeirão Preto e Rio Pardo, respectivamente.

ETE Ribeirão:

Os esgotos produzidos na bacia do Ribeirão Preto, corpo receptor da ETE Ribeirão, são coletados por redes de coleta e conduzidos por 56 km de interceptores, com diâmetros que variam de 400 a 1.800 mm, até a chegada na ETE Ribeirão.

Em operação desde 2002, a ETE Ribeirão possui três etapas de tratamento (preliminar, primário e secundário), utilizando o sistema de lodo ativado convencional. Com uma capacidade nominal instalada de 1.750 L/s, é composta por seis unidades: estação elevatória final; sistema de entrada (tratamento preliminar); decantador primário; reator aeróbio (tanque de aeração); decantador secundário; e câmara de contato. Possui ainda unidades de tratamento e condicionamento de lodo (flotador, adensador gravimétrico, tanque de acumulação e centrífuga) e unidades para digestão do lodo, produção e aproveitamento de biogás (gasômetro e gerador movido a biogás) e administrativas (laboratório e sede administrativa).

As informações sobre operação e tratamento da ETE Ribeirão, como as vazões (média, mínima e máxima diária) e eficiência de tratamento, estão apresentadas nas **Tabelas 3.1** e **3.2**, considerando o mês de junho/2021.

Tabela 3.1 – Vazão de operação da ETE Ribeirão

Vazão (L/s)	Média diária	Mínima (1)	Máxima diária (2)
	1.538	769	2.307

Notas: (1) Considerando k_3 = 0,5; (2) Considerando k_1 = 1,5.
Fonte: GS Inima Ambient, 2021

Tabela 3.2 – Eficiência observada na ETE Ribeirão

Parâmetro	DQO	DBO	Nitrogênio total	Nitrogênio amoniacal	SST	SSF	SSV	P_{Total}	Sulfato
Eficiência de remoção (%)	94	95	30	23	85	89	83	50	75

Siglas: DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; SST = sólidos suspensos totais; SSF = sólidos suspensos fixos; SSV = sólidos suspensos voláteis; P_{Total} = fósforo total
Fonte: GS Inima Ambient, 2021

ETE Caiçara:

Os esgotos gerados na bacia do Rio Pardo, corpo receptor da ETE Caiçara, são coletados por redes de coleta e conduzidos por 15 km de interceptores, com diâmetros que variam de 400 a 1.000 mm, até a ETE Caiçara.

Com início de sua operação em 2000, o tratamento dos esgotos na ETE Caiçara é feito através de sistema de lodo ativado com aeração prolongada. A capacidade nominal instalada é de 300 L/s, atendendo cerca de 60.000 habitantes, sendo compostas pelas seguintes unidades de tratamento: estação elevatória final, sistema de entrada (tratamento preliminar), reator de lodos ativados (sistema carrossel), decantador secundário, e câmara de contato. Adicionalmente, a ETE Caiçara apresenta unidades de tratamento e condicionamento de lodo (adensador gravimétrico e centrífuga) e unidades administrativas.

As informações sobre operação e tratamento da ETE Caiçara, como as vazões (média, mínima e máxima diária) e eficiência de tratamento, estão apresentadas nas **Tabelas 3.3** e **3.4**, considerando o mês de junho/2021.

Tabela 3.3 – Vazões de operação da ETE Caiçara

Vazão (L/s)	Média diária	Mínima (1)	Máxima diária (2)
	290	145	435

Notas: (1) Considerando k_3 = 0,5; (2) Considerando k_1 = 1,5.
Fonte: GS Inima Ambient, 2021

Tabela 3.4 – Eficiência observada na ETE Caiçara

Parâmetro	DQO	DBO	Nitrogênio total	Nitrogênio amoniacal	SST	SSF	SSV	P_{Total}	Sulfato
Eficiência de remoção (%)	98	98	37	33	87	84	89	62	82

Siglas: DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; SST = sólidos suspensos totais; SSF = sólidos suspensos fixos; SSV = sólidos suspensos voláteis; P_{Total} = fósforo total
Fonte: GS Inima Ambient, 2021

b) Mogi Mirim (UGRHI 09 – Mogi Guaçu)

Os serviços de esgotamento sanitário de Mogi Mirim são realizados pelos Serviços de Saneamento de Mogi Mirim (SESAMM), responsável pela coleta dos esgotos, e pela GS Inima Brasil, responsável pelo tratamento.

Atualmente, o SES do município conta com um polo de tratamento em operação, ETE Mogi Mirim, cujos lançamento dos efluentes tratados ocorre no Rio Mogi Guaçu.

Os esgotos produzidos nas sub-bacias de contribuição Mogi Mirim, Martim Francisco e Chácaras Paraíso da Cachoeira são coletados por 400 km de redes de coleta e conduzidos por um sistema de estações elevatórias, coletores-tronco e interceptores, que cruzam o município de Mogi Mirim, até chegar a ETE Mogi Mirim, único polo de tratamento em operação.

A ETE Mogi Mirim foi projetada com quatro módulos independentes e capacidade de tratamento de 75 L/s cada, dos quais dois foram implementados, operando com 100% de sua capacidade. Atualmente, a ETE está em processo de ampliação, com a implantação de mais um módulo de tratamento, e passará a ter capacidade nominal total instalada para 225 L/s. Prevê-se ainda uma quarta etapa de ampliação, que atingirá a capacidade projetada de 300 L/s.

As unidades de tratamento incluem preliminar e sistema secundário, em reator de lodos ativados com aeração prolongada, nitrificação e desnitrificação biológica, sistema de condicionamento de lodo e desinfecção do efluente final, sendo composta por: sistema de entrada, dotado de gradeamento e desarenação; reatores biológicos de lodo ativado; edifício dos sopradores; decantador secundário; tanque de contato; edifício de cloração; edifício de desaguamento do lodo; e estruturas de apoio.

As informações sobre operação e tratamento da ETE Mogi Mirim, as vazões (média, mínima e máxima diária) e eficiência de tratamento, estão apresentadas nas **Tabelas 3.5** e **3.6**, considerando o período de setembro/2018 a agosto/2019.

Tabela 3.5 – Vazões de operação da ETE Mogi Mirim

Vazão (L/s)	Média diária	Mínima (1)	Máxima diária (2)
	150	75	225

Notas: (1) Considerando k_3 = 0,5; (2) Considerando k_1 = 1,5.
Fonte: SESAMM, 2018 e 2019

Tabela 3.6 – Eficiência observada na ETE Mogi Mirim

Parâmetro	DQO	DBO	Nitrogênio total	Nitrogênio amoniacal	SST	P_{Total}
Eficiência de remoção (%)	93,4	96,1	79,9	82,6	96,8	69,8

Siglas: DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; SST = sólidos suspensos totais; P_{Total} = fósforo total
Fonte: SESAMM, 2018 e 2019

c) Sertãozinho (UGRHI 09 – Mogi Guaçu)

Os serviços de esgotamento sanitário de Sertãozinho são realizados pelo Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Meio Ambiente de Sertãozinho (SAEMAS), criado através da Lei Complementar n° 155/2005.

Atualmente, o SES de Sertãozinho possui dois polos de tratamento em operação: ETE Sertãozinho, que atende a sede municipal, e Cruz das Posses, que atende o Distrito de Cruz das Posses. Os lançamentos dos efluentes tratados destas ETEs ocorrem no Ribeirão Sertãozinho ou do Sul e Rio Pardo, respectivamente.

ETE Sertãozinho:

Os esgotos produzidos na sede municipal de Sertãozinho são coletados por 440 km de rede, com diâmetros variando de 50 a 250 mm. O sistema de coleta e afastamento de esgoto possui cinco estações elevatórias e um sistema de coletores-tronco construídos ao longo dos cursos d´água secundários que cruzam a cidade até chegar a ETE Sertãozinho.

Esta ETE possui uma linha de tratamento e utiliza o processo de lagoas de estabilização tipo sistema australiano (lagoas anaeróbias seguidas de lagoas facultativas). Após a execução da primeira linha de tratamento, verificou-se a necessidade de modificação da concepção do processo, passando de três linhas de tratamento por lagoas de estabilização, para reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB). Com isso, os reatores UASB realizam os tratamentos primário/secundário, enquanto o conjunto de lagoas executados inicialmente faz o tratamento complementar.

Com a ETE Sertãozinho operando acima da capacidade instalada, cerca de 80% superior da vazão projetada (137 L/s), iniciou-se em 2020 a sua ampliação e modernização, em que se prevê a instalação de novas unidades de tratamento a montante do conjunto de lagoas de estabilização, sendo composto por um sistema de entrada, dotado de gradeamento e desarenação; reatores anaeróbios tipo UASB; e lagoas de polimento.

As informações sobre operação e tratamento da ETE Sertãozinho, com as respectivas eficiências de remoção, estão apresentadas na **Tabela 3.7**, considerando dados do dia 20 de abril de 2021.

Tabela 3.7 – Eficiência observada na ETE Sertãozinho

Parâmetro	DQO	DBO	Nitrogênio amoniacal	SDT	P_{Total}	Sulfeto
Eficiência de remoção (%)	13	49	23	1	23	65

Siglas: DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; SDT = sólidos dissolvidos totais; P_{Total} = fósforo total
Fonte: BioElementos, 2021

ETE Cruz das Posses:

A ETE Cruz das Posses entrou em operação em 2020 e atende todo o Distrito de Cruz das Posses, coletando e tratando 100% de seus esgotos.

Atualmente, são beneficiados, aproximadamente,13 mil habitantes, ou seja, 81% da capacidade projetada e possui uma previsão de atendimento pleno do sistema até 2040, sem a necessidade de qualquer tipo de ampliação.

O sistema de tratamento é composto por estações elevatórias, lagoas anaeróbias e lagoas facultativas.

Os dados de vazão de operação, qualidade dos efluentes e do corpo hídrico receptor não foram disponibilizados pela concessionária de saneamento.

d) Leme (UGRHI 09 – Mogi Guaçu)

Os serviços de esgotamento sanitário de Leme são realizados pela Superintendência de Águas e Esgoto da Cidade de Leme (SAECIL), criada por meio da Lei Municipal nº 1.186/1973.

Atualmente, o SES do município de Leme possui um polo de tratamento em operação, a ETE Anselmo Luiggi Faggion, cujo lançamento dos efluentes tratados ocorre no Ribeirão do Meio.

Os esgotos produzidos no município de Leme são coletados por cerca de 400 km redes e conduzidos por quatro coletores-troncos (Ribeirão do Meio, Batinga, Glória e Constantino) e dois emissários (Água Espraiada e Final) até a entrada da ETE Anselmo Luiggi Faggion.

A ETE Anselmo Luiggi Faggion foi projetada com três módulos de tratamento biológico, composto por lagoa aerada e de decantação, com capacidade nominal instalada de 450 L/s, para atender 48 mil habitantes em cada módulo de tratamento. Entretanto, o sistema está operando apenas com 66% de sua capacidade.

O sistema de tratamento é composto pelas seguintes unidades: sistema de entrada, dotado de gradeamento e desarenação; lagoas aeradas; lagoas de decantação; e tanque de contato para desinfecção.

As informações sobre operação e tratamento da ETE Anselmo Luiggi Faggion, como as vazões (média, mínima e máxima diária) e eficiência de tratamento, estão apresentadas nas **Tabelas 3.8** e **3.9**, considerando o período de setembro/2018 a agosto/2019.

Tabela 3.8 – Vazões de operação média da ETE Anselmo Luiggi Faggion

Vazão (L/s)	Média diária	Mínima (1)	Máxima diária (2)
	300	150	450

Notas: (1) Considerando k_3 = 0,5; (2) Considerando k_1 = 1,5.
Fonte: SAECIL, 2021

Tabela 3.9 – Eficiência observada na ETE Anselmo Luiggi Faggion

Parâmetro	DQO	DBO	Sólidos Sedimentáveis
Eficiência de remoção (%)	85	76	65

Siglas: DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio
Fonte: SAECIL, 2021

e) Catanduva (UGRHI 15 – Turvo/Grande)

Os serviços de esgotamento sanitário de Catanduva são realizados pela Superintendência de Água e Esgoto de Catanduva (SAEC), criada pela Lei Complementar n° 458/2008.

Atualmente, o SES de Catanduva possui um único polo de tratamento em operação, a ETE Catanduva, cujo lançamento dos efluentes tratados ocorrem no Rio São Domingos.

Os esgotos produzidos por Catanduva são coletados por 500 km de redes e conduzidos por um sistema de coletores-tronco e interceptores, construídos ao longo dos cursos d'água secundários que cruzam a cidade, até chegar a ETE Catanduva.

A ETE Catanduva apresenta uma capacidade nominal instalada de 445 L/s, operando com 81% dessa capacidade, sendo que o seu sistema de tratamento é composto por sistema de entrada, dotado de gradeamento e desarenação; lagoas aeradas de mistura completa; e lagoas de sedimentação.

As informações sobre operação e tratamento da ETE Catanduva, como as vazões (média, mínima e máxima diária) e eficiência de tratamento, estão apresentadas nas **Tabelas 3.10** a **3.11**, considerando o período de junho a outubro de 2020.

Tabela 3.10 – Vazões de operação da ETE Catanduva

Vazão (L/s)	Média diária	Mínima (1)	Máxima diária (2)
	361,0	180,5	541,5

Notas: (1) Considerando k_3 = 0,5; (2) Considerando k_1 = 1,5.
Fonte: SAEC, 2020

Tabela 3.11 – Eficiência observada na ETE Catanduva

Parâmetro	DQO	DBO	Nitrogênio total	Nitrogênio amoniacal	SST	P_{Total}	Sulfato
Eficiência de remoção (%)	69,8	91,5	26,4	23,9	30,1	52,1	30,0

Siglas: DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; SST = sólidos suspensos totais; P_{Total} = fósforo total
Fonte: SAEC, 2020

3.2. Qualidade da água dos corpos hídricos receptores

A qualidade da água dos corpos hídricos receptores foi avaliada com base nos resultados da rede de monitoramento da qualidade da água da CETESB de duas formas: (i) permanência no enquadramento dos parâmetros demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), fósforo total e *Escherichia coli* (*E. coli*) no ano de 2019; e (ii) Índice de Qualidade da Água (IQA), que incorpora nove variáveis de qualidade da água e indicam o lançamento de efluentes domésticos em um corpo d'água, sendo considerado a sua evolução no período de 2012 a 2019.

Na **Tabela 3.12** estão relacionados os pontos de monitoramento considerados para esta análise, os corpos d'água em que estão locados os pontos, a classe de enquadramento dos corpos d'água, e a permanência destes pontos no enquadramento.

Por meio desta tabela, é possível observar que três corpos receptores estão enquadrados na Classe 4, sendo que a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites de concentração para DBO, fósforo total e *E. coli*. Desta maneira, como definido pela Nota Técnica nº 42/2019/SPR, foram consideradas concentrações de DBO superiores à 10 mg/L como compatíveis com corpos hídricos de Classe 4. Para o caso de fósforo total e *E. coli*, adotou-se como critério de atendimento ao enquadramento às concentrações definidas para a Classe 3, ou seja, concentrações inferiores a 0,15 mg P/L e 4.000 NMP/100 mL, respectivamente.

Tabela 3.12 – Pontos de monitoramento e permanência no enquadramento

Município	Ponto	Corpo hídrico	Classe de enquadramento	Permanência no enquadramento (%)			
				Anual			
				DBO	OD	P_{Total}	*E. coli*
Ribeirão Preto	PARD02500	Rio Pardo	2	100,0	100,0	100,0	0,0
	RIPE04900	Ribeirão Preto	4	100,0	100,0	0,0	0,0
Mogi Mirim	MOGU02160 (1)	Rio Mogi Guaçu	2	83,3	83,3	33,3	0,0
	MOGU02200 (1)			100,0	83,3	0,0	50,0
Sertãozinho	SETA04600	Ribeirão Sertãozinho	4	100,0	66,7	11,1	0,0
Leme	MEIO02900	Ribeirão do Meio	2	33,3	66,7	0,0	0,0
Catanduva	SDOM04300	Rio São Domingos	4	100,0	100,0	33,3	50,0
	SDOM04500 (2)			66,7	50,0	0,0	0,0

Obs.: (1) Mogi Mirim não apresenta pontos de monitoramento localizados no corpo hídrico receptor da ETE Mogi Mirim. Desta maneira, considerou-se os pontos do município de Mogi Guaçu, localizados a montante e a jusante da ETE Mogi Mirim; (2) Catanduva não apresenta ponto de monitoramento a jusante da ETE Catanduva. Este ponto está localizado no município vizinho de Catiguá

Legenda:	Ótima	Boa	Regular	Péssima
Permanência	> 80%	> 50% e ≤ 80%	> 20% e ≤50%	≤ 20%

Dentre os cinco municípios avaliados neste estudo, Leme foi o que apresentou criticidade qualitativa no Ribeirão do Meio, corpo receptor da ETE Anselmo Luigi Faggion, por não atender ao enquadramento no qual o rio se encontra (Classe 2) a maior parte do tempo. O parâmetro DBO, por exemplo, apresentou permanência no enquadramento em 33,3% do tempo, enquanto o OD permaneceu 66,7% do tempo em 2019. Por outro lado, fósforo total e *E. coli* não atenderam ao enquadramento em nenhuma amostra coletada durante todo o período analisado.

O atendimento parcial ao enquadramento corrobora com o diagnóstico do PIRH-Grande (ANA, 2017a), que menciona que dentre as principais fontes de carga poluente do Ribeirão do Meio são as contribuições por esgotamento sanitário provenientes da área urbana, que ocupa 8,1% do total da área da UGRHI 09.

Nos demais municípios, todos os corpos hídricos receptores permaneceram no enquadramento em tempo superior a 80%, indicando que conseguem assimilar a carga poluente recebida, sobretudo de efluentes domésticos. Entretanto, é importante lembrar que há corpos hídricos enquadrados na Classe 4 (Ribeirão Preto, Ribeirão Sertãozinho ou do Sul e Rio São Domingos) e que, de acordo com os critérios de avaliação adotados para esta classe, podem apresentar concentrações de DBO superiores a 10 mg/L.

Ao avaliar a evolução do IQA dos corpos hídricos receptores, observa-se, pela **Tabela 3.13**, que o Ribeirão Preto (RIPE04900) apresentou qualidade da água classificada como “ruim” em todo o período analisado (2012 a 2019), corroborado pelo tempo de permanência ao enquadramento para fósforo total e *E. coli*. Na sequência, encontram-se o Ribeirão Sertãozinho ou do Sul (SETA04600) e o Rio São Domingos a jusante da ETE Catanduva (SDOM04500), que estiveram a maior parte do período

analisado classificados como “ruim”. O Ribeirão do Meio foi classificado, predominantemente, como “regular”, porém com oscilações entre “bom” e “ruim”.

Tabela 3.13 – Evolução do IQA nos corpos receptores – 2012 a 2019

Município	Ponto	IQA							
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ribeirão Preto	PARD02500	63	63	61	61	63	61	62	62
	RIPE04900	36	35	28	32	34	28	30	36
Mogi Mirim	MOGU02160	51	53	55	54	56	52	55	47
	MOGU02200	54	62	69	64	58	63	68	60
Sertãozinho	SETA04600	32	35	38	35	43	39	32	35
Leme	MEIO2900	36	45	30	41	52	48	52	50
Catanduva	SDOM04300	54	47	49	52	51	61	57	56
	SDOM04500	29	26	18	27	37	39	38	29

Legenda:	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
Permanência	79 < IQA ≤ 100	51 < IQA ≤ 79	36 < IQA ≤ 51	19 < IQA ≤ 36	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB, 2013 a 2020

A qualidade “regular” e “ruim” predominante nos corpos d’água receptores podem estar sendo impactados, principalmente, por contribuições de esgoto doméstico e pelas áreas agrícolas em seus entornos. Um outro fator que pode influenciar na qualidade dos corpos hídricos é a baixa disponibilidade hídrica superficial *per capita* em relação à vazão média, considerada crítica em Ribeirão Preto, Sertãozinho e Catanduva (aproximadamente 441, 1.462 e 594 m^3/hab.ano, respectivamente), decorrente do elevado consumo dos recursos hídricos pela população urbana e pela grande quantidade de estabelecimentos industriais e de comércio e serviços (CBH-PARDO, 2020; CBH-MOGI, 2020; CBH-TG, 2020).

É importante destacar que, embora a condição hídrica média das bacias hidrográficas onde os municípios de Ribeirão Preto, Sertãozinho e Catanduva estão inseridos não indique condições de estresse hídrico ou escassez hídrica, constata-se que esses municípios são considerados críticos de acordo com os respectivos relatórios de situação dos recursos hídricos. A falta de conhecimento dessa situação pelos usuários dos recursos hídricos desses municípios pode resultar no desinteresse por ações de conservação do uso da água ou utilização de fontes alternativas de abastecimento, como o reúso da água.

4. SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA DESTINAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS DAS ETES, LICENCIAMENTO E ASPECTOS REGULATÓRIOS

O presente capítulo traz um panorama das soluções técnicas existentes de destinação de efluentes tratados, questões de licenciamento ambiental e aspectos regulatórios associados ao tema.

4.1. Soluções técnicas existentes

Considerando as especificidades deste estudo, foram identificadas as soluções técnicas que melhor se adequassem a realidade dos municípios de interesse, desde que fossem apropriadas e consolidadas na prática da engenharia para a destinação de efluentes tratados de ETEs, bem como as limitações de assimilação dos corpos receptores e demais requisitos ambientais. Dentre as opções existentes, encontram-se:

- Disposição controlada de efluentes no solo e recarga de aquíferos;
- Alagados *"wetlands"* construídos;
- Alteração do ponto de lançamento do efluente tratado;
- Melhoria da qualidade do efluente para lançamento superficial; e
- Reúso da água.

A técnica de disposição controlada de efluentes no solo, ou infiltração, é uma prática comumente adotada por sistemas isolados onde não é possível efetuar o lançamento em corpos hídricos, seja pela distância ou para minimizar os problemas de poluição. Dentre os tipos de infiltrações existentes, destacam-se a infiltração superficial e a injeção em aquíferos.

Já os alagados construídos, ou *wetlands*, são estruturas artificiais, desenvolvidas para o tratamento de efluentes, em regiões nas quais não existam alagados naturais adequados, sendo aspecto mais relevante a consideração de sua capacidade de atenuação da carga de poluição de sistemas tradicionais de tratamento de efluentes, principalmente domésticos. Esta técnica é mais adequada ao tratamento de efluentes de pequenas comunidades, requerendo uma área para tratamento entre 4.277 m² e 26.730 m² para uma vazão de esgoto de 1.000 m³/d.

A alteração do ponto de lançamento se mostra viável em dois tipos de situação: (i) quando há confluência próxima, a jusante do atual lançamento, com um corpo hídrico de maior vazão e com capacidade de assimilação suficiente; e (ii) quando o lançamento ocorre em ambiente lêntico ou tributário próximo de ambiente lêntico. A construção de emissário para lançamento em ponto onde a capacidade de assimilação e/ou as condições autodepurativas do corpo hídrico são mais favoráveis, permitem a manutenção do enquadramento dos corpos hídricos sem a necessidade de aplicação de tratamento terciário. Por outro lado, a construção de emissário pode incorrer em custos elevados que, em muitos casos, podem superar aqueles necessários para a implantação de estruturas complementares de tratamento.

A melhoria da qualidade do lançamento superficial vem sendo aplicada em alguns municípios do estado de São Paulo, nos casos em que tratamento secundário convencional não atinge a eficiência necessária para manutenção de enquadramento dos corpos hídricos receptores. É uma solução que requer o emprego de tecnologias mais eficientes em comparação aos sistemas secundários convencionais, o que está diretamente associado aos custos envolvidos. Em teoria, qualquer contaminante pode ser removido do esgoto, mas os investimentos e custos de operação podem ser maiores conforme o grau de exigência aumenta. Contudo, essa elevação de custo deveria ser comparada com as perdas econômicas e ambientais resultantes do maior nível de poluição dos corpos hídricos receptores, mas na maioria dos casos não é considerada.

Por fim, o reúso de água é classificado por categorias, em que se considera a potabilidade, finalidade, planejamento e arranjo. O reúso não potável direto (RNPD) é a prática mais comum de uso de efluentes. Mesmo que tecnicamente o reúso não pressuponha existência de etapa de tratamento, em quase todos os casos há necessidade de adequação da qualidade do efluente para as aplicações específicas.

Ao destinar água de reúso para atendimento a usos menos nobres, as pressões sobre os mananciais são reduzidas, liberando o uso de suas águas para atendimento a demandas mais nobres, como consumo humano. Isso é especialmente importante em áreas sujeitas a situações de escassez hídrica crônica.

Maiores detalhamentos sobre as soluções técnicas para disposição dos efluentes tratados e as tecnologias de tratamento complementar requeridas por essas soluções podem ser encontrados no Produto 2 (P2).

4.2. Questões de licenciamento e aspectos regulatórios

Em relação às soluções técnicas identificadas para a melhoria da qualidade da água dos corpos receptores, deve-se destacar que a disposição de efluentes no solo, recarga de aquíferos e o uso de alagados (*wetlands*) artificiais apresentam limitações de ordem técnica e legal, conforme já indicado. Do ponto de vista técnico, deve-se considerar que essas opções de disposição de efluente requerem um programa adequado de monitoramento e controle, além do fato de poderem resultar na contaminação de aquíferos subterrâneos, inviabilizando a sua utilização. Para esses casos, é necessário um estudo de impactos ambientais específico, além da necessidade de serem observadas as normas vigentes que tratam desse tema, especificamente, as Resoluções CONAMA nº 420/2009 e nº 396/2008.

No caso específico sobre o reúso da água, as principais legislações que versam sobre o seu licenciamento no estado de São Paulo estão listadas no **Quadro 4.1**, as quais são discutidas na sequência.

Quadro 4.1 – Legislações referentes ao licenciamento de programas de reúso não potável no Estado de São Paulo

Nome	Versa sobre
Lei Estadual nº 997/1976	Licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras
Decreto Estadual nº 8.468/1976	Prevenção e o controle da poluição do meio ambiente
Resolução Conjunta SES/SIMA n°01/2020	Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas.

O licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras no estado de São Paulo é estabelecido pela Lei Estadual n° 997/1976, que considera que os sistemas coletivos de esgotos sanitários são fontes de poluição, incluindo elevatórias, sistemas de tratamento, emissários e disposição final. O Decreto Estadual nº 8.486/1976 determina que sistemas de reúso públicos ou privados são objeto de licenciamento, excetuando-se os unifamiliares.

Dessa forma, a implantação e operação de programas de reúso está submetida à aprovação ambiental por parte da CETESB. A Resolução Conjunta SES/SIMA n° 01/2020 ainda determina casos em que o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e a Vigilância Sanitária também devem se manifestar.

A necessidade de manifestação de, ao menos, três autoridades estaduais para aprovação da implantação de programas de reúso pode se apresentar como um entrave aos municípios solicitantes. Além disso, no caso de municípios que realizam captações e lançamentos em corpos hídricos de domínio da União, como é o caso do Rio Grande, as tratativas sobre concessão de outorgas envolvem também a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

As soluções técnicas apresentadas no item anterior atendem aos requisitos de tratamento mínimo estipulados pela Resolução Conjunta SES/SIMA n° 01/2020, a qual estabelece filtração seguida de desinfecção como o mínimo para produção de água de reúso, independentemente do tipo de processo de tratamento secundário. Além disso, são capazes de produzir água de reúso compatível com o padrão de qualidade da resolução e de normas e diretrizes nacionais e internacionais.

A CETESB, por meio de suas agências ambientais, tem como uma de suas funções controlar atividades potencialmente poluidoras. No caso de reúso para finalidades como irrigação paisagística e agrícola, há riscos ambientais e potencial de poluição do solo e de águas subterrâneas que justificam a necessidade de aprovação pela companhia. No entanto, o reúso para usos em edificações (como descargas em bacias sanitárias, lavagens) e de determinados usos urbanos não possuem interações diretas com o meio ambiente, cabendo a órgãos como Vigilância Sanitária se manifestar sobre a implantação e operação dos sistemas de reúso.

O município de Catanduva, por exemplo, teve o seu pedido de licenciamento para utilização da água de reúso para atendimento a fins urbanos não potáveis recusado pela CETESB, dado que a ETE Catanduva não possui capacidade de produzir água com

qualidade compatível com os usos pretendidos pelo município (urbano, incluindo irrigação paisagística, e irrigação agrícola), de acordo com os padrões de qualidade da Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01/2020.

De maneira a compreender as eventuais dificuldades para o licenciamento de programas de reúso no estado de São Paulo e nos municípios objetos deste estudo, foi realizada uma interlocução com a equipe técnica da CETESB em 21 de julho de 2021.

Nesta reunião, a CETESB destacou que iniciativas de reúso (para diversos fins), *wetlands* e infiltração são passíveis de licenciamento por parte da companhia ambiental. No caso de reúso não potável, foi relatado que o único uso não potável disciplinado atualmente é o urbano, que está definido na Resolução CNRH nº 54/2005 e regido, no estado de São Paulo, pela Resolução SES/SIMA nº 01/2020. Para os demais usos, as avaliações são realizadas caso a caso e a atuação da CETESB varia de acordo com a modalidade. Entretanto, há mobilizações internas para que haja a elaboração de diretrizes gerais de reúso para contemplar outras modalidades, buscando agilidade e homogeneidade nos procedimentos de licenciamento.

Para os *wetlands*, a CETESB mencionou que, embora tenham sido implementados nas décadas de 1980 e 1990, essas iniciativas não prosperaram no estado de São Paulo, uma vez que há requerimentos exigentes de manutenção para que se obtenha resultados adequados e consistentes a longo prazo, fato este que é visto com reservas pelos técnicos da companhia no que se refere ao licenciamento. Além disso, os *wetlands* necessitam de monitoramento detalhado, pois ocorre interação com solo e água subterrânea, podendo incorrer em contaminações. Assim como os *wetlands*, a técnica de infiltração no solo apresenta as mesmas dificuldades e a sua aplicação em território estadual também não prosperou.

Um outro ponto levantado pela CETESB foi com relação as reduzidas eficiências de tratamento de algumas ETEs do estado, ainda que os esgotos não estivessem provocando o não enquadramento dos corpos hídricos receptores. Desta maneira, foi reforçado o entendimento dos técnicos daquela entidade que era recomendável a busca por maiores eficiências de remoção de DBO (> 95%) e, também, de nutrientes, citando, como exemplo, as iniciativas tomadas na Bacia do PCJ para implantação de sistemas avançados de tratamento.

5. INTERLOCUÇÃO COM OS MUNICÍPIOS

O TR previu duas etapas de interlocução com os municípios. A primeira, para discussão de questões relacionadas às condições de saneamento locais e opções sobre reúso de água, preliminarmente identificadas, e a segunda para apresentação das alternativas definidas e a avaliação conjunta para atuação na viabilização da implantação das alternativas selecionadas em cada um dos municípios.

A rodada inicial de articulação com os municípios foi realizada por meio de reuniões presenciais com representantes das empresas de saneamento de cada cidade. As reuniões ocorreram no mês de outubro/21, conforme apresentado no **Quadro 5.1**.

Quadro 5.1 – Reuniões com os municípios – Primeira Rodada

Município	Data da reunião	Órgãos envolvidos
Mogi Mirim	04/10/21	**SAEE** – Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Mogi Mirim e **SESAMM** – Serviços de Saneamento de Mogi Mirim
Leme	05/10/21	**SAECIL** – Superintendência de Água e Esgoto da Cidade de Leme
Catanduva	18/10/21	**SAEC** – Superintendência de Água e Esgoto de Catanduva
Sertãozinho	19/10/21	**SAEMAS** – Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Meio Ambiente de Sertãozinho
Ribeirão Preto	20/10/21	**DAERP** – Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto

As reuniões tiveram quatro objetivos principais:

1. Apresentar / reforçar o objetivo e o escopo do estudo, homogeneizando o entendimento sobre o que é, quais são os produtos previstos, objetivos almejados e a importância da articulação com os municípios;
2. Apresentar as informações até então coletadas sobre o município, buscando sua validação e complementação, quando necessário;
3. Solicitar apoio em atividades-chave futuras, como indicação de potenciais usuários de água de reúso e de instituições locais, bem como apoio em interlocuções futuras com estes potenciais usuários; e
4. Apresentar as opções previamente elencadas no Produto 2 (P2) para seu refinamento frente às características locais.

As reuniões foram guiadas por eixos temáticos principais para que fosse possível analisar os resultados de forma objetiva, considerando aspectos genéricos e específicos, com a adoção de duas estratégias analíticas: (i) síntese temática, em que as informações levantadas preliminarmente e as obtidas em campo foram organizadas e sintetizadas em 10 temas de interesse julgados como relevantes no escopo deste estudo, sendo apresentadas no **Quadro 5.2** a seguir; (ii) análise semiqualitativa temática, em que foi criada uma matriz e atribuídos valores dentro de uma escala numérica de acordo com critérios derivados na síntese temática, e subsidiou a seleção de alternativas de destinação dos efluentes tratados e estão abordados no **Item 7.1**. A descrição detalhada destas duas estratégias analíticas estão no Produto 3 (P3).

Quadro 5.2 – Síntese temática dos municípios

ID	Assunto	Catanduva	Leme	Mogi Mirim	Ribeirão Preto	Sertãozinho
T1	**Situação atual de esgotamento sanitário (coleta e tratamento) e dos corpos hídricos receptores**	- Os índices de coleta e tratamento de esgotos são próximos a 100%. Todo o esgoto coletado é enviado à ETE para tratamento. - A titularidade dos serviços de esgotamento sanitário é do SAEC, mas a operação da ETE é realizada pela empresa GS Inima. - A ETE Catanduva, ainda que dotada de processo simples (lagoas aeração + decantação), possui alta eficiência de remoção de DBO (~90%). A aeração ocorre por difusores de fundo, o que, em parte, pode explicar sua maior eficiência. - O Rio São Domingos é Classe 4, ou seja, a exigência de tratamento para lançamento é baixa. Há preocupações sobre a alteração do rio para Classe 3, o que pode levar a necessidade de reavaliação dos esgotos industriais recebidos (altas cargas, alta cor)	- Os índices de coleta e tratamento são próximos a 100%, havendo somente poucas áreas rurais não atendidas. - A titularidade e operação dos serviços de esgotamento sanitário é do SAECIL - A ETE possui processo de lagoas aeróbias (aeração superficial) e lagoas de decantação, com eficiência média de DBO de 85%. Há problemas de DBO, fósforo total e coliformes no corpo receptor (Ribeirão do Meio, Classe 2) - Por conta dos lançamentos industriais (melhor descrito em #T2), o SAECIL está planejando a implantação de um sistema de monitoramento de águas, inclusive com plataforma webGIS para acesso público.	- O índice de coleta é de 96%, mas o tratamento ainda é de 65%. Até o final do ano (ampliação da ETE), chegará a 90%. - A titularidade dos serviços de esgotamento sanitário é do SAEE, mas a operação da ETE é terceirizada à SESAMM (GS Inima) - A ETE possui processo de lodos ativados tipo carrossel, com alta eficiência de DBO (~93%) e possibilidade de dosagem de químicos para remoção físico-química de fósforo. - Ainda que nem todo efluente coletado seja tratado (vide #T2), não se verifica interferência negativa no corpo hídrico receptor (Mogi Mirim, Classe 2). O IQA a jusante do lançamento é inclusive melhor que o a montante.	- Os índices de coleta e tratamento são próximos a 100%, havendo somente poucas áreas rurais não atendidas. - A titularidade dos serviços de esgotamento sanitário é do DAERP, mas a operação de ambas as ETEs são terceirizadas à Ambient (GS Inima) - Ambas as ETEs utilizam processo de lodos ativados com eficiências médias de DBO > 95% --- ETE Ribeirão (lodos ativados aeração prolongada): 93% --- ETE Caiçara (lodos ativados tipo carrossel): 97% - O crescimento recente observado na zona sul do município pode levar à necessidade de implantação de uma nova ETE. Ambas as ETEs existentes estão localizadas na porção norte da cidade, o que requereria intervenções complexas nos interceptores atuais, ou sua duplicação.	- Os índices de coleta e tratamento são próximos a 100%, havendo somente poucas áreas rurais não atendidas. - A titularidade e operação dos serviços de esgotamento sanitário é do SAEMAS - A ETE Sertãozinho tem apresentado baixa eficiência de remoção de DBO (<50%) e está passando por alterações. O sistema atual (lagoa anaeróbia + facultativa) será complementado por UASB e lagoa de polimento. A ETE lança seus esgotos no Ribeirão Sertãozinho (Classe 4). - A ETE Cruz das Posses trata os esgotos do distrito com mesmo nome (aprox. 7 mil hab.). SAEMAS não sabia informar as características da ETE. ***NOTA.*** *Ambos os representantes do SAEMAS que receberam a equipe da Cobrape haviam sido empossados recentemente, sem que houvesse a devida transmissão de informações entre as gestões. Dessa forma, os técnicos não tinham conhecimento do estudo em questão, bem como não possuíam as informações e opiniões esperadas, como dados da infraestrutura de esgotamento sanitário, informações sobre abastecimento de água e escassez hídrica e percepção sobre viabilidade de reúso no município. Dessa forma, os dados obtidos em campo foram limitados, em comparação com os demais municípios.*
T2	**Peculiaridades de relevância sobre as ETEs: qualidade, vazões, prestação de serviços, problemas operacionais etc.**	- Por ser um sistema relativamente recente, ainda não houve retirada de lodo das lagoas de decantação da ETE. Segundo SAEC, essa operação será necessária em breve. Por isso, está havendo mobilização para implantação de sistema provisório de deságue de lodo por bags. - O esgoto afluente à ETE possui alta cor em razão dos efluentes industriais da Cocam (café solúvel). O tratamento secundário não tem capacidade de remoção de cor, e por isso o efluente tratado ainda mantém cor elevada. Isso, segundo SAEC, pode ser um problema para reúso ou caso o Rio São Domingos passe à Classe 3. - Houve somente uma notificação de CETESB, referente à geração de espuma. Por conta disso, foi implantado sistema de dosagem de antiespumante a jusante da escada de aeração. - No PMSB consta que há duas futuras etapas de implantação da ETE. --- A etapa 2 se refere à execução de sistema de desidratação de lodo por centrífuga (*decanters*), o qual está sendo adiado para o futuro. O supracitado uso de bags é uma alternativa provisória. --- A etapa 3 se refere à conversão do sistema a lodos ativados (implantação de decantadores secundários e recirculação de lodo) e cloração/decloração. Segundo SAEC, isso será executado somente caso haja necessidade de melhoria no tratamento (p.e., corpo receptor passa de Classe 4 para Classe 3) ou aumento muito expressivo de carga afluente	- Já houve notificação da CETESB quanto à necessidade de tratamento terciário para desinfecção. O sistema de dosagem e mistura (câmara de contato com chicanas) de cloro teve Capex estimado em R$1,5 mi, com Opex de R$250 mil/ano. Esses valores são considerados altos pelo SAECIL - Houve também envolvimento do MP em questões relacionadas à qualidade. Um dos aeradores superficiais se desprendeu e caiu sobre a manta de impermeabilização, havendo necessidade de parada de uma das lagoas. Nesse ínterim, houve queda relevante de eficiência da ETE. - A ETE possui capacidade teórica para 450 L/s, mas só recebe 300 L/s atualmente. Contudo, no supracitado evento de parada de uma das lagoas, a eficiência reduziu-se para abaixo de 80% (abaixo da eficiência mínima do Decreto Estadual 8.468/76), sendo que a desativação de uma lagoa reduz a capacidade de 450 L/s para 300 L/s. Isso levanta a hipótese de que a ETE foi subdimensionada ou que alguma característica do esgoto efluente compromete a tratabilidade. - Suspeita-se que o efluente industrial da Newage (bebidas) possa estar reduzindo a tratabilidade do esgoto, seja por despejos não informados ou características de toxicidade não identificadas até o presente. - A presença de sulfetos nos lançamentos industriais é também uma preocupação, dado que pode comprometer a integridade da tubulação (tubo de concreto armado) que leva as águas do córrego Serelepe até a ETE - O SAECIL vem se planejando para incrementar a capacidade de carga da ETE, dada a suspeita de que ela não atenderá à demanda futura. - A infiltração de água na rede de coleta e a existência de imóveis com soleira negativa (que lançam água pluvial na rede de esgotos) resulta em vazões afluentes à ETE excessivas em períodos chuvosos. Nesses eventos, a extravasão ocorre da EEEB (estação elevatória de esgoto bruto) a montante da ETE. Essa extravasão está licenciada pela CETESB	- Como o índice de coleta é superior ao de tratamento (vide #T1), a ETE não possui capacidade para tratar toda a vazão coletada. Atualmente, todo o esgoto é encaminhado à área da ETE, havendo necessidade de by-pass do excedente e lançamento juntamente com o tratado no ponto outorgado. Vale ressaltar que os dados de qualidade disponibilizados se referem ao esgoto tratado, que é diferente do efetivamente lançado. - A ETE está sendo ampliada de 150 L/s para 225 L/s. No final de plano, a ETE terá capacidade de 400 L/s.	- Já houve a realização de testes em unidades piloto para verificação de implantação de membranas de UF (ultrafiltração) para remoção adicional de sólidos suspensos e turbidez. O DAERP não tinha informações dos resultados desses estudos. - Não há histórico de notificações da CETESB quanto aos efluentes lançados.	- SAEMAS possuía poucas informações sobre a ETE Sertãozinho, não sendo possível obter informações adicionais

ID	Assunto	Catanduva	Leme	Mogi Mirim	Ribeirão Preto	Sertãozinho
T3	**Escassez hídrica, eventos de desabastecimento e racionamento de água: situação atual e projeção futura**	- Todo o município é abastecido por manancial subterrâneo. Há 69 poços no total. As captações do aquífero Guarani têm produtividade média > 230 m³/h, enquanto as do Bauru produzem entre 10~18 m³/h. - Vê-se tendência de redução de produtividade dos poços nos últimos anos. As reclamações de "cloro na água" por parte da população têm aumentado, o que na realidade se referem à microbolhas resultantes da cavitação na sucção, o que, por sua vez, ocorre em razão do rebaixamento do nível da água subterrânea. Houve eventos de desabastecimento de alguns bairros recentemente, principalmente os localizados na porção oeste do município. - Ainda assim, o SAEC acredita que prevalece entre a população a ideia de "abundância de água", o que destoa da tendência observada.	- Não foram relatadas questões de escassez hídrica - Citou-se o programa de detecção e redução de perdas na distribuição. Atualmente as perdas (totais) estão na faixa de 40%, sendo que já chegaram a 60%	- A situação atual de disponibilidade hídrica é boa. A barragem da represa de abastecimento está a 51%, valor superior à média do estado de São Paulo. - Houve discussões passadas sobre o ingresso de Mogi Mirim na Região Metropolitana de Campinas, o que não se efetivou. Isso levaria à possibilidade de transposição das águas do Mogi Guaçu ao PCJ e, possivelmente, ao Cantareira.	- O município é abastecido exclusivamente por mananciais subterrâneos. São 120 poços que extraem água do aquífero Guarani. - O plano de bacias determinou que em determinadas zonas não é possível solicitar novas perfurações ou incremento da vazão outorgada dos poços. São permitidas perfurações somente em substituição aos poços existentes, mantendo-se a vazão concedida. Isso se deve a reservas quanto à capacidade de recarga do aquífero Guarani, a qual ainda não é compreendida - Frente a essa limitação e à projeção futura de maior demanda de água, o DAERP planeja iniciar captação superficial das águas do Rio Pardo (Classe 2). Juntamente com outras intervenções já planejadas (integração da malha de distribuição de água de poço e implantação de reservatório de montante), o município terá maior resiliência hídrica e flexibilidade de uso de fontes.	- O município é abastecido exclusivamente por água subterrânea. Segundo o SAEMAS, não há problemas de produtividade dos poços
T4	**Nível de articulação / interesse atual em reúso. Como tema de reúso vem sendo discutido e planejado, inclusive em outras esferas (na própria companhia/autarquia, secretarias, sociedade civil etc.)**	- O tema do reúso para fins não potáveis foi aventado em 2017, frente à concomitância entre redução de produtividade dos poços e expansão de novos loteamentos. A concessionária disponibilizou volumes relevantes de água potável (via caminhão-pipa) para usos pouco nobres como abatimento de poeira em terraplanagem. Isso despertou o SAEC para a possibilidade de reúso - Em meados de 2019 houve iniciativas incipientes de planejamento de reúso para suprimento da Usina São Domingos, localizada próxima à ETE. No entanto, o advento da pandemia, juntamente com a necessidade de implantação de sistema terciário para produção de água de reúso (conforme Resolução SES/SIMA n°01/2020 e solicitado pela CETESB) colaboraram para não prosseguimento	- Não houve articulações de notabilidade sobre o tema - Segundo o SAECIL, a emergência de problemas mais elementares, como a capacidade e eficiência da ETE e lançamentos industriais potencialmente deletérios, têm sido priorizados, não havendo condições favoráveis para planejamento de iniciativas de reúso, consideradas menos urgentes	- Além da experiência de reúso na ETE (vide #T5), não houve outras mobilizações de relevância sobre o tema - A Eaton, indústria de transmissões e embreagens, já procurou o SAEE para averiguar disponibilidade de fornecimento de água de reúso. No entanto, as negociações não avançaram em função de questões relacionadas ao licenciamento/qualidade (vide #T6). Sabe-se que a Eaton buscou outras soluções de fontes alternativas para redução do uso de água potável.	- O reúso está na "pauta do dia", sendo um tema considerado relevante não só pelo DAERP, mas também por outros órgãos do serviço público e por entidades da sociedade civil - Há alguns anos, a Ambient estudou a possibilidade de abastecimento do distrito industrial (Distrito Empresarial Pref. Luiz Roberto Jabali) com água de reúso da ETE Ribeirão via adutora. Segundo DAERP, não houve avanços nesse estudo. - Ainda não houve ações efetivas no planejamento de reúso, a não ser as internas nas próprias ETEs (vide #T5). - Segundo o DAERP, há expectativa de que os produtos deste estudo possam auxiliar a estrutura de futuras iniciativas de reúso	- Não há conhecimento de mobilizações sobre o tema no município. Gestões passadas serão consultadas para obtenção de informações.
T5	**Experiências de reúso já realizadas no município, inclusive por agentes privados**	- Não há conhecimento	- Não há conhecimento	- Reúso interno na ETE Mogi Mirim, operada pela SESAMM. -- O reúso deu início por conta da alta qualidade do efluente tratado e pelas altas concentrações de flúor na água de poço anteriormente utilizada. Atualmente, 92% das demandas internas da ETE são supridas por reúso. --- O efluente tratado é usado diretamente após o tanque de contato de cloro, sem etapa de polimento antes do reúso. --- Os usos atuais são de irrigação (área reflorestada) e preparo de polímero para deságue de lodo - Reúso interno na indústria Mars. Não foram dadas informações sobre o assunto, somente de que há emprego de osmose reversa (OR) e de que o concentrado (rejeito da OR) é lançado na rede de coleta	- Reúso interno na ETE Ribeirão, operada pela Ambient -- O DAERP não possui informações detalhadas sobre o reúso na ETE Ribeirão. --- Apesar disso, DAERP afirmou que a ETE Ribeirão tem capacidade de fornecer, atualmente, 36 m³/h de água de reúso, sendo necessário que o usuário interessado disponibilize caminhão-pipa para transporte da água. DAERP e Ambient pretendem iniciar a comercialização de água de reúso já em 2022, por enquanto com distribuição por caminhão-pipa. --- Sabe-se que há desvio de parte do efluente secundário para produção de água de reúso. O polimento é apenas com cloração (NaClO, hipoclorito de sódio). Os usos supridos são de lavagens e preparo de polímeros (PAC) para deságue do lodo - Reúso interno na ETE Caiçara, operada pela Ambient -- O DAERP não possui informações detalhadas sobre o reúso na ETE Caiçara. --- Sabe-se que há desvio de parte do efluente secundário para produção de água de reúso. O polimento é apenas com cloração (NaClO). Os usos supridos são de lavagens e preparo de polímeros (PAC) para deságue do lodo.	- Não há conhecimento

ID	Assunto	Catanduva	Leme	Mogi Mirim	Ribeirão Preto	Sertãozinho
T6	**Possíveis limitações para a implantação e operação de programas de reúso**	- Alta cor do efluente tratado (vide #T2) - Baixa celeridade na resolução de problemas técnicos da empresa, dado que os mais simples, como trocas de componentes, requerem licitação	- Falta de interesse da população, dado que a percepção geral é de abundância de oferta de água - A água é extremamente barata, dado que há disponibilidade de água superficial para captação, especialmente do Rio Mogi Guaçu - Há problemas de pagamento de fatura pela aquisição de água potável, o que pode vir a ocorrer também no caso de água de reúso - Algumas das empresas que são potenciais clientes de água são as que realizam supostos lançamentos indevidos de efluentes na rede de coleta, o que gera desgaste na relação entre as indústrias e o SAECIL	- O tratamento de esgotos é terceirizado (operado pela SESAMM). Arranjos específicos, como compartilhamento de investimentos e divisão de lucro da comercialização de água de reúso, não foram previstos no contrato vigente, havendo necessidade de verificação de necessidades de revisões para viabilização. - Alegação de que as exigências de qualidade da Resolução SES/SIMA n°01/2020 incorrem em altos custos e tornam o Opex impeditivo. Isso especialmente no caso de análises microbiológicos (*Cryptosporidium* e *Giardia*), dados que as análises são custosas e realizadas por poucos laboratórios.	- Por ser uma cidade de porte muito maior em comparação às demais, alguns problemas sociais são mais evidentes em Ribeirão Preto. Uma delas é a existência de assentamentos precários não regularizados (estimativa de 50 mil pessoas em tal condição), em que é frequente a execução ligações irregulares para captação de água da rede. Em relação à programas de reúso com adutoras, o DAERP tem a preocupação da possibilidade de extrações ilegais da rede não potável, um contratempo que envolve os setores de habitação, saúde pública e saneamento. - A tarifa de água do DAERP é baixa, o que não incentiva os usuários a buscar alternativas - A extração de água subterrânea é barata e a água da região é de alta qualidade. No entanto hoje há limitações na perfuração de novos poços (vide #T3), o que pode criar cenários mais favoráveis ao reúso num futuro próximo	- Falta de interesse da população, dado que a percepção geral é de abundância de oferta de água - A água é extremamente barata, dado que há disponibilidade de extração de água subterrânea.
T7	**Tipos de reúso vistos como mais promissores**	- Fins urbanos / construção civil: abatimento de poeira em terraplanagem, limpezas e desobstrução de tubulações e galerias - Irrigação agrícola: presença de usuários irrigantes (cana, limão e laranja) nas proximidades da ETE. Destaque à Usina São Domingos e à COFCO - Combate a incêndio: incidência crescente de incêndios na região e necessidade de uso de água potável ***OBSERVAÇÃO.*** *Segundo o SAEC, os usos industriais podem ser limitados por conta do problema de cor (vide #T2)*	- Reúso industrial: indústrias localizadas na bacia do córrego Serelepe	- Reúso industrial, com destaque às empresas no Distrito Industrial I e Distrito Industrial II - Reúso comercial: Data Center Itaú – usos para sistemas de resfriamento	- Reúso industrial, com destaque às empresas no Distrito Empresarial Pref. Luiz Roberto Jabali, próximo à ETE Ribeirão.	- Reúso industrial, dado que o município possui prevalência do setor industrial entre suas atividades econômicas
T8	**Potenciais usuários de água de reúso**	- Usina São Domingos e COFCO - Lista com identificação e características dos usuários será submetida pelo município*	- Newage (indústria de bebidas) - Lista com identificação e características dos usuários será submetida pelo município*	- Indústrias do Distrito Industrial I - Indústrias no Distrito Industrial II, com destaque à Eaton - Data Center Itaú, localizado no Distrito Industrial II - Lista com identificação e características dos usuários será submetida pelo município*	- Indústrias do Distrito Empresarial Pref. Luiz Roberto Jabali, próximo à ETE Ribeirão. - Lista com identificação e características dos usuários será submetida pelo município*	- Lista com identificação e características dos usuários será submetida pelo município*
T9	**Instituições que podem intermediar a articulação**	- Município não soube informar	- ACIL – Associação Comercial, Industrial e Agrícola de Leme	- Município não soube informar	- ACIRP - Associação Comercial e Industrial de Ribeirão Preto	- Município não soube informar
T10	**Como as informações levantadas influenciam nas alternativas previamente levantadas**	- A melhoria da qualidade (tratamento terciário) para lançamento possui pouca aderência à realidade, dado que o corpo receptor é Classe 4 e não há histórico de notificações da CETESB. - Reúso industrial torna-se pouco viável pela alta cor do efluente, a qual se deve a efluentes industriais tratados na ETE. - Há potencial de usos para irrigação por conta das existências de usuários irrigantes (limão, laranja e cana) nas proximidades da ETE. - Foram elencados outros potenciais usos que podem ser abastecidos por água de reúso, como fins urbanos / construção civil e combate a incêndio, os quais não haviam sido previamente considerados. - O reúso potável indireto previamente elencado (lançamento superficial a montante da captação) não é possível, dado que a cidade é abastecida exclusivamente por mananciais subterrâneos.	- A ETE Leme possui problemas de desempenho, suscitando dúvidas sobre sua real capacidade de tratamento. Além disso, supostos lançamentos industriais fora do padrão podem estar comprometendo a tratabilidade do esgoto afluente. O lançamento leva a inconformidades de P_{total}, *E. coli* e DBO no corpo receptor (Ribeirão do Meio, Classe 2), havendo histórico de notificação da CETESB quando à presença de indicadores microbiológicos. Frente a esses temas, o foco de atuação do SAECIL tem sido a resolução de problemas imediatos, com poucas oportunidades para discussão e planejamento de assuntos considerados menos urgentes, como reúso. - O reúso industrial foi apontado como o mais viável, dado que há relevante concentração de indústrias na bacia do córrego Serelepe. - Reúso para fins irrigação não foi considerado promissor.	- A ETE Mogi Morim entrega efluente com alta qualidade, contando inclusive com possibilidade de remoção físico-química de fósforo, não havendo necessidade de melhoria da qualidade para lançamento. Ainda que hoje parte do efluente seja lançado *in natura* juntamente com o tratado, até o final deste ano (2021) a expansão da ETE irá garantir 90% de tratamento. - A ETE Mogi Mirim já realiza reúso interno, mas dificuldades referentes à necessidade de tratamento terciário e monitoramento da qualidade (conforme Resolução SES/SIMA n°01/20) são entraves à possibilidade de comercialização da água de reúso. - Há forte presença industrial na cidade nos Distritos Industriais I e II. Uma indústria (Eaton) inclusive já procurou o SAEE para verificação de disponibilidade de água de reúso - Foi levantada a possibilidade de reúso para fins comerciais, essencialmente por conta do Data Center do Itaú, localizado no Distrito Industrial II - Reúso para fins de irrigação não foi apontado como promissor	- As ETEs Ribeirão e Caiçara possuem alta eficiência e não há histórico de notificações por conta da CETESB para necessidade de melhoria da qualidade. - Reúso para fins industriais (Centro Empresarial Pref. Luiz Roberto Jabali) foi apontado como o mais promissor, já tendo sido, inclusive, objeto de discussão preliminar pela Ambient - O reúso potável indireto previamente elencado (lançamento superficial a montante da captação) não é possível, dado que a cidade é abastecida exclusivamente por mananciais subterrâneos. A possibilidade de recarga do aquífero Guarani em zonas de afloramento, configurando reúso potável indireto, foi considerada uma possibilidade, ainda que se tenha conhecimento da complexidade da iniciativa, principalmente por conta da falta de compreensão plena do comportamento do aquífero - Reúso para fins de irrigação não foi apontado como promissor	- A ETE Sertãozinho possui baixa eficiência e está passando por adaptações. Ao mesmo tempo, o corpo receptor (Ribeirão Sertãozinho) é Classe 4, o que não estimula a adoção de processos com maior eficiência. Pelas informações disponíveis, a adaptação em curso consiste em implantação de UASB e lagoa de polimento, processos com eficiência limitada de remoção de DBO e de nutrientes. - O reúso industrial foi apontado como o mais promissor, dada a vocação industrial do município. - Reúso para fins de irrigação não foi apontado como promissor - O reúso potável indireto previamente elencado (lançamento superficial a montante da captação) não é possível, dado que a cidade é abastecida exclusivamente por mananciais subterrâneos.

* Informação solicitada, porém ainda não informada pelo município.

A segunda rodada de interlocução com os municípios foi realizada entre os dias 26 e 27 de janeiro de 2022 (**Quadro 5.3**), de forma virtual, com os representantes das empresas de saneamento de cada cidade, objetivando apresentar os resultados deste estudo e captar suas impressões. Dos cinco municípios, apenas Sertãozinho não respondeu às inúmeras solicitações de agendamento de reunião, não sendo possível a realização do encontro.

Quadro 5.3 – Reuniões com os municípios – Segunda Rodada

Município	Data da reunião	Órgãos envolvidos
Ribeirão Preto	27/01/22	**DAERP** – Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto
Mogi Mirim	26/01/22	**SAEE** – Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Mogi Mirim e **SESAMM** – Serviços de Saneamento de Mogi Mirim
Sertãozinho	-	**SAEMAS** – Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Meio Ambiente de Sertãozinho
Leme	26/01/22	**SAECIL** – Superintendência de Água e Esgoto da Cidade de Leme
Catanduva	27/01/22	**SAEC** – Superintendência de Água e Esgoto de Catanduva

Em linhas gerais, os municípios reagiram de formas distintas aos resultados apresentados, alguns deles com reações eminentemente positivas e outros demonstrando pouco interesse ou levantando divergências em relação a determinadas decisões tomadas no decorrer do estudo.

Catanduva e Mogi Mirim demonstraram postura bastante receptiva ao estudo e aos resultados obtidos, posicionando-os como um importante marco para compreensão do potencial de reúso e importante instrumento para a futura viabilização da prática.

Leme expressou poucas opiniões sobre os resultados, limitando-se a evidenciar que os custos estimados são demasiadamente altos para o município e excedem sua capacidade atual de investimento.

Ribeirão Preto demonstrou frustração em relação à ausência de dados sobre os potenciais usuários e a baixa adesão das indústrias. Havia grande expectativa na obtenção de tais informações, que seriam importantes para as iniciativas próprias de planejamento de reúso do município.

Os participantes foram estimulados também a expressarem suas opiniões sobre temas e lacunas relacionadas à viabilização de reúso, do que surgiram assuntos como: (i) a necessidade de incentivos fiscais e demais estímulos à prática de reúso por parte do governo federal, dado que raramente os usuários irão espontaneamente se interessar por água de reúso; (ii) necessidade de pesquisas de mercados aprofundadas para detecção, caracterização e compreensão da realidade dos potenciais usuários de água de reúso; (iii) campanhas de conscientização / convencimento dos usuários em relação à prática de reúso, reduzindo a resistência cultural em relação ao tema.

O **Quadro 5.4** apresenta uma síntese das opiniões colhidas durante as reuniões, apresentando pontos percebidos como negativos e positivos na visão dos municípios, bem como os temas de relevância para viabilização de reúso.

Quadro 5.4 – Resumo das impressões colhidas nas reuniões de retorno junto aos municípios

Município	Ponto(s) negativo(s) do estudo e/ou dos resultados obtidos	Ponto(s) positivo(s) do estudo/ou dos resultados obtidos	Temas de relevância para viabilização de reúso no município
Ribeirão Preto	- Havia grande expectativa sobre a pesquisa junto aos potenciais usuários de água de reúso, dado que forneceria dados valiosos para o DAERP - O padrão de qualidade adotado (C3) é muito mais exigente do que o município pretende utilizar para produção de água de reúso (Resolução Conjunta SES/SIMA n°01/2020) - Não foi abordada a distribuição "a granel" de água reúso, ou seja, por caminhão-pipa	- A parte dos custos é interessante para debate do reúso	- É necessária ação no nível federal, principalmente pela ANA, dadas suas novas atribuições pelo Marco Legal do Saneamento - Há necessidade de maiores incentivos à prática, como incentivos fiscais - Necessidade de pesquisas profundas de mercados para compreensão detalhada dos potenciais usuários de água de reúso
Mogi Mirim	- O usuário escolhido está muito distante da ETE, o que levou a custos com adução muito elevados. Vale notar, no entanto, que não havia usuários em condições mais favoráveis.	- Estimativa de custos tem grande importância para discussão sobre reúso - Plano Diretor Municipal está em revisão e o estudo é oportuno para debate de diversificação de fontes e orientação do plano no sentido de alocação de potenciais usuários nas proximidades da ETE	- Necessidade de trabalho junto aos potenciais usuários para reduzir a resistência ao reúso - Necessidade de adequação do plano diretor municipal, de modo que sejam reservadas áreas próximas à ETE a usuários industriais com potencial de aquisição de água de reúso
Sertãozinho	*Não houve reunião*		
Leme	- Custos excessivamente altos, com destaque aos de adução de água de reúso	- A parte dos custos é interessante para debate do reúso	-
Catanduva	-	- Estudo é muito bem-vindo e será uma referência no debate sobre reúso no município - Exemplo concreto de arranjo de distribuição foi muito oportuno, dado que se trata de um usuário irrigante e localizado em cota elevada, de onde a água de reúso poderia ser distribuída para outros possíveis usuários - Custos são relativamente baixos, o que resulta em maior atratividade	- Necessidade de iniciativas como selo verde para incentivo à prática de reúso - Há necessidade de maiores incentivos à prática, como incentivos fiscais - O SAEC possui baixa celeridade na resolução de alguns problemas, o que pode comprometer a confiabilidade no fornecimento de água de reúso - Há relação de desconfiança por parte dos usuários da qualidade do serviço prestado por agentes públicos, o que configura barreira adicional à comercialização de água de reúso

6. CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO

Este capítulo visa apresentar as principais atividades desenvolvidas nos municípios de interesse deste estudo; seguidas da definição dos potenciais usuários de reúso retratado pelo mapeamento realizado, e da interlocução com os potenciais usuários e seu resultado, caracterizando dessa forma, o potencial de reúso.

6.1. Principais atividades desenvolvidas

Com base nas informações do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios, em quatro dos cinco municípios estudados, destacam-se as atividades indústrias do ramo alimentício. Mogi Mirim é o município que apresenta menor participação no PIB relacionada a este segmento.

No setor agrícola, há predominância do cultivo de cana-de-açúcar, atividade geralmente relacionada à produção de açúcar e de etanol, com destaque para os municípios de Ribeirão Preto e Sertãozinho.

No caso da atividade pecuária, observa-se um predomínio na criação de galináceos, com exceção do município de Sertãozinho, em que há predominância da criação de bovinos.

Com base nas informações levantadas, pôde-se concluir que o potencial de reúso agrícola nos municípios contemplados é limitado, principalmente pelos tipos predominantes de culturas cultivadas, que, na maioria dos casos, ocorre sem a utilização de irrigação.

Em relação aos processos industriais, as maiores demandas de água ocorrem para operações relacionadas ao processamento da cana-de-açúcar e de aves. Esses segmentos industriais apresentam elevado potencial de reúso, principalmente o de processamento da cana-de-açúcar, especificamente em operações de troca térmica e operações de limpeza. Ressalta-se apenas que, para determinados usos, os padrões de qualidade podem ser mais rigorosos, exigindo a adoção de técnicas de tratamento específicas.

Por fim, considerando-se o nível de urbanização dos municípios, a utilização de técnicas avançadas de tratamento dos efluentes pode possibilitar a implantação de programas de reúso não potável, para atendimento de demandas menos restritivas, ou então, reúso potável indireto ou direto, sendo uma opção para todos os municípios contemplados.

6.2. Mapeamento georreferenciado do potencial de reúso

A metodologia desenvolvida, para o mapeamento do potencial de reúso, foi baseada na definição de uma área de atendimento para cada ETE estudada, delimitada por meio de uma circunferência com centro a partir da localização de cada ETE de forma a abranger o município estudado integralmente.

Internamente à essas áreas definidas pelas circunferências, foram selecionados os maiores usuários de água (industriais e agrícolas), considerando as outorgas de captação superiores a vazão mínima correspondente a 10% da vazão efluente de cada

ETE. Com exceção para a ETE Ribeirão, tendo em vista a sua elevada vazão, a vazão mínima considerada foi 2%.

Além desse critério de seleção, foram mapeadas as indústrias e os distritos industriais apontados nas videoconferências realizadas nos municípios, referente ao reúso na bacia do Rio Grande, como potenciais usuários dos efluentes das ETEs.

Na sequência são apresentados os mapeamentos com a identificação dos potenciais usuários que possam ter interesse na utilização de água de reúso, com base nos critérios apresentados anteriormente.

ID	Usuário	Demanda	Finalidade	Vazão l/s	Área de Abrangência	Fonte
1	DELOS DESTILARIA LOPES DA SILVA LTDA	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	33,333	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
2	BIOSEV BIOENERGIA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	259,259	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
3	USINA CAROLO S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	26,157	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
4	USINA CAROLO S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	46,296	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
5	HUDTELFA TEXTILE TECHNOLOGY LTDA	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	38,889	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
6	PEDRA AGROINDUSTRIAL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	48,924	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
7	CPFL BIO PEDRA LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	45,833	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
8	PEDRA AGROINDUSTRIAL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	34,722	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
9	BAVARIA S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	41,667	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
10	BAVARIA S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	34,722	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
11	RIO DE JANEIRO REFRESCOS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	22,917	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
12	RIO DE JANEIRO REFRESCOS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	53,241	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
13	DESTILARIA PIGNATA LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	97,222	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
14	USINA SANTO ANTONIO S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	55,556	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
15	CENTRAL ENERG RIBEIRAO PRETO ACUCAR E ALCOOL LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	34,722	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
16	CENTRAL ENERG RIBEIRAO PRETO ACUCAR E ALCOOL LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	27,778	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
17	COMPANHIA ALBERTINA MERCANTIL E INDUSTRIAL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	111,111	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
18	COMPANHIA ALBERTINA MERCANTIL E INDUSTRIAL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	125,000	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
19	COMPANHIA ALBERTINA MERCANTIL E INDUSTRIAL	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	21,991	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
20	BIOSEV BIOENERGIA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDÚSTRIA	416,667	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
21	ARTHUR CHIAROTTO PENTEADO	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	26,985	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
22	HANSKARL KIRFEL	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	26,042	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
23	ITOGRASS AGRICOLA ALTA MOGIANA LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	30,556	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
24	ITOGRASS AGRICOLA ALTA MOGIANA LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	23,333	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
25	REGINA MARIA PUPIN DE SOUSA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	28,564	Ribeirão Preto	DAEE, 2017
26	DABI ATLANTE S.A. INDUSTRIAS MEDICO ODONTOLOGICA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,694	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
27	CAFE UTAM S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,170	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
28	BEERTECH BEBIDAS E COMESTIVEIS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	2,593	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
29	RIBERAO FACTORY COZINHA INDUSTRIAL LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,472	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
30	SANTA CLARA IND DE PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,278	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
31	EUROFARMA LABORATORIOS S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	7,407	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
32	EUROFARMA LABORATORIOS S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	5,617	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
33	ZAMI AUTOMACAO MANUTENCAO IND COM DE VALVULAS LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,667	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
34	JP INDUSTRIA FARMACEUTICA S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	5,556	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
35	INDUSTRIA DE PRODUTOS ALIMENTICIOS CORY LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,262	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
36	BETUNEL INDUSTRIA E COMERCIO S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,776	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
37	DISTRIBUIDORA DE VIDROS BESCHIZZA LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,231	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
38	BRASCOPPER CBC BRASILEIRA DE CONDUTORES LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,271	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
39	INDUSTRIA DE SABONETES NM LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	1,324	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
40	LEAO ENGENHARIA S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	3,858	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
41	AGRICHEM DO BRASIL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,519	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
42	NESTLE NORDESTE ALIMENTOS E BEBIDAS LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	9,536	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
43	NESTLE NORDESTE ALIMENTOS E BEBIDAS LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,880	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
44	RIBERBALL MERCANTIL E INDUSTRIAL LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,463	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
45	SANTA HELENA INDUSTRIA DE ALIMENTOS S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	2,804	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
46	INVERSORA METALURGICA MERCANTIL INDUSTRIAL LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,617	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
47	J. FREITAS PECAS E EQUIPAMENTOS IND. LTDA. - ME	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,068	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
48	SR LIMA PAPEIS FINOS EIRELI - ME	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,174	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
49	TA - ITINTAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,093	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
50	CAMPOS & CORO LTDA - EPP	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,065	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017
51	NOVO TEMPO VIDROS E CRISTAIS TEMPERADOS LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDÚSTRIA	0,231	Distrito Industrial de Ribeirão Preto	DAEE, 2017

Legenda

- Sedes Municipais
- ETEs
- Hidrografia
- Área de Abrangência
- Limite Municipal

Tipo de Captação

- Captação Subterrânea
- Captação Superficial

Pontos de Captação

- Indústria
- Rural

GO, MG, MS, SP, RJ, PR, SC — Bacia do Rio Grande

Título:

Mapa 6.1 - Potenciais Usuários de Água de Reúso - Ribeirão Preto

Contratante: IICA — PCT BRA/IICA/18/001

Apoio: ANA

Executor: cobrape

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Folha 1/1

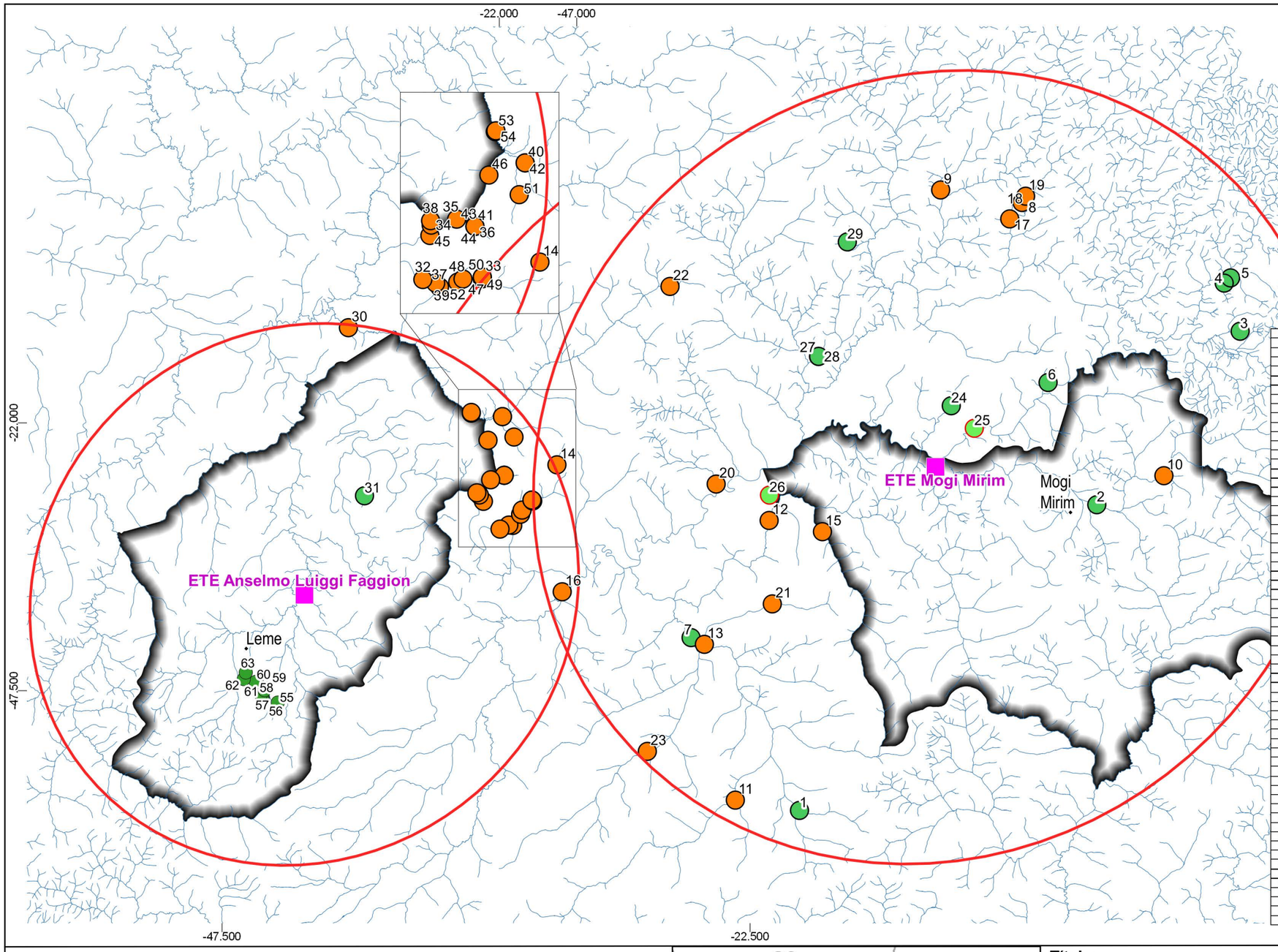
Tamanho: A3

Fonte:
ETEs - Atlas Esgoto, 2019; Sedes Municipais- IGC, 2010; Hidrografia - ANA, 2017; Área de Abrangência - COBRAPE, 2021; Limite Municipal - SMA/CPLA/DIA, 2010; Captações - DAEE, 2017.

N

0 2.5 5 km

IICA_MAP_R406_001_V0



ID	Usuário	Demanda	Finalidade	Vazão l/s	Área de Abrangência	Fonte
1	LOUIS DREYFUS COMMODITIES AGROINDUSTRIAL S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	16,400	Mogi Mirim	DAEE, 2017
2	SULAMERICANA INDUSTRIAL LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	23,611	Mogi Mirim	DAEE, 2017
3	IMBIL INDUSTRIA E MANUTENCAO DE BOMBAS ITA LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	57,871	Mogi Mirim	DAEE, 2017
4	VIRGOLINO DE OLIVEIRA S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	83,333	Mogi Mirim	DAEE, 2017
5	VIRGOLINO DE OLIVEIRA S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	125,000	Mogi Mirim	DAEE, 2017
6	INGREDION BRASIL INGREDIENTES INDUSTRIAIS LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	150,000	Mogi Mirim	DAEE, 2017
7	SUCOCITRICO CUTRALE LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	25,000	Mogi Mirim	DAEE, 2017
8	CIA INDUSTRIAL E AGRICOLA SANTA TEREZINHA	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	55,556	Mogi Mirim	DAEE, 2017
9	ADILSON JOSE BARDIN E OUTROS	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	15,625	Mogi Mirim	DAEE, 2017
10	ANTONIO CARLOS CANTO PORTO FILHO	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	21,632	Mogi Mirim	DAEE, 2017
11	ARNALDO LIMA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	55,556	Mogi Mirim	DAEE, 2017
12	DRAUSIO GUIMARAES ARMBRUSTER	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	30,556	Mogi Mirim	DAEE, 2017
13	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	19,444	Mogi Mirim	DAEE, 2017
14	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	34,722	Mogi Mirim	DAEE, 2017
15	JACIRA GONCALVES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	20,660	Mogi Mirim	DAEE, 2017
16	JOSE APARECIDO CASSIANO ALVES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	36,458	Mogi Mirim/Leme	DAEE, 2017
17	LAIR ANTONIO DE SOUZA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	44,009	Mogi Mirim	DAEE, 2017
18	LAIR ANTONIO DE SOUZA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	37,963	Mogi Mirim	DAEE, 2017
19	LAIR ANTONIO DE SOUZA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	42,875	Mogi Mirim	DAEE, 2017
20	MIGUEL ANGELO CORTE	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	16,204	Mogi Mirim	DAEE, 2017
21	PEDRO GABRIEL	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	15,741	Mogi Mirim	DAEE, 2017
22	PEDRO LUIZ ELOI	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	26,493	Mogi Mirim	DAEE, 2017
23	ROSA REMEDIO PERIN	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	19,444	Mogi Mirim	DAEE, 2017
24	INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	11,667	Mogi Mirim	DAEE, 2017
25	INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	5,324	Mogi Mirim	DAEE, 2017
26	INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	RURAL (IRRIGAÇÃO)	2,063	Mogi Mirim	DAEE, 2017
27	INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	1,482	Mogi Mirim	DAEE, 2017
28	INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	1,482	Mogi Mirim	DAEE, 2017
29	INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	0,048	Mogi Mirim	DAEE, 2017
30	ARSO MORAIS	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	24,306	Leme	DAEE, 2017
31	BIOSEV S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	1,156	Leme	DAEE, 2017
32	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	29,375	Leme	DAEE, 2017
33	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	34,722	Leme	DAEE, 2017
34	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	312,500	Leme	DAEE, 2017
35	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	104,167	Leme	DAEE, 2017
36	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	34,722	Leme	DAEE, 2017
37	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	194,792	Leme	DAEE, 2017
38	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	52,083	Leme	DAEE, 2017
39	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	27,083	Leme	DAEE, 2017
40	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	35,887	Leme	DAEE, 2017
41	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	25,463	Leme	DAEE, 2017
42	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	24,961	Leme	DAEE, 2017
43	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	175,926	Leme	DAEE, 2017
44	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	162,037	Leme	DAEE, 2017
45	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	34,722	Leme	DAEE, 2017
46	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	34,722	Leme	DAEE, 2017
47	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	129,630	Leme	DAEE, 2017
48	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	182,037	Leme	DAEE, 2017
49	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	94,907	Leme	DAEE, 2017
50	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	57,870	Leme	DAEE, 2017
51	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	34,722	Leme	DAEE, 2017
52	FAZENDA SETE LAGOAS AGRICOLA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	50,926	Leme	DAEE, 2017
53	LUCAS MUDINUTTI	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	27,778	Leme	DAEE, 2017
54	NERALDO COSER	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	32,407	Leme	DAEE, 2017
55	MARISTELA TELHAS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	0,233	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
56	NEWAGE INDUSTRIA DE BEBIDAS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	4,012	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
57	NEWAGE INDUSTRIA DE BEBIDAS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	4,167	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
58	NEWAGE INDUSTRIA DE BEBIDAS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	4,607	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
59	LEME ARMAZENS GERAIS LTDA	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	0,057	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
60	NFIBRA LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	0,251	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
61	NFIBRA LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	0,361	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
62	NFIBRA LTDA.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	0,403	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017
63	TECNO BIG BAG COM. E MANUT. DE SACARIA LTDA. - EPP	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	0,183	Distrito Industrial de Leme	DAEE, 2017

Legenda

- Sedes Municipais
- ETEs
- Hidrografia
- Área de Abrangência
- Limite Municipal

Tipo de Captação

- Captação Subterrânea
- Captação Superficial

Pontos de Captação

- Indústria
- Rural



Título:

Mapa 6.2 - Potenciais Usuários de Água de Reúso - Mogi Mirim e Leme

Contratante: IICA — PCT BRA/IICA/18/001

Apoio: ANA

Executor: cobrape

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

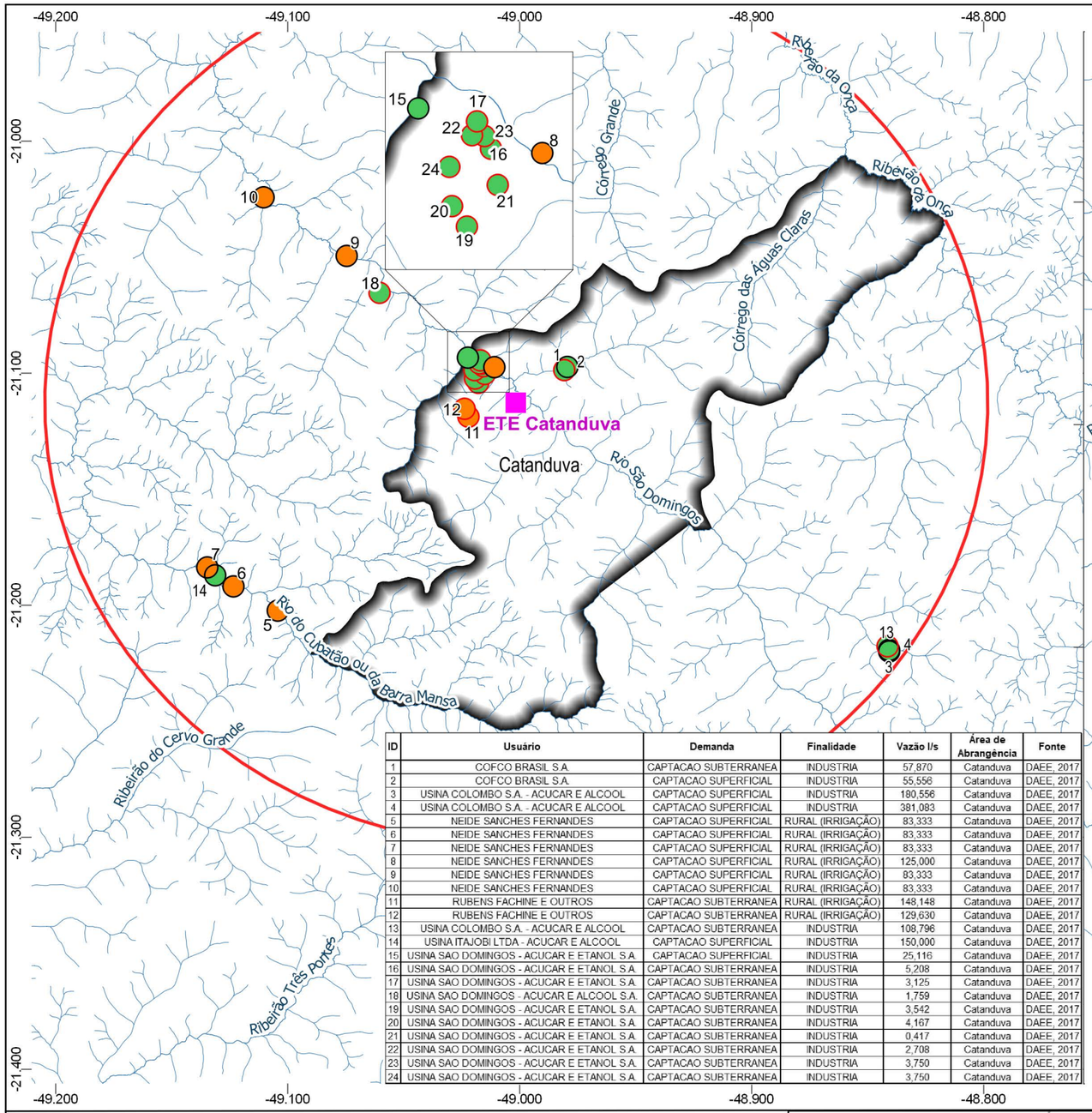
Folha 1/1

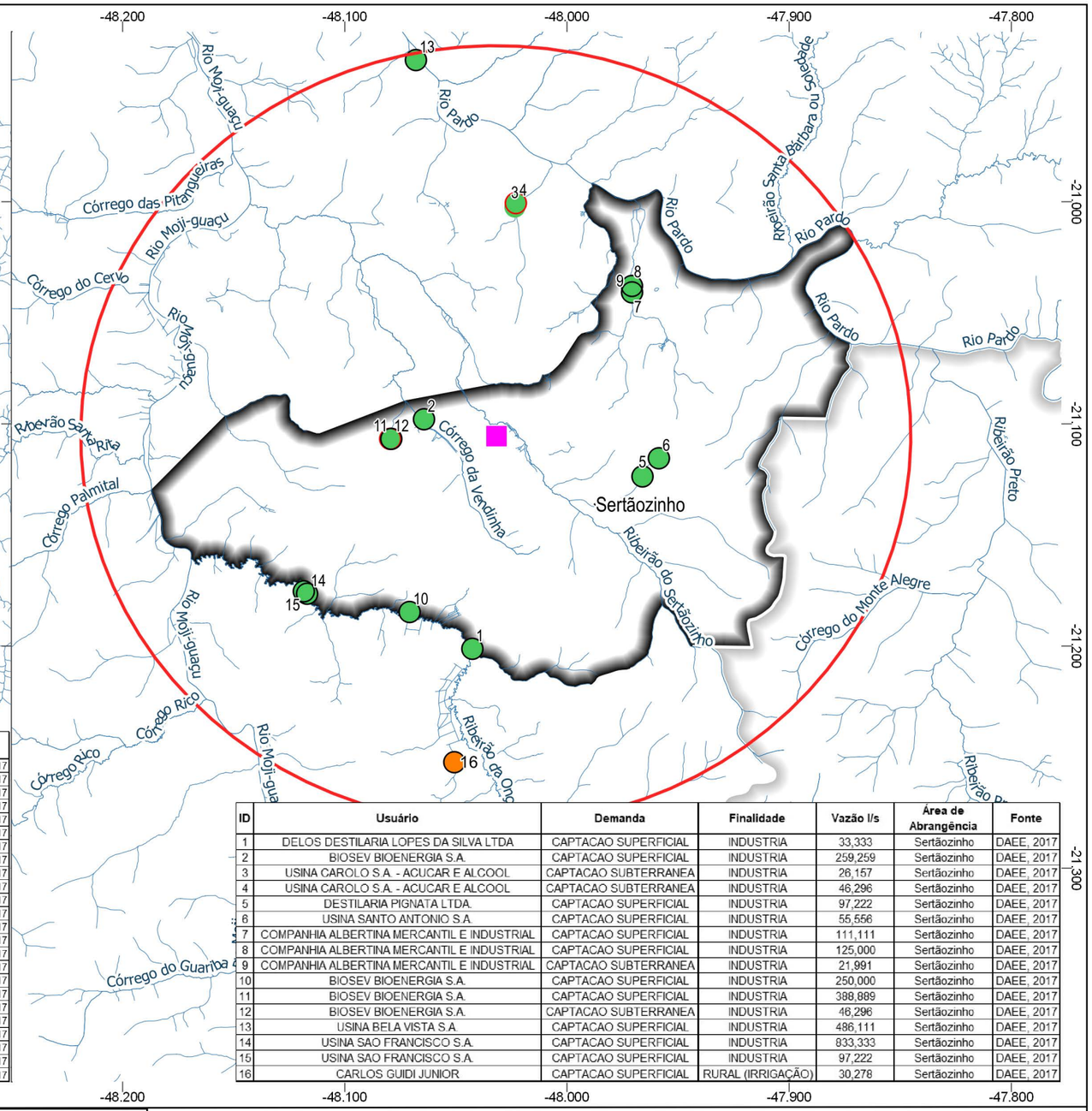
Tamanho: A3

Fonte:
ETEs - Atlas Esgoto, 2019; Sedes Municipais- IGC, 2010; Hidrografia - ANA, 2017; Área de Abrangência - COBRAPE, 2021; Limite Municipal - SMA/CPLA/DIA, 2010; Captações - DAEE, 2017.

0 2.5 5 km

IICA_MAP_RA06_002_V0





ID	Usuário	Demanda	Finalidade	Vazão l/s	Área de Abrangência	Fonte
1	COFCO BRASIL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	57,870	Catanduva	DAEE, 2017
2	COFCO BRASIL S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	55,556	Catanduva	DAEE, 2017
3	USINA COLOMBO S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	180,556	Catanduva	DAEE, 2017
4	USINA COLOMBO S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	381,083	Catanduva	DAEE, 2017
5	NEIDE SANCHES FERNANDES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	83,333	Catanduva	DAEE, 2017
6	NEIDE SANCHES FERNANDES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	83,333	Catanduva	DAEE, 2017
7	NEIDE SANCHES FERNANDES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	83,333	Catanduva	DAEE, 2017
8	NEIDE SANCHES FERNANDES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	125,000	Catanduva	DAEE, 2017
9	NEIDE SANCHES FERNANDES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	83,333	Catanduva	DAEE, 2017
10	NEIDE SANCHES FERNANDES	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	83,333	Catanduva	DAEE, 2017
11	RUBENS FACHINE E OUTROS	CAPTACAO SUBTERRANEA	RURAL (IRRIGAÇÃO)	148,148	Catanduva	DAEE, 2017
12	RUBENS FACHINE E OUTROS	CAPTACAO SUBTERRANEA	RURAL (IRRIGAÇÃO)	129,630	Catanduva	DAEE, 2017
13	USINA COLOMBO S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	108,796	Catanduva	DAEE, 2017
14	USINA ITAJOBI LTDA - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	150,000	Catanduva	DAEE, 2017
15	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	25,116	Catanduva	DAEE, 2017
16	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	5,208	Catanduva	DAEE, 2017
17	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	3,125	Catanduva	DAEE, 2017
18	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ALCOOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	1,759	Catanduva	DAEE, 2017
19	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	3,542	Catanduva	DAEE, 2017
20	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	4,167	Catanduva	DAEE, 2017
21	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	0,417	Catanduva	DAEE, 2017
22	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	2,708	Catanduva	DAEE, 2017
23	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	3,750	Catanduva	DAEE, 2017
24	USINA SAO DOMINGOS - ACUCAR E ETANOL S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	3,750	Catanduva	DAEE, 2017

ID	Usuário	Demanda	Finalidade	Vazão l/s	Área de Abrangência	Fonte
1	DELOS DESTILARIA LOPES DA SILVA LTDA	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	33,333	Sertãozinho	DAEE, 2017
2	BIOSEV BIOENERGIA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	259,259	Sertãozinho	DAEE, 2017
3	USINA CAROLO S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	26,157	Sertãozinho	DAEE, 2017
4	USINA CAROLO S.A. - ACUCAR E ALCOOL	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	46,296	Sertãozinho	DAEE, 2017
5	DESTILARIA PIGNATA LTDA.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	97,222	Sertãozinho	DAEE, 2017
6	USINA SANTO ANTONIO S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	55,556	Sertãozinho	DAEE, 2017
7	COMPANHIA ALBERTINA MERCANTIL E INDUSTRIAL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	111,111	Sertãozinho	DAEE, 2017
8	COMPANHIA ALBERTINA MERCANTIL E INDUSTRIAL	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	125,000	Sertãozinho	DAEE, 2017
9	COMPANHIA ALBERTINA MERCANTIL E INDUSTRIAL	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	21,991	Sertãozinho	DAEE, 2017
10	BIOSEV BIOENERGIA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	250,000	Sertãozinho	DAEE, 2017
11	BIOSEV BIOENERGIA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	388,889	Sertãozinho	DAEE, 2017
12	BIOSEV BIOENERGIA S.A.	CAPTACAO SUBTERRANEA	INDUSTRIA	46,296	Sertãozinho	DAEE, 2017
13	USINA BELA VISTA S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	486,111	Sertãozinho	DAEE, 2017
14	USINA SAO FRANCISCO S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	833,333	Sertãozinho	DAEE, 2017
15	USINA SAO FRANCISCO S.A.	CAPTACAO SUPERFICIAL	INDUSTRIA	97,222	Sertãozinho	DAEE, 2017
16	CARLOS GUIDI JUNIOR	CAPTACAO SUPERFICIAL	RURAL (IRRIGAÇÃO)	30,278	Sertãozinho	DAEE, 2017

Legenda

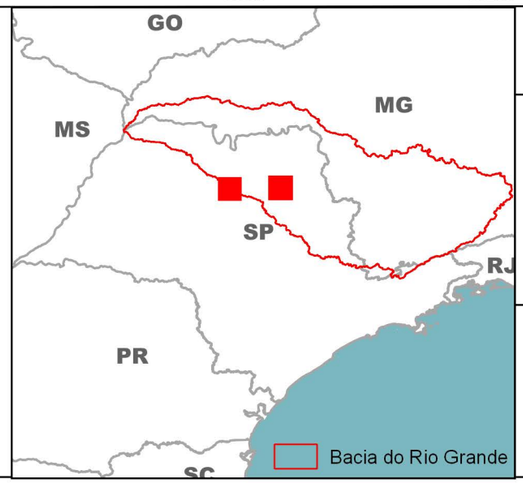
- Sedes Municipais
- ETEs
- Hidrografia
- Área de Abragência
- Limite Municipal

Tipo de Captação

- Captação Subterrânea
- Captação Superficial

Pontos de Captação

- Indústria
- Rural



Título:

Mapa 6.3 - Potenciais Usuários de Água de Reúso - Sertãozinho e Catanduva

Contratante: IICA — PCT BRA/IICA/18/001

Apoio: ANA

Executor: cobrape

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Folha 1/1

Tamanho: A3

Fonte:
ETEs - Atlas Esgoto, 2019; Sedes Municipais- IGC, 2010; Hidrografia - ANA, 2017; Área de Abrangência - COBRAPE, 2021; Limite Municipal - SMA/CPLA/DIA, 2010; Captações - DAEE, 2017.

N

0 2.5 5 km

IICA_MAP_RA06_003_V0

6.3. Interlocução com os potenciais clientes para água de reúso

O interesse na aquisição de água de reúso foi analisado com base em uma pesquisa elaborada pela Cobrape. Após contato prévio via telefone com 72 empresas, o *link* dessa pesquisa (https://forms.office.com/r/6vCg6jf5fc) foi enviado via e-mail.

Devido à resistência por parte das indústrias em prover informações para a consultoria, apenas uma indústria havia respondido a pesquisa. Desta maneira, foram realizados novamente contatos via telefone com os potenciais usuários, com o intuito de esclarecer dúvidas e reforçar a importância da participação das empresas nessa pesquisa. Como resultado, obteve-se o retorno de apenas mais um usuário.

6.4. Análise dos potenciais clientes para água de reúso

A baixa adesão das empresas à pesquisa impossibilitou a avaliação das percepções sobre as oportunidades e desafios em fazer o reúso do efluente das ETEs municipais.

Vale salientar que, embora apenas 2 das 38 empresas, com pelo menos um contato prévio, tenham respondido à pesquisa, 9 (24%) responderam no ato da ligação telefônica que não tinham interesse na aquisição de água de reúso, 22 (58%) ficaram de responder, mas não deram retorno, e 6 (16%) após a identificação do propósito do contato não quiseram atender, são todas situações que demostram o desinteresse ao tema proposto.

A justificativa para o elevado percentual observado de empresas que ficaram de responder ao questionário pode estar relacionado com o curto período de vigência do presente estudo, inviabilizando uma interlocução mais longa e constante com os potenciais usuários.

Quando se trata da falta de interesse à aquisição da água de reúso por parte dos potenciais clientes, um dos fatores que pode estar relacionado é que o desconhecimento sobre a situação hídrica dos municípios em que estão instalados. Além dos municípios contemplados estarem inseridos no sudeste brasileiro, que recentemente vivenciou uma situação de crise em relação aos recursos hídricos, alguns deles apresentam uma condição crítica em relação à disponibilidade hídrica, conforme destacado no **Item 3.2**.

Mesmo com o nível de criticidade quantitativa, alguns fatores podem desestimular o interesse pela prática de reúso por parte das indústrias, tais como: grandes entraves burocráticos; falta de regulamentação; ausência de estudos que mostrem a competividade econômica da água de reúso; receio em relação à receptividade da sociedade e desconhecimento da melhor forma de alcançá-la com o tema; falta de disposição para enfrentar novos desafios tecnológicos e de gestão estratégica; falta de articulação técnico política para viabilização dos projetos; falta de definição de responsabilidades, e corpo técnico com baixa qualificação no tema.

7. SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS

As alternativas propostas para a destinação dos efluentes tratados, os impactos dos lançamentos destes efluentes no corpo hídrico receptor, considerando cenários sem melhorias e com melhorias nos sistemas de tratamento, as estimativas de custo de implantação e os aspectos de viabilidade das alternativas propostas estão apresentados nos itens seguintes.

7.1. Alternativas propostas para destinação de efluentes tratados

A seleção das alternativas para mitigação dos impactos resultantes dos lançamentos de esgotos tratados pelas ETEs dos cinco municípios contemplados neste estudo levou em consideração as características das cidades, a situação atual dos corpos hídricos receptores e as questões relacionadas ao licenciamento ambiental. Buscou-se também certo grau de heterogeneidade dos possíveis arranjos, de maneira que fossem exploradas diferentes modalidades de reúso.

Diante disso, uma proposição preliminar foi realizada no Produto 2 (P2), com a adoção das seguintes premissas:

- A solução técnica de alteração do ponto de lançamento não foi considerada inicialmente devido à observância de situações desfavoráveis para tal procedimento, uma vez que os lançamentos ocorrem no corpo hídrico de maior vazão ou não há confluências ou corpos hídricos alternativos localizados a distâncias razoáveis;
- Com as ETEs apresentando vazões superiores a 150 L/s, não foram contempladas as soluções de *wetlands* e infiltração. Soma-se a isso às dificuldades de aprovação por parte da CETESB destas duas soluções;
- Para os municípios com grau de estresse hídrico “crítico” (< 1.500 m^3/hab.ano) ou “muito crítico”, a alternativa de reúso potável indireto (RPI) foi incluída.

Como resultado desta proposição preliminar, as alternativas consideradas adequadas para os cinco municípios foram: clarificação convencional e suas variantes; precipitação química de fósforo; microfiltração e ultrafiltração; osmose reversa e nanofiltração; processos de troca iônica e eletrodiálise; oxidação avançada; radiação ultravioleta; processos biológicos avançados: nitrificação e desnitrificação, remoção biológica de fósforo, reator biológico de leito móvel (MBBR – *moving bed biofilm reactor*) e reator biológico com membranas submersas (MBR – *membrane bioreactor*).

Após esta proposição, foi realizada uma interlocução com os municípios contemplados de maneira a compreender, complementar, validar e refinar as informações obtidas por meio de dados secundários. Assim, foi possível verificar quais delas estiveram mais aderentes à realidade atual e projeções futuras dos municípios.

O passo seguinte foi considerar os aspectos genéricos e específicos dos municípios, adotando as estratégias analíticas síntese temática e análise semiqualitativa temática, conforme mencionado no **Capítulo 5**. Os resultados da análise semiqualitativa estão

apresentados no **Quadro 7.1**, que balizou a escolha das alternativas de destinação dos efluentes tratados.

Quadro 7.1 – Análise semiqualitativa: avaliação crítica

Município	Pontuação	Avaliação
Ribeirão Preto	36	**Condição muito favorável ao reúso** ○ A situação do esgotamento sanitário convencional (para lançamento em corpo hídrico) é bastante consolidada no município, sem ocorrência de problemas elementares, como é o caso de Leme e Sertãozinho. Isso enseja a discussão de temas mais estratégicos, como o reúso. ○ Além de o tema reúso estar na "pauta do dia", há experiências de reúso interno em ambas as ETEs, inclusive com possibilidade de disponibilização de água de reúso (por ora, de 36 m³/h, ou 864 m³/dia) para usuários externos. A prática de reúso interno implica em *expertise* adquirida e familiaridade com o tema, fator positivo à expansão da prática para atendimento a outros usuários. ○ Apesar de não enfrentar problemas de escassez hídrica pronunciados, há limitações impostas pelo comitê de bacia à perfuração de novos poços / incremento da vazão. Isso leva à necessidade de busca por outras fontes de abastecimento. A captação superficial do Rio Pardo (Classe 2) está planejada para 2030, indicando a movimentação em prol da diversificação de fontes de água, na qual o reúso pode ser incluída. ○ O Distrito Industrial localiza-se muito próximo à ETE Ribeirão, e a implantação de uma adutora para distribuição de água de reúso já foi considerada pela Ambient. ○ O DAERP transparece possuir corpo técnico sólido, experiência e capacidade de captação de recursos para condução de soluções mais complexas de reúso, como reúso potável indireto via recarga de aquífero. Essa iniciativa seria pioneira no Brasil.
Mogi Mirim	30	**Condição muito favorável ao reúso** ○ A situação do esgotamento sanitário convencional (para lançamento em corpo hídrico) é bastante consolidada no município, sem ocorrência de problemas elementares, como é o caso de Leme e Sertãozinho. A questão do ainda baixo índice de tratamento (65%) será solucionada ainda este ano (2021) com a finalização da ampliação da ETE. Assim como no caso de Ribeirão Preto, isso enseja a discussão de temas mais estratégicos, como o reúso. ○ A ETE Mogi Mirim realiza reúso interno, suprindo quase a totalidade de suas demandas para fins não potáveis. A prática de reúso interno implica em expertise adquirida e familiaridade com o tema, fator positivo à expansão da prática para atendimento a outros usuários. ○ O município possui forte vocação industrial, havendo também presença de potenciais usuários comerciais. Indústrias dos Distritos Industriais I e II podem ser potenciais clientes de água de reúso.
Catanduva	26	**Condição favorável ao reúso, mas com ressalvas** ○ A situação de esgotamento sanitário convencional está relativamente estável, havendo possíveis contratempos caso o corpo receptor (Rio São Domingos, Classe 4) passe à Classe 3. Ainda assim, atualmente não há inconformidade do esgoto lançado tampouco notificações da CETESB ○ O reúso já foi aventado, principalmente para usos de irrigação, urbanos e de combate a incêndio. No entanto, a alta cor do efluente (em razão de lançamento industriais) pode ser um impeditivo à prática, dado que a remoção de cor (isto é, de partículas dissolvidas e íons) possui custo elevado. ○ A disponibilidade de água subterrânea vem apresentando tendência de queda nos últimos anos, o que inclusive foi um dos fatores para iniciar as discussões sobre reúso.
Leme	18	**Não apresenta condições favoráveis ao reúso** ○ O tratamento convencional para lançamento ainda passa por problemas relativamente básicos, como possível falta de capacidade de carga. Isso, além de outras questões, focaliza a atuação da prefeitura e do SAECIL na resolução de questões consideradas urgentes, entre as quais não está o reúso. ○ Indicou-se potencial de reúso industrial para abastecimento das indústrias na bacia do córrego Serelepe. Ainda assim, foram feitas ressalvas quanto ao fato de as mesmas empresas realizarem despejos ilegais de efluentes e/ou serem inadimplentes em relação à água potável disponibilizada.

Município	Pontuação	Avaliação
Sertãozinho	12	**Não apresenta condições favoráveis ao reúso** ○ O tratamento convencional para lançamento é ainda bastante precário, com baixa eficiência de remoção de DBO (< 50%) e utilização de processos pouco eficientes. O fato de o corpo receptor (Ribeirão Sertãozinho) ser Classe 4 não estimula a adoção de processos com maior eficiência. Não parece haver prospecto de planejamento de iniciativas voltadas à melhoria de qualidade e de programas de reúso. ○ Em razão de recentes mudanças dos profissionais do SAEMAS, há poucas informações disponíveis sobre possibilidades de reúso e demais temas. Apontou-se somente possibilidade de reúso industrial, dada a intensa atividade industrial da cidade.

Com isso, foi possível elencar as alternativas para a destinação de efluentes tratados, considerando um possível arranjo de produção e distribuição da água de reúso ou de tratamento para a melhoria da qualidade da água para lançamento no corpo d'água receptor, discutidas no Produto 3 (P3), em função da realidade de cada um dos municípios objetos deste estudo e o que foi julgado como exequível e com potencial de geração de ganhos de qualidade dos corpos hídricos e de incremento de segurança.

O **Quadro 7.2** resume as principais opções levantadas de reúso no Produto 3 (P3) para cada município, destacando aquelas selecionadas para detalhamento no Produto 5 (P5).

Quadro 7.2 – Opções levantadas e alternativa selecionada por município

Município	ID	Tipo de destinação	Especificidade	Justificativa
Catanduva	CAT02	RNPD	Uso agrícola - irrestrito	Há disponibilidade de usuários irrigantes, principalmente produtores de cana, limão e laranja nos arredores da ETE Catanduva. Implantação de filtração terciária ou UF (ultrafiltração) seguida de desinfecção é compatível com a condição atual do município
	CAT03	**RNPD**	**Uso agrícola - restrito**	**Idem CAT02**
	CAT07	RNPD	Usos urbanos - construção civil, limpezas, desobstrução de galerias/tubulações e combate a incêndios florestais	Levantou-se a possibilidade de disponibilização de água de reúso para atendimento a diversos fins urbanos, como abatimento de poeira de movimentação de terra, limpezas de logradouros, desobstrução de galerias e tubulações e combate a incêndio. Esses usos, ainda que difusos e geralmente de baixa intensidade, podem ser considerados como etapa intermediária para consolidação de programas de reúso mais complexos no futuro
Leme	**LEM01***	**Melhoria da qualidade para lançamento**	**Verificação das capacidades hidráulica e de carga do tratamento secundário da ETE atual e adaptação se necessário. Previsão de sistema físico-químico para remoção de P_{total} e de cloração/decloração para desinfecção**	**A ETE Leme possui ainda problemas referentes à capacidade de remoção de DBO, o que tende a se agravar pelo fato de estar supostamente subdimensionada. Além disso, é necessária remoção de P_{total} e de coliformes para adequação da qualidade**
Mogi Mirim	**MOG04**	**RNPD**	**Uso industrial (menos exigente)**	**O distrito industrial de Mogi Mirim concentra potenciais usuários de água de reúso para diversas finalidades**
	MOG05	RNPD	Uso industrial - tipo 2 (mais exigente)	O distrito industrial de Mogi Mirim concentra potenciais usuários de água de reúso para diversas finalidades
	MOG06	RNPD	Uso comercial	Presença de potenciais clientes comerciais, como o Data Center Itaú localizado no Distrito Industrial. Data centers usualmente demandam altos volumes de água para resfriamento dos servidores e demais componentes

Município	ID	Tipo de destinação	Especificidade	Justificativa
Ribeirão Preto	RP-RIB04	RNPD	Uso industrial - tipo 1 (menos exigente)	Proximidade de distrito industrial à ETE Ribeirão pode viabilizar iniciativas de reúso, o que já foi inclusive considerado pela Ambient (empresa terceirizada da GS Inima responsável pela operação das ETEs)
	RP-RIB05	**RNPD**	**Uso industrial (mais exigente)**	**Idem RP-RIB-04**
	RP-PAR04	RNPD	Uso industrial - tipo 1 (menos exigente)	Ainda que não haja proximidade tão pronunciada ao distrito industrial, há possibilidade de suprimento a partir da ETE Caiçara, dado que esta possui maior eficiência na remoção de DBO e nitrogênio total quando comparada à ETE Ribeirão. Os custos mais elevados com adução podem ser suplantados pela melhor qualidade do efluente secundário
	RP-PAR05	RNPD	Uso industrial - tipo 2 (mais exigente)	Idem RP-PAR-04
Sertãozinho	**SER01***	**Melhoria da qualidade para lançamento**	**Proposição de adoção de processos de tratamento com maior eficiência, como lodos ativados, os quais ensejarão mais facilmente adaptações futuras para remoção de nutrientes e inativação de coliformes**	**A ETE Sertãozinho possui ainda problemas graves referentes à capacidade de remoção de DBO, a qual é hoje inferior a 50%. As adaptações em andamento preveem processos com eficiência limitada, como UASB e lagoa de polimento. Além disso, é necessária remoção de P_{total} e de coliformes para adequação da qualidade**

* As alternativas de melhoria da qualidade para lançamento também irão considerar a possibilidade de reúso não potável.

Para Leme e Sertãozinho, municípios para os quais as alternativas previstas se referem à melhoria do tratamento secundário para lançamento, foram também estudadas instalações de reúso, porém essas opções não se mostraram viáveis em função do estado aquém do ideal do sistema de tratamento de efluentes atual.

7.2. Impacto dos lançamentos dos efluentes tratados nos corpos receptores

Foi realizada uma modelagem da qualidade da água para estimar a condição dos corpos receptores dos efluentes tratados, sendo considerados os cenários de adoção ou não das melhorias propostas no **Item 7.1**. Com essa abordagem, foi possível avaliar o quanto o reúso impactaria na qualidade da água desses corpos hídricos tanto para a situação atual (2021) como para a situação futura (2026 e 2031).

Para tanto, foi utilizada a mesma metodologia empregada no Atlas Esgotos (ANA, 2017b), baseada na base hidrológica ottocodificada, o que permitiu a análise de vazões e cargas poluidoras de forma acumulada de montante para jusante nas áreas de drenagem de cada município deste estudo. O parâmetro de qualidade da água escolhido para a análise foi a DBO, sendo considerado que em cada ottobacia ocorre um decaimento de primeira ordem entre o início e o final do trecho analisado.

As cargas de DBO foram estimadas para a população urbana dos municípios, em que a análise do total da carga lançada pela ETE considerou a sua contribuição em relação às cargas de montante do corpo receptor. Ademais, o impacto foi analisado em termos de concentração, resultado da diluição das cargas pelos corpos hídricos, sendo, por sua vez, interpretadas em termos da classe equivalente de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e o atendimento ou não ao enquadramento vigente.

Os resultados de carga lançada pela ETE e das classes equivalentes para cada um dos cenários simulados estão apresentados na **Tabela 7.1**. De uma maneira geral, nota-se que há similaridades entre os resultados, onde nos municípios em que é previsto o reúso apenas em termos de vazão do efluente, pouca diferença de carga lançada é observada. Em contrapartida, uma significativa melhora na qualidade da água é percebida nos municípios em que a alternativa de reúso proposta contempla também uma melhoria no sistema de tratamento dos efluentes, como é o caso de Leme e Sertãozinho.

Pela **Tabela 7.1**, verifica-se ainda que, em termos de carga lançada, todos os municípios apresentam um pequeno aumento com o passar dos anos, reflexo do crescimento populacional projetado, contudo, a representatividade dos lançamentos das ETEs está sempre na mesma ordem de grandeza.

Em relação ao enquadramento, as concentrações estimadas para os lançamentos de Ribeirão Preto e Mogi Mirim resultam em classes equivalentes melhores do que o enquadramento vigente em todas as situações estimadas. Destaca-se também que os resultados obtidos para Catanduva mostram concentrações estimadas compatíveis com a Classe 4, de pior qualidade, porém, essa é a classe do enquadramento vigente no corpo receptor (Rio São Domingos).

Tabela 7.1 – Resultados Modelagem

Cenário	Município	Ribeirão Preto		Catanduva	Mogi Mirim	Sertãozinho	Leme
	Corpo Receptor	Rio Pardo (ETE Caiçara)	Ribeirão Preto (ETE Ribeirão)	Rio São Domingos	Rio Mogi Guaçu	Ribeirão do Sul/ Sertãozinho	Ribeirão do Meio
	Enquadramento	2	4	4	2	4	2
2021	Carga da ETE (kg DBO/dia)	238	439	1.123	114	1.165	1.400
	Classe equivalente	1	1	4	1	4	4
2026 Sem Melhorias	Carga da ETE (kg DBO/dia)	246	454	1.133	179	3.481	1.448
	Classe equivalente	1	1	4	1	4	4
2026 Com Melhorias	Carga da ETE (kg DBO/dia)	238	448	760	163	142	187
	Classe equivalente	1	1	4	1	1	1
2031 Sem Melhorias	Carga da ETE (kg DBO/dia)	250	460	1.143	188	3.545	1.495
	Classe equivalente	1	1	4	1	4	4
2031 Com Melhorias	Carga da ETE (kg DBO/dia)	242	455	770	176	146	193
	Classe equivalente	1	1	4	1	1	1

A seguir, são ilustrados apenas os mapas dos resultados obtidos para a situação atual (2021) e para a situação de longo prazo (2031) com as melhorias previstas, considerando que os mesmos são muito semelhantes entre si, como pode ser observado no **Mapa 7.1**.

No **Mapa 7.2** nota-se uma diferença significativa no final da área de drenagem de Mogi Mirim entre a situação atual (2021) e os demais anos analisados, o que é reflexo

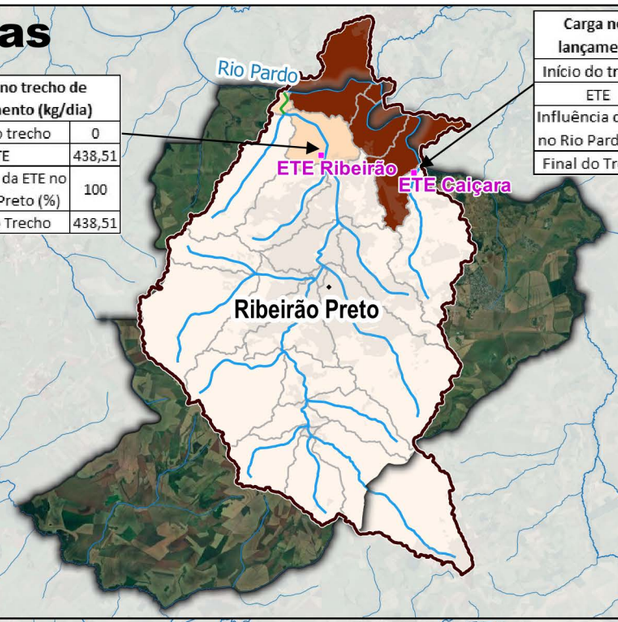
principalmente do aumento no índice de tratamento de efluentes previsto para o município.

Ainda no **Mapa 7.2**, observa-se que a adoção das melhorias propostas em Sertãozinho reflete numa melhora expressiva na qualidade dos corpos hídricos de jusante ao lançamento da ETE para os três anos analisados. Isso é em virtude da proposta de aumento na eficiência de remoção de DBO, que resulta em um corpo hídrico com concentração típica de Classe 1 para o cenário com adoção das melhorias, e equivalente a Classe 4 para o cenário sem adoção de melhorias. Lembrando que, embora a Classe 4 represente uma qualidade da água ruim, este é o enquadramento vigente do Ribeirão Sertãozinho ou do Sul. No caso de Leme, a situação é similar, porém, neste caso, a melhora, além de ser boa para o corpo hídrico, faria com que o município atendesse ao enquadramento vigente do Ribeirão do Meio (Classe 2), fato este que não aconteceria no cenário sem adoção das melhorias propostas.

Sem melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	0
ETE	438,51
Influência da ETE no Ribeirão Preto (%)	100
Final do Trecho	438,51

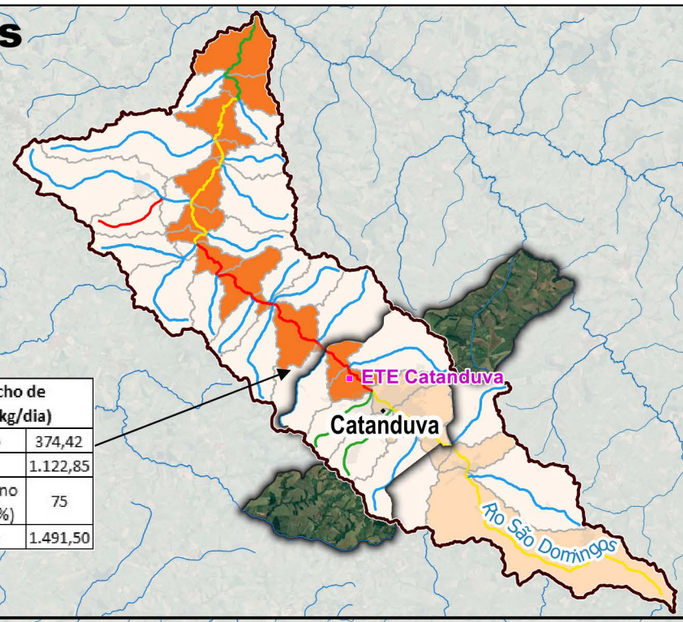
Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	6.554,89
ETE	238,03
Influência da ETE no Rio Pardo (%)	4
Final do Trecho	6.675,14



2021

Sem melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	374,42
ETE	1.122,85
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	75
Final do Trecho	1.491,50



2021

Com melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	0
ETE	454,62
Influência da ETE no Ribeirão Preto (%)	100
Final do Trecho	454,62

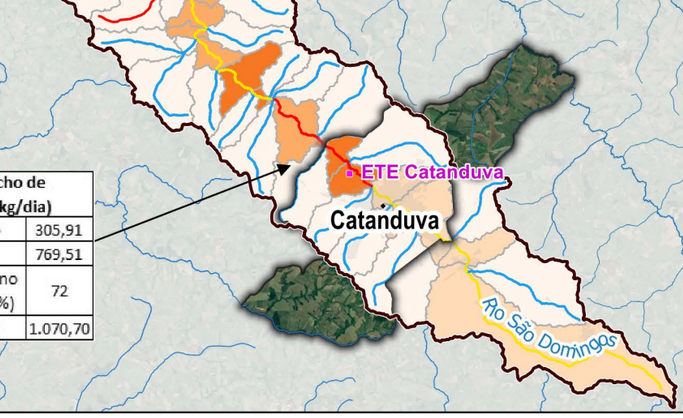
Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	6.554,89
ETE	241,66
Influência da ETE no Rio Pardo (%)	4
Final do Trecho	6.678,77



2031

Com melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	305,91
ETE	769,51
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	72
Final do Trecho	1.070,70



2031

Legenda

	Resultados da Simulação	*Carga Kg/dia*
ETEs	Classe 1	0 - 100
Sedes Municipais	Classe 2	100 - 500
Hidrografia	Classe 3	500 - 1.000
Área Urbana	Classe 4	1.000 - 2.500
Área de Drenagem		2.500 - 5.000
Limite Municipal		5.000 - 7.000



Título:
Mapa 7.1 – Resultados modelagem Ribeirão Preto e Catanduva

Contratante: IICA — *PCT BRA/IICA/18/001*

Apoio: ANA

Executor: cobrape

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Folha 1/1

Tamanho: A3

Fonte:
ETEs - Atlas Esgoto, 2019; Sedes Municipais- IGC, 2010; Área Urbana - SMA/CPLA, 2010; Limite Municipal - SMA/CPLA/DIA, 2010; Ottobacias - Atlas Esgoto, 2013; Hidrografia - Atlas Esgoto, 2013; Área de Drenagem - COBRAPE, 2021;

N

0 2.5 5 km

IICA_MAP_RA06_004_V0

Sem melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	0
ETE	1.164,74
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	100
Final do Trecho	1.164,74

ETE Sertãozinho

Sertãozinho

Rio Moji-guacu

2021

Sem melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	0
ETE	1.399,68
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	100
Final do Trecho	1.399,68

Ribeirão do Meio

Leme

ETE Anselmo Luiggi Faggion

Rio Moji-guacu

2021

Sem melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	3.388,14
ETE	114,05
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	3
Final do Trecho	3.479,73

ETE Mogi Mirim

Mogi Mirim

2021

Com melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	0
ETE	146,01
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	100
Final do Trecho	146,01

ETE Sertãozinho

Sertãozinho

Rio Moji-guacu

2031

Com melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	0
ETE	193,14
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	100
Final do Trecho	193,14

Ribeirão do Meio

Leme

ETE Anselmo Luiggi Faggion

Rio Moji-guacu

2031

Com melhorias

Carga no trecho de lançamento (kg/dia)	
Início do trecho	1.632,16
ETE	176,07
Influência da ETE no Rio Mogi Guaçu (%)	10
Final do Trecho	1.797,42

ETE Mogi Mirim

Mogi Mirim

2031

Legenda

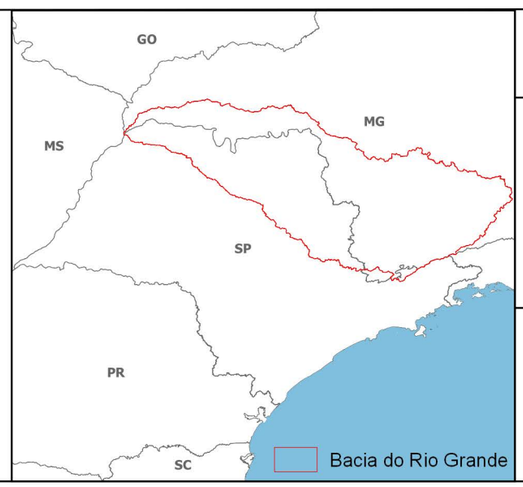
- ETEs
- Sedes Municipais
- Hidrografia
- Área Urbana
- Área de Drenagem
- Limite Municipal

Resultados da Simulação

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Carga Kg/dia

- 0 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1.000
- 1.000 - 2.500
- 2.500 - 5.000
- 5.000 - 7.000



Título:
Mapa 7.2 – Resultados modelagem Sertãozinho, Leme e Mogi Mirim

Contratante:
IICA
PCT BRA/IICA/18/001

Apoio:
ANA

Executor:
cobrape

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS 2000

Folha 1/1

Tamanho: A3

Fonte:
ETEs - Atlas Esgoto, 2019; Sedes Municipais- IGC, 2010; Área Urbana - SMA/CPLA, 2010; Limite Municipal - SMA/CPLA/DIA, 2010; Ottobacias - Atlas Esgoto, 2013; Hidrografia - Atlas Esgoto, 2013; Área de Drenagem - COBRAPE, 2021;

N

0 2.5 5 km

IICA_MAP_RA06_005_V0

7.3. Estimativas de custos de implantação e operação das alternativas propostas

Um dos aspectos-chave na prática de reúso é a definição dos padrões de qualidade da água. Padrões demasiadamente lenientes incorrem em maiores riscos sanitários e de prejuízos a equipamentos/processos, enquanto aqueles muito restritivos resultam em custos excessivamente altos com tratamento. No presente estudo, na definição desses padrões de qualidade levou-se em conta a limitação de recursos para investimento dos prestadores de serviço dos municípios. De qualquer forma, tomou-se como premissa que a estrutura de tratamento deveria, antes de tudo, ser adequada para produzir água de reúso que atendesse aos critérios de qualidade para a qual ela seria destinada.

Assim, considerando as vocações de reúso identificadas nos municípios, foram definidos três padrões de qualidade de água de reúso não potável, cada qual associado a níveis de tratamento complementar, conforme **Quadro 7.3**.

Quadro 7.3 – Categorias para água de reúso não potável e indicação de tratamento para a sua produção

Categoria de uso	Finalidade	Usos	Referência de padrão de qualidade	Tratamento compatível para polimento*
C1	Irrigação agrícola	Irrigação irrestrita de culturas consumidas cruas ou após processamento	FAO (2003), EPA (2012) e BRASIL (2017).	**FA + CL** Filtração granular em leito de areia e desinfecção com cloro
C2	Industriais menos exigentes e urbanos / prediais	Usos em processos industriais pouco exigentes (limpezas, preparo de soluções químicas), bem como urbanos logradouros, desobstrução de tubulações, combate a incêndio, abastecimento de redes não potáveis prediais (descargas de sanitários, limpezas)	Resolução Conjunta SES/SIMA n°01/2020 e ABNT NBR 16.783/19.	**UF + UV + CL** UF e desinfecção por UV / cloro
C3	Industrial exigente ou outros	Reposição de sistemas de resfriamento e uso em caldeiras. Pode também ser disponibilizado para eventuais usuários não industriais com altos consumos de água para resfriamento, como data centers e shopping centers.	Aquapolo.	**UF + UV + OR + CL** UF, desinfecção por UV, OR e dosagem de cloro para manutenção de residual.

* Após tratamento secundário.

FA: filtro de areia; **CL**: cloração; **UF:** ultrafiltração; **OR:** osmose reversa; **UV:** radiação ultravioleta.

Dessa forma, chegou-se às instalações de reúso para cada um dos municípios, bem como proposições de melhoria do tratamento secundário para Leme e Sertãozinho. Nos tópicos a seguir, são apresentados os resultados para cada um dos municípios.

a) Ribeirão Preto

O município de Ribeirão Preto possui duas ETEs, as quais são abordadas separadamente nos tópicos a seguir. Para ambas, definiu-se no Produto 3 (P3) que o reúso seria para uso industrial exigente.

ETE Ribeirão

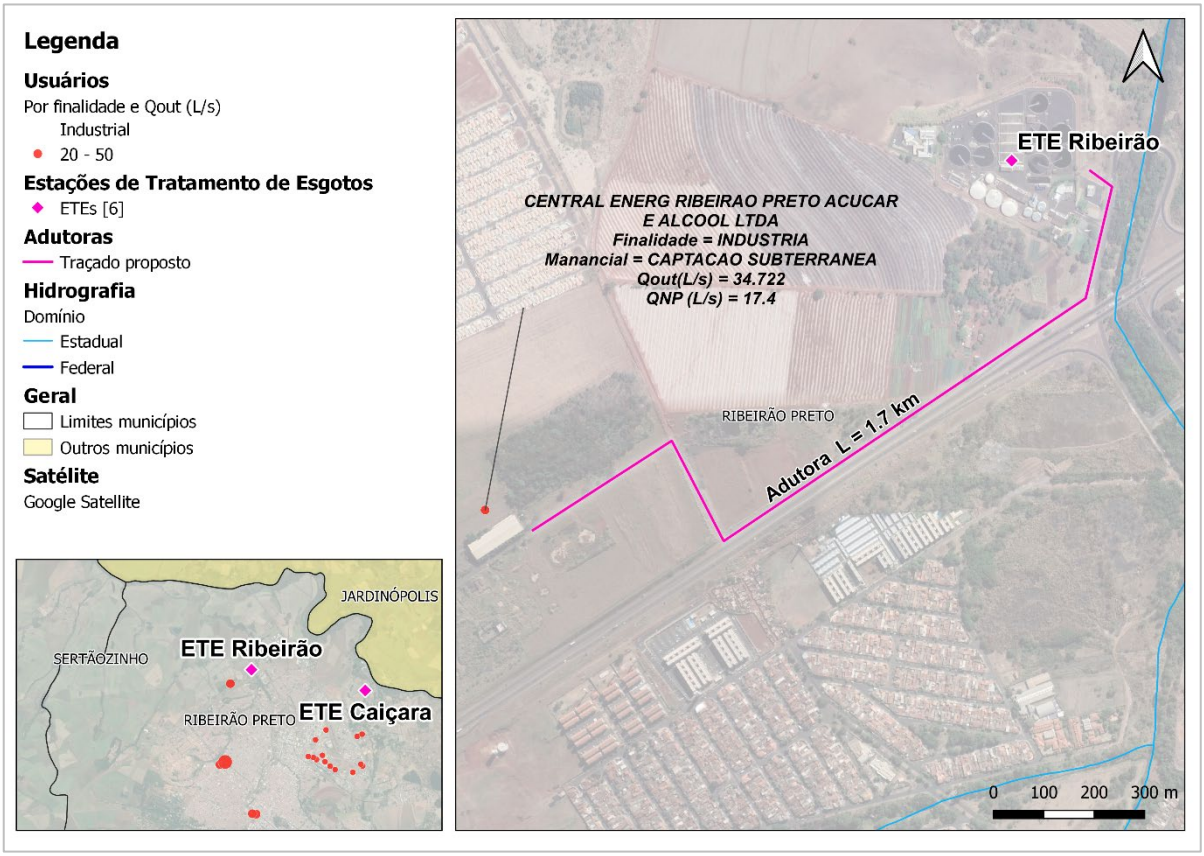
A ETE Ribeirão possui eficiência de remoção de DBO (EDBO) elevada (95%), com DBO final de 9,5 mg O_2/L, valor compatível com os mais restritos padrões de qualidade para reúso. No entanto, sólidos suspensos totais (SST) e turbidez ainda são relativamente altos, o que reforça a necessidade de polimento antes do reúso. Como a categoria de reúso adotada foi a C3, há necessidade não só de remoção de sólidos em suspensão, mas também de dissolvidos. O arranjo de tratamento previsto para C3 é UF + UV + OR + CL (ultrafiltração, radiação ultravioleta, osmose reversa e cloração).

Assumiu-se que toda a água de reúso será submetida à OR, o que implica em cenários mais conservativos. A partir disso, adotou-se também que 30% do efluente que ingressa ao polimento é perdido na forma de rejeito, considerando os concentrados de UF e OR.

Foi detectado um único usuário industrial relevante nas proximidades da ETE Ribeirão, a CENTRAL ENERG RIBEIRAO PRETO ACUAR E ALCOOL LTDA (CENTRAL ENERGÉTICA RIBEIRÃO PRETO AÇÚCAR E ÁLCOOL LTDA), indústria do setor sucroalcooleiro, a apenas 1,2 km da estação. A Q_{out} do usuário é de 34,7 L/s e a Q_{NP} igual a 17,4 L/s.

A **Figura 7.1** mostra a ETE Ribeirão, a supracitada outorga e o traçado de adutora previsto. O comprimento total da adutora é de 1,7 km e prevê-se que possua DN 150 mm.

Figura 7.1 – Ribeirão Preto – ETE Ribeirão: traçado da adutora



ETE Caiçara

A exemplo da ETE Ribeirão, a ETE Caiçara possui alta eficiência de remoção de DBO, a mais alta entre todas as ETEs contempladas por este estudo, com EDBO igual a 98%. A concentração de SST e o valor de turbidez são também baixos, muito próximos do exigido para a C3 de reúso.

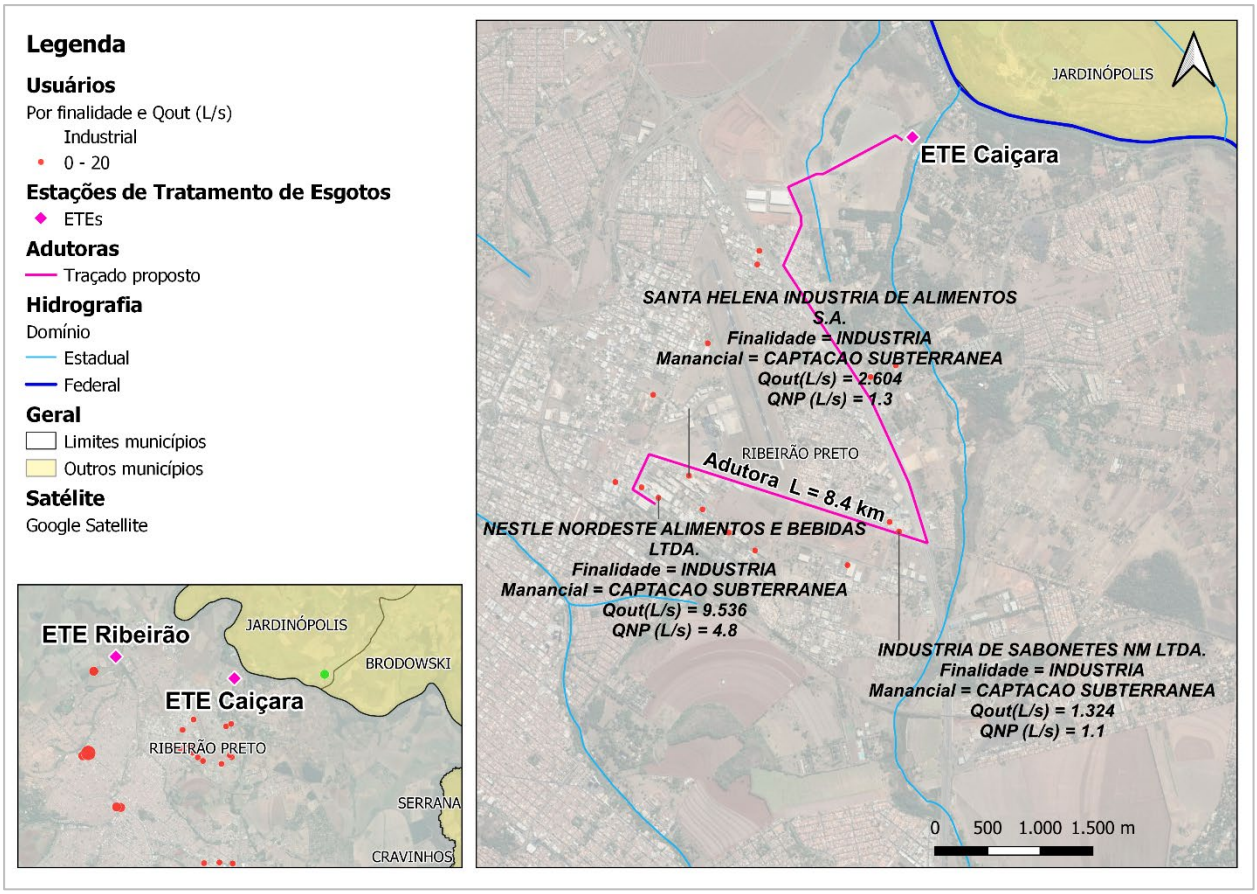
Como a categoria de reúso adotada foi a C3, há necessidade não só de remoção de sólidos em suspensão, mas também de dissolvidos. O arranjo de tratamento previsto para C3 é UF + UV + OR + CL (ultrafiltração, radiação ultravioleta, osmose reversa e cloração).

Assim como no caso da ETE Ribeirão, não há dados de sólidos dissolvidos totais (SDT) / condutividade e assumiu-se a mesma premissa conservativa de que todo o efluente a ser polido passa pela OR. As perdas na forma de concentrados de UF e OR também foram consideradas como iguais a 30% da vazão afluente.

Há alguns usuários relativamente próximos à ETE Caiçara, mas com vazões muito baixas (inferiores a 0,5 L/s). Aqueles com vazões mais expressivas se localizam a sul do aeroporto, a cerca de 4 km da estação. Foram identificadas três outorgas da NESTLE NORDESTE ALIMENTOS E BEBIDAS LTDA, SANTA HELENA INDUSTRIA DE ALIMENTOS S.A., INDUSTRIA DE SABONETES NM LTDA, as quais somam Q_{out} de 13,5 L/s e Q_{NP} de 7,2 L/s. Há também uma outorga da LEAO ENGENHARIA S.A., mas que, pela atividade CNAE 2.0, possui $C_{NP} = 0$, e, consequentemente, $Q_{NP} = 0$.

A **Figura 7.2** mostra a ETE Caiçara, as supracitadas outorgas e o traçado de adutora previsto. O comprimento total da adutora é de 8,4 km e prevê-se que possua DN 150 mm.

Figura 7.2 – Ribeirão Preto – ETE Caiçara: traçado da adutora



b) Mogi Mirim

Para Mogi Morim, foi adotada opção de reúso industrial menos exigente, ou seja, categoria de reúso C2.

A ETE Mogi Morim possui alta EDBO (> 96%), entregando efluente com DBO média de 7,0 mg O_2/L e turbidez de 1,5 NTU. Esses valores são compatíveis com padrões de reúso e a SESAMM já pratica reúso interno na ETE. Por falta de dados, não foi possível avaliar a concentração de SDT / condutividade elétrica, o que pode requerer implantação de processos específicos (como OR) caso supere o limiar de 500 mg/L / 800 μS/cm previsto para C2.

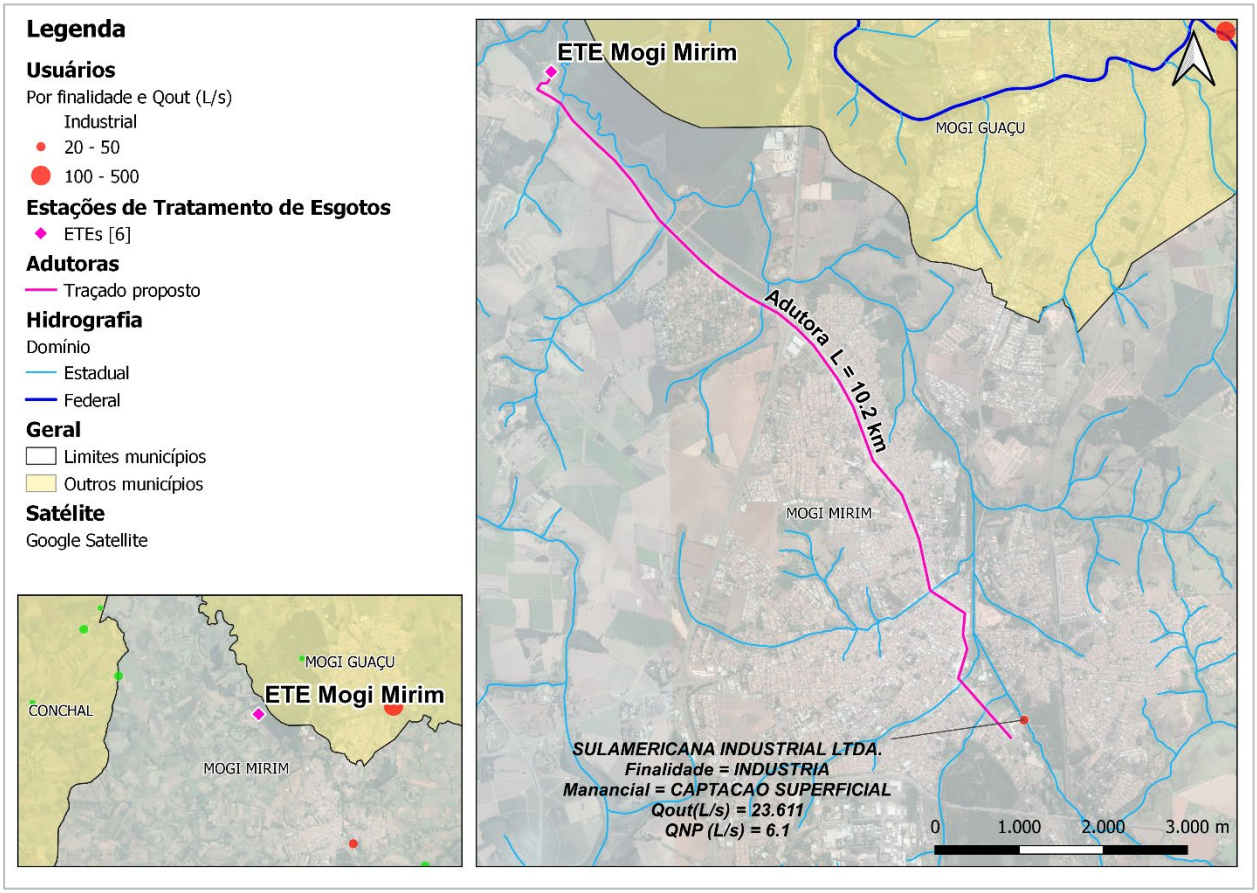
Ainda que o efluente tenha baixa DBO e turbidez, é necessária previsão de etapa adicional de polimento, de modo que seja garantida estabilidade da qualidade e bom desempenho da desinfecção. Por isso, o arranjo de UF + UV + CL (ultrafiltração, radiação ultravioleta e cloração) é previsto.

Assim como no caso de Leme, há poucas outorgas próximas à ETE Mogi Mirim. As mais próximas e com maiores vazões estão localizadas no município vizinho, Mogi Guaçu, mas foram priorizados os usuários localizados no próprio município de Mogi Mirim.

O único usuário de relevância detectado foi a SULAMERICANA INDUSTRIAL LTDA, indústria do setor de papel e celulose localizada no bairro do Aterrado, distante cerca de 9,5 km da ETE. A Q_{out} é de 23,6 L/s e a Q_{NP} de 6,1 L/s.

A **Figura 7.3** mostra a ETE Mogi Mirim, a outorga da Sulamericana e o traçado de adutora previsto. O comprimento total da adutora é de 10,2 km, e prevê-se que possua DN 75 mm.

Figura 7.3 – Mogi Mirim: traçado da adutora



c) Sertãozinho

Assim como Leme, Sertãozinho possui tratamento deficiente de esgotos, com EDBO < 50% e efluente final com DBO de 54,8 mg O_2/L. Ainda que o corpo receptor (Ribeirão do Meio) seja Classe 4, ou seja, não há limitações de concentração de DBO no rio, este estudo prevê implantação de sistema de tratamento com capacidade satisfatória de remoção de matéria orgânica e de nitrogênio amoniacal. Por isso, prevê-se o uso do sistema de lodos ativados com aeração prolongada (LAAP) para a vazão de final de plano (260 L/s).

Em relação ao reúso, previu-se possibilidade de atendimento de demandas industriais pouco exigentes, sendo a categoria de reúso a C2. Após o tratamento secundário, prevê-se emprego de UF + UV + CL (ultrafiltração, radiação ultravioleta e cloro) antes da distribuição.

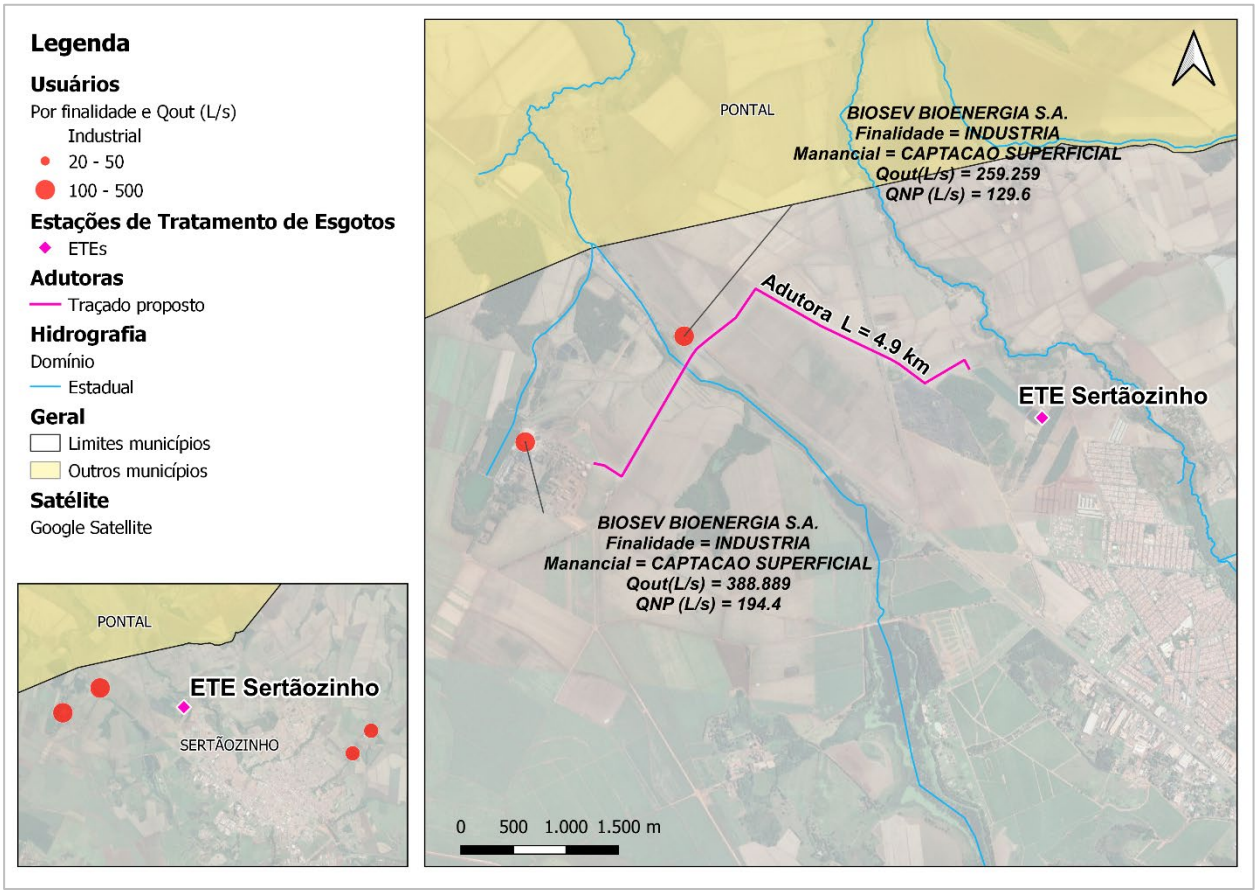
Sertãozinho é o município que apresenta as maiores outorgas industriais nas proximidades da ETE. Foram detectadas três outorgas pertencentes ao mesmo usuário (BIOSEV BIOENERGIA S.A.) que somam 694,4 L/s de Q_{out} e 347,2 L/s de Q_{NP}. Vale

lembrar que a ETE atual tem capacidade para 137 L/s, ainda que receba em média 274 L/s de esgoto bruto.

A $Q_{95\%}$ do corpo receptor (Ribeirão do Sul ou Sertãozinho) é baixa (0,66 m³/s), o que significa que os lançamentos da ETE representam parte significativa da vazão do corpo hídrico. Nesse caso em que a vazão não potável é muito alta, a vazão de reúso é limitada tanto pela disponibilidade de esgoto bruto como pela própria $Q_{95\%}$. Dessa forma, limitou-se a vazão que segue para reúso a 20% da $Q_{95\%}$, igual a 132 L/s nesse caso.

A **Figura 7.4** mostra a ETE Sertãozinho, as supracitadas outorgas e o traçado de adutora previsto. Como todas as outorgas se referem ao mesmo usuário, previu-se único ponto de abastecimento. O comprimento total da adutora é de 4,9 km e prevê-se que possua DN 300 mm.

Figura 7.4 – Sertãozinho: traçado da adutora



NOTA: Biosev possui duas outorgas praticamente sobrepostas na área da planta, e somente a maior delas é passível de visualização no mapa.

d) Leme

No caso de Leme, há necessidade de melhoria do tratamento secundário dado que o efluente hoje lançado no Ribeirão do Meio (Classe 2) causa desenquadramento de DBO do corpo receptor, sendo necessário emprego de tratamento com maior eficiência.

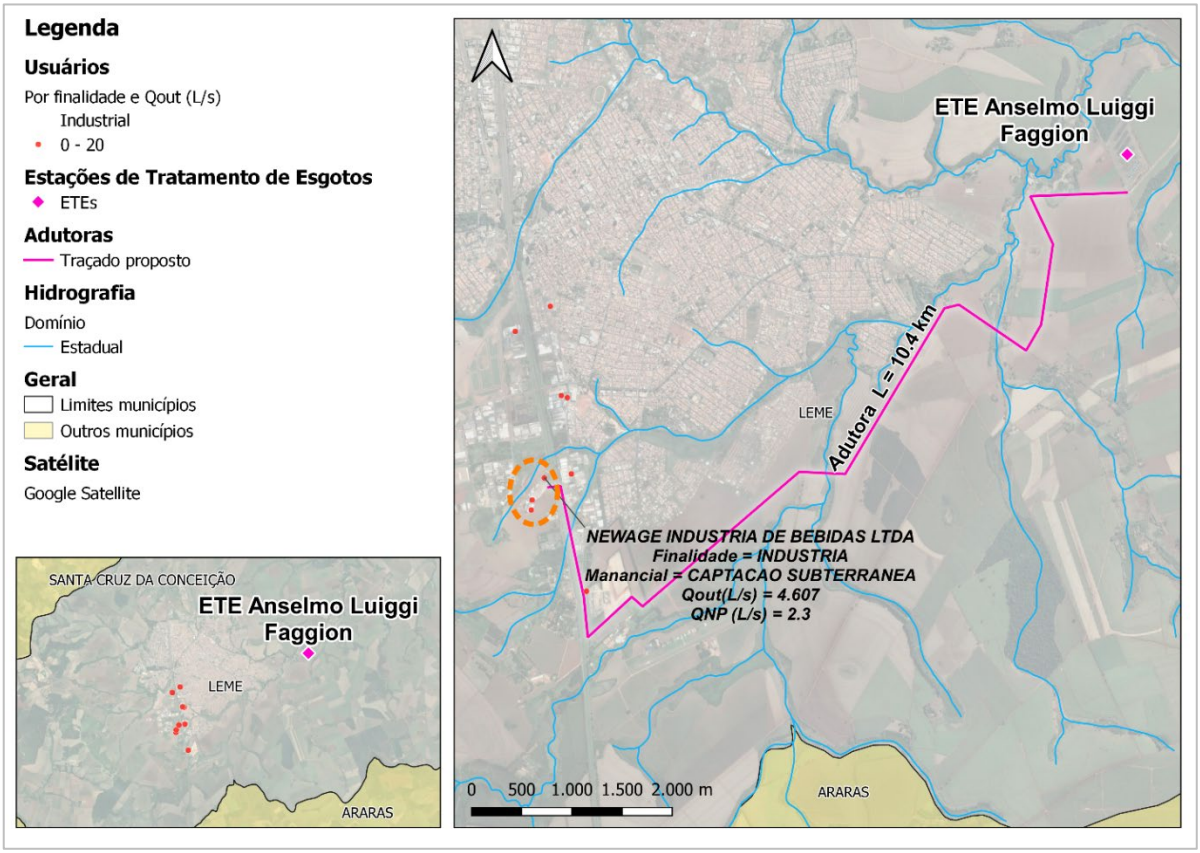
A EDBO é de 85%, com concentração final de 54 mg/L. No entanto, para manutenção de Classe 2 no corpo receptor, a concentração final de DBO deveria ser de 8,7 mg/L, demandando EDBO > 98%.

Em relação ao reúso, previu-se possibilidade de atendimento de demandas industriais pouco exigentes, sendo a categoria de reúso a C2. Após o tratamento secundário, prevê-se emprego de UV + CL (radiação ultravioleta e cloração) antes da distribuição. Como o tratamento para lançamento previsto é MBR, não há necessidade de etapa adicional para remoção de sólidos em suspensão, dado que o MBR já conta com separação de fases por MF/UF (micro ou ultrafiltração).

Não há outorgas de captação para fins industriais nas proximidades da ETE, e estas estão concentradas no Distrito Industrial da cidade, que dista cerca de 7 km da estação. As únicas outorgas com alguma expressão são três da NEW AGE INDÚSTRIA DE BEBIDAS LTDA[1], as quais somam 12,8 L/s de Q_{out} e 6,4 L/s de Q_{NP}.

A **Figura 7.5** mostra a ETE Leme (Anselmo Luiggi Faggion), as supracitadas outorgas e o traçado de adutora previsto. O comprimento total da adutora é de 10,4 km e prevê-se que possua DN 100 mm.

Figura 7.5 – Leme: traçado da adutora



NOTA: NEWAGE possui três outorgas muito próximas, as quais foram consideradas em conjunto. Elipse em traço amarelo destaca as três outorgas.

[1] Vale ressaltar que, conforme presente nos relatos de visita apresentados no Produto 3 (P3), a SAECIL possui alguns litígios com a mesma New Age, principalmente em razão de supostos lançamentos de efluentes industriais fora do padrão.

e) Catanduva

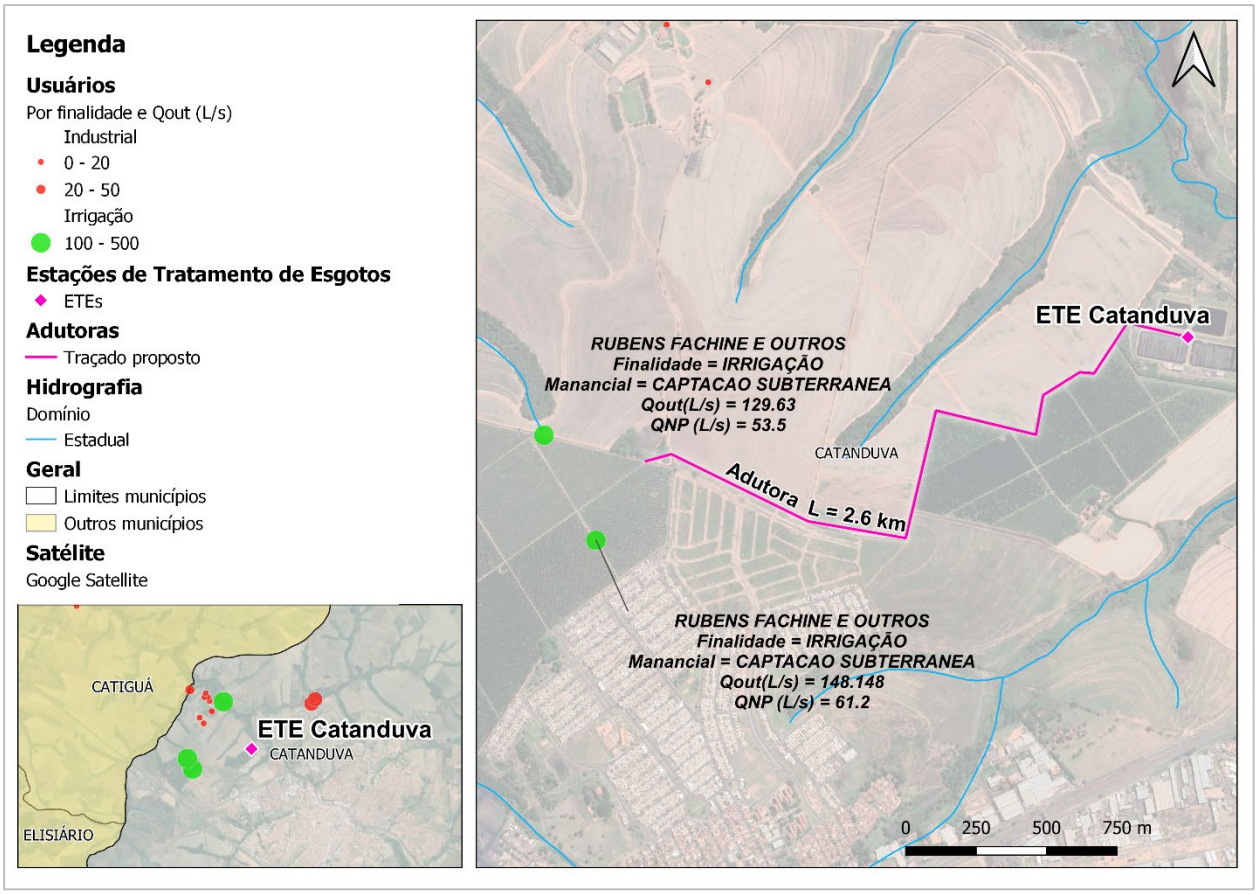
Para Catanduva foi detalhada alternativa de reúso agrícola, ou seja, categoria de uso C1.

A ETE Catanduva tem desempenho estável, com EDBO superior a 90%, ainda que o processo seja de lagoas. Há problema específico com a alta cor aparente do efluente bruto, a qual não é removida pelo processo atual. Isso limita diversas possibilidades de reúso, mas não há restrições de cor em aplicações de reúso agrícola, a não ser que haja também excesso de SDT. Dessa forma, é necessária remoção adicional de matéria orgânica e sólidos suspensos antes do reúso, bem como desinfecção e previsão de manutenção de residuais mínimos de cloro, o que será atingido pelo emprego de FA + CL (filtro de areia + cloração).

O usuário com maior vazão e mais próximo à ETE Catanduva é o denominado RUBENS FACHINI E OUTROS, o qual possui duas outorgas de captação subterrânea que somam 277,8 L/s. A Q_{NP} é igual a 114,7 L/s.

A **Figura 7.6** mostra a ETE Catanduva, as supracitadas outorgas e o traçado de adutora previsto. O comprimento total da adutora é de 2,6 km e prevê-se que possua DN 300 mm.

Figura 7.6 – Catanduva: traçado da adutora



7.3.1. Resumo dos custos unitários de produção e distribuição de água de reúso

A **Tabela 7.2** resume as principais características das ações de melhoria do tratamento secundário e de reúso nos municípios no que se refere a tratamento e reservação. A **Tabela 7.3** resume informações sobre as linhas de recalque previstas. As **Tabelas 7.4** e **7.5** trazem o resumo das informações sobre Capex, Opex e custos unitários em Dólares americanos e Reais, respectivamente.

Tabela 7.2 – Resumo: tratamento e reservação

Município / ETE	Melhoria do tratamento secundário		Reúso						
	É necessária?	Tipo	Finalidade	Categoria de reúso	Tratamento	Qafl EPAR (L/s)	Perdas	Qreu (L/s)	Res (m³)
Ribeirão Preto - ETE Ribeirão	NÃO	-	Industrial	C3	UF + UV + OR + CL	29	30%	20	144
Ribeirão Preto - ETE Caiçara	NÃO	-	Industrial	C3	UF + UV + OR + CL	14	30%	10	72
Mogi Mirim	NÃO	-	Industrial	C2	UF + UV + CL	10,5	5%	10	72
Sertãozinho	**SIM**	Substituição do atual por LAAP	Industrial	C2	UF + UV + CL	105	5%	100	720
Leme	**SIM**	Substituição do atual por MBR	Industrial	C2	(MBR +) UV + CL	11	5%	10	72
Catanduva	NÃO	-	Irrigação	C1	FA + CL	120	0%	120	864

Categorias de reúso. C1: irrigação agrícola; **C2**: industrial menos exigente; C3: industrial exigente. **Processos de tratamento. FA**: filtro de areia; **CL**: cloração; **UF**: ultrafiltração; **OR**: osmose reversa; **UV**: radiação ultravioleta. **LAAP:** lodos ativados de aeração prolongada; **MBR:** *membrane bio reactor*. **Outros. Qafl EPAR**: vazão afluente à Estação Produtora de Água de Reúso (EPAR). **Qreu**: vazão efluente (de saída) da EPAR. **Res**: volume de reservação

Tabela 7.3 – Resumo: adução

Município / ETE	Adutora - L (km)	Q (L/s)	Ponto inicial			Ponto final			ΔHg (m)	Hmáx (m)	ΔHg-máx (m)	DN (mm)	v (m/s)	P (kW)
			lat	lon	z (m)	lat	lon	z (m)						
Ribeirão Preto – ETE Ribeirão	1,7	20	-21,105	-47,811	497,8	-21,111	-47,822	540,4	42,6	540,4	42,6	150	1,13	17,6
Ribeirão Preto - ETE Caiçara	8,4	10	-21,115	-47,760	503,3	-21,146	-47,783	520,2	16,9	522,7	19,3	100	1,27	29,5
Mogi Mirim	10,2	10	-22,373	-47,000	599,3	-22,444	-46,948	619,8	20,5	638,1	38,7	100	1,27	37,9
Sertãozinho	4,9	132	-21,101	-48,038	507,6	-21,109	-48,073	523,7	16,1	523,9	16,3	350	1,37	92,1
Leme	10,4	10	-22,186	-47,338	590,0	-22,212	-47,395	615,4	25,5	623,1	33,1	100	1,27	37,8
Catanduva	2,6	120	-21,113	-49,002	493,9	-21,116	-49,020	539,8	45,9	540,4	46,5	350	1,25	101,9

L comprimento da adutora (km)
Q vazão aduzida (L/s)
lat latitude
lon longitude
z cota de terreno (m)
ΔH_g desnível geométrico (m)
$H_{máx}$ cota máxima do terreno no trajeto da adutora (m)
$\Delta H_{g\text{-}máx}$ desnível geométrico máximo no trajeto da adutora em relação ao ponto inicial (m)
DN diâmetro nominal adotado da tubulação (mm)
v velocidade de escoamento resultante (m/s)
P potência requerida pelo sistema elevatório (kW)

Tabela 7.4 – Resumo: custos em Dólares americanos (USD)

Município / ETE	Tratamento secundário					Reúso									
						Tratamento					*Adução*		*Total*		
	Tipo	Q (m^3/s)	Capex (USD)	Opex (USD/ano)	*Unitário (USD/m^3)*	Arranjo / Polimento	Qafl EPAR (m^3/s)	Qreu (m^3/s)	Capex (USD)	Opex (USD/ano)	Capex (USD)	Opex (USD/ano)	Capex (USD)	Opex (USD/ano)	*Unitário (USD/m^3)*
Ribeirão Preto - ETE Ribeirão	-	-	-	-	-	C3 UF + UV + OR + CL	0,029	0,020	$3.835.977	$196.561	$226.680	$26.693	$4.062.656	$223.254	***$1,111***
Ribeirão Preto - ETE Caiçara	-	-	-	-	-	C3 UF + UV + OR + CL	0,015	0,010	$2.412.187	$100.053	$776.504	$62.621	$3.197.691	$162.674	***$1,707***
Mogi Mirim	-	-	-	-	-	C2 UF + UV + CL	0,0105	0,010	$1.116.085	$32.476	$942.898	$78.032	$2.058.983	$110.508	***$1,117***
Sertãozinho	LAAP	0,26	$2.626.926	$478.645	***$0,096***	C2 UF + UV + CL	0,139	0,132	$4.196.894	$368.093	$1.675.511	$161.794	$5.872.405	$529.888	***$0,293***
Leme	MBR	0,45	$11.629.864	$2.787.557	***$0,275***	C2 UV + CL	0,010	0,010	$132.941	$9.965	$961.386	$78.720	$1.094.327	$88.670	***$0,689***
Catanduva	-	-	-	-	-	C1 FA + CL	0,120	0,120	$998.092	$151.373	$889.047	$135.615	$1.887.138	$286.987	***$0,163***

Tabela 7.5 – Resumo: custos em Reais (BRL)

Município / ETE	Tratamento secundário					Reúso									
						Tratamento					*Adução*		*Total*		
	Tipo	Q (m^3/s)	Capex (BRL)	Opex (BRL/ano)	*Unitário (BRL/m^3)*	Arranjo / Polimento	Qafl EPAR (m^3/s)	Qreu (m^3/s)	Capex (BRL)	Opex (BRL/ano)	Capex (BRL)	Opex (BRL/ano)	Capex (BRL)	Opex (BRL/ano)	*Unitário (BRL/m^3)*
Ribeirão Preto - ETE Ribeirão	-	-	-	-	-	C3 UF + UV + OR + CL	0,029	0,020	R$21.481.471	R$1.100.742	R$1.269.408	R$149.481	R$22.750.874	R$1.250.222	***R$ 6,222***
Ribeirão Preto - ETE Caiçara	-	-	-	-	-	C3 UF + UV + OR + CL	0,015	0,010	R$13.508.247	R$560.297	R$4.348.422	R$350.678	R$17.907.070	R$910.974	***R$ 9,559***
Mogi Mirim	-	-	-	-	-	C2 UF + UV + CL	0,0105	0,010	R$6.250.076	R$181.866	R$5.280.229	R$436.979	R$11.530.305	R$618.845	***R$ 6,255***
Sertãozinho	LAAP	0,26	R$14.710.786	R$2.680.412	***R$0,538***	C2 UF + UV + CL	0,139	0,132	R$23.502.606	R$2.061.321	R$9.382.862	R$906.046	R$32.885.468	R$2.967.373	***R$ 1,641***
Leme	MBR	0,45	R$65.127.238	R$15.610.319	***R$1,540***	C2 UV + CL	0,010	0,010	R$744.470	R$55.804	R$5.383.762	R$440.832	R$6.128.231	R$496.552	***R$ 3,858***
Catanduva	-	-	-	-	-	C1 FA + CL	0,120	0,120	R$5.589.315	R$847.689	R$4.978.663	R$759.444	R$10.567.973	R$1.607.127	***R$ 0,913***

Nota: conversão de USD a BRL com base na cotação dez/2021, igual a BRL5,60/USD.

7.4. Aspectos de viabilidade das alternativas sugeridas

7.4.1. Estimativa de preço de venda de água de reúso e comparação com custos de aquisição / produção própria de água potável

7.4.1.1. Tarifas de água potável praticadas pelas concessionárias

Cada um dos municípios deste estudo possui sua própria estrutura tarifária de água e esgoto, com faixas de consumo distintas e aplicação ou não de TCTE (Taxa Complementar de Tratamento de Esgoto). Por isso, não é possível organizar as tarifas aplicáveis nas mesmas faixas de vazão, dado que, a título de exemplo, a faixa máxima de vazão de Ribeirão Preto é de 100 m³/mês (0,04 L/s), enquanto para Mogi Mirim é de 15.000 m³/mês (5,79 L/s).

As vazões contempladas neste estudo são da ordem de dezenas ou centenas de L/s, muito superiores às faixas de vazão previstas pelas estruturas tarifárias municipais. Por isso, as tarifas foram resumidas para alguns poucos valores representativos, mantendo-se evidente qual é a faixa superior de consumo prevista.

Ainda que para Catanduva não tenha sido previsto arranjo de reúso industrial, na **Tabela 7.6** constam tarifas de água, esgoto e total para os usuários industriais em cada um dos municípios.

Tabela 7.6 –Tarifas de água e esgoto

Município	Demanda (m³/mês)		Demanda (L/s)		Água (BRL/m³)	Esgoto (BRL/m³)	TCTE (BRL/m³)	Total (BRL/m³)
Ribeirão Preto[1]	Acima de 100		Acima de 0,04		R$19,20	R$14,39	R$10,06	R$43,65
Mogi Mirim[2]	0	250	0,00	0,10	R$19,49	R$19,49	R$0,97	R$39,95
	251	1	0,10	0,39	R$26,31	R$26,31	R$1,32	R$53,94
	1.001	10	0,39	3,86	R$35,80	R$35,80	R$1,79	R$73,39
	10.001	15	3,86	5,79	R$38,66	R$38,66	R$1,93	R$79,25
	Acima de 15		Acima de 5,79		R$41,75	R$41,75	R$2,09	R$85,59
Sertãozinho[3]	0	250	0,00	0,10	R$17,09	R$13,67	-	R$30,76
	251	1	0,10	0,39	R$17,09	R$0,00	-	R$17,09
	Acima de 2,0		Acima de 0,77		R$17,09	R$0,00	-	R$17,09
Leme[4]	0	100	0,00	0,04	R$11,29	R$9,60	-	R$20,89
	101	1	0,04	0,39	R$12,46	R$10,59	-	R$23,05
	Acima de 1		Acima de 0,39		R$13,06	R$11,10	-	R$24,16
Catanduva[5]	0	250	0,00	0,10	R$15,52	R$7,40	-	R$22,92
	251	1	0,10	0,39	R$17,49	R$5,30	-	R$22,79
	Acima de 3		Acima de 1,16		R$17,93	R$4,84	-	R$22,77

1 - Faixa máxima determinada pela resolução é 100 m³/mês, ou 0,04 L/s. Outras faixas, por englobarem vazões demasiadamente baixas, não foram consideradas.
2 - Faixas e tarifas conforme Resolução ARES PCJ 2019
3 - Faixas e tarifas conforme RESOLUÇÃO SAEMAS 276 DE 30-11-2020
4 - Faixas e tarifas conforme RESOLUÇÃO ARES-PCJ Nº 255/2018
5 - Faixas e tarifas conforme DECRETO Nº 7.970 de 17 de março de 2021
TCTE: Tarifa Complementar de Tratamento de Esgoto

Uma prática comum em alguns municípios é o estabelecimento de tarifas diferenciadas para grandes usuários, usualmente aqueles que demandam vazões acima de 500-1.000 m³/mês, para os quais as tarifas de água e esgoto tendem a ser menores. Também há casos de estabelecimento de contratos de vazão firme com usuários específicos, para os quais as tarifas são estipuladas caso a caso. Contudo, essas informações não foram encontradas para os municípios objetos deste estudo, sendo as tarifas apresentadas nas tabelas anteriores a única referência disponível de custos de aquisição de água das concessionárias.

7.4.1.2. Custos de produção própria de água potável

Foram feitas estimativas para simular os possíveis custos de captação e tratamento de água pelos usuários. Essa estimativa foi realizada com base em um esquema genérico de produção de água potável a partir de captação superficial, em que é comum o emprego de processo de clarificação convencional e de algumas variantes. A **Tabela 7.7** apresenta os custos estimados de captação de água bruta e de tratamento.

Tabela 7.7 – Custos unitários de produção de água potável em USD e BRL: tratamento, captação e total

Tecnologia		Custos unitários* - USD/m³			Custos unitários* - BRL/m³		
		Captação	Tratamento	Total	Captação	Tratamento	Total
CC	Clarificação convencional	$0,0234	$0,096	**$0,119**	R$0,131	R$0,537	**R$0,668**
CC + CAG	Clarificação convencional + carvão ativado granular	$0,0234	$0,167	**$0,190**	R$0,131	R$0,935	**R$1,066**
FD	Filtração dupla	$0,0234	$0,216	**$0,239**	R$0,131	R$1,208	**R$1,339**

*Custos unitários considerando-se N = 20 anos (tempo de retorno) e i = 10%aa (taxa anual de juros) e calculados pela Equação 3.3 do Produto 5 (P5).
Fonte: custos adaptados de Mierzwa et al. (2008) e Duarte (2011). Valores atualizados para 2020 pelo CPI-U. Cotação BRL/USD = 5,60.

Os custos de captação independem do tratamento e são de US$ 0,0234/m³ (R$ 0,131/m³) para todos os casos, enquanto os de tratamento estão entre US$ 0,096-0,216/m³ (R$ 0,537-1,208/m³) a depender da tecnologia empregada. Considerando-se ambas as componentes (captação e tratamento), os custos unitários totais estão na faixa de US$ 0,119-0,239/m³ (R$ 0,668-1,339/m³).

7.4.1.3. Cobrança pelo uso da água

Caso o usuário opte por captar água para suprir seus usos, deverá arcar também com os custos de obtenção de outorga e, para algumas bacias, com os de cobrança pelo uso da água. Vale salientar que a cobrança pelo uso de recursos hídricos não é uma tarifa nem um imposto, e sim “uma remuneração pelo uso do bem público” (ANA, 2019).

Os valores de cobrança incidem tanto sobre os volumes captados (isto é, os efetivamente retirados do corpo hídrico) como sobre os consumidos (a diferença entre os volumes captados e os lançados, ou seja, as “perdas”). Especificamente no Estado de São Paulo, todas as UGRHIs dos afluentes do Rio Grande realizam a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, incluindo, por conseguinte, as UGRHIs 04 – Pardo, 09 – Mogi e 15 –

Turvo / Grande, onde estão os cinco municípios objetos deste estudo. Atualmente, estão sujeitos à cobrança somente usos urbanos e industriais (SIGRH, 2022).

A **Tabela 7.8** apresenta os preços unitários cobrados para captação e consumo de água, bem como para lançamento de efluentes, nas UGRHIs 04, 09 e 15.

Tabela 7.8 – Preços unitários de cobrança pelo uso de recursos hídricos nas UGRHIs 04, 09 e 15

UGRHI	Captação (R$/m³)	Consumo (R$/m³)	Lançamento (R$/kgDBO)
04 - Pardo	R$0,01	R$0,02	R$0,10
09 - Mogi	R$0,01	R$0,02	R$0,10
15 - Turvo/Grande	R$0,01	R$0,02	R$0,10

Fonte: Santos et al., 2019

O preço unitário de captação é R$ 0,01/m³ (US$ 0,0018/m³)[2] e a de consumo igual a R$ 0,02/m³ (US$ 0,0036/m³), valores que podem ser considerados irrisórios quando comparados aos custos de produção e distribuição de água de reúso estimados neste estudo (de R$ 0,913/m³ a R$ 9,559/m³) e as tarifas praticadas pelas concessionárias para clientes industriais (de R$ 11,29/m³ a R$ 41,75/m³). Isto é, ainda que seja um importante instrumento de gestão de água, a cobrança não possui, no escopo deste estudo, impactos relevantes no que se refere a custos.

7.4.1.4. Preço de venda de água de reúso e comparação com água potável

Quando é feita a comparação entre os custos associados à obtenção de água de reúso com aqueles associados ao fornecimento de água para uso industrial pelas concessionárias dos municípios (**Item 7.4.1.1**), especificamente para uso industrial e para as faixas de consumo avaliadas, verifica-se que o reúso de água é bastante vantajoso.

Mesmo para o caso do município de Ribeirão Preto, para o qual se obteve a maior tarifa para a água de reúso para ETE Caiçara, com um custo de produção por metro cúbico de R$ 9,56, o custo para fornecimento de água industrial pela concessionária é praticamente o dobro desse valor, sem considerar a incidência da tarifa relacionada à coleta e o tratamento de esgotos.

Assim, mesmo sem que sejam valorados os aspectos relacionados à escassez hídrica e os riscos potenciais de desabastecimento, do ponto de vista econômico é possível concluir sobre a viabilidade econômica do reúso no caso da indústria, o que pode viabilizar modelos de negócios que sejam viáveis mesmo para regiões que ainda não sofrem problemas de escassez de água.

Um outro aspecto a ser considerado diz respeito às incertezas sobre os cenários futuros, tanto em relação às novas exigências sobre o aumento nas restrições sobre o lançamento de esgotos em corpos hídricos, o que poderá requerer tecnologias de tratamento mais eficientes e cujo custo não poderia ser imputado à produção da água

[2] Para cotação de R$5,60/US$, adotada também em outros itens deste estudo.

de reúso. Esta condição poderá trazer uma nova fonte de receitas para as companhias de saneamento, assunto contemplado no novo Marco Legal do Saneamento.

Em relação à produção própria de água (**Item 7.4.1.2**), os custos de água de reúso são em geral – mas nem sempre – superiores. Os custos de produção própria (captação + tratamento) foram estimados em US$ 0,119-0,239/m³, calculados com base em esquema genérico de captação superficial e uso processos de tratamento convencionais. Essa estimativa foi realizada porque não houve sucesso na obtenção dos dados diretamente dos potenciais usuários. No caso de reúso, os custos unitários estão entre US$ 0,293-1,707/m³.

Os valores mais elevados do reúso se devem ao emprego de algumas tecnologias com custos mais altos e aos gastos elevados com adução, os quais são muito relevantes em alguns casos, como os exemplos de Leme e Mogi Mirim.

Vale ressaltar que, a depender do tipo de tratamento utilizado para produção de água de reúso, a qualidade resultante pode ser muito superior à de água superficial submetida a tratamentos convencionais, o que possui impactos positivos no uso. No caso de usos em sistemas de resfriamento, por exemplo, água de melhor qualidade aumenta os ciclos de concentrações tolerados (reduzindo a própria demanda de água), reduz ocorrência de incrustações e depósitos, diminui a ocorrência de formação de biofilme nos trocadores de calor e reduz a necessidade de uso de produtos químicos (biocidas, anti-incrustante).

No caso de reúso agrícola, os critérios de qualidade são menos restritivos. No entanto, os elementos residuais que permanecem no tratamento podem ser benéficos para as lavouras, a exemplo do nitrogênio, potássio e fósforo, e consequente diminuição das quantidades de fertilizantes necessárias.

É importante destacar que, caso haja lançamentos relevantes a montante do ponto de captação (por conta de áreas urbanizadas, lançamentos industriais, poluição difusa de áreas cultivadas etc.), a água bruta pode apresentar características quase próximas às de esgotos fracos, ainda que se trate de corpos hídricos Classe 2 ou Classe 3. Não são incomuns casos em que usuários industriais adotam processos como flotação, CAG, filtração dupla e UF (ultrafiltração) para produção de água de processo, com necessidade de complementação com troca iônica ou OR (osmose reversa) para água deionizada para usos mais sensíveis.

No caso de água subterrânea, é também comum que haja problemas causados por atividades antrópicas, desde contaminações locais por vazamentos ou infiltração inadequada ou contaminações oriundas de aquíferos adjacentes. Além disso, a superexploração leva a rebaixamento prolongado do nível, o que também possui implicações na qualidade da água.

Por fim, no caso dos custos com adução há pouca margem para redução de custos, dado que a localização da EPAR (Estação Produtora de Água de Reúso) e dos usuários não pode ser alterada caso seja implantado o projeto de reúso, a não ser que haja devida consideração do reúso como elemento do planejamento urbano, planejamento ambiental e desenvolvimento econômico dos municípios e regiões metropolitanas. Nesse sentido,

a localização de futuras ETEs na bacia consideraria esses fatores, incluindo a possibilidade do reúso do efluente tratado.

Vale ressaltar que experiências internacionais demostram que o reúso de efluente sanitário tratado pode ser financeiramente menos custoso do que outras opções/fontes de abastecimento. Chipre é um exemplo de que a água com maior qualidade pode ser economizada para fins domésticos, destinando o reúso de efluentes sanitários tratados à irrigação. Nesse caso, o benefício para os investidores de reúso de água no Chipre é que o custo marginal para o tratamento terciário é muito inferior ao custo pago pelo tratamento de águas de barragens ou água do mar, enquanto as estruturas tarifárias cobram o mesmo valor tanto pela água tratada convencionalmente, quanto pela água de reúso (MCidades e IICA, 2017).

7.4.1.5. Possíveis fontes de financiamento

Foram pesquisadas alternativas de incentivo, notadamente o financiamento, visando melhorar a atratividade econômica, seja no âmbito do objetivo estratégico de ampliar a produtividade e competitividade da produção de esgoto tratado para reduzir os níveis de poluição em bacias hidrográficas, seja no âmbito dos potenciais consumidores.

Infelizmente, não foi identificado nenhum programa financeiro do Governo Federal ou dos entes federativos que incentiva, diretamente ou indiretamente, a implantação de projetos de reúso de efluente sanitário em grande escala. No entanto, são conhecidos alguns casos de sucesso de projetos de reúso financiados com recursos públicos no Brasil. Em nível estadual, por exemplo, um caso de sucesso é o projeto piloto de reúso potável direto (RPD) subsidiado pelo Comitê de Bacias do Piracicaba-Jundiaí-Capivari (PCJ), conforme apresentado no Produto 2 (P2).

Do ponto de vista da produção das ETEs, o Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES) poderia ser uma iniciativa da ANA que visa incentivar a implantação de estações de tratamento para reduzir os níveis de poluição em bacias hidrográficas, considerando uma modalidade de programa que incentivasse o reúso. Também conhecido como "programa de compra de esgoto tratado", o PRODES paga pelo esgoto efetivamente tratado – desde que cumpridas as condições previstas em contrato (metas de remoção de carga poluidora) – em vez de financiar obras ou equipamentos para o tratamento do esgoto urbano. Trata-se de um estímulo financeiro feito de acordo com os resultados alcançados, pelo esgoto efetivamente tratado. Em se tratando de um subsídio direto à produção do esgoto tratado, o valor da comercialização da água de reúso poderia ser reduzido.

Programas no molde do Produtor de Água poderiam ser igualmente pensados como forma de remunerar produtores rurais em bacias em que o reúso agrícola seja definido como solução para destinação de esgotos tratados em bacias em que os rios tenham baixa capacidade de diluição. O Programa usa o conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que estimula os produtores a investirem no cuidado do trato com as águas, recebendo apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas.

O Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) pode ser uma fonte de financiamento de recursos indireta. O BNDES Finem é uma linha de financiamento para projetos que contribuam para o aumento da capacidade das empresas em reduzir e mitigar riscos ambientais e que poderia perfeitamente contemplar iniciativas de reúso na indústria e na agricultura. O mesmo para este último setor poderia ser propiciado pelo Moderinfra, que, dentre outras coisas, é voltado a apoiar o desenvolvimento da agricultura irrigada.

Uma possível fonte de financiamento de reúso poderá ser a aplicação do produto da cobrança pelo uso de recursos hídricos, por meio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), conforme apontado no Decreto Estadual nº 50.667, de 30 de março de 2006. Esse decreto estabelece que as concessionárias e permissionárias de serviços públicos, com atuação nos campos do saneamento, podem habitar-se à obtenção desse recurso, desde que essa aplicação esteja vinculada à implementação de programas definidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos, por meio de ações, estudos, projetos, serviços e obras, de interesse público, da iniciativa pública ou privada, definidos nos Planos de Bacias Hidrográficas e programas anuais de investimentos.

Por fim, uma, entre outras fontes de recursos financeiros que poderia ser buscada, é a iniciativa 2030 *Water Resources Group*, sediada na Corporação Financeira Internacional (IFC), que iniciou atividades no Brasil em 2017, cujas áreas temáticas de intervenção incluem o aumento da disponibilidade/acessibilidade do financiamento no setor da água.

8. CONCLUSÕES

Este estudo, ao longo de seus cinco produtos anteriores, avaliou e desenvolveu em nível conceitual alternativas de destinação final de efluentes tratados das ETEs de cinco municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, com destaque ao reúso não potável.

Os produtos apresentaram a fundamentação teórica, levantamentos e caracterizações necessários para a devida compreensão da realidade e possibilidades dos municípios, bem como os resultados obtidos por meio de modelagem, proposição de instalações conceituais de produção e distribuição de água de reúso e estimativas de custos. Esses conteúdos foram devidamente apresentados nos capítulos anteriores deste Produto 6 (P6).

Além dos supracitados resultados, contudo, a própria elaboração do estudo ensejou a emergência de uma série de reflexões e aprendizados, permitidos pelas diversas articulações juntos aos atores envolvidos, da avaliação e comparação das condições dos territórios de cada município e do próprio esforço em se cumprir os objetivos do trabalho.

Isto posto, neste capítulo são apresentados e brevemente desenvolvidos tópicos que permearam a elaboração do estudo e que também podem ser considerados produtos do trabalho, seja na forma de conclusões, análises críticas ou de “lições aprendidas” que, oportunamente, podem ser aproveitadas em estudos e ações futuras.

1. Os municípios atualmente não veem necessidade em buscar alternativas de destinação de efluentes tratados

Os cinco municípios que compõem o escopo deste estudo compartilham todos o fato de, evidentemente, localizaram-se na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, ainda que estejam dispersos em três distintas UGRHIs (04, 09 e 15). Diferentemente de bacias interestaduais, como a dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) e do Paraíba do Sul, a do Rio Grande não é notória pelo estado crônico de escassez hídrica e disputa pelo uso da água, embora alguns dos municípios contemplados apresentem condições críticas em relação aos recursos hídricos, conforme foi abordado no **Item 2.2**.

Dentro do escopo do estudo, só há ocorrência *de facto* de problemas de qualidade no corpo receptor de Leme. Em Ribeirão Preto e Mogi Mirim, os corpos receptores são Classe 2 e as ETEs possuem eficiência suficiente para garantir a manutenção de DBO abaixo do limite de 5,0 mg/L. Em Catanduva, o Rio São Domingos é Classe 4, e, além disso, a ETE possui remoção de matéria orgânica satisfatória (acima de 90%). Por fim, em Sertãozinho, o corpo receptor (Ribeirão Sertãozinho ou do Sul) é Classe 4, e, mesmo que a ETE atualmente possua eficiência de remoção de DBO muito baixa (< 50%), seu enquadramento não requer que haja remoção adicional de carga antes do lançamento.

Nas visitas aos municípios, inclusive, buscou-se levantar a ocorrência ou não de notificações frequentes por parte da CETESB em relação ao lançamento de efluentes das ETEs e, para quase todos os municípios, não havia manifestação da companhia, a não ser em situações muito específicas, como geração de espuma em Catanduva ou

quando houve queda abrupta de eficiência em Leme por conta da necessidade de manutenção dos aeradores de uma das lagoas.

No caso específico de Leme, a elevação da eficiência de remoção de DBO de 80% para 98% adequaria a qualidade do efluente tratado ao que é requerido para manutenção de Classe 2 do Ribeirão do Meio. Ainda que a eficiência requerida seja relativamente alta (DBO < 10 mgO_2/L), seu atingimento é plenamente possível por meio de uso de tecnologias adequadas. É o exemplo da ETE da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) em Campos do Jordão[3], que trata vazão similar à da ETE Anselmo Luiggi Faggion (213 L/s em Campos do Jordão e 300 L/s em Leme) por processo de biorreator com membranas (MBR – *membrane bioreactor*), com efluente final de DBO inferior a 5 mgO_2/L.

Assim, o cenário é de que não há fatores que, na prática, levem os municípios a buscarem alternativas de destinação dos efluentes tratados, dado que ou o lançamento ocorre de acordo com as condicionantes ambientais aplicáveis (no caso dos corpos receptores Classe 2, exceto Leme) ou não há limitação das concentrações de matéria orgânica a serem lançadas (no caso dos Classe 4). Isto é, levando-se em conta estritamente as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011, Decreto Estadual nº 8.468/1976 e o atual enquadramento dos corpos receptores, não há necessidade legal de busca por alternativas de destinação ou remoção adicional de carga de DBO antes do lançamento, dado que os lançamentos não estão causando o desenquadramento dos corpos receptores, com a devida exceção de Leme.

Isso, no entanto, não significa que não se deva conferir importância estratégica no estudo de ações de alternativas de disposição dos efluentes tratados na região, em especial o reúso de água.

A disponibilidade hídrica *per capita* superficial é, por exemplo, crítica ou muito crítica em municípios como Ribeirão Preto, Sertãozinho e Catanduva, ainda que a Bacia Hidrográfica do Rio Grande em si tenha situação relativamente confortável como um todo. Esse quadro indica escassez de água não somente para usos de abastecimento, mas também para recebimento de efluentes tratados.

Durante as visitas e reuniões, alguns municípios frisaram que atualmente já são sentidos os efeitos de escassez hídrica, que chegam a afetar algumas atividades industriais, com necessidade, por exemplo, de ajustes do ciclo produtivo de agroindústrias para controle do rebaixamento de lençol freático. Isso, no entanto, ocorre paralelamente à persistência da percepção comum de que há abundância de recursos hídricos na região. Segundo comentado pelos agentes de saneamento dos municípios, em boa parcela dos usuários ainda prevalece a falsa ideia de abundância de água na bacia, o que os torna refratários a iniciativas que, como o reúso, busquem reduzir as vazões retiradas dos mananciais.

As exigências ambientais a serem cumpridas também se transformam com o tempo, respondendo às demandas da sociedade civil, governos, organizações transacionais, empresas e outros atores. A tendência é de que sejam impostos limites cada vez mais

[3] Vide mais informações sobre a ETE Campos do Jordão no Produto 2, **Item 5**.

restritos às vazões que podem ser exploradas dos mananciais e aos lançamentos de efluentes tratados, para garantir níveis mais confortáveis desses recursos em termos de quantidade e qualidade. Assim, mesmo que no cenário atual haja atendimento aos requisitos ambientais, deve-se considerar que, num futuro próximo, as exigências ambientais tendem a ser cada vez mais restritivas. Um exemplo, ainda um pouco distante da realidade brasileira, mas representativo dessa tendência, é a recente aprovação do projeto de lei SB 64 (*Senate Bill 64*) do Senado da Flórida, que estabelece que determinadas instalações deverão zerar os descartes de efluentes em corpos hídricos, valendo-se, para isso, de instrumentos como reúso, inclusive potável[4].

Esse tema, inclusive, foi debatido junto aos técnicos dos municípios de Catanduva. Em razão do recebimento de efluentes de indústrias de café solúvel, o esgoto afluente à ETE possui elevada cor. Tratamentos convencionais não têm capacidade de remover eficientemente cor, e, por isso, o efluente tratado possui cor similar à do esgoto bruto. Como o corpo receptor (Rio São Domingos) é Classe 4, para a qual não há limites de cor pela Resolução CONAMA nº 357/2005, a alta cor não configura problema legal junto à CETESB. No entanto, já houve discussões sobre quais seriam as alternativas e implicações caso o corpo hídrico passasse à Classe 3, para a qual o limite de cor é de 75 uH pela CONAMA nº 357/2005.

Portanto, ainda que a diversificação da destinação final dos efluentes tratados, como destaque ao reúso, traga benefícios aos municípios e à bacia hidrográfica, os municípios atualmente não veem motivos para fazê-lo. O reúso de água, que pode ser encarado como um tipo de destinação de efluentes tratados, possui alguma relevância potencial em alguns dos municípios, o que será discutido sob diferentes prismas nos tópicos seguintes.

2. O reúso de água, quando objeto de interesse dos municípios, é posicionado como fonte alternativa de água, e não como solução de destinação de efluentes

Ainda que não haja interesse ou percepção de necessidade de busca por alternativas de destinação de efluentes tratados, o reúso é visto como uma ação desejável em alguns dos municípios. O reúso, no entanto, aparece essencialmente como uma ação referente à diversificação de fontes de água frente à iminente redução de produtividade dos mananciais. Os potenciais benefícios oriundos da redução das cargas lançadas no corpo hídrico são vistos como secundários pelos municípios, o que é compreensível, dado que o uso prioritário de água sempre será para a produção de água potável para fins de abastecimento humano.

Em Mogi Mirim, Catanduva e Ribeirão Preto, cidades em que o tema de reúso já possui alguma musculatura, o fato gerador está ligado aos já observáveis efeitos de escassez hídrica, como redução da produtividade de poços e níveis preocupantes dos reservatórios, ainda que esses municípios estejam em situação hídrica relativamente confortáveis.

[4] Senate Bill 64 (2021) - The Florida Senate (flsenate.gov): https://www.flsenate.gov/Session/Bill/2021/64

3. Diferentes “graus de maturidade” na discussão sobre reúso, o que depende da estabilidade na prestação de serviços elementares de água e esgoto

Os municípios objetos deste estudo, ainda que compartilhem diversas características em comum, possuem diferentes “graus de maturidade” em relação ao tema de reúso, grau esse que é, evidentemente, um julgamento subjetivo realizado neste estudo com base nas interações com as empresas de saneamento.

Conforme explorado no Produto 4 (P4), esse grau está ligado à estabilidade da atuação na prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em cada município. Para municípios como Sertãozinho e Leme, o tema de reúso ainda é uma realidade distante, dado que ainda há dificuldades em se atingir eficiências aceitáveis de remoção DBO antes do lançamento, sendo que a atenção dos agentes de saneamento está voltada na resolução de problemas mais básicos. Para os demais, nos quais os desafios mais elementares já foram ou estão em vias de superação, há maior receptividade à temática de reúso, bem como é notável a existência de discussões e até mesmo ações prévias no tema, como a existência reúso interno nas ETEs de Mogi Mirim e ETE Ribeirão em Ribeirão Preto, e a intenção de disponibilização de água de reúso “a granel” (distribuição por caminhão-pipa) na mesma ETE Ribeirão.

Isso se tornou ainda mais evidente na recepção aos resultados deste estudo, conforme foi abordado no Produto 5 (P5). Sertãozinho não teve interesse em participar na reunião de retorno, e, em Leme, a discussão sobre reúso parecia demasiadamente descolada da realidade, não havendo terreno fértil para que prosperassem discussões mais aprofundadas. Em Mogi Mirim e Catanduva, por outro lado, o estudo foi recebido como um importante marco para os municípios, principalmente no que se refere ao fortalecimento da discussão do reúso dentro das próprias empresas de saneamento e junto aos demais setores da municipalidade. Já em Ribeirão Preto, município considerado com maior “maturidade” no tema de reúso, os resultados estiveram aquém do esperado, uma vez que havia forte expectativa de caracterização detalhada dos potenciais usuários de água de reúso, material que seria utilizado pelo Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto (DAERP) no planejamento do reúso de água.

Isso não significa, entretanto, que o reúso em si possua maior potencial nos municípios com maior “maturidade”, e sim que o tema tende a possuir maior aderência à realidade atual dessas cidades, uma vez que, ao menos em parte, as temáticas de abastecimento de água e tratamento de efluentes estão resolvidas.

4. Há necessidade de maiores incentivos à prática de reúso, principalmente por parte do governo federal

É comum que o tema dos custos de produção e distribuição de água de reúso seja considerado o principal empecilho à viabilidade da prática, o que, em alguma medida, é verdadeiro. No entanto, é necessário que haja compreensão mais profunda sobre quais são os custos com os quais a água de reúso estão sendo comparados, tanto no que se refere aos potenciais usuários como no nível dos municípios e da bacia hidrográfica. Essa tarefa, no entanto, é complexa. Segundo Hespanhol (2008), em grandes

conglomerados urbanos o custo da água do “próximo” projeto de produção de água a partir de novos mananciais pode ser de duas a três vezes mais alto quando em comparação com os sistemas já existentes. A exploração e/ou degradação permanente dos corpos hídricos locais leva à necessidade de busca por fontes de água cada vez mais distantes, o que necessariamente resulta em maiores custos com o transporte da água até os centros consumidores, bem como possível acirramento de disputas pelo uso da água entre bacias hidrográficas.

Conforme já abordado, alguns municípios expressaram que, atualmente, já são sentidos os efeitos da escassez hídrica. Há relatos de redução de produtividade dos poços utilizados para abastecimento público, necessidade de alteração de ciclos de produção das agroindústrias e preocupação com o nível dos reservatórios de abastecimento. Em Ribeirão Preto, por exemplo, pretende-se iniciar captação superficial do Rio Pardo nos próximos anos, dadas as limitações existentes ao incremento da exploração de água subterrânea, que atualmente é único manancial da cidade.

Ainda que seja uma aproximação inicial válida, a comparação direta dos custos por m³ de produção e distribuição de água de reúso (apresentados no Produto 5 – P5) com tarifas praticadas pelas concessionárias ou custos de produção própria de água pode levar a equívocos por ignorar tanto os benefícios ao meio ambiente possibilitados pelo reúso (redução das vazões retiradas e, em menor proporção, redução das cargas lançadas) como os impactos oriundos da não-ação e/ou da manutenção do paradigma de economia linear atual (extração-uso-descarte). Contudo, esses custos, incluindo custos de oportunidade são de difícil quantificação, por vezes intangíveis, sendo que dificilmente são objetivamente considerados em estudos de *trade-off*.

É evidente que devem ser buscadas e priorizadas as opções que resultem em custos mais baixos de produção e distribuição da água de reúso, o que opera a favor da viabilidade econômica desses projetos. Independentemente de outros fatores, a produção e distribuição de água de reúso possuem, inexoravelmente, custos, os quais se devem a fatores como a qualidade do esgoto secundário, a qualidade requerida para uso, custos locais de insumos e, principalmente, as distâncias entre o produtor e o usuário. A depender das condições, os custos podem ser elevados, reduzindo sua atratividade ao usuário final, ou serem relativamente próximos aos custos de produção própria de água.

O desinteresse dos potenciais usuários na aquisição de água de reúso, o que muitas vezes se deve à visão limitada sobre custos, é um ponto central no planejamento da prática. Para o usuário final, questões estratégicas no nível da bacia hidrográfica têm menor importância, uma vez que suas preocupações estão relacionadas à eficiência, estabilidade e custos de suas atividades-fim. Cabe aos órgãos planejadores, gestores e de controle contemplar o tema de recursos hídricos e saneamento básico de forma racional, integrada e estratégica, considerando, inclusive, os supracitados custos com superexploração e poluição de mananciais.

O aparente desinteresse dos potenciais usuários de água de reúso pode ser compreendido como o principal fator para o baixo engajamento na pesquisa realizada no

escopo do estudo. Os próprios municípios afirmaram que esse desinteresse era já esperado, mas se mostraram surpresos frente ao fato de que a aderência foi próxima a zero. Além da questão dos custos, foi principalmente apontado o fato de que os usuários não veem importância na redução das vazões retiradas dos mananciais, bem como no reaproveitamento da água e redução das cargas lançadas nos corpos hídricos. Isto comprova o desconhecimento dos usuários sobre a real condição dos recursos hídricos na região em que estão inseridos.

A percepção sobre a importância de reúso parece se reduzir quanto mais se “aproxima” do usuário final. A noção de que o reúso de água é uma ação estratégica dentro do planejamento e gestão de recursos hídricos é bastante sólida para órgãos como a ANA e a CETESB, bem como para alguns dos municípios (a depender do “grau de maturidade”, conforme apresentado no tópico anterior), mas aparentemente ainda não é sólida para os usuários finais.

No caso os usuários que optam por produzir água a partir de captações próprias, os custos variam substancialmente a depender de características da água bruta do manancial, das condições de captação (distância, profundidade do poço) e da qualidade exigida para o uso. Há casos em que a qualidade da água do manancial é alta, não há gastos elevados com a captação e a exigência de uso é baixa, o que de fato resulta em custos relativamente reduzidos. De outro lado, há também situações em que o corpo hídrico possui má qualidade, sendo necessário emprego de tecnologias mais sofisticadas para tratamento, como é comum ocorrer para determinados usos industriais mais exigentes. Nesse caso, o custo de produção é elevado, podendo superar, inclusive, as tarifas praticadas pela concessionária.

Contudo, é comum que o usuário desconheça os reais custos com a produção de água, bem como os possíveis riscos e custos indiretos assumidos. Há situações, principalmente em sistemas de menor complexidade, em que o usuário inclusive tem a percepção de “custo zero” com água, dado que supõe que, por não arcar com as tarifas da concessionária, não há custos, inadvertidamente desconsiderando os gastos com energia elétrica, depreciação, manutenção, produtos químicos, mão-de-obra, análises de qualidade, entre outros.

Já foi citada a tendência de que as exigências ambientais se tornem cada vez mais restritivas no que se refere ao uso de recursos hídricos, seja na forma de leis e normativas ou como requisitos ambientais mínimos exigidos por empresas e blocos econômicos internacionais.

Nesse contexto, é possível que haja também atualização de instrumentos como a cobrança pelo uso da água. Para as UGRHIs em que estão os municípios, os preços unitários são praticamente irrisórios tanto para captação e consumo de água (R$ 0,01-0,02/m³) como para lançamento de efluentes (R$ 0,10/kg DBO) (vide Produto 5 – P5). No próprio estado de São Paulo, já houve propostas de cobrança de valores substancialmente mais altos pelo uso de recursos hídricos, o que pode incentivar os usuários a buscarem fontes alternativas e as ETEs municipais a lançarem efluentes com qualidade superior. Neste caso, a cobrança deveria estar vinculada com as potenciais

perdas econômicas associadas ao menor ou maior grau de poluição dos corpos hídricos, o que tem impacto direto sobre toda a sociedade.

Assim, devem ser buscadas e desenvolvidas as oportunidades que tragam ganhos ambientais, resultem em custos otimizados e que sejam passíveis de aceleração e incentivo por meio de atuação do Poder Público. No **Item 7.4.1.5** foram sugeridas possíveis fontes de financiamento, como PRODES, BNDES e IFC. Incentivos fiscais e financeiros na forma de, por exemplo, isenções, subsídios, linhas de financiamento e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) são considerados pelos municípios como fundamentais para difusão da prática de reúso, dado que, em comparação com a realização de captações próprias, há diversas situações em que não há possibilidade de o município ou o usuário final arcar com custos adicionais necessários para tratamento e distribuição da água de reúso.

5. Há necessidade de criação de ambiente que confira maior segurança jurídica aos produtores e consumidores de água de reúso, bem como às demais partes envolvidas

Por ser um tema relativamente recente no Brasil, há ainda lacunas que conferem certo grau de insegurança jurídica às diversas partes envolvidas na prática de reúso de efluentes tratados.

A título de exemplo, um deles se refere à “titularidade” do esgoto sanitário tratado oriundo das ETEs municipais e que será utilizado para a produção de água de reúso. Esse efluente tratado não possui atualmente definição jurídica clara, havendo dúvidas, inclusive, sobre a eventual incidência de impostos sobre a comercialização. Outro exemplo é o da situação das atuais outorgas de lançamento das ETEs, uma vez que, ao se realizar reúso, parte da água que seria retornada à bacia hidrográfica, será convertida em água de reúso e, eventualmente, consumida (isto é, “perdida”) pelos usuários em processos como resfriamento, em que há evaporação. Nesse caso, uma parcela maior da vazão retirada para produção de água potável passa a ser classificada como uso consuntivo, quando antes, por conta de lançamento, seria um uso não consuntivo. Isso se torna especialmente complexo quando há transposição de bacias, como em casos em que a captação de água e o lançamento de efluentes não ocorrem na mesma bacia.

Entretanto, a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, atribuiu à ANA a responsabilidade pela elaboração de normas de referência sobre o reúso dos efluentes sanitários tratados, em conformidade com as normas ambientais e de saúde pública. Em seu Art. 3º, a lei estabelece o reúso como componente do serviço de esgotamento sanitário e, portanto, como constituinte dos serviços de saneamento básico.

A Lei nº 14.026/2020 também altera a redação da Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, incluindo como princípio fundamental para prestação de serviços públicos de saneamento o estímulo ao reúso de efluentes sanitários. Sobre os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico, define que os contratos celebrados deverão prever disposições sobre metas de expansão do reúso, assim como

a possibilidade de as companhias obterem receitas alternativas, complementares ou acessórias, podendo fazer a alienação e o uso dos efluentes sanitários para a produção da água de reúso, com a possibilidade dessas receitas serem compartilhadas entre o contratante e o contratado.

Para implementação dessa prática no Brasil, o órgão regulador, ou seja, a ANA, salvo melhor juízo, deverá estabelecer minimamente:

- As condições para o licenciamento dos empreendimentos;
- O padrão de qualidade da água de reúso;
- Os critérios e procedimentos para o monitoramento e fiscalização da qualidade da água e dos sistemas produtores de água de reúso;
- As responsabilidades associadas aos diferentes atores envolvidos na produção, distribuição e utilização da água de reúso;
- Os critérios e procedimentos para implantação de um sistema de reúso;
- Os critérios fiscais relacionados à produção da água de reúso.

Desta forma, entende-se que, dotada de suas novas atribuições, cabe principalmente à ANA a criação de ambiente jurídico que traga maior segurança aos produtores e consumidores de água de reúso, bem como aos investidores, agentes reguladores, comitês estaduais de bacia e demais partes envolvidas. Logicamente, importante papel nesse sentido deverá ser também desempenhado pelo Congresso Nacional e pelo Legislativo em nível de estados e municípios, na criação de leis que se façam necessárias.

Vale reforçar, contudo, que essa discussão se refere única e exclusivamente à produção de água de reúso a partir de efluentes tratados de ETEs municipais. Práticas de reúso interno, como no caso de indústrias, agroindústrias e demais usuários, são naturalmente desvinculadas do conceito de saneamento básico, uma vez que não configuram serviços públicos. O reúso interno logicamente necessita de regulamentação, porém esta envolve questões que não estão relacionadas com este trabalho.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Grande**. Brasília: ANA; CBH-Rio Grande, 2017a.

_____. **Programa Despoluição da Bacias Hídricas - PRODES.** Acesso em <https://www.ana.gov.br/prodes/prodes.asp>. Acesso em 31 jan. 2022.

_____. **Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: Cobrape, 2017b. 88p.

_____. **Cobrança pelo uso dos recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2019.

BIOELEMENTOS AMBIENTAL. **Relatório de ensaio da ETE Sertãozinho** – abril/2021. Brusque: BioElementos Ambiental, 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. p. 58-63.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 mar. 2006. Seção 1, p. 91.

BRASIL. Ministério das Cidades e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). **Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil. Produto II – Experiência de Reúso (RP01A), Produto III – Critérios de Qualidade de Água (RP01B) e Produto V – Modelo de Financiamento (RP02A)**. Brasília: MCidades e IICA, 2017.

CBH-MOGI - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2020 – ano base 2019 – UGRHI 09**. Ribeirão Preto: CBH-MOGI, 2020.

CBH-PARDO - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2020 – ano base 2019 – UGRHI 04**. Ribeirão Preto: CBH-PARDO, 2020.

CBH-TG - Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo/Grande. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2020 – ano base 2019 – UGRHI 15**. São José do Rio Preto: CBH-TG, 2020.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo 2012**. São Paulo: CETESB, 2013.

_____. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo 2013**. São Paulo: CETESB, 2014.

_____. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo 2014**. São Paulo: CETESB, 2015.

_____. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo 2015**. São Paulo: CETESB, 2016.

_____. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2016**. São Paulo: CETESB, 2017.

_____. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2017**. São Paulo: CETESB, 2018.

_____. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2018**. São Paulo: CETESB, 2019.

_____. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020.

DUARTE, M.A.C. **Tratamento de água para consumo humano de reservatório eutrofizado através de pré e interoxidação, adsorção em carvão ativado e dupla filtração**. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

EPA - United States Environmental Protection Agency. **Guidelines for water reuse 2012**. Washington D.C.: U.S. EPA, 2012.

GS INIMA AMBIENT. **Monitoramento das estações de tratamento de esgotos Ribeirão Preto e Caiçara**: relatório mensal – mês referência junho/2021. Ribeirão Preto: GS Imina Ambient, 2021.

MIERZWA, J.C.; SILVA; M.C.C.; RODRIGUES, L.B.; HESPANHOL, I. Tratamento de água para abastecimento público por ultrafiltração: avaliação comparativa através dos custos diretos de implantação e operação com os sistemas convencional e convencional com carvão ativado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 78-87, jan./mar. 2008.

SAEC - Superintendência de Água e Esgoto de Catanduva. **Estação de tratamento de esgotos Catanduva**: relatório semestral – junho/2020 a outubro/2020. Catanduva: SAEC, 2020.

SAECIL - Superintendência de Água e Esgoto da Cidade de Leme. **Dados de operação da ETE Anselmo Luiggi Faggion**: referência de maio/2021 (informações encaminhadas por correio eletrônico). Leme: SAECIL, 2021.

SAEMAS - Serviço Autônomo de Água, Esgoto e Meio Ambiente de Sertãozinho. Estação de Tratamento de Esgoto de Cruz das Posses entra em operação. **Saemas**,

Sertãozinho, 22 mai. 2020. Notícias. Disponível em: <http://www.saemas.com.br>. Acesso em: 31 mai. 2021.

SANTOS, B.R.G.; PROTA, M.G.; SIQUEIRA, S.R.; RODRIGUES, V.L.; PAGANINI, W.S. Cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo: o olhar do usuário de saneamento. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 20098-20109, oct. 2019, ISSN 2525-8761.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 997, de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 01 jun. 1976. Executivo, p. 1.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976. Aprova Regulamento que disciplina a execução da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 9 set. 1976. Executivo, p. 4.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia e Saneamento (SES), Secretaria de Infraestrutura e do Meio Ambiente (SIMA). Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01, de 13 de fevereiro de 2020. Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, provenientes de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 14 fev. 2020. Seção 1, p.47-48.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Perfil dos municípios paulistas 2019**. São Paulo: Fundação SEADE, 2020.

SESAMM - Serviços de Saneamento de Mogi Mirim. **Estação de tratamento de esgotos Mogi Mirim**: relatório mensal – setembro a dezembro/2018. Mogi Mirim: SESAMM, 2018.

_____. **Estação de tratamento de esgotos Mogi Mirim**: relatório mensal – janeiro a agosto/2019. Mogi Mirim: SESAMM, 2019.

SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Cobrança pelo uso da água**. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cobrancapelousodaagua>. Acesso em: 04 fev. 2022.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série histórica**. 2020. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: jul. 2021.