

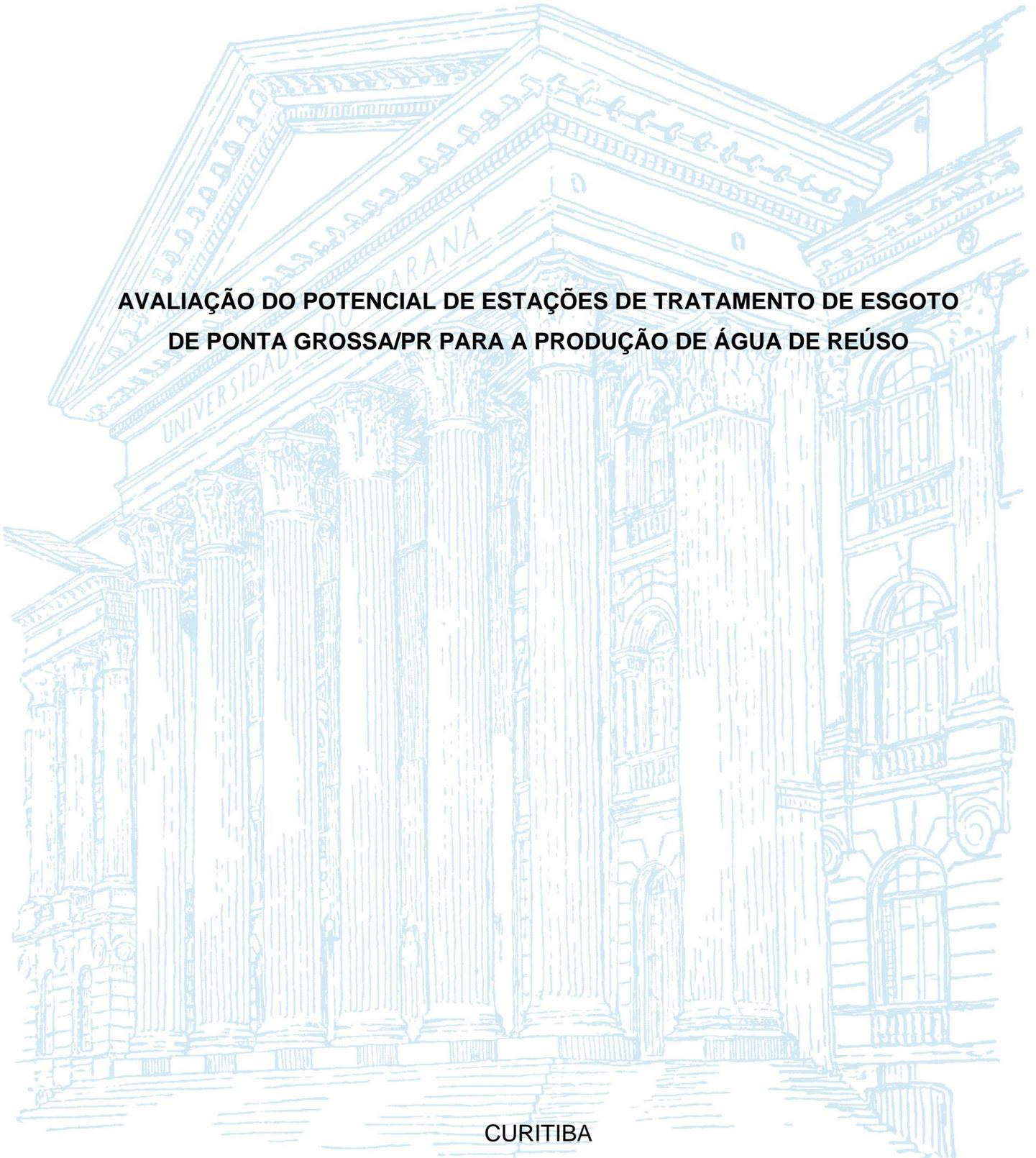
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HIAN DA SILVA PINTO

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO
DE PONTA GROSSA/PR PARA A PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO**

CURITIBA

2023



HIAN DA SILVA PINTO

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE
PONTA GROSSA/PR PARA A PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ramiro Gonçalves Etchepare

CURITIBA

2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

TERMO DE APROVAÇÃO DE PROJETO FINAL

HIAN DA SILVA PINTO

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PONTA GROSSA/PR PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA REÚSO

Projeto Final de Curso, aprovado como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Bacharel em Engenharia Ambiental no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, com nota 100 pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a):

Prof. Dr. Ramiro Gonçalves Etchepare
Departamento de Hidráulica e Saneamento (DHS), UFPR

Membra 1:

Profa. Dra. Ana Flavia Locateli Godoi
Departamento de Engenharia Ambiental (DEA), UFPR

Membra 2:

Profa. Dra. Ana Silvia Pereira Santos
Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente, UERJ

Curitiba, 27 de fevereiro de 2023.

*Dedico esse trabalho as quase 35 milhões de pessoas que vivem sem
acesso à água tratada no Brasil, na esperança e apelo
de que essas vozes sejam ouvidas.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela graça da vida e por estar comigo o tempo todo, me dando forças, protegendo e iluminando os meus caminhos. Obrigado por nunca me abandonar.

Aos meus pais Udson e Helena, e meus irmãos Yasmin e Higor pelo apoio e amor incondicional, por toda força e confiança depositada em mim ao longo de todos esses anos, e por me ensinarem a seguir sempre em frente não importando a adversidade. Saibam que isso tudo é por vocês.

A toda a minha família, em especial a minha avó Aldina, meu avô Waldivino (*in memoriam*), aos meus tios Carlos e Duda e meus padrinhos Hugo e Silvana por me encorajarem e me motivarem sempre a seguir sempre em frente.

A Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de cursar um curso de ensino superior de qualidade, a Pró-reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) pelo fornecimento de bolsa para manutenção, em especial a assistente social Gizelly, e ao Restaurante Universitário, pelas incríveis refeições que me deram energia nesses últimos 5 anos hehehe.

Ao meu orientador e professor Ramiro pelo apoio, incentivo, inspiração, paciência e colaboração nesse trabalho. Agradeço por ter contribuído com a minha formação, por todos os toques e por ter acreditado na minha ideia sem ao menos me conhecer.

A todos os professores que contribuíram com a minha formação, em especial as professoras Ana Flávia e Ana Silvia pela enorme parceria na construção e execução deste trabalho, e ao professor Eduardo Gobbi, por me inspirar pela profissão e pelas experiências compartilhadas.

A SANEPAR pelo termo de cooperação e acesso ao acervo de dados e procedimentos da companhia, em especial a Bárbara Zanicotti da GPIN e Silvia Paffrath da GPES por toda a atenção e empenho para fazer esse trabalho acontecer. Também agradeço a GRPG, pelo apoio no compartilhamento de dados e informações e a GHID, pela participação e apoio no processo criativo do trabalho, em especial ao Carlos, Paula, Ester, Marilda e Rafael.

A todos os meus amigos que me apoiaram e incentivaram desde a época de vestibular, em especial ao Arthur, Hosti, Julia e Carol, por tantos e tantos momentos

alegres que tiravam toda a carga de pressão da época, vou estar sempre na torcida por vocês!

A família que Curitiba me deu, Ariane, Gabriel, Karla, Karollyn e Rafa. Obrigado por todos os momentos alegres, por todas as tardes de jogos, por todos os momentos em que vocês foram ouvintes me escutando reclamar. Obrigado por terem facilitado o meu processo adaptativo e por terem deixado toda essa mudança mais leve. Vou levar vocês para vida.

RESUMO

Os conflitos pelos múltiplos usos da água são um dos principais problemas globais e se manifestam tanto em nível local como em nível global. A Organização das Nações Unidas (ONU) incluiu o acesso à água potável e ao saneamento seguro como um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), visando garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. Neste sentido, o reúso de água apresenta-se como uma importante ferramenta no uso racional e eficiente da água, atendendo a demandas que não necessitam de água com qualidade potável a partir do emprego de águas residuais com qualidade compatível a cada uso, de modo a garantir a segurança sanitária e ambiental.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de ETEs de Ponta Grossa para a produção de água para reúso, adotando como potenciais modalidades o reúso para fins agrícola, urbano e industrial. O potencial para reúso foi estimado por meio de dois eixos de trabalho, sendo eles: 1) A identificação das demandas; e 2) Análise Comparativa das ETEs. As demandas foram identificadas por meio da Hierarquização dos Múltiplos Usos e de consulta direta a empreendimentos do Parque Industrial de Ponta Grossa/PR, enquanto a análise comparativa das ETEs levou em consideração a capacidade instalada, as etapas de tratamento, a qualidade do efluente tratado e a disponibilidade de área em planta.

A hierarquização dos múltiplos usos indicou que a modalidade urbana apresentou o maior potencial para reúso de água no município, enquanto a análise comparativa entre as ETEs indicou que, devido à similaridade entre as etapas de tratamento de esgoto, a escolha da ETE com maior potencial para o reúso almejado deve ser baseada nas necessidades do projeto, considerando aspectos como a localização, a disponibilidade de área e o volume demandando.

Palavras-chave: Reúso de água. Águas residuárias. Água recuperada. Efluente tratado. SANEPAR.

ABSTRACT

Conflicts over the multiple uses of water are one of the main global problems and manifest themselves both locally and globally. The United Nations (UN) has included access to safe water and safe sanitation as one of the 17 Sustainable Development Goals (SDGs), aiming to ensure the availability and sustainable management of water and sanitation for all. In this sense, water reuse presents itself as an important tool in the rational and efficient use of water, meeting demands that do not require water with potable quality from the use of wastewater with a quality compatible with each use, in order to ensure health and environmental safety.

Thus, the present study aimed to evaluate the potential of ETEs in Ponta Grossa for the production of water for reuse, adopting reuse for agricultural, urban and industrial purposes as potential modalities. The potential for reuse was estimated from two different perspectives: 1) Identification of demands; and 2) ETEs Comparative Analysis. The demands were identified through the Hierarchization of Multiple Uses and direct consultation with enterprises in the Industrial Park of Ponta Grossa/PR, while the comparative analysis of the ETEs took into account the installed capacity, the treatment stages, the quality of the treated effluent and the availability of floor plan.

The hierarchy of multiple uses indicated that the urban modality has the greatest potential for water reuse in the municipality, while the comparative analysis between the ETEs indicated that, due to the similarity between the stages of sewage treatment, the choice of ETE with greater potential for the intended reuse must be based on the needs of the project, considering aspects such as location, area availability and volume required.

Keywords: Water reuse. Wastewater. Reclaimed water. Treated effluent. SANEPAR.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÕES DO REÚSO DE ÁGUA	20
FIGURA 2 - VISTA AÉREA DA PLANTA DE REÚSO DE ÁGUA DE ATOTONILCO, MÉXICO	25
FIGURA 3 - MAPA ESQUEMÁTICO DO PERCENTUAL DE REÚSO DE ÁGUA EM DIFERENTES REGIÕES DO MUNDO	26
FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO E PORTE DOS PRINCIPAIS PROJETOS DE REÚSO EM OPERAÇÃO OU EM FASE DE AVALIAÇÃO NO BRASIL, EM 2017	29
FIGURA 5 - VISTA AÉREA DO AQUAPOLO AMBIENTAL S.A., BEM COMO O EQUIPAMENTO DA OSMOSE REVERSA	30
FIGURA 6 - ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE REÚSO DE EFLUENTE SANITÁRIO MUNICIPAL NO CURTO E MÉDIO PRAZO, POR REGIÃO DO BRASIL	31
FIGURA 7 - BAIRROS E DISTRITOS DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR ...	45
FIGURA 8 - HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR	46
FIGURA 9 - GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR.....	47
FIGURA 10 - MAPA DE COBERTURA E USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR EM 2020	49
FIGURA 11 - ZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR EM 2013	49
FIGURA 12 - CROQUI DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTA GROSSA/PR EM 2021	50
FIGURA 13 - LOCALIZAÇÃO DA ETA E DAS ETES DA SANEPAR EM OPERAÇÃO NO MUNICÍPIO PONTA GROSSA/PR	52
FIGURA 14 - LOCALIZAÇÃO DAS ETE RONDA E VERDE DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR	56
FIGURA 15 - VISTA AÉREA DAS ETE RONDA E ETE VERDE DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR	56
FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANAS DE PONTA GROSSA/PR.....	64
FIGURA 17 - CONSUMO MÉDIO MENSAL DISTRIBUÍDO PELA SANEPAR POR BAIRRO E DISTRITO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022).....	66

FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS OUTORGAS VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)	70
FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VOLUMES DE OUTORGA VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)	71
FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VOLUMES DE OUTORGA VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR DESCONSIDERANDO AS CAPTAÇÕES DA SANEPAR (2022)	72
FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VOLUMES DISPENSADOS DE OUTORGA VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022).....	74
FIGURA 22 - CENTROIDES DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR	76
FIGURA 23 - CROQUI BÁSICO DAS ETAPAS DE TRATAMENTO DA ETE RONDA	82
FIGURA 24 - CROQUI BÁSICO DAS ETAPAS DE TRATAMENTO DA ETE VERDE	83
FIGURA 25 - ÁREAS PATRIMONIAIS DA SANEPAR NAS ETES RONDA E VERDE	92

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - RANKING DO VOLUME DE ÁGUA DE REÚSO TRATADA OU NÃO TRATADA NO MUNDO (2008)	23
GRÁFICO 2 - RANKING DA CONTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REÚSO NO ABASTECIMENTO TOTAL NO MUNDO (2008).....	24
GRÁFICO 3 - MODALIDADES DE REÚSO DE ÁGUA ADOTADAS PELOS ESTADOS DA CALIFÓRNIA (2015) E FLÓRIDA (2021) NOS ESTADOS UNIDOS	27
GRÁFICO 4 - CONSUMO MENSAL DISTRIBUÍDO PELA SANEPAR NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)	65
GRÁFICO 5 - CONSUMO MÉDIO MENSAL VS NÚMERO DE ECONOMIAS TOTAIS DA SANEPAR POR BAIRRO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)	66
GRÁFICO 6 - CATEGORIAS DAS ECONOMIAS DA SANEPAR POR BAIRRO E DISTRITO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR.....	67
GRÁFICO 7 - VAZÕES OUTORGADAS VS NÚMERO DE OUTORGAS POR CATEGORIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR	68
GRÁFICO 8 - PRINCIPAIS FINALIDADES DE USO DAS OUTORGAS VIGENTES EM PONTA GROSSA/PR	69
GRÁFICO 9 - VAZÕES DAS DISPENSAS POR USO INSIGNIFICANTE VS NÚMERO DE OUTORGAS POR CATEGORIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR	73
GRÁFICO 10 - PRECIPITAÇÃO ACUMULADA EM PONTA GROSSA/PR ENTRE OS ANOS DE 2017 E 2021.....	75
GRÁFICO 11 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE DBO E DQO NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022.....	87
GRÁFICO 12 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE DBO E DQO NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022.....	87
GRÁFICO 13 - VAZÃO MÉDIA MENSAL DO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022.....	88

GRÁFICO 14 - VAZÃO MÉDIA MENSAL DO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022	88
GRÁFICO 15 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE AMÔNIA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022.....	89
GRÁFICO 16 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE AMÔNIA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022.....	89
GRÁFICO 17 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE FÓSFORO TOTAL NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022.....	90
GRÁFICO 18 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE FÓSFORO TOTAL NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022.....	90

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PRINCIPAIS MODALIDADES DE REÚSO E APLICAÇÕES TÍPICAS AO REDOR DO MUNDO	22
QUADRO 2 - RECOMENDAÇÕES DE PARÂMETROS DE QUALIDADE E TRATAMENTO PARA A ÁGUA DE REÚSO SEGUNDO A NBR 13.969/1997	33
QUADRO 3 - REGULACIONES DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL NAS ESFERAS ESTADUAL E MUNICIPAL	37
QUADRO 4 - PROJETOS DE LEI DA CÂMARA E DO SENADO VOLTADOS À PRÁTICA DO REÚSO DE ÁGUA	42
QUADRO 5 - CAPACIDADE NOMINAL DAS ETES DE PONTA GROSSA/PR.....	52
QUADRO 6 - USOS PREVISTOS EM CADA MODALIDADE SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONSEMA N° 419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL	58
QUADRO 7 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DA APTIDÃO DO MUNICÍPIO	60
QUADRO 8 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DA LOCALIZAÇÃO	61
QUADRO 9 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DO TIPO DE TRANSPORTE	61
QUADRO 10 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DA QUALIDADE REQUERIDA	61
QUADRO 12 - EMPREENDIMENTOS CONSULTADOS EM PONTA GROSSA/PR	62
QUADRO 13 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MÚLTIPLOS USOS NA ETE RONDA	80
QUADRO 14 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MÚLTIPLOS USOS NA ETE VERDE	80
QUADRO 15 - DADOS BÁSICOS, ESTUDOS DE CONTRIBUIÇÃO E CAPACIDADE NOMINAL DE TRATAMENTO DAS ETES VERDE E RONDA DE PONTA GROSSA/PR (2018).....	84

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPARATIVO DOS PADRÕES DE QUALIDADE PROPOSTOS NO PROSAB (2006), INTERÁGUAS (2018) E ABNT NBR 16.783 (2019) EM RELAÇÃO AO REÚSO DE ÁGUA URBANO	35
TABELA 2 - PARTICIPAÇÃO DOS SETORES ECONÔMICOS NO PIB DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR EM 2005	48
TABELA 3 - SETORES ATENDIDOS PELO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTA GROSSA/PR DA SANEPAR EM 2019	51
TABELA 4 - SETORES ATENDIDOS PELO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE PONTA GROSSA/PR DA SANEPAR EM 2019	53
TABELA 5 - PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DO REÚSO PARA FINS URBANOS DEFINIDOS NA RESOLUÇÃO CONSEMA N°419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL.....	58
TABELA 6 - PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DO REÚSO PARA FINS AGRÍCOLAS E FLORESTAIS DEFINIDOS NA RESOLUÇÃO CONSEMA N°419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL.....	59
TABELA 7 - VALORES MÁXIMOS DA RAS EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DEFINIDOS NA RESOLUÇÃO CONSEMA N°419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL.....	59
TABELA 8 - PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA INDUSTRIAL ESTABELECIDOS EM CONTRATO DO EMPREENDIMENTO AQUAPOLO AMBIENTAL S.A.	60
TABELA 9 - DISTÂNCIA ENTRE A ETE RONDA E OS CENTRÓIDES DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANAS DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR.....	77
TABELA 10 - DISTÂNCIA ENTRE A ETE VERDE E OS CENTRÓIDES DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANAS DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR.....	77
TABELA 11 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO EFLUENTE DA ETE VERDE	86
TABELA 12 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO EFLUENTE DA ETE RONDA	86

TABELA 13 - ANÁLISES DE OG, OGM E OVGA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE.....	91
TABELA 14 - ANÁLISES DE OG, OGM E OVGA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA	91

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

AQUAPOLO – Aquapolo Ambiental S. A.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEPA - Agência de Proteção Ambiental da Califórnia

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

COEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente do Ceará

CONERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

EUA - Estados Unidos da América

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IAT - Instituto Água e Terra

INTERÁGUAS - Programa de Desenvolvimento do Setor de Águas

SES - Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

NBR - Norma Brasileira

PIB - Produto Interno Bruto

PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações

PL- Projeto de Lei

PLS- Projeto de Lei no Senado

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	18
1.1.1 Objetivos específicos.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 O REÚSO DE ÁGUA.....	19
2.2 EXPERIÊNCIAS DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO	22
2.3 ASPECTOS NORMATIVOS DO REÚSO DE ÁGUA.....	31
2.3.1 Normativas e diretrizes em nível federal	31
2.3.2 Normativas e diretrizes em nível estadual e municipal.....	37
2.3.3 Projetos de lei.....	42
3 MATERIAL E MÉTODOS	45
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	45
3.1.1 Características Físicas, Ambientais e Geomorfológicas.....	45
3.1.2 Dados demográficos e desenvolvimento socioeconômico	47
3.1.3 Saneamento Básico	50
3.2 METODOLOGIA.....	53
3.2.1 Identificação das demandas.....	53
3.2.1.1 Hierarquização dos Usos Múltiplos da Água	53
3.2.1.2 Consulta à empreendimento do setor privado	61
3.2.2 Análise Comparativa das ETEs.....	63
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	64
4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS DEMANDAS	64
4.1.1 Hierarquização dos Usos Múltiplos da Água	64
4.1.1.1 Aptidão do município	64
4.1.1.2 Localização.....	76
4.1.1.3 Tipo de transporte.....	78
4.1.1.4 Qualidade requerida	79
4.1.1.5 Hierarquização dos múltiplos usos	80
4.1.2 Consulta à empreendimentos do setor privado	80
4.1.3 Análise Comparativa das ETEs.....	81
4.1.3.1 Etapas de tratamento de esgoto e capacidade instalada	81
4.1.3.2 Qualidade do efluente tratado	84

4.1.3.3 Disponibilidade de área em planta	91
5 DISCUSSÃO	94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	97
REFERÊNCIAS.....	99
ANEXO 1 – CONSULTA DE INTERESSE À EMPREENDIMENTOS DO SETOR PRIVADO.....	105

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial tem sido um tema de grande preocupação ao longo das últimas décadas. A população mundial atingiu 7,8 bilhões em 2020, e estima-se que continue a crescer e atinja 9,7 bilhões no ano de 2050 (WWP, 2022). O aumento da população e as alterações no uso e na ocupação do solo, combinados com os fenômenos de mudanças climáticas, criam uma série de desafios para as nações, tanto em termos de recursos naturais quanto em infraestruturas (REZENDE, 2016).

A água é um bem essencial para a vida, usada tanto para abastecimento humano quanto para atividades que promovem a qualidade de vida, como os processos industriais, o transporte de água, a geração de energia elétrica e a produção de alimentos, por exemplo (MIERZWA, 2005). Os conflitos pelos múltiplos usos da água são um dos principais problemas globais e se manifestam tanto em nível local como em nível global (WWDR, 2021). O Estresse hídrico, que consiste no desequilíbrio da relação entre o volume consumido e volume disponível para uso, já afeta mais de 2 bilhões de pessoas em todo um mundo (WWDR, 2021), enquanto a escassez conhecida como “econômica”, que se refere a ausência de infraestrutura que possibilite a segura captação ainda que a água seja abundante, aflige cerca de 1,6 bilhões de pessoas (CAWMA, 2007).

A Organização das Nações Unidas (ONU) incluiu o acesso à água potável e ao saneamento seguro como um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. O ODS 6 visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos, bem como trata da necessidade de melhorar a eficiência no uso da água, reduzir o desperdício, proteger e restaurar os ecossistemas aquáticos e alcançar a cooperação internacional para o uso sustentável dos recursos hídricos compartilhados. O ODS 6 reconhece que o acesso à água potável e ao saneamento seguro são fundamentais para a saúde humana, o bem-estar e o desenvolvimento econômico, destacando que os sistemas de abastecimento de água e saneamento desempenham um forte impacto no meio ambiente.

Para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável, é necessária uma abordagem integrada e inclusiva de gestão de água. Isso inclui melhorar as estratégias de monitoramento, regulação e uso sustentável da água, bem como

expandir o acesso à água potável e ao saneamento seguro. Além disso, se faz necessário a adoção de uma abordagem baseada em parcerias que envolva governos, empresas, instituições de ensino, organizações da sociedade civil e outras partes interessadas, de modo a acelerar o processo de universalização da água e o desenvolvimento de soluções alternativas de abastecimento de água.

Neste sentido, o reúso de água apresenta-se como uma importante ferramenta no uso racional e eficiente da água, atendendo a demandas que não necessitam de água com qualidade potável a partir do emprego de águas residuais com qualidade compatível a cada uso, de modo a garantir a segurança sanitária e ambiental (SILVA *et al.*, 2021). O reúso é importante porque permite que a água seja usada mais de uma vez, economizando recursos naturais preciosos, reduzindo o desperdício de água potável e, ao mesmo tempo, aumenta a disponibilidade de água para consumo humano. Além disso, o reúso da água ajuda a reduzir a poluição dos cursos de água e dos corpos hídricos subterrâneos.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de Estações de Tratamento de Esgoto do município de Ponta Grossa/PR para a produção de água para reúso, sendo consideradas as modalidades de reúso agrícola, urbana e industrial.

1.1.1 Objetivos específicos

- Identificar o potencial das modalidades agrícola, urbana e industrial para o reúso de água no município de Ponta Grossa/PR;
- Consultar o interesse de empreendimentos do setor privado de Ponta Grossa/PR em relação a água para reúso como uma fonte alternativa de abastecimento;
- Identificar, por meio de análise comparativa, o potencial de Estações de Tratamento de Esgoto do município de Ponta Grossa/PR para a produção de água para reúso;
- Avaliar a qualidade do efluente tratado nas ETEs;
- Identificar as adaptações tecnológicas necessárias para a produção de água de reúso a partir das ETEs;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O REÚSO DE ÁGUA

Ainda que o tema só tenha ganhado notoriedade no Brasil na última década, em meio ao crescente cenário de estresse hídrico resultante dos múltiplos usos e da escassez quantitativa e qualitativa de água, o reúso de águas residuais não é um conceito novo e possui registros de sua prática desde a Grécia Antiga, em que uma parcela de seus cultivos eram irrigados com esgoto (SILVA *et al.*, 2003). No entanto, ainda hoje o termo “águas residuárias” é usado como sinônimo para se referir a esgoto ou efluente ou água suja, do mesmo modo em que o reúso também é substituído por termos como reciclagem, reutilização ou ainda, recuperação (WWAP, 2017; SANTOS *et al.*, 2021), acarretando em uma grande variedade de conceitos na literatura que dificultam a definição de um termo único e amplamente aceito. Além disso, o cuidado com a terminologia utilizada também é importante no contexto de sensibilização social e no desenvolvimento de uma cultura de reúso, visto que o uso de termos como “reúso de efluente” ou “reúso de esgoto” podem denotar uma característica pejorativa e insegura ao reúso, desestimulando a prática (SANTOS *et al.*, 2021).

Neste sentido, Santos *et al.* (2021) sugerem o uso do termo “reúso de água” para todos os projetos de reúso praticados, independentemente da origem da água utilizada, definindo-o como:

Termo adotado para a utilização de águas residuárias na cidade ou no campo. Tem como requisito primordial a adequação da qualidade da água ao uso almejado, sempre com base na segurança sanitária e ambiental (SANTOS, 2021, p.5).

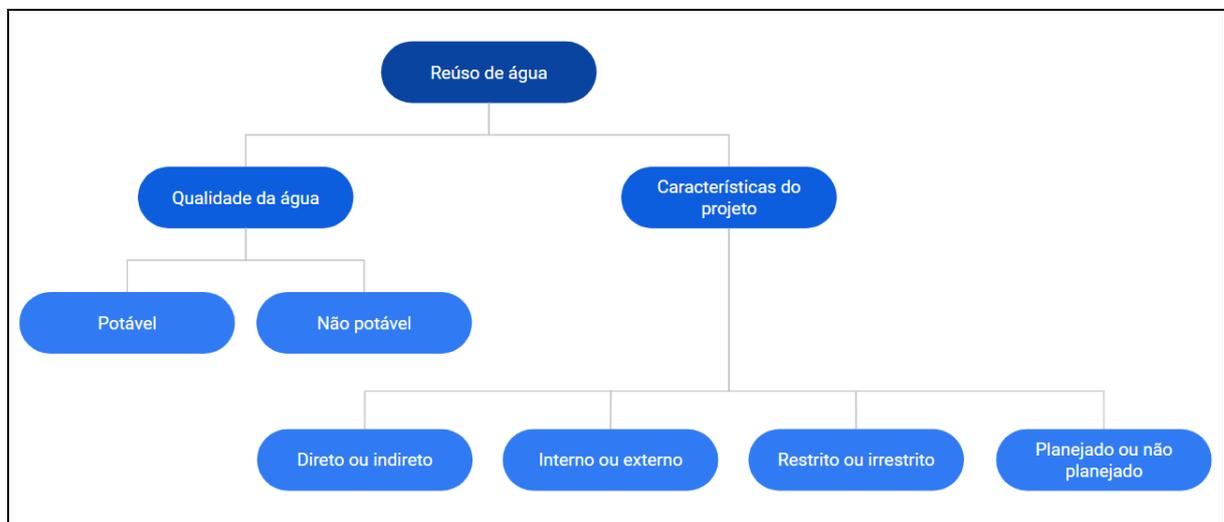
Em uma perspectiva abrangente visando contemplar nominalmente todas as possíveis fontes para o reúso, a Organização das Nações Unidas (2017) por meio de seu Relatório Mundial de Desenvolvimento da Água, que abordou as águas residuais como uma fonte de recurso, a partir de uma adaptação da definição proposta por Raschid-Sally and Jayakody (2008, p.1), as águas residuais como:

As águas residuais são consideradas como uma combinação de um ou mais de: efluente doméstico constituído por água negra

(excrementos, urina e lodo fecal) e águas cinzas (usadas água de lavagem e banho); água de estabelecimentos comerciais e instituições, incluindo hospitais; industrial efluentes, águas pluviais e outros escoamentos; e agricultura, horticultura e escoamento da aquicultura (WWAP, 2017, p.17).

Desta forma, o reúso de água consiste em uma importante ferramenta para o uso racional e eficiente da água, devendo ser considerado durante o processo de gerenciamento de recursos hídricos (SILVA, 2019). No entanto, Mierzwa *et al.* (2005) destacam que, apesar de útil, o reúso não deve ser incorporado como a principal meta da gestão das águas e efluentes, tendo em vista que a prática exige consideráveis investimentos para adequação dos efluentes à qualidade requerida em cada uso, além de exigir demanda compatível que garanta a sustentabilidade econômica da atividade. A Figura 1 apresenta as classificações do reúso de água em função da qualidade da água requerida para cada uso e das características do projeto.

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÕES DO REÚSO DE ÁGUA



Fonte: Elaborado pelo autor (2022) com base em Cunha (2008), Santos *et al.* (2021), Silva *et al.* (2003) e INTERÁGUAS VII (2018).

Em termos de projeto, o reúso é dito interno quando o seu uso ocorre dentro do mesmo ambiente no qual a água residual recebe tratamento e, de forma análoga, o reúso é dito externo quando o seu uso ocorre em locais externos à planta de produção da água para reúso (SANTOS *et al.*, 2021). O reúso também pode ser

planejado, quando os processos de tratamento e uso do efluente acontecem de forma consciente, sistemática e lógica a fim de se atender a qualidade da água específica para determinado uso, ou não planejado, quando a prática acontece de maneira espontânea, sem controle e/ou de forma descompromissada (CUNHA, 2008; SILVA *et al.*, 2003). O reúso de água também pode ser classificado em relação ao grau de exposição humana, sendo irrestrito e, conseqüentemente, exigindo maior qualidade da água a fim de reduzir os riscos sanitários à saúde pública, quando a área não possui limitações para a circulação de pessoas (SANTOS *et al.*, 2021). Por outro lado, quando a água para reúso é empregada em ambientes que possuem acesso limitado de pessoas, os riscos de contaminação humana são menores e, conseqüentemente, existe uma maior flexibilidade quanto aos padrões de qualidade da água, sendo classificados como restritos (SANTOS *et al.*, 2021). Por fim, o reúso também é classificado como sendo direto, nas situações em que a prática ocorre sem diluição prévia ou lançamento em corpos d'água, ou indireto, quando o efluente tratado é primeiro lançado no corpo d'água para posterior captação e uso (INTERÁGUAS VII, 2018; SANTOS *et al.*, 2021).

O reúso de água também pode ser categorizado em função da qualidade de água (Figura 1), sendo dependente da finalidade de cada uso. O reúso é dito potável quando tem por finalidade o abastecimento humano (SANTOS *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2003), exigindo uma maior qualidade da água a fim de garantir a segurança sanitária dos envolvidos. No entanto, nem todas as demandas necessitam de água na qualidade potável, como é o caso de uma série de processos industriais e da irrigação na agricultura (MIERZWA *et al.*, 2005), e, nestes casos, o reúso é dito não potável por atender atividades com qualidade inferior ao da água potável (SILVA *et al.*, 2003). O Quadro 1 apresenta as principais modalidades de reúso potável e não potável e as aplicações típicas para cada uma que são adotadas ao redor do mundo.

QUADRO 1 - PRINCIPAIS MODALIDADES DE REÚSO E APLICAÇÕES TÍPICAS AO REDOR DO MUNDO

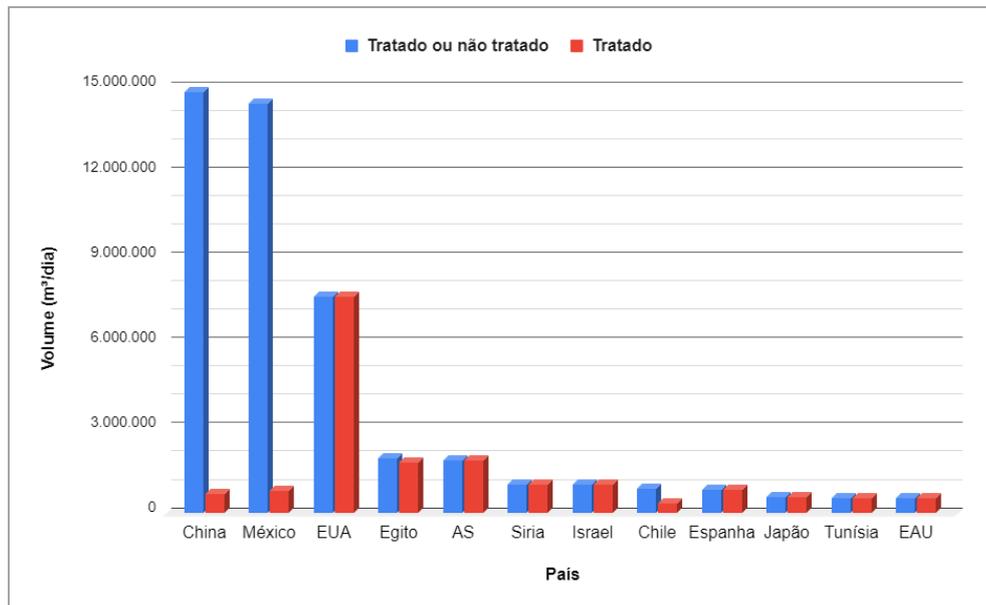
NATUREZA	MODALIDADE	APLICAÇÕES TÍPICAS
Não potável	Reúso agrícola	Irrigação para produção agrícola (culturas forrageiras, hortaliças, vinhas, etc.); Florestas plantadas
	Reúso urbano	Irrigação paisagística (parques, cemitérios, escolas, centros comerciais, residências, rodoviárias, etc); Sistemas de ar condicionado; Bacias sanitárias em grandes edifícios; Desobstrução de rede de esgoto; Sistema de combate a incêndio; Construção civil; Lavagem de veículos
	Reúso industrial	Torres de resfriamento; Caldeiras; Processo; Construção civil
	Melhorias ambientais e recreacionais	Aquicultura; Lagoas; Manutenção de vazão de cursos de águas; Melhoria de banhado
	Recarga de aquífero	Controle de intrusão de cunhas salinas; Controle de subsidência; Recarga de aquífero (não potável)
Potável	Reúso potável indireto	Uso para suplementar fontes de água potável (corpos hídricos superficiais ou subterrâneos)
	Reúso potável direto	Abastecimento direto da rede de água bruta ou água tratada

Fonte: Metcalf&Eddy/AECOM, 2007 apud Projeto Reúso Produto II, INTERÁGUAS (2018).

2.2 EXPERIÊNCIAS DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO

A prática do reúso de água não é recente, sendo observada há séculos tanto em países em desenvolvimento (região da Ásia, por exemplo), quanto em países localizados em regiões de baixa disponibilidade hídrica, como na Austrália, no sudoeste dos Estados Unidos e em grandes conglomerados urbanos (HUANG *et al.*, 2016). Jimenez e Asano (2008) estimaram um volume de cerca de 50 milhões de metros cúbicos de água para reúso tratada ou não tratada por dia no mundo em 2008, tendo a China, o México e os Estados Unidos como os principais produtores, respectivamente (Gráfico 1).

GRÁFICO 1 - RANKING DO VOLUME DE ÁGUA DE REÚSO TRATADA OU NÃO TRATADA NO MUNDO (2008)



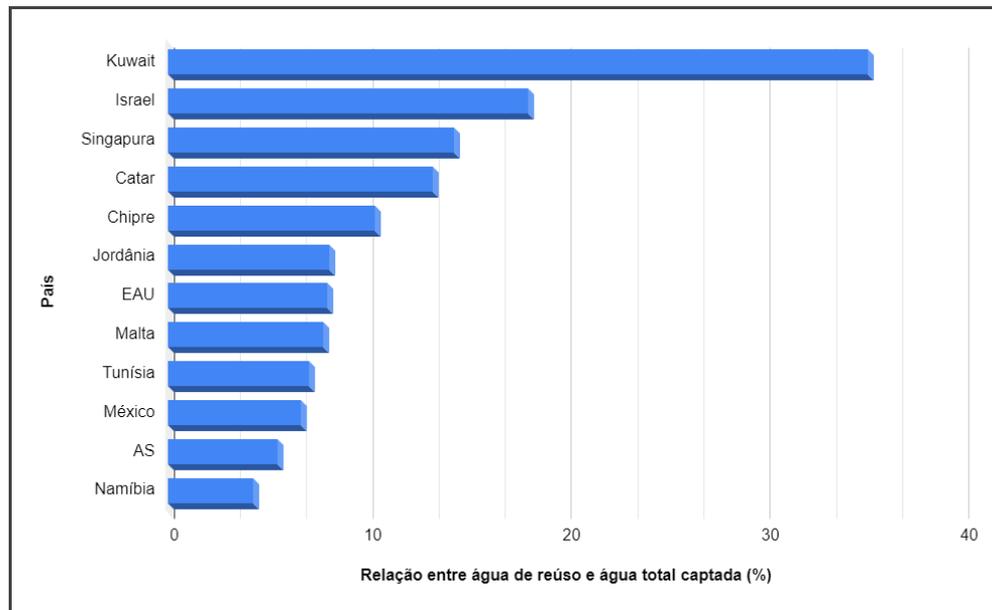
Fonte: Jimenez e Asano (2008).

Legenda: AS: Arábia Saudita; EAU: Emirados Árabes Unidos; EUA: Estados Unidos da América.

No entanto, em relação ao volume de água para reúso que recebia tratamento antes do uso, os EUA ocupavam a primeira posição dentre os maiores produtores, com um volume estimado para o ano de 2008 de 7.600.000 m³.dia⁻¹, seguido do Egito e da Arábia Saudita (Gráfico 1). Para o mesmo ano, o volume de reúso de água tratada no mundo era de cerca de 21 milhões m³.dia⁻¹ (JIMENEZ *et al.*, 2008).

Apesar do grande volume, apenas em cinco dos doze maiores produtores de água para reúso a prática representava uma parcela significativa do total de água extraída para abastecimento (Gráfico 2), sendo que no maior dentre eles, o Kuwait, os 36% de contribuição da água para reúso para abastecimento correspondia a um volume de cerca de 424.657 m³.dia⁻¹ (JIMENEZ *et al.*, 2008).

GRÁFICO 2 - RANKING DA CONTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REÚSO NO ABASTECIMENTO TOTAL NO MUNDO (2008)



Fonte: Jimenez e Asano (2008).

Legenda: AS: Arábia Saudita; EAU: Emirados Árabes Unidos; EUA: Estados Unidos da América.

Entretanto, uma série de projetos no âmbito internacional foram implementados desde a ocorrência do estudo de Jimenez e Asano (2008), e novos projetos estão sendo desenvolvidos em países como os Estados Unidos, México, Austrália, Arábia Saudita e Israel (INTERÁGUAS II, 2018), sugerindo que o volume de água para reúso utilizado atualmente seja maior do que o apresentado.

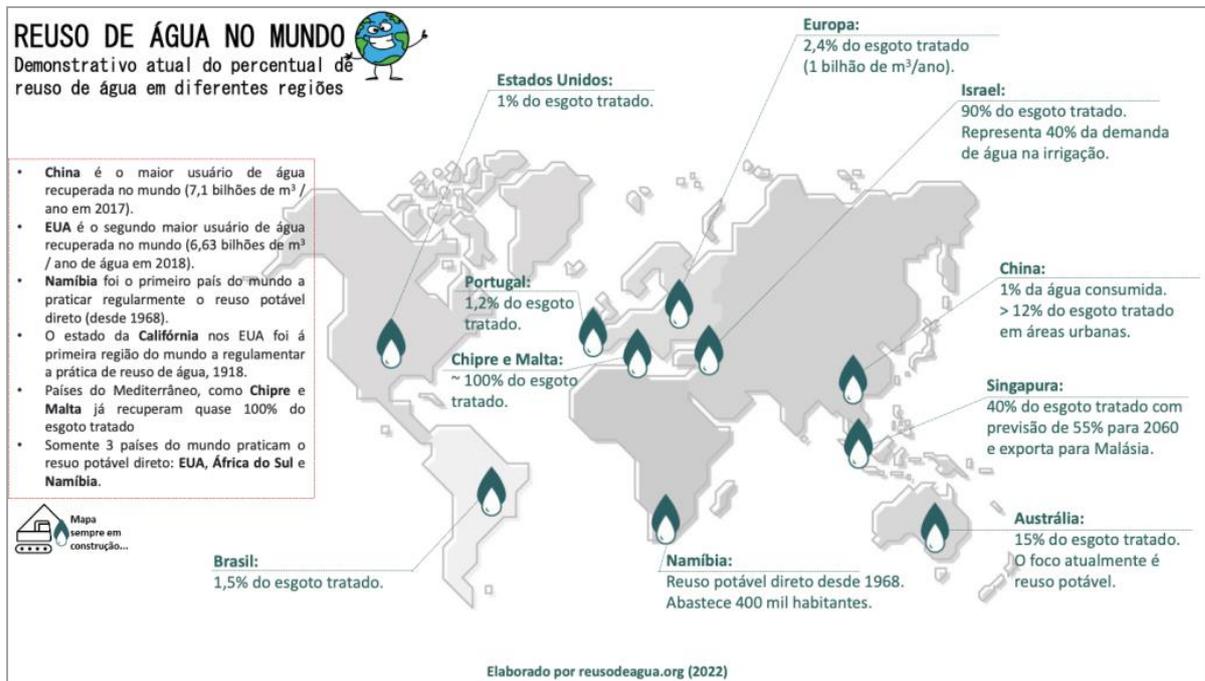
Um exemplo disso é a planta de reúso de água de Atotonilco no vale do Mezquital (Figura 2), no México, que entrou em operação no ano de 2016 e trata cerca de $35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de efluente doméstico oriundo da região metropolitana da Cidade do México, sendo posteriormente usado por agricultores da região e transforma terras áridas em ambientes irrigados, com o cultivo de forrageiras como milho e alfafa (INTERÁGUAS II, 2018). A obra teve um orçamento de 500 milhões de dólares e conta tanto com tratamento biológico ($23 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) quanto tratamento químico ($12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), sendo considerada a maior ETE em operação do mundo e beneficiando cerca de 10,5 milhões de pessoas (TYP SA, c2022). Além do México, existem países com metas rigorosas em relação a prática, como é o caso da Arábia Saudita que almeja converter 100% do efluente sanitário tratado em água para reúso até o ano de 2030, um potencial de vazão de cerca $75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (INTERÁGUAS II, 2018).

FIGURA 2 - VISTA AÉREA DA PLANTA DE REÚSO DE ÁGUA DE ATOTONILCO, MÉXICO

Fonte: AYESA, PTAR de Atotonilco, c2018.

Um demonstrativo atual do reuso de água no mundo é apresentado no mapa esquemático do percentual de reuso de água elaborado pela iniciativa Reúso de Água em 2022 (Figura 3), que descreve o volume anual de água recuperada em diferentes regiões do mundo. Com um volume anual de 7,1 bilhões de metros cúbicos no ano de 2017, a China mantém a posição de maior usuário de água recuperada do mundo, com um crescimento de cerca de 31,2% do volume registrado em 2008 (JIMENEZ *et al.*, 2008), representando cerca de 1% da água consumida e 12% do esgoto tratado em áreas urbanas (Figura 3).

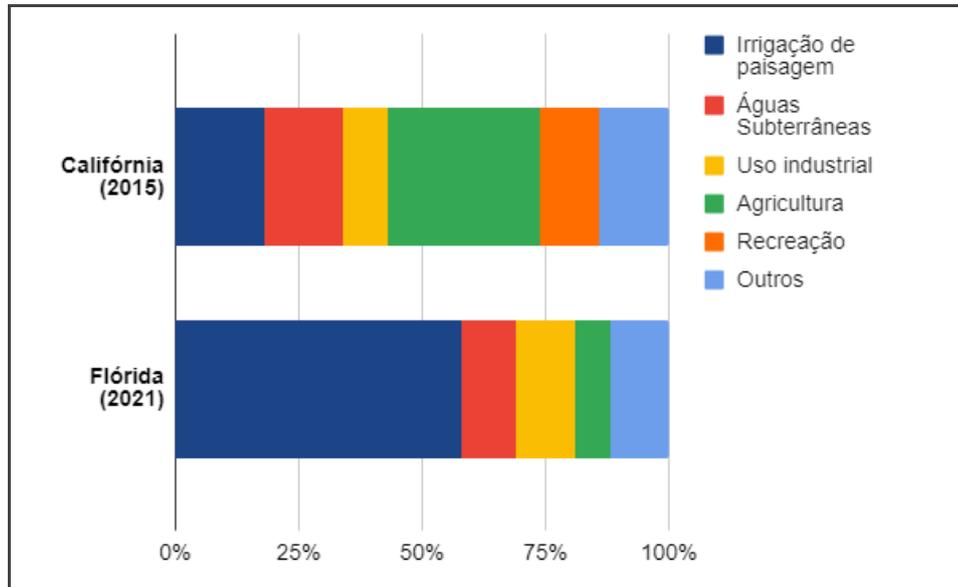
FIGURA 3 - MAPA ESQUEMÁTICO DO PERCENTUAL DE REÚSO DE ÁGUA EM DIFERENTES REGIÕES DO MUNDO



Fonte: RdA (2022).

O crescimento foi ainda mais acentuado nos EUA que, com um volume anual de cerca de 6,6 bilhões de m³ em 2018, teve um crescimento de cerca de 139% no volume registrado em 2008 (JIMENEZ *et al.*, 2008), ainda que apenas 1% do esgoto tratado seja utilizado para reuso (Figura 3). O Gráfico 3 apresenta um comparativo entre as principais modalidades de reuso de água adotadas nos estados da Califórnia e Flórida, EUA, que são destaques no emprego da prática no mundo (NRC, 2012).

GRÁFICO 3 - MODALIDADES DE REÚSO DE ÁGUA ADOTADAS PELOS ESTADOS DA CALIFÓRNIA (2015) E FLÓRIDA (2021) NOS ESTADOS UNIDOS



Fonte: FDEP (2021) e WRFP (2015).

Por meio da Pesquisa Municipal de Reciclagem de Águas Residuais realizada pelo Conselho Estadual de Controle de Recursos Hídricos (Water Board), no estado da Califórnia no ano de 2015, foram estimados cerca de 2,4 milhões $\text{m}^3.\text{dia}^{-1}$ de água para reuso por dia (WRFP, 2015), tendo como principais modalidades a irrigação agrícola, a irrigação de paisagens e a recarga de águas Subterrâneas, respectivamente (Gráfico 3). Já no estado da Flórida, o Inventário de Reuso publicado pelo Departamento de Proteção Ambiental da Flórida em 2021 reporta um volume de cerca de 3,4 milhões $\text{m}^3.\text{dia}^{-1}$ (FDEP, 2021), com uso principal na irrigação de paisagens (irrigações de residências, campos de golfe entre outras áreas de acesso público), na indústria e na recarga de águas subterrâneas e uso potável indireto (Gráfico 3).

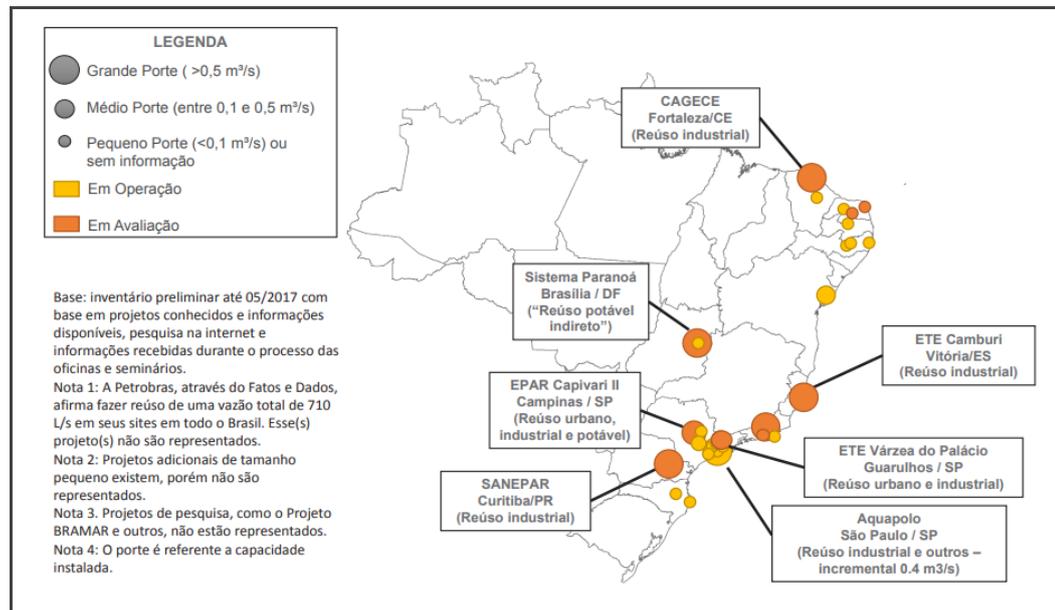
Outros três grandes destaques foram Chipre e Malta, que fazem a recuperação de cerca de 100% do esgoto tratado, e Israel, que recupera cerca de 90% do esgoto tratado, representando cerca de 40% da demanda de água da irrigação (Figura 3). No Brasil, apenas 1,5% do esgoto tratado é recuperado (Figura 3), onde as práticas formais de reuso de água iniciaram-se como resposta ao cenário de escassez hídrica, onde o efluente passou a ser enxergado não mais como um rejeito que deve ser tratado e descartado, mas como uma alternativa para o abastecimento da indústria (CUNHA, 2008).

Na década de 90, iniciativas locais de inserção da prática em etapas de processos produtivos industriais que demandam uma menor qualidade de água foram observadas no estado de São Paulo, como os casos do programa de reúso de água para refrigeração do Polo Industrial de Cubatão e o tratamento e reintrodução de toda a água utilizada para a produção na fábrica da General Motors, no município de São Caetano do Sul (CUNHA, 2008).

Anos mais tarde, a prática também foi implementada na modalidade de reúso urbano pelas prefeituras de Barueri, Carapicuíba, Diadema, São Caetano, São Paulo e Santo André por meio da limpeza de vias públicas e pátios, irrigação de paisagens, lavagem de veículos e desobstrução de redes de esgoto fazendo o uso de efluentes tratados pelas Estações de Tratamento de Esgoto da SABESP (CUNHA, 2008). A companhia permanece com a prática até os dias de hoje, fornecendo água para reúso com rígidos padrões de qualidade para empresas, ficando o processo de transporte a cargo da interessada devido à ausência de veículos próprios para esta atividade (SABESP, s.d.).

Desde então, observou-se o desenvolvimento de uma série de projetos de reúso em todo o Brasil em paralelo ao avanço das leis nas esferas municipal e estadual que regulam a prática, bem como as resoluções, normativas e manuais propostos por diferentes órgãos e instituições. A Figura 4 apresenta a localização dos principais projetos de reúso em operação ou em fase de estudo no Brasil para o ano de 2017, podendo ser eles de pequeno, médio ou grande porte. O Projeto Reúso do INTERÁGUAS (2018) estimou uma capacidade instalada de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil em 2017 de cerca de $172.800 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$, operando com uma vazão média de aproximadamente $138.240 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$, sendo quase seis vezes maior que o volume de $23.330 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$ estimado por Jimenez e Asano em 2008.

FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO E PORTE DOS PRINCIPAIS PROJETOS DE REÚSO EM OPERAÇÃO OU EM FASE DE AVALIAÇÃO NO BRASIL, EM 2017



Fonte: INTERÁGUAS II (2018).

O principal empreendimento de reúso de água em atividade no Brasil e na América Latina é o Aquapolo Ambiental S.A. que, resultado de uma parceria público privada entre a SABESP e a GS Inima Brasil, opera no município de São Paulo ao lado da ETE ABC da SABESP (Figura 5) com uma capacidade instalada de 1.000 litros por segundo (capaz de abastecer uma população de 500.000 hab.) e uma adutora de 17 km de extensão, atendendo a nove clientes do Polo Petroquímico de Capuava e da região do ABC Paulista, totalizando 14 plantas industriais (AQUAPOLO, c2022). Além disso, a unidade ainda conta com um reservatório para armazenamento de água cuja capacidade é de 70.000 m³. O projeto desvia cerca de 650 L.s⁻¹ de esgoto sanitário tratado da ETE ABC por gravidade para a sua planta, onde recebe um novo tratamento envolvendo um reator biológico, sistema de ultrafiltração e osmose reversa (Figura 5), sendo transformado em água industrial que atende aos padrões de qualidade previamente estabelecidos em contrato com seus clientes (SILVA, 2019).

FIGURA 5 - VISTA AÉREA DO AQUAPOLO AMBIENTAL S.A., BEM COMO O EQUIPAMENTO DA OSMOSE REVERSA

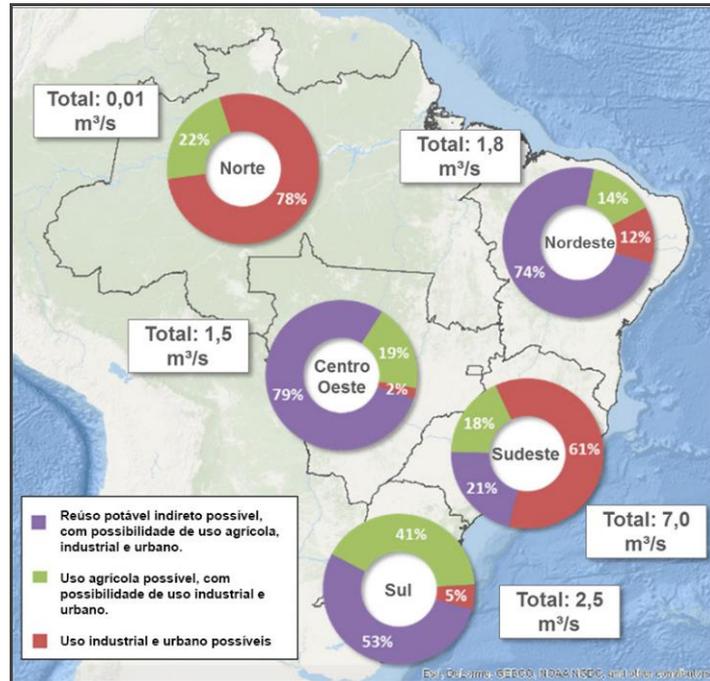


Fonte: AQUAPOLO (2022).

A fragilidade ambiental da região onde está inserido o Polo Petroquímico de Capuava somada a sua alta produtividade e a crescente pressão no uso do solo e aos despejos de esgoto devido ao aumento da densidade populacional do entorno (SILVA, 2019), refletiram na baixa qualidade dos corpos d'água locais, principalmente no Rio Tamanduateí. Além disso, a quantidade de água disponível na região era incompatível com o ritmo do crescimento do Polo Petroquímico que saiu de uma produtividade de cerca de $6,01 \text{ t.dia}^{-1}$ por dia em 1990 para $14,33 \text{ t.dia}^{-1}$ em 2007 (SILVA, 2019), demandando a aquisição de água potável da concessionária de água pública do município de Mauá (SAMA). Neste contexto, o AQUAPOLO se desenvolve em resposta à baixa disponibilidade hídrica da região, de forma a assegurar o abastecimento de água das indústrias locais, tendo ao longo de toda a sua concepção o contato direto da Braskem, o principal cliente do empreendimento (SILVA, 2019).

Além do AQUAPOLO em São Paulo, outros projetos de grande porte (com vazão superior a $0,5 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) voltados para o reúso industrial também estão em fase de avaliação em outros estados do país, como são os casos da SANEPAR em Curitiba/PR, da ETE Camburi em Vitória/ES e da CAGECE em Fortaleza/CE (INTERÁGUAS II, 2018). Além disso, o Projeto Reúso do INTERÁGUAS (2018) estimou o potencial do reúso planejado de efluente sanitário no Brasil no médio prazo (entre os 5 e 10 anos subsequentes) variando entre 10 e $15 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, tendo a região Sudeste como principal contribuinte com uma vazão estimada de sete metros cúbicos por segundo e usos predominantemente voltados ao setor urbano e industrial (Figura 6).

FIGURA 6 - ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE REÚSO DE EFLUENTE SANITÁRIO MUNICIPAL NO CURTO E MÉDIO PRAZO, POR REGIÃO DO BRASIL



Fonte: INTERÁGUAS II (2018).

Desta forma, nota-se que as práticas de reúso de água no Brasil seguem o mesmo comportamento de crescimento observado ao redor do mundo, sendo esperado para os próximos anos uma maior participação da atividade no contexto da indisponibilidade hídrica e no abastecimento dos múltiplos usos de água.

2.3 ASPECTOS NORMATIVOS DO REÚSO DE ÁGUA

Ainda que o reúso de água seja uma alternativa sustentável e necessária frente ao desenfreado cenário de crise hídrica no globo (SILVA, 2019), o sucesso da sua aplicação depende da existência de normas reguladoras que estabeleçam diretrizes e parâmetros de qualidade de água de acordo com o tipo de uso pretendido a fim de garantir tanto a segurança sanitária da população envolvida e do meio ambiente ecologicamente equilibrado, quanto fornecer base técnica e jurídica para o setor (COSTA *et al.*, 2021; REZENDE, 2016).

2.3.1 Normativas e diretrizes em nível federal

Com desenvolvimento recente no Brasil, o tema começou a ser discutido no meio político ainda no começo da década de 90, na Conferência Interparlamentar sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente (HESPANHOL, 2002). Acerca dos desafios ambientais a serem enfrentados no século XXI, a reunião abordou a importância da reciclagem e o reúso de água na conservação e gestão dos recursos hídricos, sugerindo a aplicação dessas alternativas sempre que possível (HESPANHOL, 2002). Pouco depois o tema também foi destaque em um dos principais produtos da ECO-92 — 2ª Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento que, sediada no Rio de Janeiro, ratificou o compromisso das delegações dos 175 países presentes com as crescentes questões ambientais —, a Agenda 21 (SANTILLI, 2005). O documento, que serve como referência para o direito ambiental em nível internacional e como orientador de políticas de desenvolvimento sustentável (SANTILLI, 2005), conta em seu capítulo 18 com a recomendação aos países participantes do emprego de diretrizes para o uso e reúso de efluentes com vistas à sustentabilidade das atividades antrópicas e à qualidade ambiental (REZENDE, 2016).

Em meio aos crescentes debates sobre o uso racional da água e os desafios da gestão de recursos hídricos, foi aprovado pelo Congresso Nacional em 1997 a lei nº 9.433 conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos, um grande marco no gerenciamento das águas no Brasil (WESTRUPP, 2017). Apoiada em um conjunto de princípios e diretrizes orientadores, a PNRH estabeleceu objetivos voltados à segurança hídrica e ao direito transgeracional do acesso à água com qualidade, além de introduzir importantes instrumentos de gestão como o enquadramento dos corpos d'água em classes e os Planos de Recursos Hídricos (WESTRUPP, 2017). Embora o reúso de água se enquadre como uma importante ferramenta de uso racional da água, a sua aplicação não foi citada no texto da lei (HESPANHOL, 2002), no entanto, os instrumentos presentes na PNRH fornecem condições para a adoção da prática e acabam indiretamente colaborando para o desenvolvimento da atividade. Dentre os instrumentos, CUNHA (2008) cita o enquadramento dos corpos d'água como um motivador para o reúso de água direcionado à preservação dos recursos hídricos e a minimização de passivos ambientais, bem como a cobrança pelo uso de recursos hídricos que abre margem para a viabilidade econômica do reúso.

A primeira abordagem específica sobre o reúso de água no Brasil foi uma norma técnica da ABNT, a NBR 13.696 de 1997 para Tanque Sépticos (COSTA *et al.*, 2021; CUNHA, 2008). Apesar de não ser dedicada ao assunto, a norma — que dispõe sobre unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos — inclui o reúso de água local como uma alternativa para a disposição final dos efluentes de tanques sépticos, propondo diferentes parâmetros de qualidade de água em função das classes de uso e sugerindo o tipo de tratamento adequado para cada uma delas (Quadro 2).

QUADRO 2 - RECOMENDAÇÕES DE PARÂMETROS DE QUALIDADE E TRATAMENTO PARA A ÁGUA DE REÚSO SEGUNDO A NBR 13.969/1997

CLASSE	TIPO DE USO	PARÂMETROS DE QUALIDADE	TRATAMENTO RECOMENDADO
1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água	Turbidez <5; coliformes fecais <200 NMP/100 mL; sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L	Tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, por fim, cloração
2	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes	Turbidez <5; coliformes fecais <500 NMP/100 mL; cloro residual superior a 0,5 mg/L	Tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção
3	Descargas dos vasos sanitários	Turbidez <10 coliformes fecais <500 NMP/100 mL	Para casos gerais, tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção
4	Pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual	Coliformes fecais <5.000 NMP/100 mL; oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/L	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita

Fonte: ABNT NBR 13.969 (1997).

No entanto, a complexidade dos tratamentos recomendados na normativa somados ao caráter facultativo de emprego de suas instruções que, ao contrário de uma lei, não impõe aos envolvidos a adoção de suas recomendações, inviabilizaram a regulação da prática do reúso (MOURA *et al.*, 2020). Um exemplo disso é a recomendação de tratamento aeróbio seguido por filtração e desinfecção para reúso de água em descargas de vasos sanitários, sendo inviável em soluções individuais como residências ou comércios.

Como resposta ao incentivo do uso sustentável da água mencionado pela lei nº 9.433, a resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 54, de 28 de novembro de 2005, definiu modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água no Brasil. Tendo um enfoque regulatório, a normativa compreende aspectos de autorização e identificação das atividades junto ao órgão gestor do mesmo modo em que divide o reúso de água em cinco modalidades mutuamente excludentes, sendo elas:

- I- Reúso para fins urbanos;
- II- Reúso para fins agrícolas e florestais;
- III- Reúso para fins ambientais;
- IV- Reúso para fins industriais;
- V- Reúso na aquicultura.

Contudo, as diretrizes, critérios e parâmetros específicos para cada modalidade previstos na resolução a serem determinados pelos órgãos competentes não são detalhados e sequer é indicado quaisquer legislações a serem adotadas para o tema (MOURA *et al.*, 2020), dificultando o desenvolvimento da alternativa e, de acordo com alguns autores, colocando em risco a saúde pública e o meio ambiente (COSTA *et al.*, 2021). Dentre as cinco modalidades definidas, apenas o reúso para fins agrícolas e florestais foi desenvolvido e novamente abordado na resolução nº 121 do CNRH, de 16 dezembro de 2010, que apresenta as diretrizes e os critérios para a prática de reúso direto não potável de água para a modalidade, mas ainda sem a presença de parâmetros e padrões de qualidade ou indicação de normativa pertinente (MOURA *et al.*, 2020).

Uma outra importante iniciativa, porém, sem caráter regulatório, foi o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB), que contou com uma rede interinstitucional e a participação de 15 universidades brasileiras, no ano de 2006, reunindo uma série de estudos organizados em dez capítulos acerca do reúso de efluentes sanitários e do aprimoramento das tecnologias de tratamento a fim de garantir a segurança sanitária da aplicação nos diferentes tipos de uso. Diferente da abordagem realizada pela resolução nº 54 de 2005 do CNRH, a diretriz do PROSAB definiu as modalidades de reúso de água não pelo tipo de atividade, mas em função do grau de exposição humana:

I - Usos restritos: voltado para a irrigação, usos ornamentais e paisagísticos em áreas de acesso irrestrito ao público e demais usos com exposição similar;

II - Usos irrestritos: voltado para a irrigação, usos ornamentais e paisagísticos em áreas de acesso controlado ou restrito ao público, construção civil e abatimento de poeiras em estradas vicinais;

III - Uso predial: voltado para a descarga de toaletes.

A diretriz propõe padrões de qualidade para cada uma das modalidades, apresentando limites mais restritivos nas atividades em que ocorrem maior exposição da população como forma de garantir a segurança sanitária (Tabela 1).

TABELA 1 - COMPARATIVO DOS PADRÕES DE QUALIDADE PROPOSTOS NO PROSAB (2006), INTERÁGUAS (2018) E ABNT NBR 16.783 (2019) EM RELAÇÃO AO REÚSO DE ÁGUA URBANO

PADRÕES DE QUALIDADE		PROSAB (2006)		INTERÁGUAS (2018)			NBR 16.783 (2019)
PARÂMETROS	UNIDADE	U. R.	U. I.	U. P.	U. R.	U. I.	-
pH	-	-	-	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Coliformes termotolerantes ou <i>E. coli</i>	NMP/100ml	$\leq 10^4$	≤ 200	$\leq 10^3$	$< 10^3$	$< 10^3$	≤ 200
Ovos de helmintos	Ovo/L	≤ 1	≤ 1	≤ 1	< 1	< 1	-
Turbidez	UNT	-	-	-	< 5	< 5	≤ 5
DBO5,20	mg/L	-	-	-	< 30	< 15	≤ 20
Cloro residual livre	mg/L	-	-	-	< 1	< 1	0,5 a 5,0
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	-	-	-	-	-	≤ 2.000
Condutividade elétrica	mg/L	-	-	-	-	-	≤ 3.200
Carbono orgânica total	mg/L	-	-	-	-	-	< 4

Adaptado: Costa, M.L. *et al.* (2021). Legenda: U.R. – Uso Restrito; U.I. – Uso Irrestrito; U. P. – Uso Predial.

Sob a coordenação do Ministério das Cidades e com a cooperação do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), foi elaborada em 2018 uma proposta de plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil através do Projeto Reúso pertencente ao Programa de Desenvolvimento do Setor de Águas (INTERÁGUAS). O projeto resultou em seis documentos complementares que abordam desde o potencial do

reúso de efluente sanitário tratado no Brasil e as experiências existentes da prática no Brasil e no mundo até a definição de um plano de ações voltado à prática, dos modelos de financiamento e dos critérios de qualidade a serem adotados.

Os critérios de qualidade da água foram definidos com base no grau de exposição humana em que teve como foco assegurar a segurança da saúde pública, sendo restrito quando a circulação de pessoas ao local de aplicação é controlado e irrestrito caso contrário, além da indicação do tipo de tratamento mínimo para o efluente bem como da periodicidade para monitoramento destes (INTERÁGUAS III, 2018). Para reúso não potável, foram recomendados critérios mínimos para reúso agrícola (restrito e irrestrito), reúso urbano (restrito e irrestrito – Tabela 1), reúso industrial, reúso ambiental, reúso na aquicultura e recarga gerenciada de aquífero não potável. Já para o reúso potável, foram indicados critérios para as modalidades de reúso potável indireto superficial, o reúso potável indireto por recarga gerenciada de aquíferos e o reúso potável direto, sendo que para o reúso potável direto foi destacado tanto a necessidade de tratamentos avançados para o efluente como a importância de critérios específicos para cada caso desde que atendam minimamente a portaria de potabilidade.

Priorizando o uso racional urbano da água e a redução da demanda por água potável nas atividades que exigem um menor grau de qualidade, foram apresentadas na NBR 16.783 de 2019 alternativas para o uso de água não potável em edificações, abrangendo desde as águas da chuva e pluviais até o esgoto sanitário. Sendo a mais recente normativa de caráter técnico do reúso de água nas modalidades de uso urbano e industrial (COSTA *et al.*, 2021), a NBR 16.783 estabeleceu procedimentos e requisitos voltados para as etapas de dimensionamento, uso, operação e manutenção de projetos de fontes alternativas de água, compreendendo os usos em descarga de bacias sanitárias e mictórios, lavagens de áreas externas e veículos, irrigação para fins paisagísticos, usos ornamentais e em sistemas de arrefecimento de telhados e resfriamento de água (ABNT, 2019). Com exceção dos sistemas de água da chuva que devem seguir as orientações específicas dispostas na ABNT NBR 15.527/2015 referente ao aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis e dos sistemas de resfriamento de água que possuem especificações próprias em função de cada fabricante (ABNT, 2019), foram estabelecidos diferentes parâmetros de

qualidade da água para os usos previstos pela norma de forma a assegurar a segurança sanitária dos envolvidos (Tabela 1).

A resolução CONAMA nº503 de 2021, que define critérios e procedimentos para o reuso de água em sistemas de fertirrigação a partir de efluentes provenientes de indústria de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias, foi um importante passo para a manutenção da qualidade de água *in natura* de corpos d'água receptores, a passo que estimula o uso eficiente e sustentável da água. Sendo a aplicação restrita as áreas degradadas e áreas legalmente protegidas, a resolução apresenta os procedimentos a serem adotados na caracterização e monitoramento do efluente industrial e do solo onde ocorre a aplicação, bem como apresenta as equações de determinação da Taxa de Aplicação do Efluente (TAE).

2.3.2 Normativas e diretrizes em nível estadual e municipal

De forma a atender as particularidades e especificidades regionais e locais, e tendo como base a Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005, observou-se o desenvolvimento de uma série de iniciativas nas esferas estadual e municipal com o objetivo de regular as atividades de reúso de água não potável, tanto normas de caráter obrigatório quanto de caráter estimulador (INTERÁGUAS III, 2018). O Quadro 3 apresenta um compilado das regulações sobre a prática de reúso de água adotadas por estados e municípios do Brasil, bem como delimita o escopo da abordagem de cada uma delas.

QUADRO 3 - REGULAÇÕES DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL NAS ESFERAS ESTADUAL E MUNICIPAL

TIPO DE NORMATIVA	MUNICÍPIO/UF OU ESTADO	LEGISLAÇÃO	ESCOPO
Municipal	Curitiba/PR	Lei nº 10.785, de 18 de setembro de 2003	Cria no município de Curitiba, o programa de conservação e uso racional da água nas edificações – PURAE
Estadual	São Paulo	Decreto nº 48.138, de 7 de outubro de 2003	Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo
Municipal	Vitória/ES	Lei nº 6.259, de 23 de dezembro de 2004	Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências

Municipal	Cuiabá/MT	Lei nº 4.748, de 07 de março de 2005	Dispõe sobre o reúso da água das estações de tratamento de esgoto
Municipal	São Paulo/SP	Lei nº 14.018, de 28 de junho de 2005	Institui o programa municipal de conservação e uso racional da água em edificações e dá outras providências
Municipal	Campinas/SP	Lei nº 12.474, de 16 de janeiro de 2006	Cria o programa municipal de conservação, uso racional e reutilização de água em edificações e dá outras providências
Municipal	Caxias do Sul/RJ	Lei Municipal nº 6.616, de 05 de dezembro de 2006	Institui o Programa Municipal de Conservação, Reúso e Uso Racional da água
Municipal	Manaus/AM	Lei nº 1.192, de 31 de dezembro de 2007	Cria, no município de Manaus, o programa de tratamento e uso racional das águas nas edificações - Pro-águas
Municipal	Florianópolis/SC	Lei nº 8.080, de 07 de dezembro de 2009	Institui programa municipal de conservação, uso racional e reúso da água em edificações e dá outras providências
Estadual	Bahia	Resolução CONERH nº 75, de 29 de julho de 2010	Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água, na modalidade reúso para fins agrícolas e/ou florestais
Estadual	Goiás	Lei nº 17.128, de 18 de agosto de 2010	Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de equipamento para tratamento e reutilização da água utilizada na lavagem de veículos, e de equipamento para reaproveitamento de água das chuvas
Municipal	Aracaju/SE	Lei nº 4.026, de 28 de abril de 2011	Cria o programa de reúso de água em postos de gasolina e lava-rápidos no município de Aracaju e dá outras providências
Municipal	Niterói/RJ	Lei nº 2.856, de 26 de julho de 2011	Instituindo mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas
Municipal	Juiz de fora/BA	Lei nº 12.448, de 22 de dezembro de 2011	Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de alternativas tecnológicas, ambientalmente sustentáveis, nos prédios residenciais, comerciais com mais de dez unidades e nas edificações isoladas que menciona
Estadual	Pernambuco	Lei nº 14.572, de 27 de dezembro de 2011	Estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências

Estadual	Goiás	Lei nº 17.582, de 08 de março de 2012	Altera a Lei nº 17.128, de 18 de agosto de 2010, que dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de equipamento para tratamento e reutilização da água utilizada na lavagem de veículos
Municipal	Londrina/PR	Lei nº 11.522 de 28 de março de 2012	Dispõe sobre a obrigatoriedade do reúso da água no município de Londrina e dá outras providências
Estadual	Paraíba	Lei nº 10.033, de 03 de julho de 2013	Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba, e dá outras providências
Estadual	São Paulo	Deliberação CRH nº 156, de 11 de dezembro de 2013	Estabelece diretrizes para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins urbanos
Municipal	Juiz de Fora/BA	Lei Complementar nº 20, de 16 de dezembro de 2014	Lei Complementar nº 20, de 16 de dezembro de 2014 Estabelece que os prédios públicos a serem edificadas no Município de Juiz de Fora observem, em sua construção, alternativas tecnológicas ambientalmente sustentáveis
Municipal	São Paulo/SP	Lei nº 16.160, de 13 de abril de 2015	Cria o Programa de reúso de água em postos de serviços e abastecimento de veículos e lava-rápidos no Município de São Paulo, e dá outras providências
Municipal	São Paulo/SP	Lei nº 16.174, de 22 de abril de 2015	Estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático
Estadual	Pernambuco	Lei nº 15.630, de 29 de outubro de 2015	Torna obrigatória a instalação de sistema de captação de água de chuva para tratamento e reutilização da água empregada na lavagem de veículos pelos estabelecimentos comerciais que prestem este serviço e dá outras providências
Estadual	Espírito Santo	Lei nº 10.487, de 12 de janeiro de 2016	Dispõe sobre a prática do reúso de efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs para fins industriais
Estadual	Ceará	Lei nº 16.033, de 20 de junho de 2016	Estabelece critérios para o reúso de água não potável, com o objetivo de viabilizar e estimular a sua ação no Estado do Ceará

Estadual	Rio de Janeiro	Lei nº 7.424, de 24 de agosto de 2016	Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de água de reúso pelos órgãos integrantes da administração pública estadual direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo poder público, das empresas em cujo capital do estado do Rio de Janeiro tenha participação, bem como pelas demais entidades por ele controladas direta ou indiretamente
Estadual	Ceará	Resolução COEMA nº02, de 02 de fevereiro de 2017	Estabelece diretrizes, critérios e parâmetros específicos para o reúso não potável de água de acordo com as modalidades regulamentadas na Resolução
Estadual	Rio de Janeiro	Lei nº 7.599, de 24 de maio de 2017	Dispõe sobre a obrigatoriedade de indústrias situadas no estado do Rio de Janeiro instalarem equipamentos de tratamento e reutilização de água
Estadual	São Paulo	Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01, de 13 de fevereiro de 2020	Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas
Estadual	Rio Grande do Sul	Resolução CONSEMA nº 419, de 13 de fevereiro de 2020	Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais
Estadual	Minas Gerais	Deliberação Normativa CERH-MG nº 65, de 18 de junho de 2020	Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências
Estadual	Distrito Federal	Resolução ADASA Nº 005, de 09 de maio de 2022	Estabelece diretrizes para o aproveitamento ou reúso de água não potável em edificações no Distrito Federal
Estadual	Rio Grande do Norte	Lei nº 11.332, de 30 de dezembro de 2022	Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do Estado do Rio Grande do Norte

Fonte: Elaborado pelo autor (2022) com base em Costa, M.L. *et al.* (2021); Moura, P.G. *et al.* (2020) e Rezende, A. T. (2016).

A primeira iniciativa local sobre o reúso de água ocorreu no município de Curitiba (Paraná), com a Lei nº 10.785, de 18 de setembro de 2003, que dispõe sobre o uso racional de águas em edificações adotando o termo de “águas servidas” para as águas oriundas de tanque ou máquina de lavar e de chuveiro ou banheiras, a serem utilizadas posteriormente para descarga em vasos sanitários (CURITIBA, 2003). Já na esfera estadual, a primeira normativa sobre o tema se deu no estado

de São Paulo através do Decreto nº 48.138, de 07 de outubro de 2003, que impõe como uma das medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água a obrigatoriedade do emprego de água para reúso ou de fontes alternativas (água da chuva ou de poços devidamente certificados) para a lavagem de praças, ruas, calçadas, pisos frios e áreas de lazer (SÃO PAULO (ESTADO), 2003).

Padrões de qualidade e diretrizes também foram observados em normativas técnicas elaboradas por órgãos e entidades locais, como é o caso do manual de orientação para projetos visando o reúso de efluente doméstico provenientes de ETEs proposto pela CETESB (INTERÁGUAS III, 2018). O manual conta com restrições a serem observadas pelos projetos em relação a área utilizada para a aplicação do esgoto doméstico tratado, ao tipo de uso pretendido, ao sistema de tratamento, ao efluente e a operação, além da indicação de limites para parâmetros de qualidade físico-químicos e microbiológicos para o efluente com base em leis e resoluções já existentes sobre o tema.

Apesar do grande número de decretos, deliberações, leis e resoluções desenvolvidos com o passar dos anos nas esferas estadual e municipal, a primeira abordagem de orientações técnicas para a aplicação e a definição de órgãos competentes para a regulação e manutenção da atividade só foi observada na Resolução CONERH nº 75/2010, no estado da Bahia, que adotou os padrões de qualidade propostos pela OMS. Após a referida resolução, o comportamento também foi observado em outros estados como é o caso das Lei Estadual nº 16.033/2016 e Resolução COEMA nº 2/2017 no estado do Ceará e dos estados de São Paulo com a Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01/2020, Rio Grande do Sul com a Resolução CONSEMA nº 419/2020 e Minas Gerais com a Deliberação Normativa CERH-MG nº 65/2020 (COSTA, 2021).

Um cenário semelhante também é esperado no estado do Paraná visto que recentemente o Instituto Água e Terra coordenou através da sua Diretoria de Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos um grupo de trabalho interinstitucional voltado para a regulamentação de critérios para o reúso e uso racional de água no Estado do Paraná (AEN, 2021). O grupo de trabalho foi subdividido em cinco subgrupos que lidaram com o reúso em diferentes modalidades, sendo elas: reúso para fins urbanos, reúso para fins ambientais, reúso para fins industriais, reúso para fins agrícolas, florestais e aquicultura e uso racional e conservação. A ação resultou em uma minuta de resolução que foi submetida ao secretário estadual de

desenvolvimento sustentável e turismo e ao CERH/PR em novembro de 2021 (AEN, 2021), no entanto, até o presente momento a resolução não foi publicada no Diário Oficial do Paraná e ainda não há previsão para tal.

2.3.3 Projetos de lei

Em meio a ausência de legislação para o reúso de água em nível federal, uma série de projetos de lei acerca da prática estiveram em trâmite nos órgãos legislativos competentes nos últimos anos para avaliação visando a aprovação e validação do texto proposto em forma de lei (INTERÁGUAS II, 2018). O Quadro 4 apresenta os recentes projetos de leis em trâmite com relevância para o reúso de água, tanto na Câmara quanto no Senado, bem como a situação atual de cada um, com destaques para o apensamento do PL 3.401/2015 ao PL 7.818/2014 e para a aprovação pelo plenário da PLS 51/2015 e submissão à Câmara dos Deputados que seguem em avaliação, bem como os PL 3.899/2012, PL 377/2015 e PLS 51/2015.

QUADRO 4 - PROJETOS DE LEI DA CÂMARA E DO SENADO VOLTADOS À PRÁTICA DO REÚSO DE ÁGUA

PROJETO DE LEI	EMENTA	SITUAÇÃO
PL 1.155/2011	Autoriza o Poder Executivo a criar o Fundo Nacional de Reutilização de Água (FUNREÁGUA)	Arquivada
PL 3.899/2012	Institui a Política Nacional de Estímulo à Produção e ao Consumo Sustentáveis	Aguardando a criação da comissão especial pela Mesa Diretora
PL 7.818/2014	Estabelece a Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção	Aguardando a designação de relator na Comissão de Desenvolvimento Urbano
PL 377/2015	Dispõe sobre a isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto sobre Importação (II), incidentes sobre a comercialização de máquinas, filtros, painéis, captadores, bombas, calhas, condutores verticais, coletores horizontais e outros equipamentos ou componentes necessários para a implantação de sistema de captação e retenção de águas pluviais, para fins não potáveis	Aguardando Designação de Relator na Comissão de Finanças e Tributação (CFT)
PL 1.675/2015	Torna obrigatória a utilização de patamares mínimos de água de reúso por plantas industriais e prédios comerciais que se instalarem em regiões de baixa precipitação pluviométrica.	Arquivada
PL 2.427/2015	Dispõe sobre incentivos para aumentar a reutilização de recursos hídricos no País.	Apensado ao PL 377/2015

PL 3.401/2015	Institui o Plano Nacional de Gestão, Conservação e Reúso de Água	Apensado ao PL 7818/2014
PL 3.705/2015	Dispõe sobre a instituição do Selo Verde para certificar empresas que adotem medidas para reduzir o consumo de água, aumentar a eficiência energética e reduzir, reutilizar e reciclar materiais e recursos.	Apensado ao PL 3899/2012
PLS 12/2014	Dispõe sobre incentivos para fomentar a reutilização de recursos hídricos no âmbito da Contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/PASEP, da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS, do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI e Imposto de Renda Pessoa Jurídica - IRPJ.	Arquivada
PLS 13/2015	Altera as Leis nºs 9.433/97 (Política Nacional de Recursos Hídricos) e 11.445/2007 (Lei do Saneamento Básico) para promover o uso de fontes alternativas de abastecimento de água, como água de chuva e reúso de água	Pronto para deliberação do Plenário
PLS 51/2015	Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências, para instituir normas sobre o abastecimento de água por fontes alternativas, tais como água de reúso e água de chuva, determinando sua inclusão em plano diretor e plano de saneamento básico, bem como excepcionando a exclusividade no abastecimento de água pela rede pública	Aprovada pelo Plenário, remetida à Câmara dos Deputados
PLS 108/2015	Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes para o saneamento básico e dá outras providências, para criar incentivos ao uso moderado da água tratada e ao aproveitamento de águas pluviais e de reúso	Arquivada

Fonte: Elaborado pelo autor (2022) com base no Projeto Reúso Produto II, INTERÁGUAS, 2018 e em consulta às páginas da Câmara dos Deputados (BRASILa, s.d.) e do Senado Federal (BRASILb, s. d.).

No dia 20 de abril de 2022, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) lançou a Consulta Pública nº03/2022 acerca da proposta de resolução que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática do reúso direto não potável de água em todo o território nacional. A consulta teve como objetivo estimular a participação da sociedade na indicação de sugestões sobre a proposta elaborada pelo CNRH, dando continuidade a uma série de esforços iniciados em 2021 voltados ao aprimoramento da Resolução (MDR, 2022). Além da recomendação de parâmetros mínimos de qualidade para cada modalidade de reúso de água, a resolução ainda aborda competências e obrigações

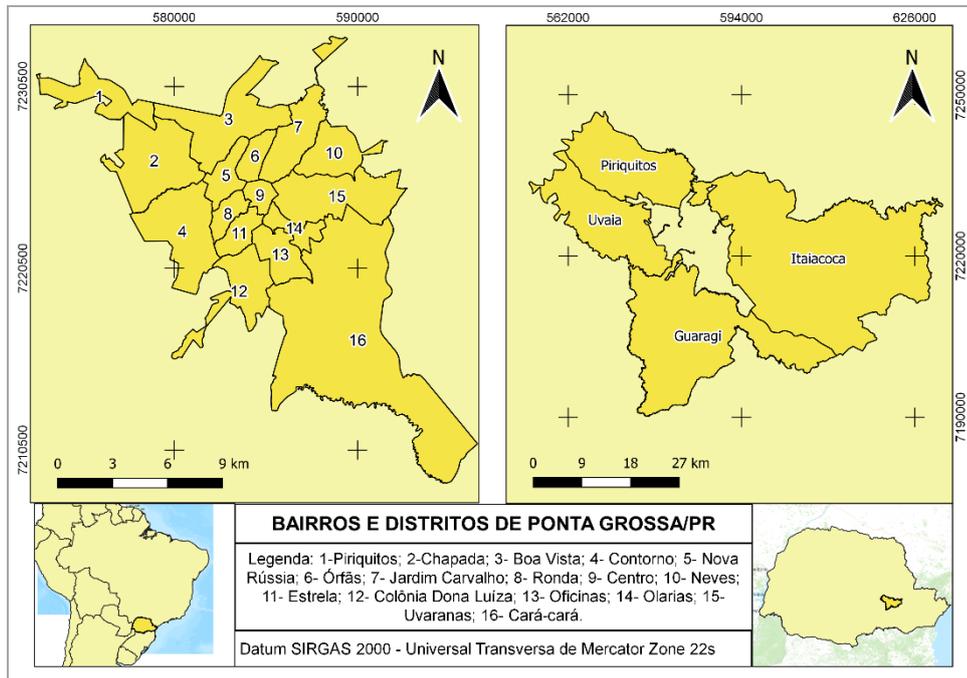
do produtor, do distribuidor e do usuário, tendo como principal objetivo preservar a saúde humana e os ecossistemas (MDR, 2022).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado tendo como foco o município de Ponta Grossa, no estado do Paraná, com centro geográfico estabelecido pelas coordenadas de latitude 25° 01' S e longitude 50° 17' O. Com uma área de 2.024,41 km², sendo 199,94 km² de área urbana e 1.824,57 km² de área rural, o município de Ponta Grossa é uma rota rodo ferroviária fundamental para a região ao interligar tanto o interior do estado com sua capital (Curitiba) quanto servir de conexão entre os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (PONTA GROSSA, 2019). A sede do município conta com 16 bairros, sendo Cará-Cará o maior deles, e quatro distritos distribuídos ao redor da sede (Figura 7)

FIGURA 7 - BAIRROS E DISTRITOS DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



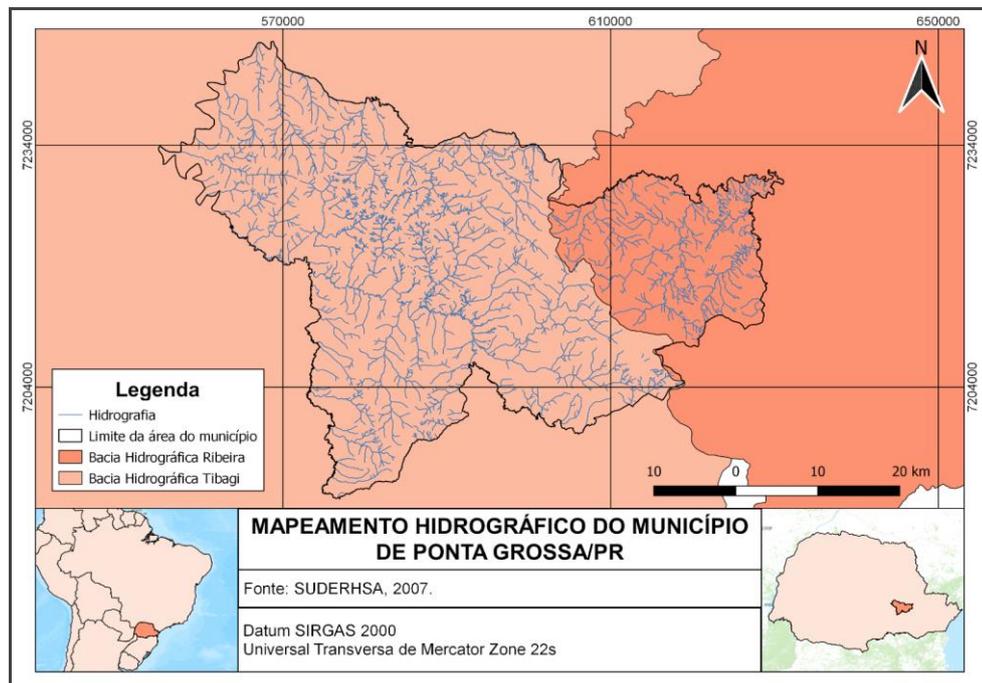
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.1.1 Características Físicas, Ambientais e Geomorfológicas

O município de Ponta Grossa está localizado dentro das Bacias Hidrográficas Paranaenses Tibagi e Ribeira (Figura 8) instituídas pela Resolução SEMA Nº

024/2006 e conta com uma ampla rede hidrográfica, com destaques para os rios Tibagi, Pitangui e Verde (PONTA GROSSA, 2006). O rio Tibagi tem sua nascente no município de Palmeira e percorre cerca de 550 km até a sua foz, localizada no município de Jataí do Sul (PONTA GROSSA, 2006), tendo como principais afluentes os rios Pitangui (manancial do Sistema de Abastecimento de Água de Ponta Grossa), Verde e Botuquara (PONTA GROSSA, 2006).

FIGURA 8 - HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



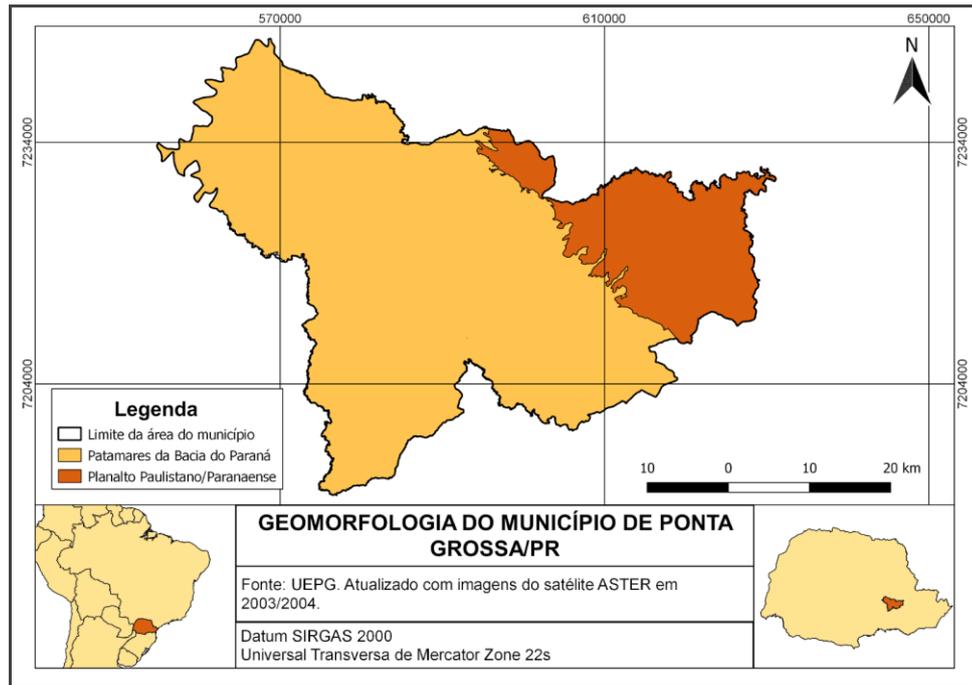
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O município está situado a uma altitude média de 975 m, com distribuição predominante na região dos Campos Gerais no Segundo Planalto Paranaense (Figura 9), mas com a região leste pertencendo ao Primeiro Planalto Paranaense (PMSB, 2019). As principais unidades geológicas presente no município são as formações Ponta Grossa do período devoniano e o grupo Itararé formado entre os períodos Carbonífero Superior e Permiano Inferior (PRIETO, 2010), além das formações Furnas, Intrusivas Básicas Paleozóico e Pleistoceno (PRIETO, 2010).

De acordo com a classificação de W. Köppen, o clima de Ponta Grossa é definido como Cfb (subtropical úmido temperado), com chuvas em todos os meses do ano, temperatura média inferior a 22°C no mês mais quente e sem estação de seca definida (PRIETO, 2010; PONTA GROSSA, 2006). A temperatura média anual

varia entre 17°C e 18°C, com valores mínimos médios entre 13°C e 14°C e valores máximos médios entre 24°C e 25°C (PONTA GROSSA, 2006), com um regime de precipitação média de 1.514,4 mm por ano e cerca de 110,8 dias de chuva por ano (PONTA GROSSA, 2019).

FIGURA 9 - GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.1.2 Dados demográficos e desenvolvimento socioeconômico

O município possui uma população estimada em 358.838 hab. no ano de 2021, sendo que a população no último censo do IBGE, em 2010, era de 311.611 pessoas com uma densidade demográfica de 150,72 hab.km⁻², a quarta cidade mais populosa do estado (IBGE, 2022). Cerca de 30,4% da população é ocupada, com um salário médio mensal de 2,5 salários-mínimos nos empregos formais e um PIB per capita de R\$ 44.361,09 (IBGE, 2022).

A cidade de Ponta Grossa abriga o maior parque industrial do interior do Paraná, que soma mais de 1.160 empresas das mais diversas áreas com destaques aos setores metal mecânico, agroindustrial e madeireiro (PONTA GROSSA, 2022). Não obstante, é o setor de serviços que apresenta a maior contribuição ao PIB

municipal, avaliado em 7 bilhões de reais em 2018, seguido dos setores industrial e agropecuário (Tabela 2).

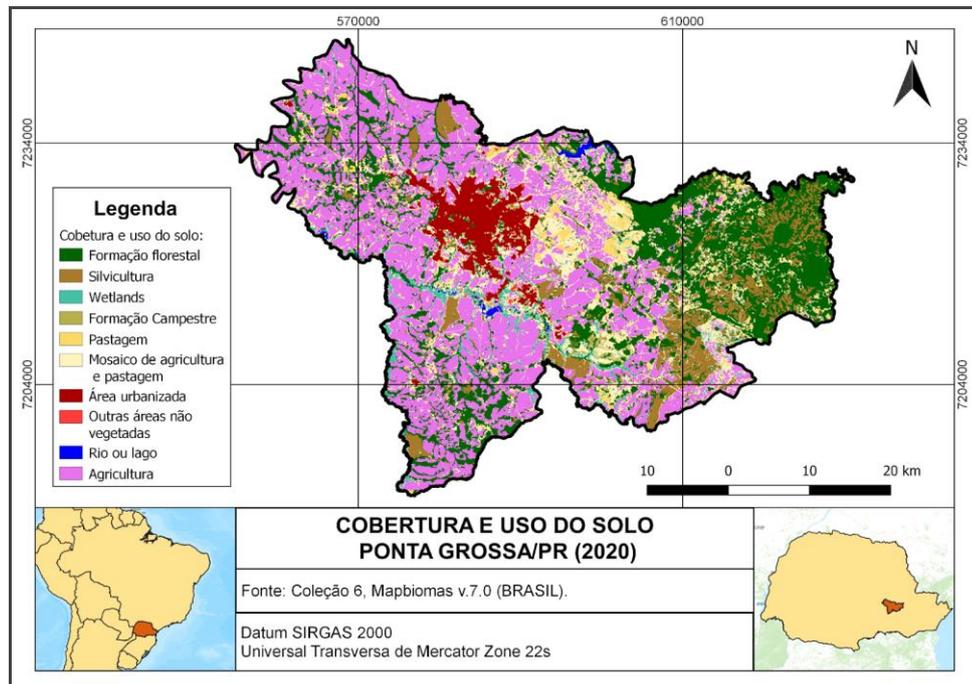
TABELA 2 - PARTICIPAÇÃO DOS SETORES ECONÔMICOS NO PIB DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR EM 2005

SETOR	PARTICIPAÇÃO NO PIB
Agropecuária	3.36%
Indústria	30.46%
Serviços	66.18%

Fonte: ParanáCidades (2006) apud Ponta Grossa (2006).

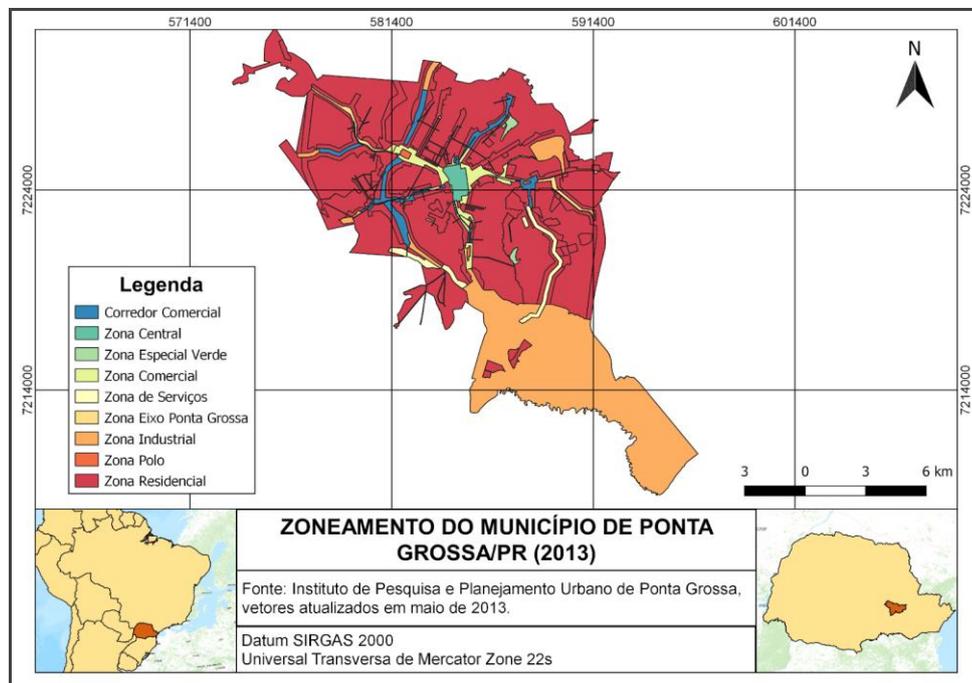
A Figura 10 apresenta o mapa de cobertura e uso do solo de Ponta Grossa que, ao contrário da participação dos setores econômicos no PIB municipal (PONTA GROSSA, 2006), destaca a predominância das atividades agropecuárias, que ocupam cerca de 60% de todo o território (123.247 ha), seguidas das formações florestais com 27% (54.948 ha), formações vegetais não florestais com 7,3% (15.049 ha) e das áreas urbanizadas com 5,2% (10.773 ha). Quanto ao zoneamento municipal de uso e ocupação do solo das áreas urbanas (lei nº 11.477, de 03 de outubro de 2013), prevalecem as zonas residenciais, seguidas das zonas industriais, corredor comercial e zona de serviços, respectivamente (Figura 11).

FIGURA 10 - MAPA DE COBERTURA E USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR EM 2020



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

FIGURA 11 - ZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR EM 2013



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

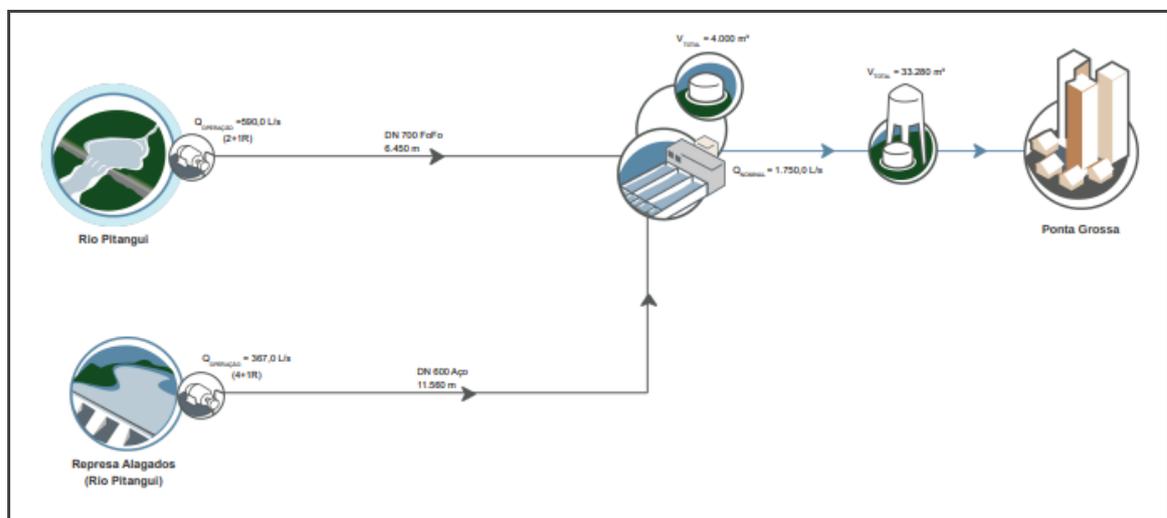
O município conta com o PRODESI - Programa de Desenvolvimento Industrial de Ponta Grossa - que estimula o desenvolvimento das indústrias locais por meio de

mecanismos como a doação de lotes no Distrito Industrial Prefeito Cyro Martins e incentivos fiscais, contribuindo para a instalação e ampliação de empreendimentos na cidade (PONTA GROSSA, 2022). Além do programa, está em curso o desenvolvimento de mais um complexo industrial na região norte da cidade, reforçando as expectativas de crescimento local e expansão urbana (PONTA GROSSA, 2019).

3.1.3 Saneamento Básico

A SANEPAR é a concessionária responsável pelos serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto sanitário do município de Ponta Grossa desde 1975 (PONTA GROSSA, 2019). O Sistema de Abastecimento de Água é composto por duas captações superficiais, a represa Alagados e o rio Pitanguí (Figura 12), ambos inseridos no manancial do rio Pitanguí que possui uma área de aproximadamente 376 km² (PONTA GROSSA, 2016).

FIGURA 12 - CROQUI DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTA GROSSA/PR EM 2021



Adaptado: Atlas Água, Agência Nacional das Águas (2021).

O sistema da represa Alagados conta com uma barragem superficial de nível, uma estação elevatória de água bruta e uma adutora de água bruta de 11,6 km, operando com uma vazão de 300 L.s⁻¹, que corresponde a cerca de 78,9% da vazão total outorgada (PONTA GROSSA, 2019). Já o sistema Pitanguí opera com uma vazão de 750 L.s⁻¹ e conta com uma estação elevatória de água bruta, uma adutora

de água bruta de 6,45 km de extensão e um reservatório hidropneumático (PONTA GROSSA, 2019). Em ambos os casos, a qualidade da água bruta é classificada pela plataforma SISWEB da SANEPAR (2019) como sendo “boa”, com eventual proliferação de algas.

Após captada, a água segue para a ETA (Figura 12) que possui uma capacidade total de tratamento de 1.150 L.s^{-1} , operando em três módulos (PONTA GROSSA, 2019). O sistema ainda conta com cinco estações elevatórias de água tratada, quatro centros de reservação e uma rede de distribuição de 1.800 km (PONTA GROSSA, 2018). A Tabela 3 apresenta os setores atendidos pelo Sistema de Abastecimento de Água da SANEPAR, bem como as unidades atendidas e o número de ligações de cada um.

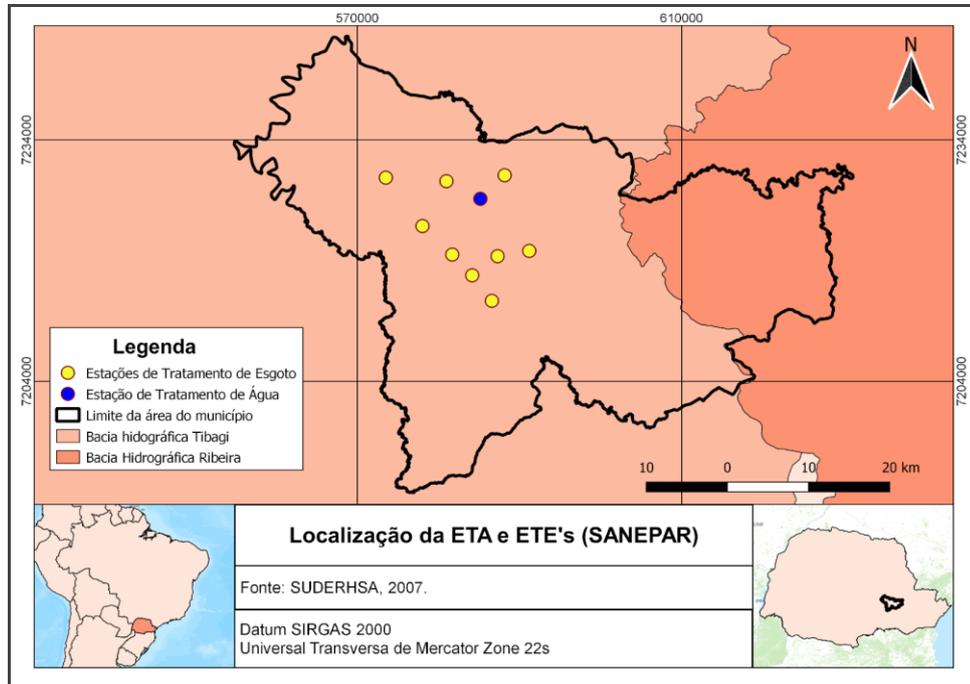
TABELA 3 - SETORES ATENDIDOS PELO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PONTA GROSSA/PR DA SANEPAR EM 2019

CATEGORIAS	UNIDADES ATENDIDAS	LIGAÇÕES
Residenciais	130.848	105.997
Comerciais	8.797	6.455
Industriais	362	358
Utilidade pública	847	834
Poder público	580	580
TOTAL	141.434	114.224

Fonte: Sanepar SISWEB (2019) apud Ponta Grossa (2019).

O Sistema de Esgotamento Sanitário de Ponta Grossa conta com nove estações de tratamento de esgoto (Figura 13), com uma capacidade total instalada de 650 L.s^{-1} (Quadro 5). Além disso, o sistema é composto de uma rede coletora de aproximadamente 1.822 km e vinte estações elevatórias de esgoto (PONTA GROSSA, 2019), atendendo mais de 120 mil unidades (Tabela 4). Segundo dados levantados pela SANEPAR, o Sistema de Abastecimento de Água e o Sistema de Esgotamento Sanitário possuem, respectivamente, um índice de atendimento de 100% e 90,3% (PONTA GROSSA, 2019).

FIGURA 13 - LOCALIZAÇÃO DA ETA E DAS ETES DA SANEPAR EM OPERAÇÃO NO MUNICÍPIO PONTA GROSSA/PR



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

QUADRO 5 - CAPACIDADE NOMINAL DAS ETES DE PONTA GROSSA/PR

ETE	CORPO RECEPTOR	VAZÃO MÉDIA ATUAL (L/s)	CAPACIDADE NOMINAL (L/s)
ETE Olarias	Arroio de Olarias	61,08	70,00
ETE Ronda	Arroio da Ronda	94,17	140,00
ETE Verde	Rio Verde	188,25	280,00
ETE Cristo Rei	Arroio Taquari	3,00	2,50
ETE Tibagi	Arroio Tibagi	7,92	30,00
ETE Congonhas	Arroio Congonhas	31,17	30,00
ETE Gertrudes	Arroio Gertrudes	18,00	60,00
ETE Cará-cará	Rio Cará-cará	16,58	30,00
ETE Santa Barbara	Rio Tibagi	6,00	5,00
ETE Taquari	Arroio Taquari	1,00	3,00

Fonte: SANEPAR (2019).

TABELA 4 - SETORES ATENDIDOS PELO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE PONTA GROSSA/PR DA SANEPAR EM 2019

CATEGORIAS	UNIDADES ATENDIDAS	LIGAÇÕES
Residenciais	118.816	95.458
Comerciais	7.988	5.719
Industriais	187	185
Utilidade pública	732	720
Poder público	510	510
TOTAL	128.233	102.592

Fonte: Sanepar SISWEB (2019) apud Ponta Grossa (2019).

3.2 METODOLOGIA

A fim de se estimar o potencial das Estações de Tratamento de Esgoto Ronda e Verde da SANEPAR para a produção de água para reúso, foi utilizado como referência a Metodologia Estruturada de Avaliação do Potencial Regional de Reúso de Água voltada ao planejamento técnico e estratégico proposta por Avelar et al. (2021). O estudo foi dividido em dois eixos de trabalho, sendo eles: 1) a identificação da demanda por água para reúso, que avaliou as potenciais modalidades de uso a partir da classificação de diferentes variáveis na Hierarquização dos Múltiplos Usos e da consulta aos setores público e privado de Ponta Grossa/PR; e 2) a avaliação das ETEs que, a partir de uma análise comparativa entre as etapas de tratamento, a capacidade nominal instalada, a qualidade do efluente tratado e a disponibilidade de área em planta, indicou a ETE com maior potencial para a produção de água para reúso e, de modo conceitual, a identificação de tratamentos complementares para atender a qualidade requerida de cada modalidade de reúso almejada.

3.2.1 Identificação das demandas

3.2.1.1 Hierarquização dos Usos Múltiplos da Água

Para identificação das potenciais demandas por água para reúso no município de Ponta Grossa/PR, foi adotada a abordagem de Hierarquização dos Usos Múltiplos da Água proposta por CEBDS (2021), onde foram consideradas três

potenciais modalidades de reúso: agrícola, industrial e urbano. De modo a relacionar o tipo de uso almejado com as características locais do projeto, cada uma das potenciais modalidades de reúso foram avaliadas segundo quatro variáveis, sendo elas a aptidão do município, a localização das ETEs, o tipo de transporte e a qualidade da água requerida para o uso.

A aptidão do município consiste na compatibilização entre a modalidade do reúso e o perfil qualiquantitativo de consumo de água (CEBDS, 2021), de modo a avaliar a potencial demanda com base não apenas nos valores absolutos do volume de água consumido, mas também considerando a distribuição espacial e a modalidade de cada uso. Para avaliação da distribuição espacial das modalidades, foram considerados a composição do uso e cobertura do solo para o ano de 2020 proposta na sexta coleção da iniciativa MAPBIOMAS para a delimitação das áreas agrícolas, enquanto o zoneamento municipal de uso e ocupação do solo das áreas urbanas (lei nº 11.477, de 03 de outubro de 2013) foi utilizado para a delimitação das áreas urbanas e industriais. Para avaliação do perfil qualiquantitativo de consumo de água, foram utilizados os descritivos das outorgas de captação e das dispensas por uso insignificante vigentes em novembro de 2022 disponíveis no acervo do IAT, bem como os dados de consumo das ligações e unidades atendidas pela SANEPAR no ano de 2022 disponibilizados pela própria companhia e os registros de precipitação acumulada na região entre os anos de 2017 e 2021.

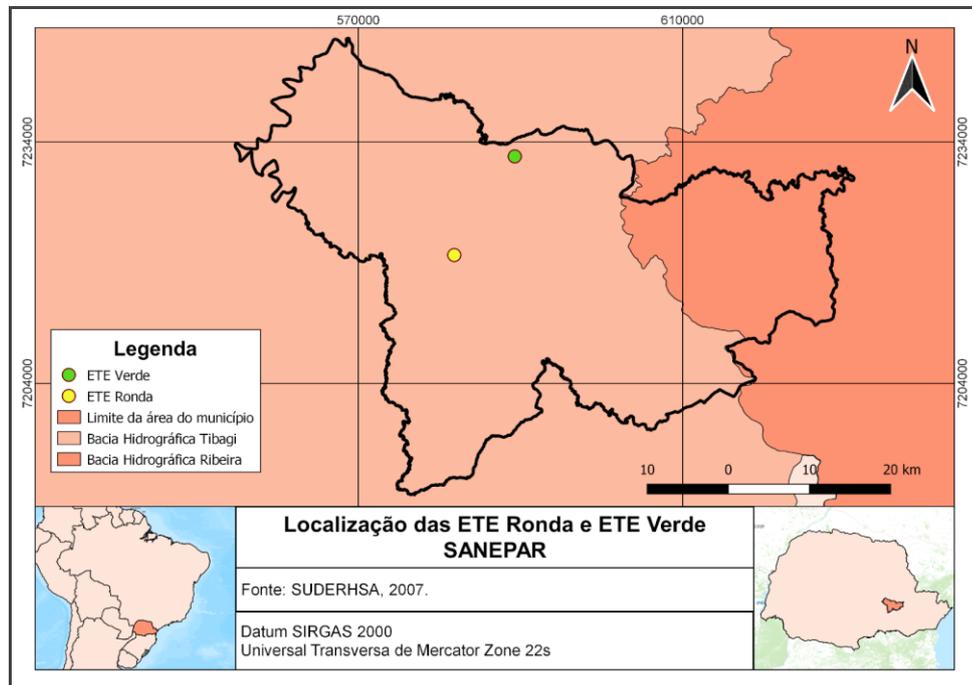
A fim de identificar as regiões com maior demanda por água em Ponta Grossa/PR, os dados de consumo de água foram avaliados sob a perspectiva de distribuição espacial. Para o consumo de água proveniente das outorgas de captação do IAT, foi utilizada a ferramenta de interpolação “Estimativa de Densidade de Kernel”, também conhecida como “mapa de calor”, disponível no software livre de geoprocessamento Qgis versão 3.14 (QGIS ORG, 2022). A ferramenta tem como base a técnica de Kernel que, por meio de método estatístico pré-determinado, consiste em avaliar o padrão de distribuição espacial dos dados observados a partir da definição de um raio de influência para a variável de interesse (KAWAMOTO, 2012). Foi adotada a função de Kernel Quártica, que atribui um peso maior para os pontos com maior proximidade do que para os pontos mais distantes entre si, mas mantém o decréscimo como sendo gradual (KAWAMOTO, 2012). Foi utilizado um raio de influência de 5.000 m para a distribuição espacial da ocorrência de outorgas

de captação e de 7.500 m para a distribuição espacial das outorgas de captação e das dispensas por uso insignificante ponderadas pelos valores de vazão outorgada.

Já para o consumo de água proveniente da SANEPAR, foram disponibilizados pela companhia os dados de consumo, ligações e unidades atendidas referentes a cada um dos bairros e distritos pertencentes ao município de Ponta Grossa/PR. Foram utilizadas as medições horárias de precipitação acumulada registradas pela estação meteorológica automática do SIMEPAR S829, estabelecida nas coordenadas 25° 00' S e 50° 09' O, disponíveis no painel de Mapa de Estações do INMET (FONTE). Devido à ausência parcial de dados de precipitação acumulada para o ano de 2022, foram utilizados os dados do período entre 01/01/2017 e 31/12/2021, de modo a identificar a distribuição sazonal do regime de chuva na região nos últimos anos.

A distância entre o local de produção e o local de consumo da água para reúso é um importante fator para a definição da modalidade de reúso a ser priorizada no projeto (CEBDS, 2021), devendo ser adotadas as soluções mais racionais de modo a minimizar a complexidade da alternativa de transporte de água a ser utilizada. Desta forma, foram avaliadas, de forma preliminar e simplificada, a localização das ETEs Ronda e Verde, indicadas pela companhia que opera as estações (SANEPAR), em relação a distribuição espacial das potenciais modalidades de reúso de água. A indicação das ETES se deve ao tratamento por reator biológico com leito móvel, mais conhecido como MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*), que ao combinar características do tratamento com biofilmes com o tratamento por lodos ativados confere ótimas condições para o efluente tratado (SOUZA, 2019). Além disso, as ETEs Verde e Ronda possuem as maiores capacidades nominais de tratamento dentre as ETEs do município, operando com capacidade de 280 e 140 L/s, respectivamente, volume consideravelmente maior se comparado com as demais ETEs que operam com capacidade nominal inferior a 70 L/s.

FIGURA 14 - LOCALIZAÇÃO DAS ETE RONDA E VERDE DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

FIGURA 15 - VISTA AÉREA DAS ETE RONDA E ETE VERDE DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



Fonte: Elaborado pelo autor (2022) com uso do software Google Earth Pro.

Tendo em vista que o projeto não conta com consumidores previamente determinados, as localizações das modalidades foram estimadas como sendo os centroides de cada uma das áreas delimitadas na distribuição espacial das modalidades realizada na variável anterior. As distâncias foram calculadas de duas formas distintas: a distância mínima, medida por meio do comprimento da linha reta

que liga os pontos, e a distância real, resultante do comprimento do percurso rodoviário recomendando pelo serviço de pesquisa e visualização de mapas Google Maps.

Além da distância, também foi avaliado o tipo de transporte requerido em cada uma das modalidades, sendo adotadas duas alternativas técnicas para a distribuição da água para reúso: 1) Transporte com uso de adutora (a ser construída); 2) Transporte por caminhão pipa. As alternativas técnicas foram avaliadas levando em consideração o acesso rodoviário, as diferenças de custos entre o transporte por adutora e caminhão pipa e a logística para atendimento da demanda, bem como os aspectos destacados por CEBDS (2021), sendo eles: a distância entre o local de produção e o local de consumo da água para reúso, o volume de água demandado, o *trade-off* de sustentabilidade resultante da distribuição de água para reúso em caminhão pipa devido ao uso de combustíveis fósseis e, nos casos de adutora, as incertezas quanto a aplicação e continuidade do projeto.

Por fim, devido à ausência de legislação federal, estadual ou municipal que regulamente o reúso de água no município de Ponta Grossa/PR, foram adotados no estudo os padrões de qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONSEMA nº 419/2020 do estado do Rio Grande do Sul. A decisão levou em consideração tanto a proximidade geográfica entre os estados, quanto à similaridade encontrada entre a Resolução CONSEMA nº 419/2020 do Rio Grande do Sul e a minuta de resolução que tramita no CERH do estado do Paraná no que se refere as diretrizes, modalidades e critérios adotados para o reúso de água.

Os usos previstos pela resolução em cada uma das modalidades estão apresentados no Quadro 6. O reúso de água para fins urbanos foi dividido pela resolução em função do grau de exposição humana, podendo ser classe A ou B (Quadro 6). Na classe A, os usos ocorrem em áreas em que circulam indivíduos que possam ter contato com a água para reúso, denominadas de áreas de acesso irrestrito. Já na classe B, os usos ocorrem em áreas no qual o contato da população com a água para reúso é insignificante, o que possibilita a adoção de limites críticos mais brandos. Os padrões de qualidade do reúso para fins urbanos estão apresentados na Tabela 5 e abrangem tanto os usos que ocorrem nas áreas urbanas, quanto nas áreas rurais e industriais.

QUADRO 6 - USOS PREVISTOS EM CADA MODALIDADE SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONSEMA N° 419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL

MODALIDADE	CLASSES	USOS PERMITIDOS
Agrícola/florestal	-	Produção agrícola, cultivo de florestas plantadas e recuperação de áreas degradadas
Industrial	-	Processos, atividades e operações industriais
Urbano	A	Irrigação paisagística em locais de acesso irrestrito, lavagem de logradouros públicos e lavagem de veículos
	B	Irrigação paisagística em locais de acesso limitado ou restrito, ao abatimento de poeira, aos usos na construção civil e em estações de tratamento de efluente e à desobstrução de redes de esgoto pluvial e/ou cloacal

Fonte: Rio Grande do Sul (2020).

TABELA 5 - PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DO REÚSO PARA FINS URBANOS DEFINIDOS NA RESOLUÇÃO CONSEMA N°419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL

PARÂMETROS	UNIDADE	CLASSE A	CLASSE B
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1000
Ovos de helmintos	Ovo/L	1	-
Cloro Residual Total	mg/L	1	1
Condutividade elétrica	dS/m	3	3

Fonte: Rio Grande do Sul (2020).

Já para a modalidade de reúso para fins agrícolas e ambientais, foram definidos os padrões de qualidade apresentados na Tabela 6. Apesar de não ter valor máximo definido, as concentrações de fósforo total, nitrogênio total e potássio são utilizadas para o cálculo da taxa de aplicação, devendo atender as recomendações de adubação da cultura de interesse. Além disso, a RAS deve manter a correlação com a condutividade elétrica (Tabela 7), tendo o seu nível máximo definido em 12.

TABELA 6 - PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DO REÚSO PARA FINS AGRÍCOLAS E FLORESTAIS DEFINIDOS NA RESOLUÇÃO CONSEMA N°419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL

PARÂMETROS	UNIDADE	VALOR MÁXIMO
pH	-	Entre 6 e 9
Alumínio	mg/L	5
Arsênio	mg/L	0,10
Bário	mg/L	5
Boro	mg/L	0,50
Cádmio	mg/L	0,01
Chumbo	mg/L	0,50
Cianeto	mg/L	0,20
Cloreto	mg/L	106,50
Cobalto	mg/L	0,50
Cobre	mg/L	0,20
Cromo total	mg/L	0,50
Cromo hexavalente	mg/L	0,10
Ferro	mg/L	5
Fluoreto	mg/L	10
Manganês	mg/L	0,20
Mercúrio	mg/L	0,01
Molibdênio	mg/L	0,50
Níquel	mg/L	0,20
Selênio	mg/L	0,02
Sulfeto	mg/L	1
Vanádio	mg/L	0,10
Zinco	mg/L	2
Óleos e graxas: mineral	mg/L	10
Óleos e graxas: vegetal ou animal	mg/L	30
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	mg/L	0,10
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10 ⁴
Ovos de helmintos	Ovo/L	1

Fonte: Rio Grande do Sul (2020).

TABELA 7 - VALORES MÁXIMOS DA RAS (RAZÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO) EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DEFINIDOS NA RESOLUÇÃO CONSEMA N°419/2020 DO RIO GRANDE DO SUL

RAS	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (dS/m)
0-3	0,2-2,9
3-6	1,2-2,9
6-12	1,9-2,9

Fonte: Rio Grande do Sul (2020).

Apesar da abordagem do reúso para fins industriais na resolução, não foram estabelecidos padrões de qualidade da água para a modalidade, devendo esta obedecer às especificações técnicas do projeto de acordo com o tipo de uso e a tecnologia do processo industrial de interesse. No entanto, de modo a contemplar os usos previstos na modalidade foram adotados os padrões de qualidade de água

industrial estabelecidos em contrato do empreendimento Aquapolo Ambiental S.A., maior empreendimento de água para reúso industrial da América Latina, apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 - PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA INDUSTRIAL ESTABELECIDOS EM CONTRATO DO EMPREENDIMENTO AQUAPOLO AMBIENTAL S.A.

PARÂMETROS	UNIDADE	VALORES MÁXIMOS
Alumínio	mg/L	0,20
Cobre	mg/L	0,10
Ferro	mg/L	0,30
Manganês	mg/L	0,20
DBO	mg/L	10
DQO	mg/L	20
Nitrogênio Amônia	mg/L	1
Fósforo	mg/L	0,50
Sólidos Suspensos	mg/L	<5
Fenol	mg/L	0,13
Surfactantes	mg/L	1
Óleos e Graxas	mg/L	<5
Dureza	mg/L	100
Sílica	mg/L	20
Sulfeto	mg/L	0,10
Turbidez	NTU	1
Condutividade Elétrica	µS/cm	500
pH	-	6,5-7,5
Dióxido de Cloro Residual	mg/L	>0,20

Fonte: Asseburg (2018).

As variáveis foram classificadas segundo as escalas de potencialidade apresentadas nos Quadros 7, 8, 9 e 10, podendo o potencial ser baixo (peso 1), moderado (peso 2) ou alto (peso 3). Após a classificação, os pesos das variáveis de cada uma das modalidades foram somados, onde quanto maior for o valor numérico resultante, maior o potencial para reúso de água daquela modalidade.

QUADRO 7 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DA APTIDÃO DO MUNICÍPIO

POTENCIAL	DESCRIÇÃO	PESO
Baixo	Volume consumido abaixo de 25% do volume máximo registrado nas outorgas de captação e/ou nas ligações da SANEPAR	1
Moderado	Volume consumido entre 25 e 75% do volume máximo registrado nas outorgas de captação e/ou nas ligações da SANEPAR	2
Alto	Volume consumido maior ou igual a 75% do volume máximo registrado nas outorgas de captação e/ou nas ligações da SANEPAR	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

QUADRO 8 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DA LOCALIZAÇÃO

POTENCIAL	DESCRIÇÃO	PESO
Baixo	Acima de 20 km de distância mínima	1
Moderado	Entre 10 e 20 km de distância mínima	2
Alto	Até 10 km de distância mínima	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

QUADRO 9 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DO TIPO DE TRANSPORTE

POTENCIAL	DESCRIÇÃO	PESO
Baixo	Inviável técnica e financeiramente por caminhão pipa, necessitando de transporte por tubulação	1
Moderado	Parcialmente viável técnica e financeiramente por caminhão pipa, necessitando de transporte por tubulação para algumas localidades	2
Alto	Viável técnica e financeiramente por caminhão pipa	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

QUADRO 10 - ESCALA DE POTENCIALIDADE DA QUALIDADE REQUERIDA

POTENCIAL	DESCRIÇÃO	PESO
Baixo	Efluente tratado necessita de desinfecção, tratamento biológico e remoção de metais, sais e/ou sólidos em suspensão	1
Moderado	Efluente tratado necessita de desinfecção e tratamento biológico ou remoção de metais, sais e/ou sólidos em suspensão	2
Alto	Efluente tratado necessita apenas de desinfecção	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.2.1.2 Consulta à empreendimento do setor privado

De forma complementar a hierarquização dos múltiplos usos de água, a modalidade industrial foi avaliada, sem formalização e de forma preliminar, em consulta à empreendimentos pertencentes ao Parque Industrial de Ponta Grossa de modo a mapear as particularidades de cada uso.

As empresas foram consultadas por meio de questionário-online disponibilizado via e-mail ou ferramenta de contato presente no site institucional após tentativa de contato telefônico. Para tal, foram selecionados 35 empreendimentos dos mais diversos segmentos pertencentes ao Parque Industrial local (Quadro 12), listados em posição de destaque na página Cidade de Oportunidades da Prefeitura de Ponta Grossa/PR (PONTA GROSSA, C2022). O questionário aplicado ao setor privado está disponível no Anexo 1.

QUADRO 11 - EMPREENDIMENTOS CONSULTADOS EM PONTA GROSSA/PR

EMPREENDIMENTO	RAMO	SITE INSTITUCIONAL
Arauco	Revestimentos	https://www.arauco.cl/brasil
Agrocete	Agronegócio	https://agrocete.com.br/pt
Águia Florestal	Florestal	https://aguiaflorestal.com.br
Ambev	Bebidas	https://www.ambev.com.br
Águia Sistemas	Embalagens	https://aguiasistemas.com
Belgotex	Carpetes	https://www.belgotex.com.br
Biofragne	Químico	http://www.biofragane.com.br
BRF Foods	Alimentício	https://www.brf-global.com
BO Packaging	Embalagens	https://bopackaging.com.br
Bunge	Agronegócio e alimentício	https://www.bunge.com.br
Cargil	Alimentício	https://www.cargill.com.br/pt_BR
Chesiquimica	Químico	https://www.chesiquimica.com.br/site
Cocari	Agropecuário e industrial	https://www.cocari.com.br
Continental Contitech	Soluções tecnológicas	https://www.continental-industry.com/pt
Crown	Embalagens	Não disponível
DAF Paccar	Automobilístico	https://www.dafcaminhoes.com.br/pt-br
Forward	Químico	http://www.forwardquimica.com.br
Frísia	Agronegócio	https://www.frisia.coop.br
Harima do Brasil	Químico	http://www.harima.com.br
Heinecken	Bebidas	https://www.heineckenbrasil.com.br
Herança Holandesa	Alimentício	https://herancaholandesa.com.br
Hubner	Fundição e usinagem	https://www.hubner.com.br
Kurashiki	Textil	https://www.kurashiki.com.br
Louis Dreyfus	Agronegócio	https://www ldc.com/br/pt
LP Brasil	Construção Civil	https://www.lpbrasil.com.br
Madero	Alimentício	https://www.restaurantemadero.com.br/pt
Makita	Ferramentas, baterias e acessórios	https://www.makita.com.br
Master Carga	Transporte e logística	https://mastercargasbrasil.com.br
Omya	Agronegócio	https://omya-agriculture.com
Philus	Produtos sustentáveis	https://philusprodutos sustentaveis.com.br
Sigma	Transporte e logística	https://www.sigmatransportes.com.br
Tetra Park	Embalagens	https://www.tetrapak.com/pt-br
TW Brasil	Florestal	https://www.twbrasil.com.br
Winner Chemical	Químico	https://www.apwinner.com.br
Yara	Agronegócio	https://www.yarabrasil.com.br

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.2.2 Análise Comparativa das ETEs

As ETEs foram avaliadas por meio de uma análise comparativa, onde foram considerados cinco aspectos: as etapas de tratamento do esgoto, a capacidade instalada, a qualidade do efluente tratado e a disponibilidade de área em planta na ETE. Para descrição das etapas de tratamento de esgoto e da capacidade instalada, foram utilizados o diagnóstico operacional de 2019, elaborado pela Gerência Regional de Ponta Grossa da SANEPAR, os diagramas de fluxo do processo de tratamento das estações e demais documentos complementares fornecidos pela empresa.

Já para a avaliação da qualidade do efluente tratado, foram utilizados os registros das análises de qualidade realizadas pela companhia entre janeiro de 2020 e novembro de 2022. As análises avaliaram 12 parâmetros, sendo eles: DBO, DQO, material flutuante, amônia (NH₃), Óleos e Graxas (OG), Óleos e Graxas Minerais (OGM), Óleos Vegetais e Gorduras Animais (OVGA), pH, fósforo total, sólidos sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais (SST), temperatura e vazão. Por fim, para avaliação da disponibilidade de área na planta das ETEs foram consultadas as áreas patrimoniais pertencentes a SANEPAR, sendo consideradas as áreas construídas e as áreas destinadas à APP conforme disposto na lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

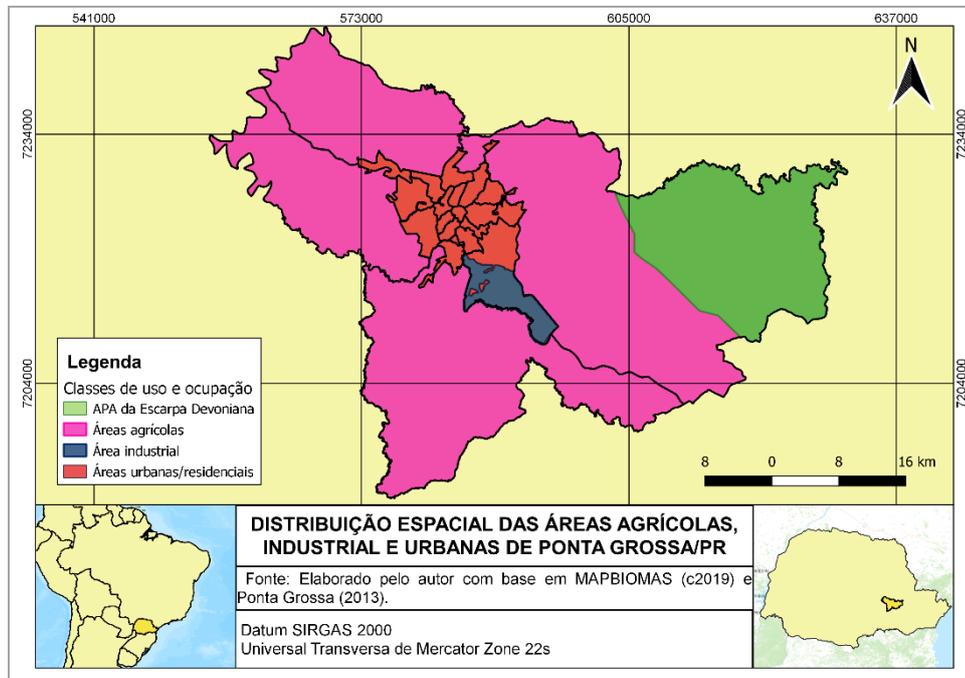
4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS DEMANDAS

4.1.1 Hierarquização dos Usos Múltiplos da Água

4.1.1.1 Aptidão do município

A Figura 16 apresenta a distribuição espacial das modalidades de reúso adotadas no estudo, bem como a delimitação dos limites dos bairros e distritos de Ponta Grossa. As áreas agrícolas estão majoritariamente distribuídas nos quatro distritos do município, enquanto as áreas industrial e urbana se concentram na sede, sendo a área industrial pertencente ao bairro de Cará-cará e área urbana compreendendo os 15 bairros restantes. A delimitação das áreas tem como objetivo relacionar os dados de consumo com as modalidades de reúso, não excluindo a possibilidade da ocorrência de outros usos dentro das áreas.

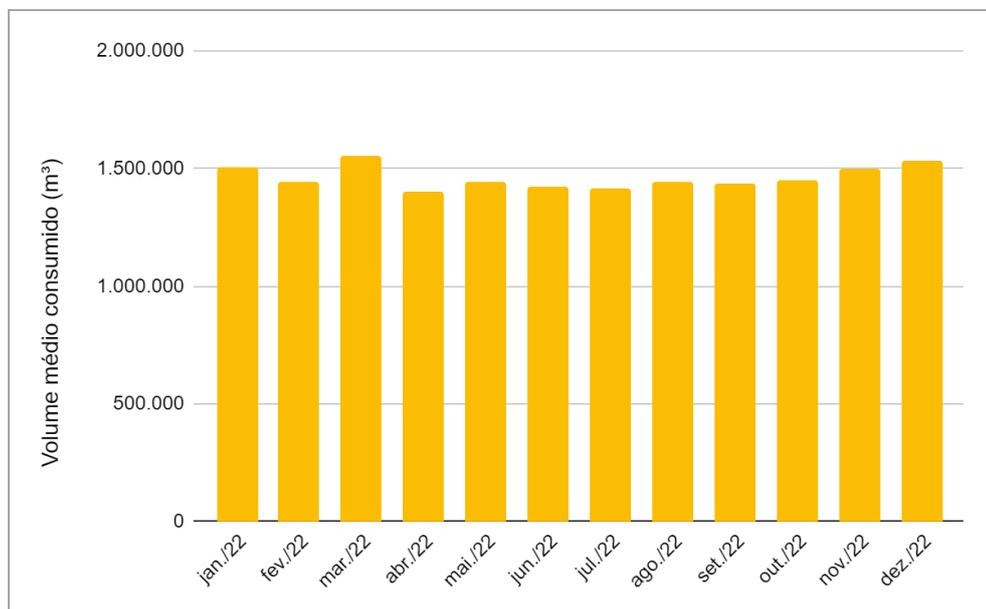
FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANAS DE PONTA GROSSA/PR



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O volume de água mensal distribuído pela SANEPAR no município de Ponta Grossa/PR é uniforme ao longo de todo o ano, não apresentando variações sazonais de consumo acentuadas (Gráfico 4). Com volume médio mensal de 1.462.897 m³, os maiores consumos foram registrados nos meses de março e abril de 2022, sendo registrada uma amplitude máxima de variação de 151.473 m³ no período observado.

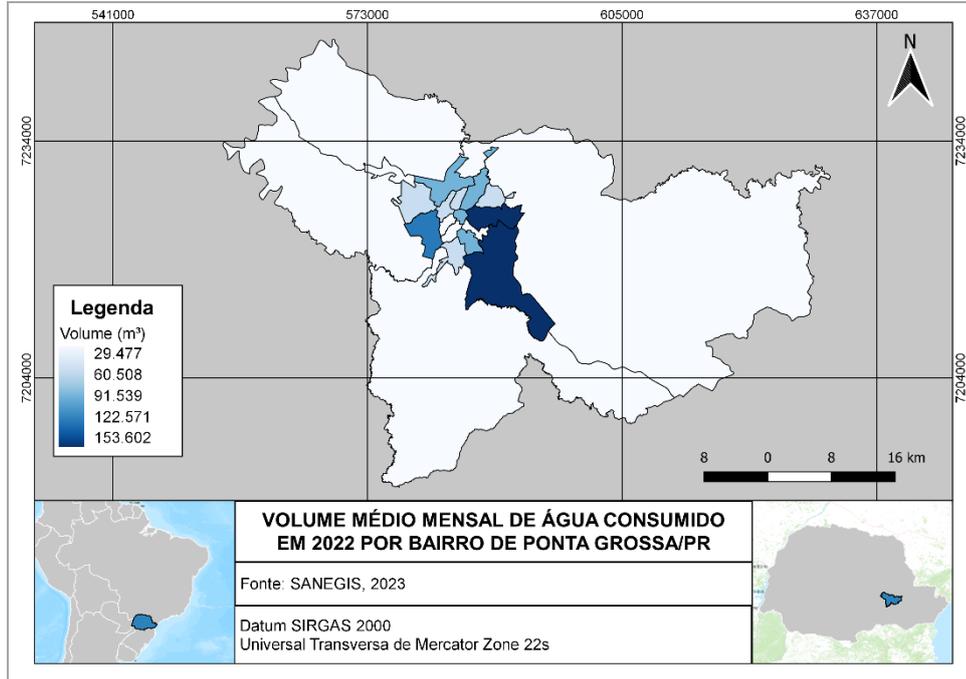
GRÁFICO 4 - CONSUMO MENSAL DISTRIBUÍDO PELA SANEPAR NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)



Fonte: SANEPAR (2023).

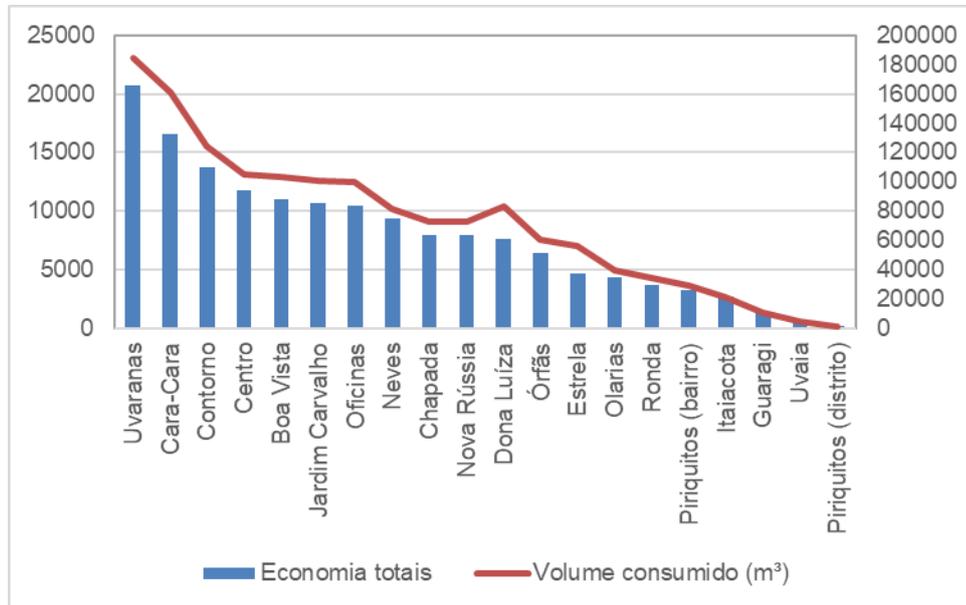
A Figura 17 apresenta o consumo médio mensal por bairros no município de Ponta Grossa/PR para o ano de 2022. Os maiores volumes mensais de consumo foram registrados nos bairros de Cará-cará e Uvaranas, seguido dos bairros Contorno, Centro, Boa Vista, Jardim Carvalho e Oficinas, respectivamente. Não foram registrados volumes significativos nas áreas dos quatro distritos e dos bairros Ronda e Olarias. O Gráfico 5 apresenta a correlação entre o número de economias totais e o volume médio consumido de cada um dos bairros e distritos de Ponta Grossa/PR, indicando uma relação direta de proporcionalidade onde quanto maior o número de economias totais, maior o volume consumido.

FIGURA 17 - CONSUMO MÉDIO MENSAL DISTRIBUÍDO PELA SANEPAR POR BAIRRO E DISTRITO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

GRÁFICO 5 - CONSUMO MÉDIO MENSAL VS NÚMERO DE ECONOMIAS TOTAIS DA SANEPAR POR BAIRRO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)

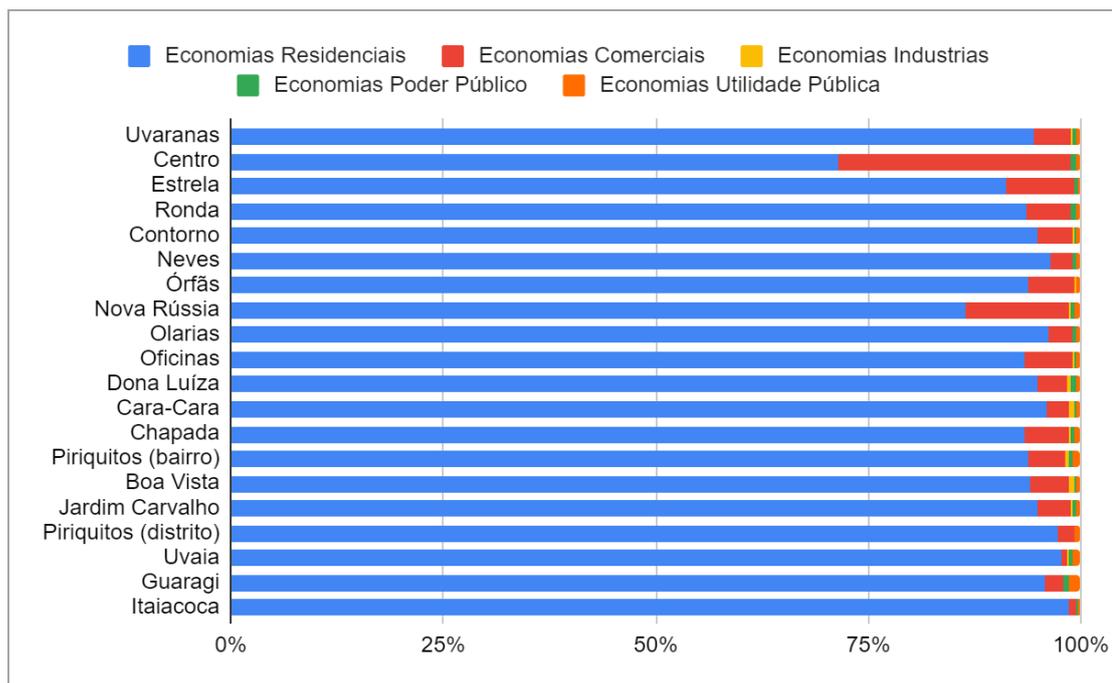


Fonte: SANEPAR (2023).

Apesar da delimitação das áreas apresentarem um padrão bem estabelecido de distribuição espacial entre as modalidades de uso (Figura 16), as economias residenciais são maioria em todos os bairros e distritos de Ponta Grossa/PR (Gráfico

6). Seguindo das economias residenciais estão as economias comerciais, com destaque para os bairros do centro, Nova Rússia e Estrela (Gráfico 6). As maiores concentrações de economias industriais estão distribuídas nos bairros de Cará-cará e Boa Vista, enquanto o distrito de Guaragi abriga o maior número de economias de utilidade pública (Gráfico 6).

GRÁFICO 6 - CATEGORIAS DAS ECONOMIAS DA SANEPAR POR BAIRRO E DISTRITO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR

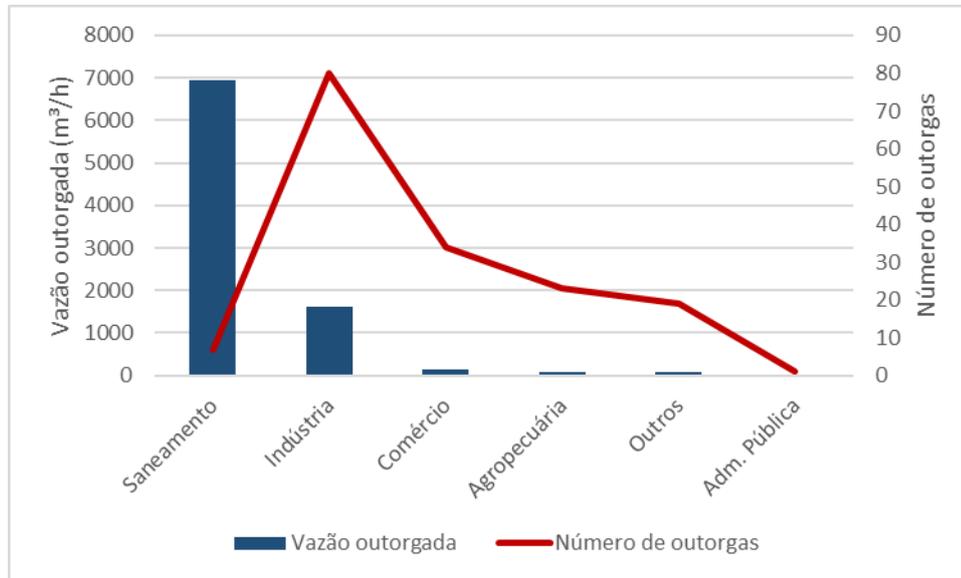


Fonte: SANEPAR (2023).

Em relação as outorgas vigentes emitidas pelo IAT, foram registradas 164 captações no município de Ponta Grossa/PR, sendo 131 delas oriundas de poços, 17 de minas e 16 de rios. O Gráfico 7 apresenta a correlação entre o número de outorgas e as vazões outorgadas por categoria, indicando que não existe relação direta entre a quantidade de outorgas emitidas e o volume captado. As captações para abastecimento público representam as maiores vazões outorgadas do município, seguida das captações para fins industriais e para fins agropecuários, respectivamente (Gráfico 7). Apesar da grande vazão outorgada, as captações para saneamento ambiental representam cerca de apenas 14% do número total de outorgas do município, onde destacam-se as outorgas industriais, comerciais e agropecuárias, respectivamente (Gráfico 7). As vazões outorgadas para a

administração pública, comércio, agropecuária e outros usos não são significativas se comparada com as vazões outorgadas para o saneamento e indústria.

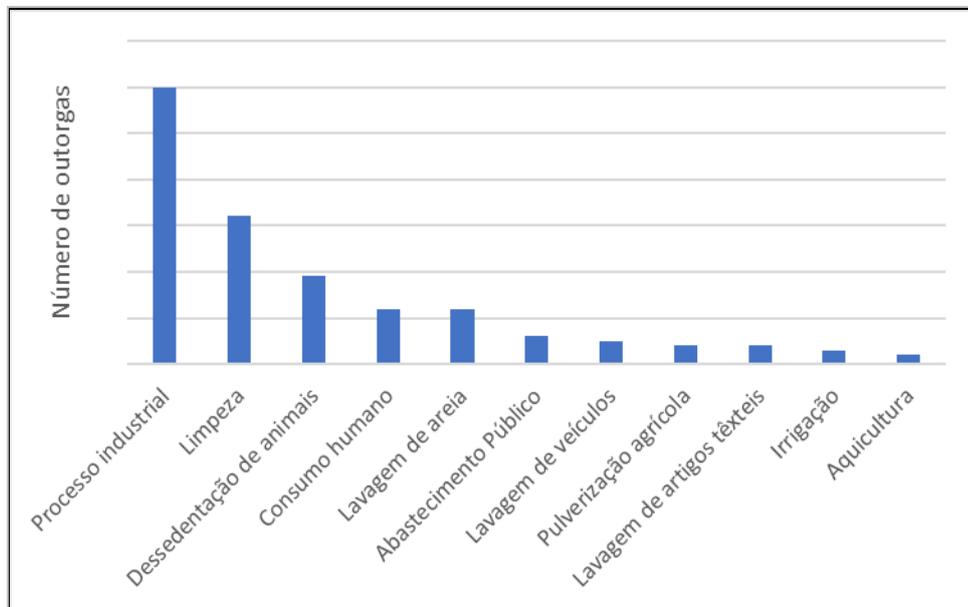
GRÁFICO 7 - VAZÕES OUTORGADAS VS NÚMERO DE OUTORGAS POR CATEGORIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



Fonte: IAT, 2022.

O Gráfico 8 apresenta as principais finalidades de uso das outorgas vigentes em Ponta Grossa/PR, onde destacam-se os usos da água para processos industriais, limpeza, dessedentação de animais, consumo humano e lavagem de areia, respectivamente. Observa-se que as principais finalidades de uso, em sua maior parte, não envolvem consumo humano, isto é, são utilizadas para usos não potáveis. Além disso, observa-se que as outorgas de agropecuária são destinadas em maior número à dessedentação de animais do que em irrigações (Gráfico 8).

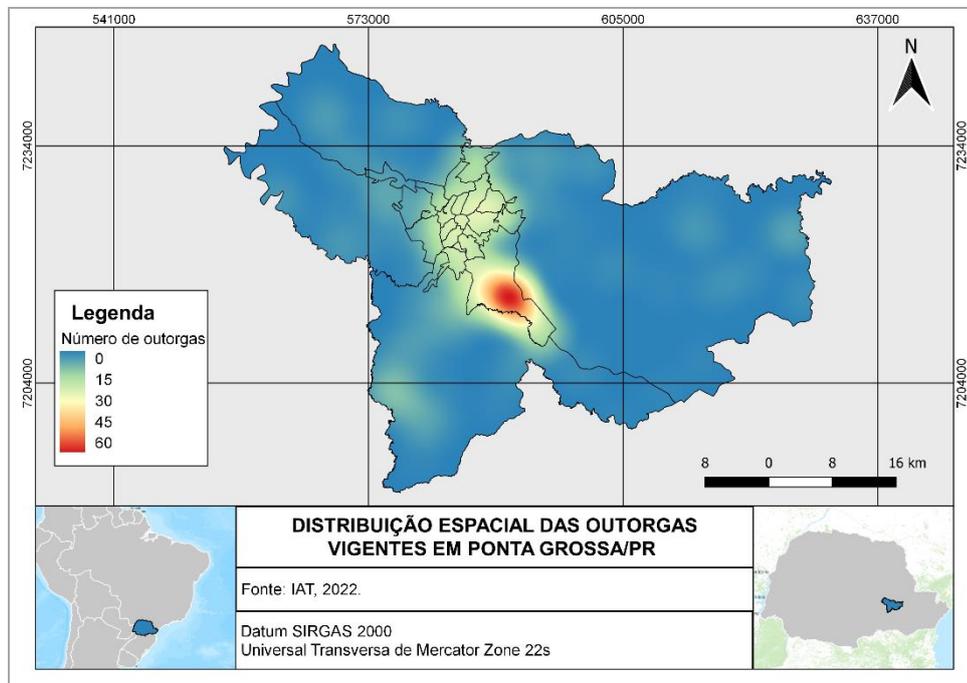
GRÁFICO 8 - PRINCIPAIS FINALIDADES DE USO DAS OUTORGAS VIGENTES EM PONTA GROSSA/PR



Fonte: IAT, 2022.

Sob a perspectiva de distribuição espacial, a Figura 18 apresenta as densidades de Kernel das outorgas vigentes no município, onde as maiores densidades são representadas pelas cores mais quentes enquanto as menores são representadas pelas cores mais frias. A maior concentração de outorgas de captação foi observada no bairro de Cará-cará, com uma densidade de Kernel máxima de 60 outorgas (Figura 18). Com exceção de Chapada e Piriqitos, os demais bairros do município e parte do distrito de Guaragi apresentaram densidade de Kernel variando entre 15 e 30 outorgas, enquanto não foram registradas densidades significativas nas demais regiões (Figura 18).

FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS OUTORGAS VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)

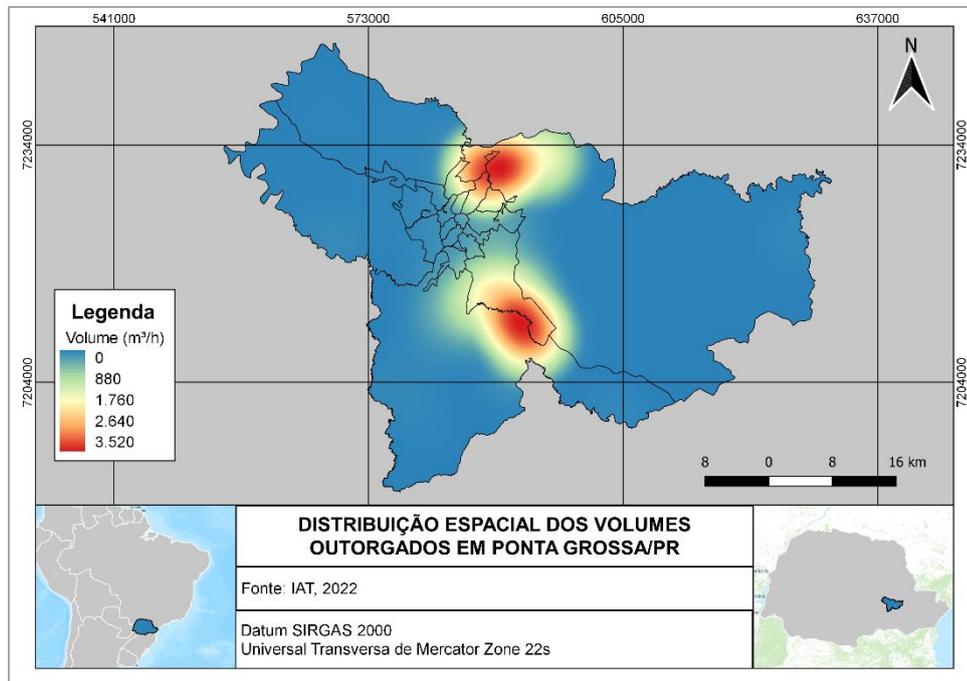


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De forma análoga a distribuição espacial apresentada na figura anterior, a Figura 19 também apresenta a densidade de Kernel das outorgas vigentes no município, mas agora a densidade é ponderada pelas vazões outorgadas. Desta forma, as maiores densidades de Kernel, representadas na figura pelas cores mais quentes, indicam as regiões com maiores vazões outorgadas, enquanto as menores densidades, representadas pelas cores mais frias, indicam as regiões de menores vazões.

Foram observados dois grandes *clusters* em Ponta Grossa/PR, sendo o primeiro localizado a norte, na região entre os distritos de Piriquito e Itaiacoca, e o segundo na região sul, predominantemente no bairro de Cará-cará e no distrito de Guaragi (Figura 19). As localizações dos *clusters* estão diretamente associadas com três captações da SANEPAR: no primeiro estão situadas duas outorgas de captação do rio Pintagui, com 1.700 e 3.060 m³/h de vazão outorgada; já no segundo está situada a captação do rio Tibagi, com uma vazão outorgada de 2.160 m³/h.

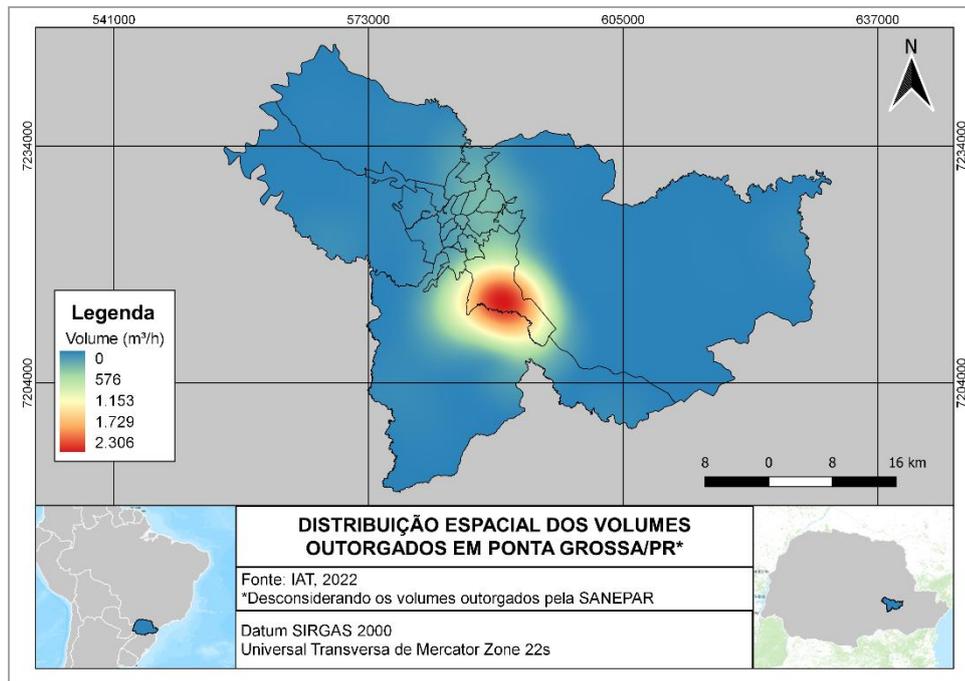
FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VOLUMES DE OUTORGA VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Uma vez que o volume de água captado pela SANEPAR para abastecimento público já foi contabilizado nos dados de consumo por bairros e distritos anteriormente apresentados, a estimativa de densidade de Kernel para as outorgas ponderada pelas vazões outorgadas foi refeita, mas agora excluindo-se as outorgas de saneamento pertencentes a companhia. A Figura 20 apresenta a nova distribuição espacial que passa a ter apenas um *cluster* com densidade máxima avaliada em 2306 m³/h. Com a ausência da captação do rio Tibagi o *cluster* foi deslocado para norte, localizando-se predominantemente no bairro de Cará-cará, que abriga a área industrial (Figura 20). Os volumes mensais de captação das outorgas, ao desconsiderar as captações para saneamento, são comparáveis com o volume médio mensal distribuído pela SANEPAR no município, com um volume estimado em 1.063.410 m³.

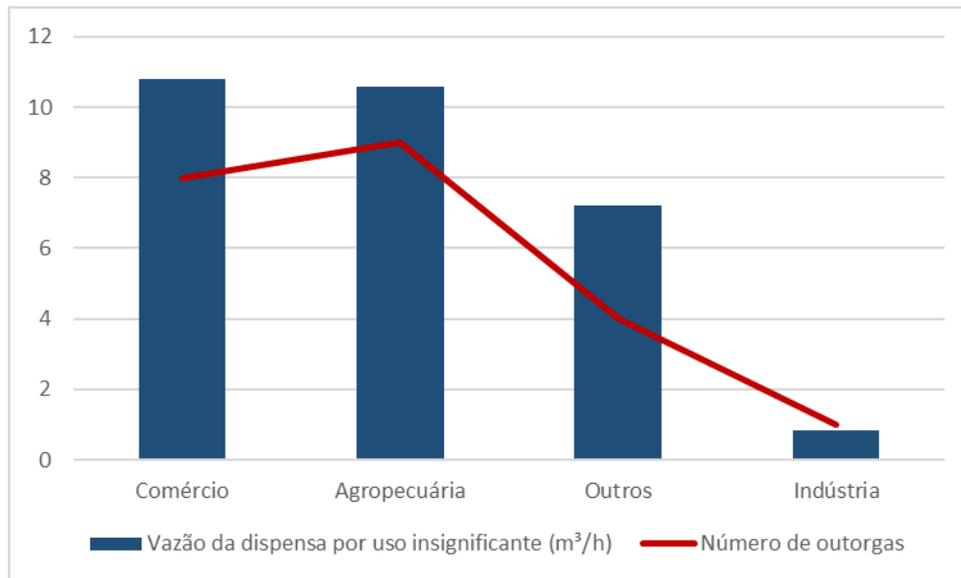
FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VOLUMES DE OUTORGA VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR DESCONSIDERANDO AS CAPTAÇÕES DA SANEPAR (2022)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em relação as dispensas de outorgas por uso insignificante vigentes emitidas pelo IAT, foram registradas apenas 22 captações no município de Ponta Grossa/PR, sendo 10 delas oriundas de poços, 7 de minas e 4 de rios. O Gráfico 9 apresenta a correlação entre o número de dispensas de outorgas e as vazões do uso insignificante por categoria. As captações para fins agropecuários e para comércio e/ou serviços representam as maiores vazões dispensadas de outorga do município, seguida das captações para outros usos e indústria, respectivamente (Gráfico 9). Um cenário similar é observado no número total das dispensas de outorgas, onde a agropecuária possui o maior número de dispensas seguido do comércio, outros usos e indústria (Gráfico 9).

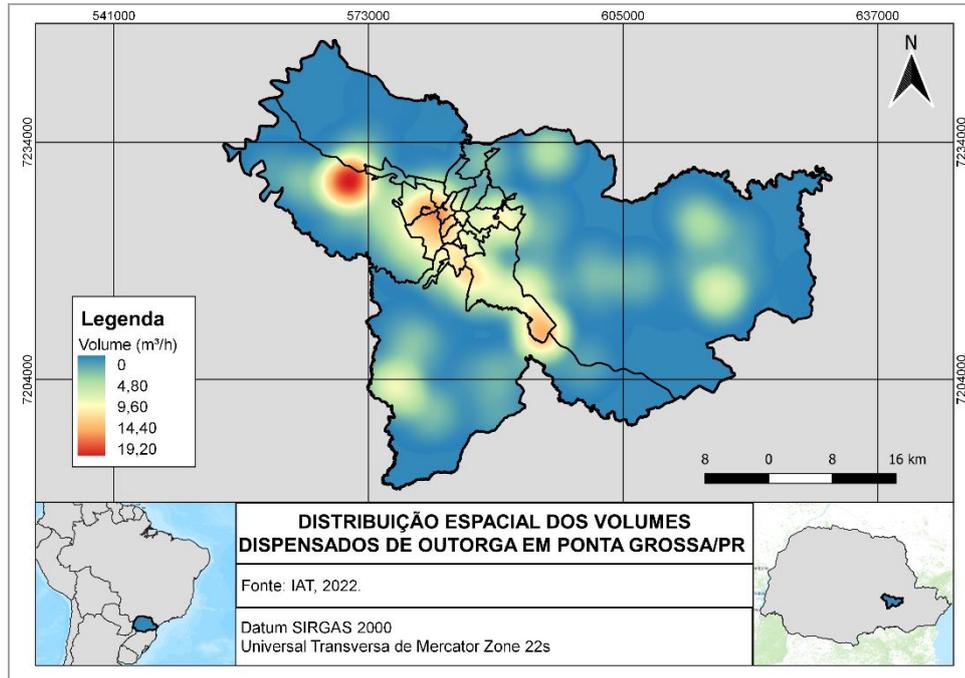
GRÁFICO 9 - VAZÕES DAS DISPENSAS POR USO INSIGNIFICANTE VS NÚMERO DE OUTORGAS POR CATEGORIA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



Fonte: IAT, 2022.

A mesma perspectiva de distribuição espacial foi adotada nas dispensas de outorga por uso insignificante, sendo apresentado na Figura 21 a estimativa de densidade de Kernel das dispensas de outorga ponderada pelas vazões dos usos insignificantes. Diferente das outorgas de captação, foram observados traços intermediários de densidades de Kernel em todos os bairros e distritos do município, sendo registrado um *cluster* no distrito de Uvaia com densidade máxima de 19,20 m³/h (Figura 21). No entanto, o intervalo das vazões da densidade de Kernel na dispensa de outorga é duas ordens de grandeza menor do que o intervalo observado nas outorgas de captação e, conseqüentemente, serão descartados do estudo.

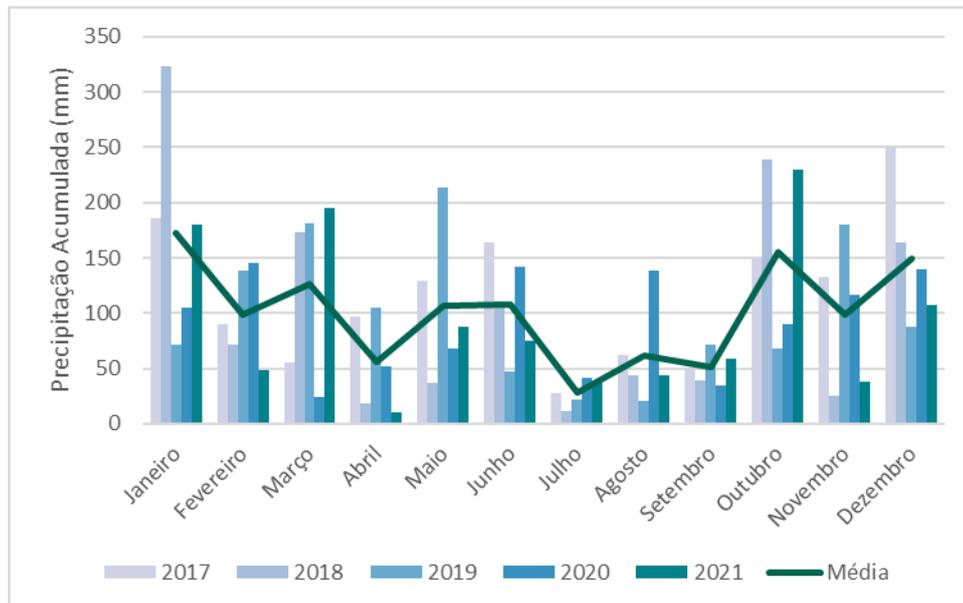
FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VOLUMES DISPENSADOS DE OUTORGA VIGENTES DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR (2022)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O Gráfico 10 apresenta o registro de precipitação acumulada em Ponta Grossa entre os anos de 2017 e 2021. Com chuvas ao longo de todos os meses do ano, o município conta com uma precipitação acumulada média mensal de 101 mm, sendo janeiro, outubro e dezembro os meses mais chuvosos e julho, agosto e setembro os meses mais secos (Gráfico 10). No entanto, os registros apontam uma tendência de redução da precipitação anual acumulada ao longo dos últimos anos, sendo medido 1392 mm em 2017, 1254 mm em 2018, 1207 mm em 2019, 1097 mm em 2020 e 1100 mm em 2021.

GRÁFICO 10 - PRECIPITAÇÃO ACUMULADA EM PONTA GROSSA/PR ENTRE OS ANOS DE 2017 E 2021



Fonte: INMET (2023).

Segundo a escala de potencialidade da aptidão do município (Quadro 7), a área industrial foi classificada com alta potencialidade para o reúso de água, abrigando a maior densidade de Kernel para o número de outorgas e para as vazões outorgadas (Figuras 18 e 20). Além disso, o bairro de Cará-cará possui o segundo maior volume consumido da SANEPAR em Ponta Grossa, com um consumo médio mensal de cerca de 160.858 m³ (Gráfico 5).

Apesar da densidade de Kernel para o número de outorgas apresentarem valores entre o primeiro e o segundo quartil nas áreas urbanas (Figura 18), não foram registrados valores significativos de densidade de Kernel para as vazões outorgadas (Figura 20). No entanto, conforme observado no Gráfico 6, as economias residenciais são maioria em todos os bairros de Ponta Grossa, com um volume médio mensal distribuído pela SANEPAR nos bairros pertencentes à área urbana de 1.250.211 m³ (Gráfico 5). Desta forma, a modalidade urbana foi classificada com alta potencialidade para o reúso de água.

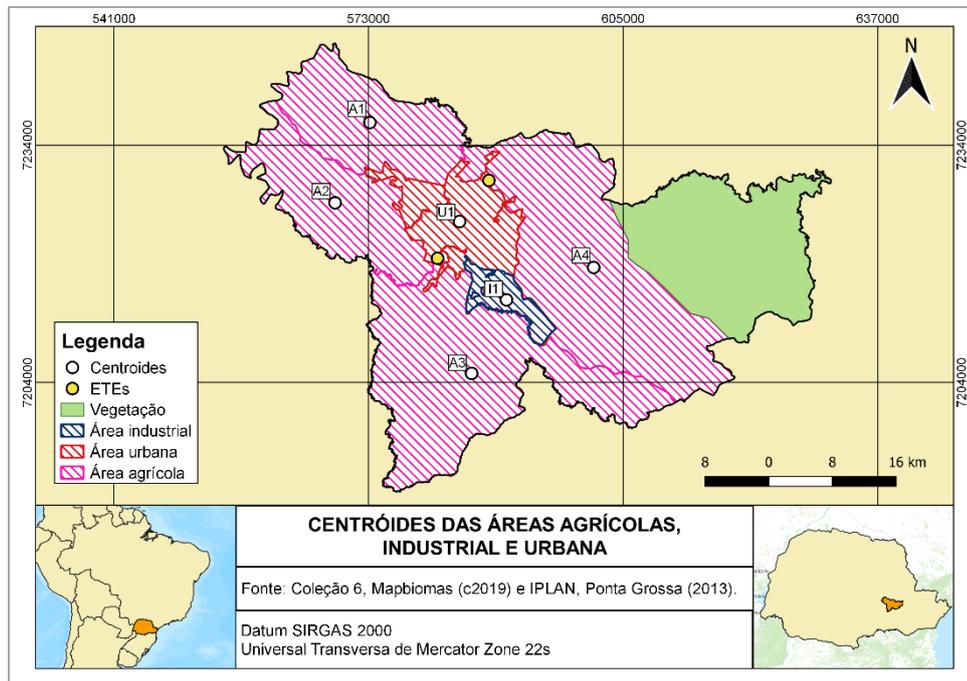
Ao contrário do cenário observado nas modalidades anteriores, as áreas agrícolas não apresentaram densidades de Kernel significativas no número de outorgas e nas vazões outorgadas (Figuras 18 e 20). O volume médio mensal distribuído pela SANEPAR nos distritos também não foi significativo, apresentando

volumes inferiores a 21.000 m³ em cada distrito (Gráfico 5). Assim, a modalidade de reúso agrícola foi classificada como sendo de baixa potencialidade.

4.1.1.2 Localização

A Figura 22 apresenta a localização dos centroides das áreas de cada uma das potenciais modalidades consideradas no estudo, bem como apresenta a localização das ETEs Ronda e Verde. Ocupando mais de 50% da área de Ponta Grossa, as áreas agrícolas foram subdivididas em quatro seguindo a delimitação dos limites territoriais de cada um dos distritos (Figura 22). Desta forma, foram adotados seis centroides no total sendo os pontos A1, A2, A3 e A4 pertencentes à área agrícola, I1 pertencente à área industrial e U1 pertencente à área urbana (Figura 22).

FIGURA 22 - CENTROIDES DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As distâncias mínima e real, bem como o tempo estimado para percorrer a rota proposta pelo Google Maps foram estimados em relação as ETE Ronda e ETE Verde, conforme apresentado nas Tabelas 9 e 10. As áreas agrícolas são mais distantes do que as áreas urbana e industrial nas duas ETEs de estudo,

considerando tanto as distâncias mínima quanto as distâncias máximas (Tabelas 9 e 10). As médias das distâncias mínima e real e, do tempo estimado para o percurso foram maiores na ETE Verde do que na ETE Ronda (Tabelas 9 e 10).

TABELA 9 - DISTÂNCIA ENTRE A ETE RONDA E OS CENTRÓIDES DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANAS DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR

MODALIDADE	PONTO	DISTÂNCIA MÍNIMA	DISTÂNCIA REAL	TEMPO ESTIMADO
Agrícola	A1	19,2 km	26,9 km	37 min
	A2	14,7 km	28,8 km	34 min
	A3	15,2 km	19,7 km	22 min
	A4	19,6 km	28,3 km	43 min
Industrial	I1	10,0 km	12,6 km	17 min
Urbano	U1	5,4 km	8,9 km	16 min

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

TABELA 10 - DISTÂNCIA ENTRE A ETE VERDE E OS CENTRÓIDES DAS ÁREAS AGRÍCOLAS, INDUSTRIAL E URBANAS DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR

MODALIDADE	PONTO	DISTÂNCIA MÍNIMA	DISTÂNCIA REAL	TEMPO ESTIMADO
Agrícola	A1	16,7 km	34,1 km	57 min
	A2	19,5 km	36,0 km	55 min
	A3	24,5 km	34,6 km	51 min
	A4	17,1 km	23,8 km	38 min
Industrial	I1	15,2 km	23,2 km	42 min
Urbano	U1	6,4 km	13,6 km	29 min

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Além disso, foi constatado que o tempo de percurso rodoviário estimado pela plataforma Google Maps não é resultado apenas da distância real, mas também está associado aos aspectos locais das vias como a sinalização, os tipos de estradas, trechos de engarrafamento frequente e o número de faixas na estrada, por exemplo. Esse é o caso das distâncias das áreas industrial e urbana em relação a ETE Ronda que, apesar de apresentarem uma diferença na distância mínima de 4,7 km e na 3,7 km distância real, possuem apenas um minuto de diferença no tempo estimado para o percurso (Tabela 9).

Segundo a escala de potencialidade da localização para a ETE Ronda (Quadro 8), as áreas apresentaram as seguintes potencialidades: baixa para as áreas agrícolas e a alta para as áreas industrial e urbana. Já em relação a ETE Verde, as áreas agrícolas apresentaram baixo potencial enquanto a área industrial apresentou potencial moderado e a área urbana apresentou alto potencial.

4.1.1.3 Tipo de transporte

Distribuídas majoritariamente nos quatro distritos municipais de Ponta Grossa, as áreas agrícolas não são de fácil acesso, apresentando opções de rotas rodoviárias limitadas e trechos de estrada de terra, dificultando o transporte de água por caminhão-pipa. Além disso, por estarem distantes, a emissão de poluentes devido ao uso de combustíveis fósseis no caminhão-pipa é ainda mais acentuada, sendo contrário ao princípio de sustentabilidade fomentado pelo reúso de água. Com altos custos de instalação associados à infraestrutura necessária (como tubulações, bombas e outros equipamentos), as obras civis e a mobilização e desmobilização de equipes, o transporte de água por adutora apresenta-se como a alternativa mais viável para a modalidade. No entanto, cabe ressaltar que não foram identificados volumes significativos de consumo nas áreas agrícolas na variável de aptidão do município, trazendo incertezas em relação a sustentabilidade e continuidade do projeto de reúso, não justificando o alto investimento em adutora. Desta forma, segundo a escala de potencialidade do tipo de transporte (Quadro 9), o reúso agrícola apresentou baixa potencialidade no tipo de transporte.

Localizada dentro da sede municipal, a área urbana é de fácil acesso e conta com grande infraestrutura rodoviária, possibilitando a conexão entre todos os bairros residenciais e viabilizando o transporte por caminhão-pipa. Além disso, devido à proximidade com as ETEs do estudo, as áreas urbanas possuem o menor tempo estimado de rota entre as modalidades observadas (Tabelas 9 e 10), indicando menor emissão de poluentes atmosféricos devido ao uso de combustíveis fósseis. A flexibilidade do transporte por caminhão-pipa também beneficia o atendimento aos usos previstos que ocorram fora das áreas urbanas, como é o caso do emprego da água para reúso para a lavagem de pátios na indústria. Desta forma, a modalidade urbana apresentou alta potencialidade no tipo de transporte.

Assim como a área urbana, a área industrial também está localizada dentro da sede municipal, sendo uma área de fácil acesso que conta com grande infraestrutura rodoviária, facilitando o transporte de água por caminhão-pipa. Além disso, o transporte por caminhão-pipa possibilita o atendimento de indústrias localizadas fora das zonas industriais, como é o caso da Harima do Brasil, Frísia e Águas Sistemas de Armazenagem, localizadas no bairro de Boa Vista. No entanto,

estimativa de densidade de Kernel aponta vazões horárias máximas de até 2.300 m³/h na região, o que demandaria uma alta rotatividade de caminhões-pipa para garantir o abastecimento dos polos e, conseqüente, inviabilizaria o transporte de água por meio rodoviário, indicando a necessidade de transporte por adutora. Apesar dos altos custos associados com a adução, foram identificadas grandes demandas tanto no volume de água distribuído pela SANEPAR no bairro de Caracará quanto nas vazões outorgadas pelo IAT na região, indicando potencial para a sustentabilidade financeira e continuidade do negócio. Desta forma, o reuso industrial apresentou potencial moderado no tipo de transporte, sendo parcialmente viável por caminhão-pipa em regiões de menor consumo, mas necessitando de transporte por adutora nos polos ou regiões de alto consumo.

4.1.1.4 Qualidade requerida

Segundo a escala de potencialidade da qualidade da água (Quadro 10), os padrões de qualidade do reúso para fins urbanos conferem alta potencialidade à modalidade tanto nos usos previstos na classe A quanto nos usos da classe B, exigindo apenas a desinfecção do efluente tratado e o controle da condutividade elétrica. Já no reúso para fins agrícolas, além das etapas de desinfecção e controle da condutividade elétrica previstas para a modalidade urbana, também são definidos limites críticos para parâmetros químicos (metais, semimetals e fenóis totais) e para óleos e graxas (mineral e vegetal ou animal), demandando tratamentos complementares amplamente utilizados como adsorção, biossorção, osmose reversa, ultrafiltração ou precipitação química, por exemplo (REIS *et al.*, 2022). Assim, a qualidade de água requerida para fins agrícolas confere à modalidade potencial moderado para o reúso.

Por fim, a qualidade da água requerida para os usos previstos na indústria confere baixo potencial de reúso à modalidade. Além da necessidade de tratamento biológico eficiente para atendimento aos limites de 20 mg/L de DBO e 10 mg/L de DQO, os limites críticos definidos para os parâmetros químicos e óleos e graxas são ainda mais rigorosos do que os estabelecidos pela Resolução CONSEMA Nº 419/2020 do Rio Grande do Sul para a modalidade agrícola, como é o caso do alumínio, cobre, ferro e sulfeto, por exemplo. A modalidade ainda exige o controle da

condutividade elétrica, do dióxido de cloro residual e dos nutrientes fósforo e nitrogênio amoniacal.

4.1.1.5 Hierarquização dos múltiplos usos

Os Quadros 13 e 14 apresentam a Hierarquização dos Múltiplos Usos para as ETEs Ronda e Verde, respectivamente. O reúso de água para fins urbano apresentou o maior potencial do município de Ponta Grossa, recebendo pontuação máxima nas duas ETEs (Quadros N e M). Em seguida está o reúso para fins industriais, sendo resultado dos rigorosos critérios de qualidade para os usos, que conferem menor potencialidade à modalidade. O reúso agrícola não apresentou potencial alto potencial em nenhuma das variáveis observadas, o que justifica o baixo valor na soma dos pesos.

QUADRO 12 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MÚLTIPLOS USOS NA ETE RONDA

VARIÁVEL	REÚSO AGRÍCOLA	REÚSO INDUSTRIAL	REÚSO URBANO
Aptidão do município	Baixo	Alto	Alto
Localização	Baixo	Alto	Alto
Tipo de transporte	Baixo	Moderado	Alto
Qualidade requerida	Moderado	Baixo	Alto
SOMA DOS PESOS	5	9	12

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

QUADRO 13 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MÚLTIPLOS USOS NA ETE VERDE

VARIÁVEL	REÚSO AGRÍCOLA	REÚSO INDUSTRIAL	REÚSO URBANO
Aptidão do município	Baixo	Alto	Alto
Localização	Baixo	Moderado	Alto
Tipo de transporte	Baixo	Moderado	Alto
Qualidade requerida	Moderado	Baixo	Alto
SOMA DOS PESOS	5	8	12

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.1.2 Consulta à empreendimentos do setor privado

Dos 35 empreendimentos consultados, apenas 2 responderam ao questionário de consulta de interesse, sendo uma indústria química e uma agropecuária. As captações dos empreendimentos eram tanto por outorgas quanto por abastecimento pela SANEPAR. As atividades responsáveis pelo maior consumo de água foram para o processo produtivo e para a lavagem de máquinas,

ambas exigindo qualidade inferior a água potável, mas restrita devido à circulação de pessoas no local da aplicação.

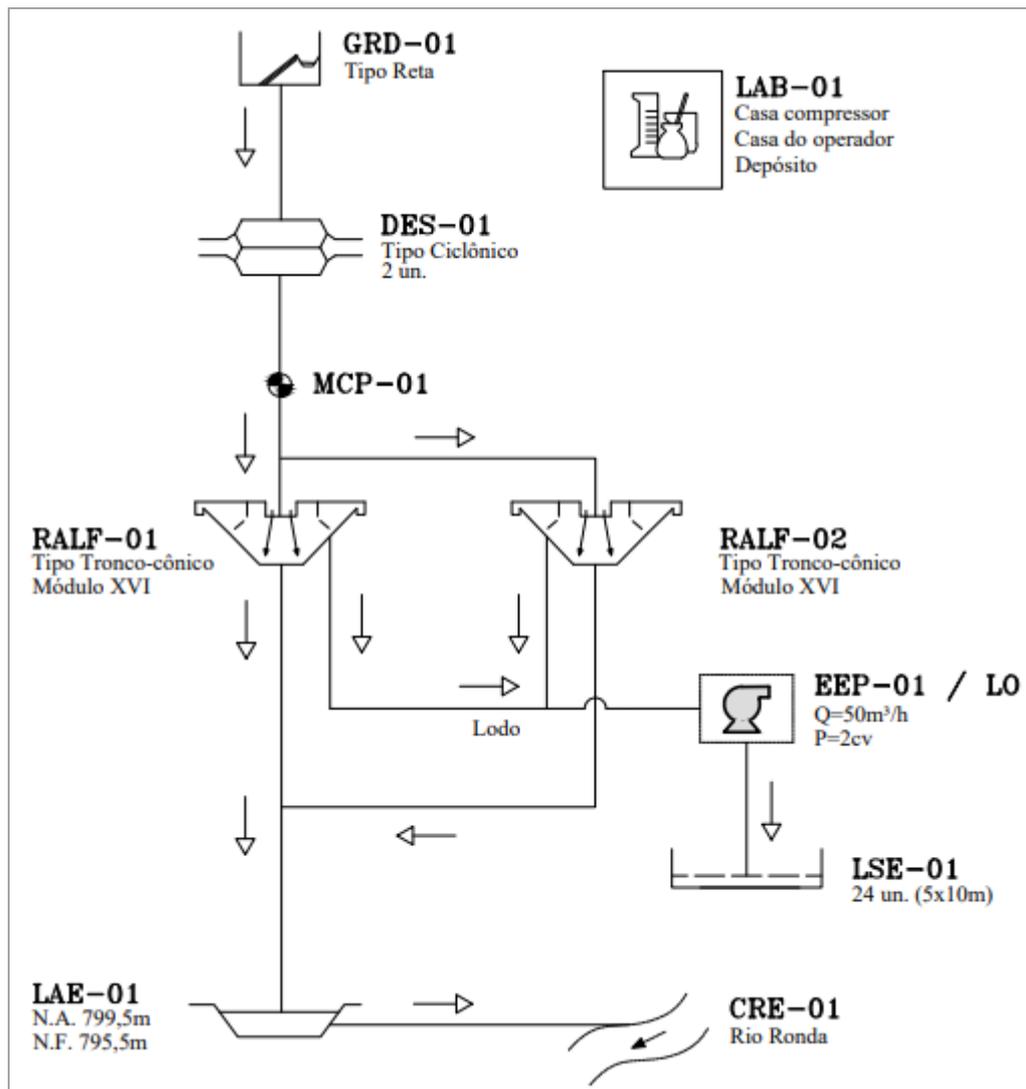
Além das atividades citadas, a água também é utilizada em caldeiras, na construção civil, na lavagem de veículos, na lavagem de pátios e para torres de resfriamento. Em um cenário de interrupção no fornecimento de água devido a prática de rodízio da SANEPAR, um empreendimento respondeu risco elevado, podendo comprometer totalmente as principais atividades da empresa, e o outro respondeu baixo, afetando minimamente as atividades do empreendimento.

Em um cenário hipotético de fornecimento de água para reúso pela SANEPAR, uma empresa respondeu que teria interesse pelo recurso e outra que talvez. Ambos os empreendimentos responderam que o valor máximo que estariam dispostos a pagar é o de até metade do valor da tarifa regular da SANEPAR.

4.1.3 Análise Comparativa das ETEs

4.1.3.1 Etapas de tratamento de esgoto e capacidade instalada

A ETE Ronda iniciou sua operação em 1989 e conta com uma capacidade instalada de 140 L/s. O tratamento inicia-se com gradeamento tipo reta e dois desarenadores mecânicos, onde então segue para os dois reatores biológicos RALF tipo tronco-cônico e para a lagoa facultativa de polimento. O pós-tratamento é composto pelo sistema MBBR e flotação, desaguamento por meio de leito de secagem e centrífuga desaguadora de lodo. A ETE conta com uma Elevatória de Lodo e um leito de secagem de 600 m², sendo a agricultura o local de disposição final do lodo gerado, além de laboratório próprio para análises de qualidade da água e dois medidores de vazão. O diagrama de fluxo com as etapas de tratamento da ETE Ronda está apresentado na Figura 23.

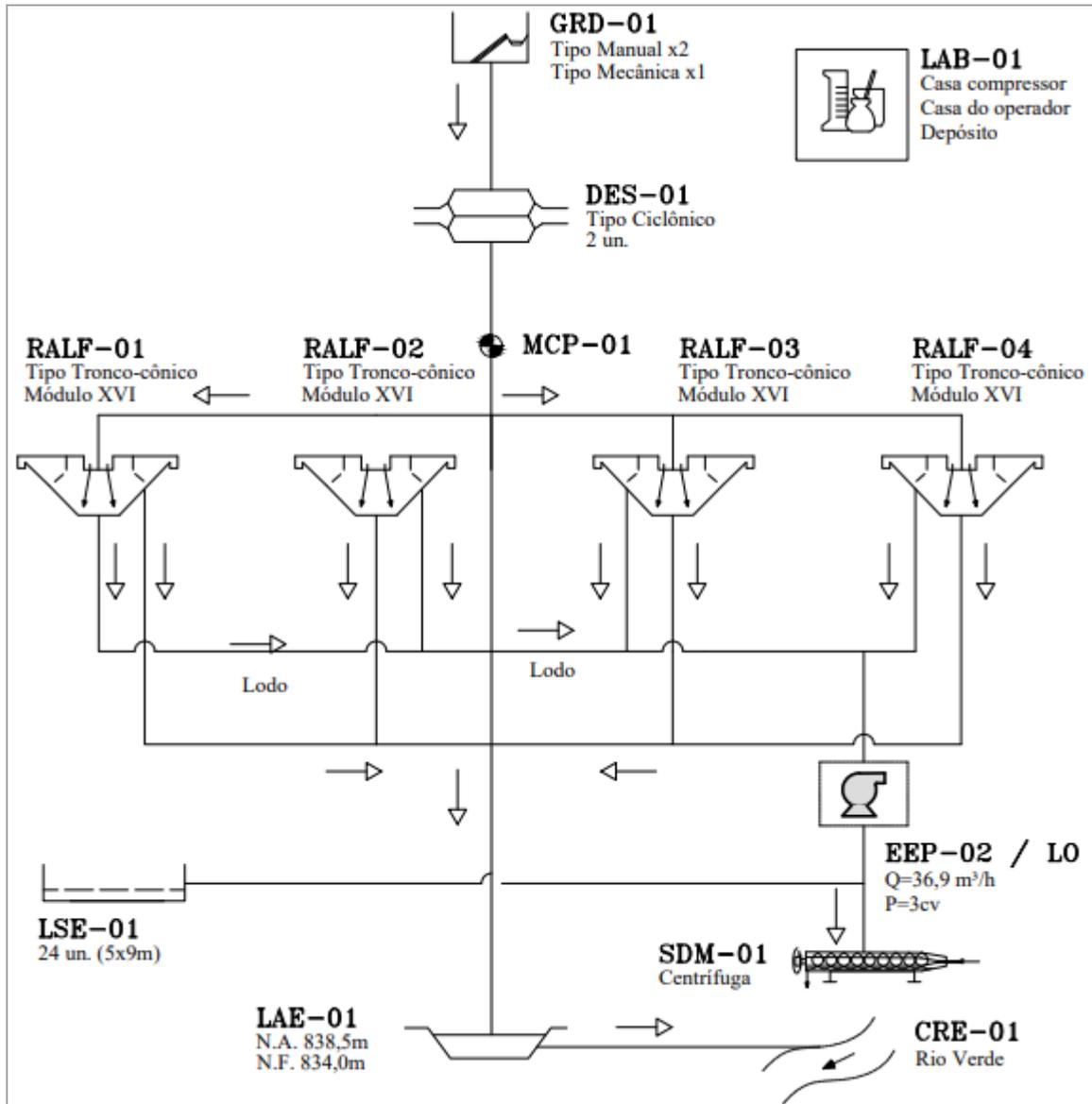
FIGURA 23 - CROQUI BÁSICO DAS ETAPAS DE TRATAMENTO DA ETE RONDA

Adaptado: SANEPAR (2019). Legenda: GRD – Gradeamento; LAB – Laboratório; DES – Desarenador; MCP – Medidores Calha Parshall; RALF – Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado; EEP – Elevatória de Esgoto de Processo; LSE – Leito de Secagem do Lodo; LAE – Lagoa de Estabilização Aerada; CRE – Corpo Receptor.

Com etapas de tratamento similares à ETE Ronda, a ETE Verde iniciou sua operação em 1991 e conta com uma capacidade instalada de 280 L/s, sendo a maior do município. O tratamento inicia-se com dois gradeamentos manuais, um gradeamento manual e dois desarenadores *air lift* tipo ciclônico, onde segue para quatro reatores biológicos RALF tipo tronco-cônico. O pós tratamento é composto pelo sistema MBBR, flotação, lagoa de polimento, desaguamento por meio de leito de secagem e centrífuga desaguadora de lodo. A ETE conta com uma elevatória de lodo, uma elevatória de recirculação de efluente, elevatória de sobrenadante e um

leito de secagem de 1200 m², sendo também a agricultura o local de disposição final do lodo gerado, além de laboratório próprio para análises de qualidade da água e três medidores de vazão. O diagrama de fluxo com as etapas de tratamento da ETE Verde está apresentado na Figura 24.

FIGURA 24 - CROQUI BÁSICO DAS ETAPAS DE TRATAMENTO DA ETE VERDE



Adaptado: SANEPAR (2019). Legenda: GRD – Gradeamento; LAB – Laboratório; DES – Desarenador; MCP – Medidores Calha Parshall; RALF – Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado; EEP – Elevatória de Esgoto do Processo; SDM – Sistema de Desidratação Mecânica; LSE – Leito de Secagem do Lodo; LAE – Lagoa de Estabilização Aerada.

O Quadro 15 apresenta os dados básicos e os estudos de contribuição das ETEs Verde e Ronda. As ETEs operam com um índice de atendimento de 90,5%,

atendendo uma população urbana total de 179.764 habitantes que compreende cerca de 50% da população total do município. A contribuição média de esgoto por economia domiciliar é similar em ambas as ETEs, que operam com vazões médias inferiores a capacidade nominal de tratamento.

QUADRO 14 - DADOS BÁSICOS, ESTUDOS DE CONTRIBUIÇÃO E CAPACIDADE NOMINAL DE TRATAMENTO DAS ETEs VERDE E RONDA DE PONTA GROSSA/PR (2018)

COMPONENTE	ETE VERDE	ETE RONDA
População urbana (hab.)	115.341	64.423
Economias domiciliares existentes	42.311	23.632
Taxa de crescimento	2,34%	2,44%
Índice de atendimento	90,49%	90,49%
População esgotada	104.376	58.298
Taxa de ocupação (hab./economia domiciliar)	2,73%	2,73%
Economias Domiciliares Esgotadas	38.288	21.385
Economias totais esgotadas	41.314	23.075
Ligações totais esgotadas	33.301	18.600
Volume de esgoto micromedido anual (m ³)	4.757.935	2.657.495
Contribuição média (L/ Econ. Domicil. x dia)	344	354
Extensão total da rede de esgoto (m)	603.794	337.243
Capacidade real de tratamento (L/s)	280	140
Vazão média medida na ETE (L/s)	188	94
Vazão máxima diária medida (L/s)	368	140

Fonte: SANEPAR (2019).

4.1.3.2 Qualidade do efluente tratado

As Tabelas 11 e 12 apresentam os parâmetros físico-químicos dos efluentes tratados nas ETEs Verde e Ronda, respectivamente, entre os anos de 2020 e 2022. Foram realizadas 289 análises de qualidade do efluente tratado na ETE Verde no período observado, sendo 87 em 2020, 111 em 2021 e 91 em 2022, enquanto na ETE Ronda foram realizadas 158 análises, sendo 39 em 2020, 63 em 2021 e 6 em 2022.

Com uma maior capacidade de tratamento, a ETE Verde registrou vazões médias superiores a 210 L/s, sendo quase duas vezes maiores que as vazões registradas na ETE Ronda no mesmo período de observação (Tabelas 11 e 12). Devido à similaridade entre as etapas de tratamento, as concentrações médias de DBO, DQO, amônia (NH₃), fósforo total, sólidos sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais (SST) foram semelhantes em ambas as ETEs, bem como as médias de pH e

temperatura (Tabelas 11 e 12). Além disso, não foram detectados materiais flutuantes em nenhuma das análises de efluente tratado realizadas nas ETEs.

TABELA 11 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO EFLUENTE DA ETE VERDE

ANO	VALORES	DBO (mg/L O2)	DQO (mg/L O2)	MATERIAL FLUTUANTE	N_NH3 (mg/L)	pH	P total (mg/L)	SÓL. SED. (mL/L)	SST (mg/L)	TEMPERATURA (°C)	VAZÃO (L/s)
2020	Máx.	48,0	142,0	-	57,0	7,4	5,8	0,3	40,0	27,0	276,0
	Min.	12,0	44,0	-	28,9	6,5	2,7	0,1	10,0	15,0	100,0
	Média	32,7	92,9	Ausente	39,5	7,0	4,2	0,1	11,0	21,5	210,8
2021	Máx.	46,0	147,0	-	46,6	7,3	5,5	0,5	30,0	26,0	290,0
	Min.	5,0	10,0	-	16,1	6,5	1,1	0,1	5,0	11,0	160,0
	Média	24,1	60,7	Ausente	32,2	6,9	3,0	0,2	10,9	20,4	227,6
2022*	Máx.	48,0	115,0	-	51,0	7,1	5,0	0,6	55,0	28,0	280,0
	Min.	5,0	20,0	-	5,4	6,0	0,2	0,1	10,0	16,0	179,0
	Média	24,9	55,9	Ausente	30,5	6,7	2,6	0,2	12,7	20,7	228,7

Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

*Para o ano de 2022, foram contabilizadas apenas as análises de efluente realizadas entre os meses de janeiro e novembro.

TABELA 12 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO EFLUENTE DA ETE RONDA

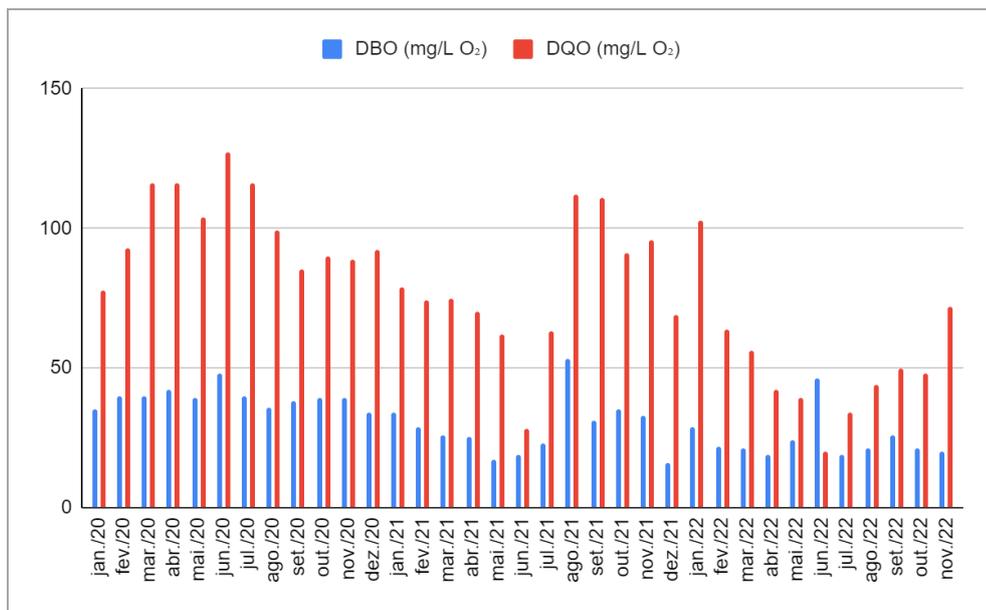
ANO	VALORES	DBO (mg/L O2)	DQO (mg/L O2)	MATERIAL FLUTUANTE	N_NH3 (mg/L)	pH	P total (mg/L)	SÓL. SED. (mL/L)	SST (mg/L)	TEMPERATURA (°C)	VAZÃO (L/s)
2020	Máx.	56,0	174,0	-	68,2	7,3	6,3	0,1	38,5	23,0	160,0
	Min.	21,0	59,0	-	20,4	6,5	3,1	0,1	10,0	17,0	67,5
	Média	39,3	101,4	Ausente	43,9	6,8	4,7	0,1	14,2	19,5	109,3
2021	Máx.	105,0	205,0	-	49,0	7,1	5,7	4,0	200,0	23,0	142,0
	Min.	8,0	16,0	-	20,0	6,5	1,5	0,1	5,0	15,0	102,0
	Média	30,0	79,3	Ausente	37,1	6,7	3,8	0,9	21,3	19,6	121,9
2022*	Máx.	46,0	119,0	-	62,0	7,0	3,3	3,0	47,0	23,0	140,0
	Min.	7,0	11,0	-	28,0	6,1	0,3	0,1	5,0	17,0	56,0
	Média	23,2	52,3	Ausente	38,8	6,5	1,5	0,4	13,1	20,0	114,4

Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

*Para o ano de 2022, foram contabilizadas apenas as análises do efluente realizadas entre os meses de janeiro e novembro.

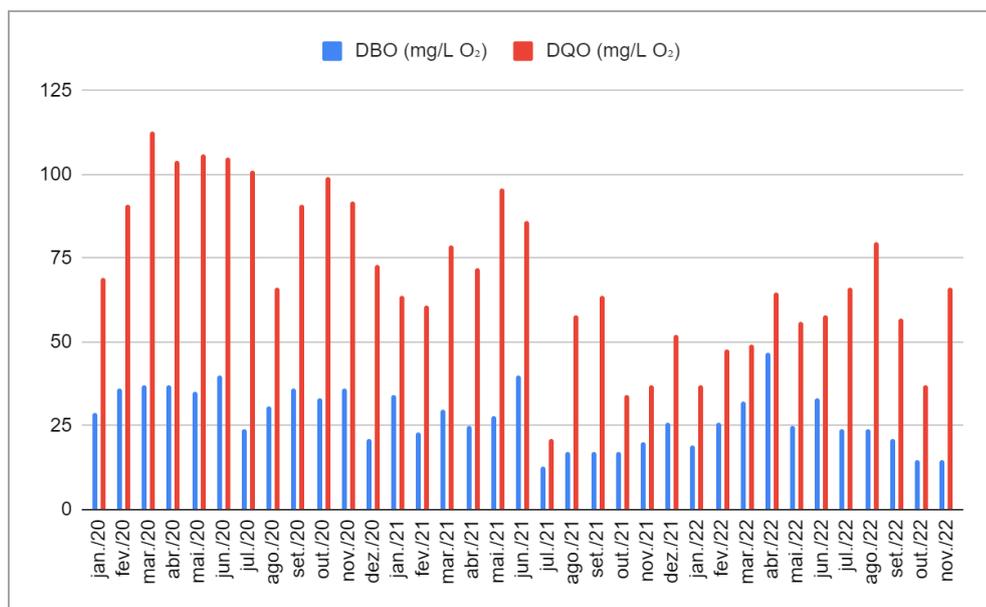
Os Gráficos 11 e 12 apresentam as concentrações médias mensais de DBO e DQO no efluente tratado das ETEs Ronda e Verde, respectivamente, ao longo dos anos de 2020, 2021 e 2022. As análises apontam redução das concentrações médias de DQO e DBO do efluente tratado nas duas ETEs ao longo dos anos, sendo a diminuição mais acentuada na ETE Ronda.

GRÁFICO 11 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE DBO E DQO NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

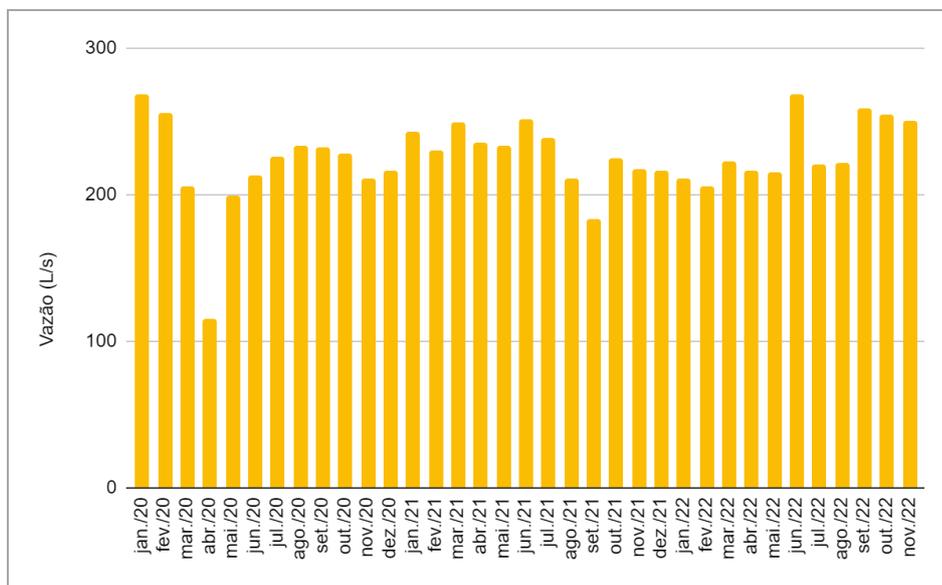
GRÁFICO 12 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE DBO E DQO NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

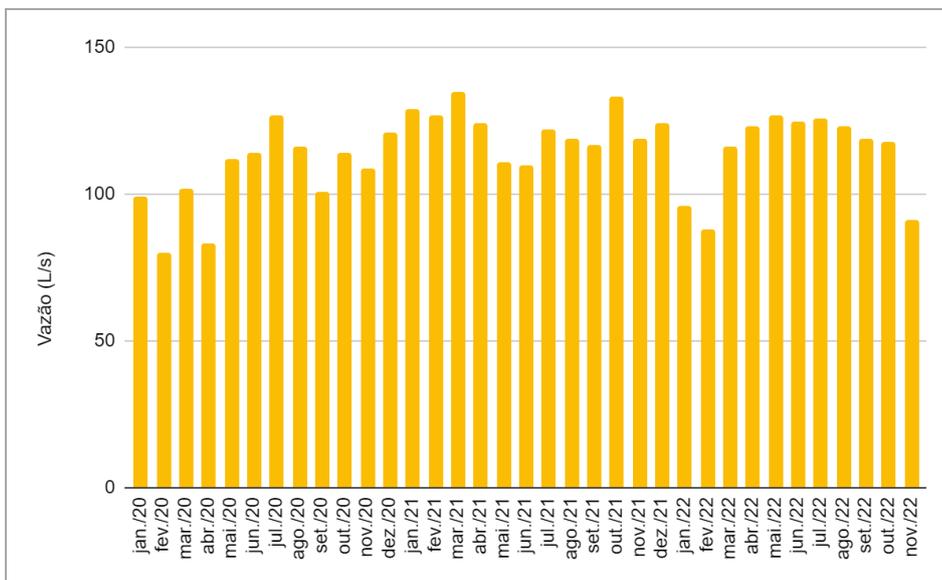
Não foram identificados padrões de variação sazonal nas vazões médias mensais do efluente tratado nas ETE Ronda e Verde, que registraram baixas variações entre os anos de 2020 e 2022 (Gráficos 13 e 14). As concentrações médias mensais de fósforo total e amônia também foram calculadas nas duas ETES, sendo apresentadas nos Gráficos 15, 16, 17 e 18.

GRÁFICO 13 - VAZÃO MÉDIA MENSAL DO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



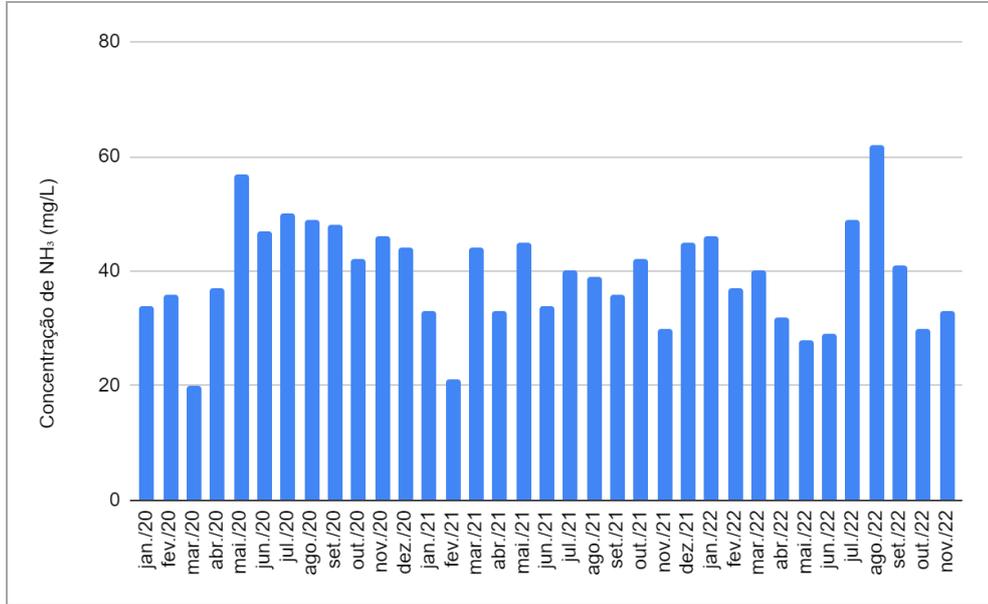
Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

GRÁFICO 14 - VAZÃO MÉDIA MENSAL DO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



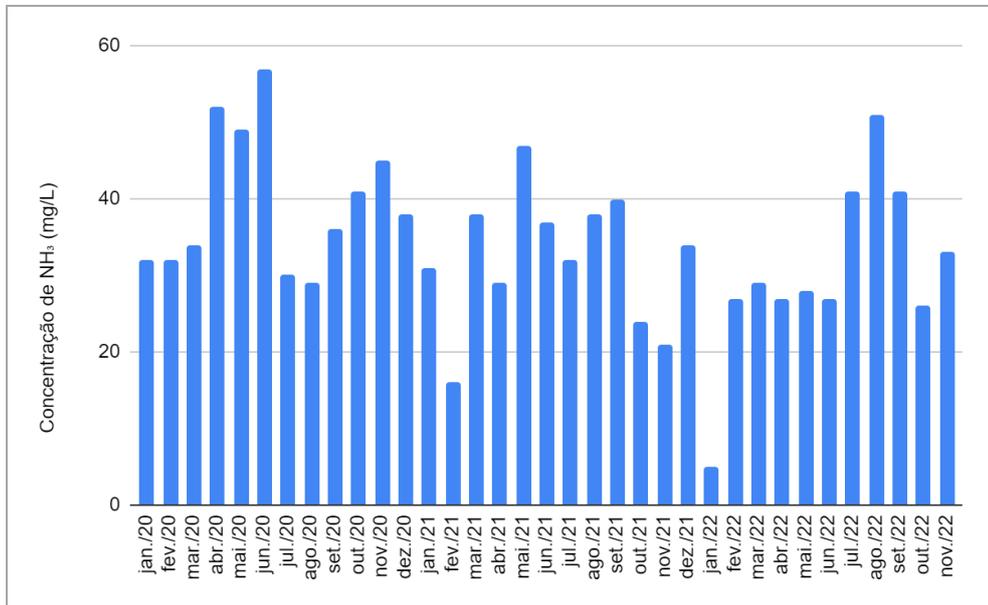
Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

GRÁFICO 15 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE AMÔNIA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



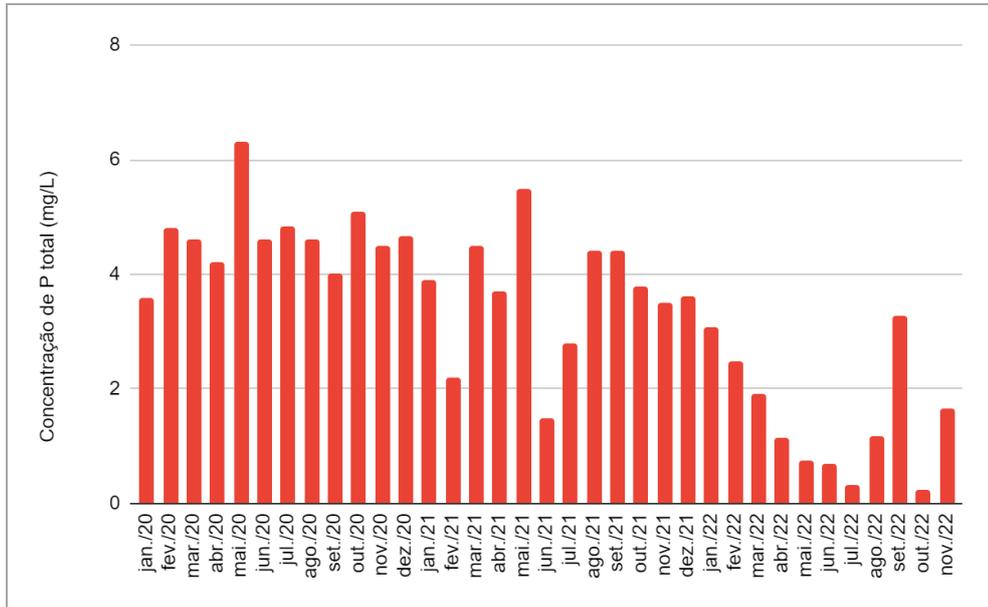
Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

GRÁFICO 16 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE AMÔNIA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



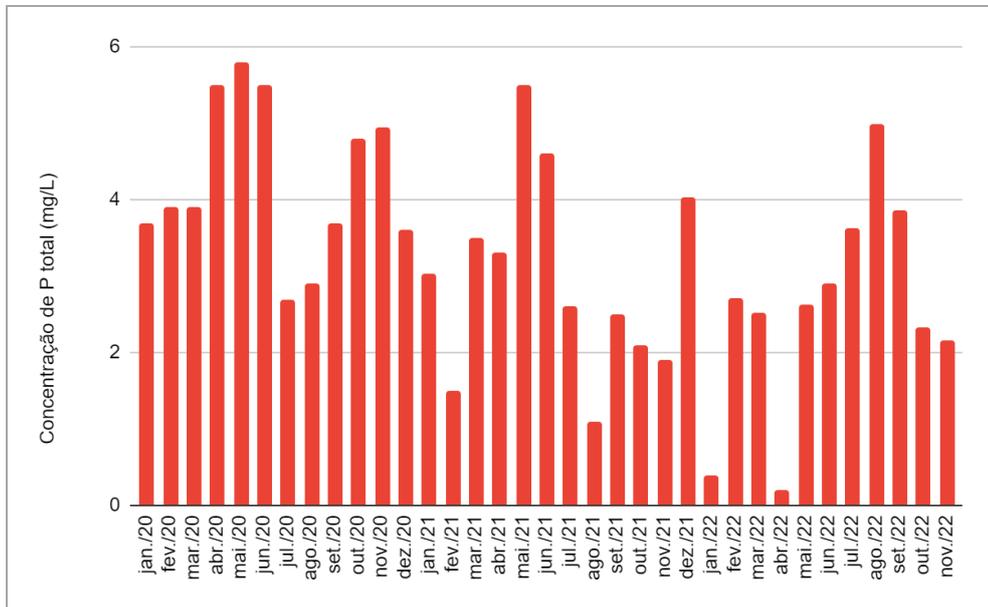
Fonte: GGRPG SANEPAR (2022).

GRÁFICO 17 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE FÓSFORO TOTAL NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

GRÁFICO 18 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE FÓSFORO TOTAL NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE AO LONGO DOS ANOS DE 2020, 2021 E 2022



Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

As Tabelas 13 e 14 apresentam as análises de OG, OGM e OVGA no efluente tratado das ETEs Verde e Ronda, respectivamente, entre os anos de 2020 e 2022. Diferente dos parâmetros físico-químicos, as análises de OG, OGM e OVGA foram realizadas em menor quantidade, sendo registradas apenas 7 análises de OG

e 17 de OGM e OVGA na ETE Verde, e 1 análise de OG e 2 de OGM e OVGA na ETE Ronda. No ano de 2022, as concentrações de OG, OGM e OVGA foram menores na ETE Verde do que na ETE Ronda (Tabelas 13 e 14).

TABELA 13 - ANÁLISES DE OG, OGM E OVGA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE VERDE

ANO	VALORES	OG (mg/L)	OGM (mg/L)	OVGA (mg/L)
2020	Máx.	-	5.0	5.5
	Min.	-	5.0	5.5
	Média	-	5.0	5.5
2021	Máx.	-	13.7	14.5
	Min.	-	1.1	6.4
	Média	-	6.8	9.2
2022*	Máx.	10.0	5.0	6.0
	Min.	0.6	1.1	1.6
	Média	7.5	3.2	3.9

Fonte: GRPG SANEPAR (2022).

*Para o ano de 2022, foram contabilizadas apenas as análises do efluente realizadas entre os meses de janeiro e novembro.

TABELA 14 - ANÁLISES DE OG, OGM E OVGA NO EFLUENTE TRATADO DA ETE RONDA

ANO	VALORES	O.G. (mg/L)	O.G.M. (mg/L)	O.V.G.A. (mg/L)
2020	Máx.	-	5.0	5.0
	Min.	-	5.0	5.0
	Média	-	5.0	5.0
2021	Máx.	-	-	-
	Min.	-	-	-
	Média	-	-	-
2022*	Máx.	10.0	5.0	5.0
	Min.	10.0	5.0	5.0
	Média	10.0	5.0	5.0

Fonte: GRPG SANEPAR (2022). Legenda: O.G. – Óleos e Graxas; O.G.M. – Óleos e Graxas Minerais; O.V.G.A. – Óleos e Graxas Vegetais ou Animais.

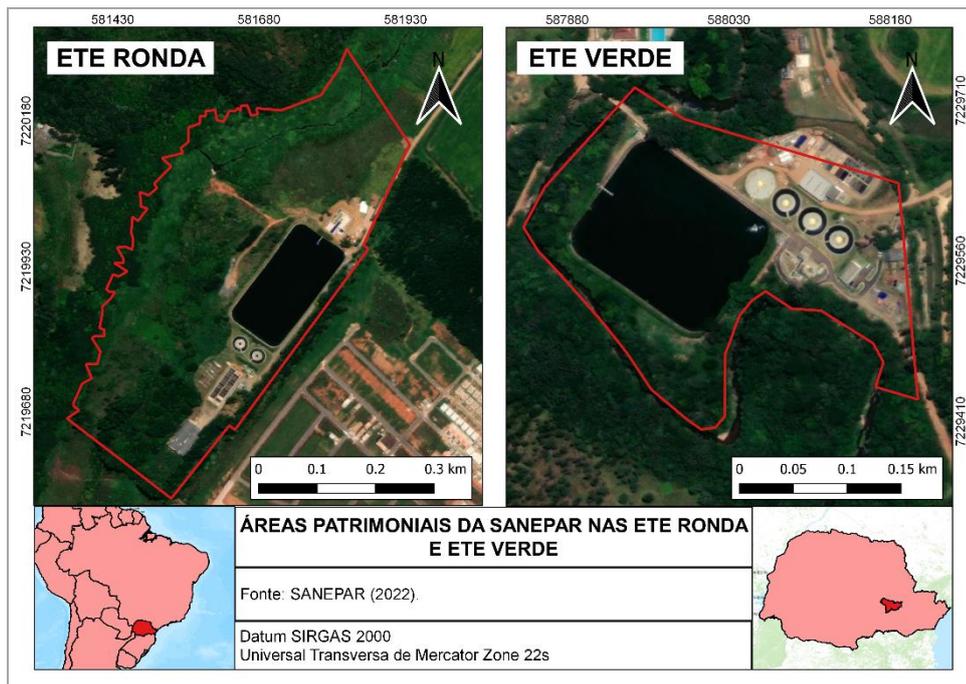
*Para o ano de 2022, foram contabilizadas apenas as análises do efluente realizadas entre os meses de janeiro e novembro.

4.1.3.3 Disponibilidade de área em planta

A Figura 25 apresenta a delimitação das áreas patrimoniais da SANEPAR nas ETES Ronda e Verde. Com uma área patrimonial de cerca de 222.618 m², a

ETE Ronda possui cerca de 37.993 m² de área construída e 184.625 m² de formações vegetais naturais. Com uma largura inferior a 10 m, em atendimento a lei n° 12.651/2012, o Arroio da Ronda necessita de faixas marginais de no mínimo 30 m, sendo cerca de 23.823 m² da área de APP pertencente a companhia. Desta forma, a ETE Ronda apresenta uma área disponível de cerca de 160.802 m² composta majoritariamente de vegetação rasteira e fragmentos florestais.

FIGURA 25 - ÁREAS PATRIMONIAIS DA SANEPAR NAS ETES RONDA E VERDE



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

De forma análoga, a ETE Verde possui uma área patrimonial de cerca de 64.103 m² sendo aproximadamente 35.204 m² de área construída e 25.665 m² de cobertura florestal. Com trechos de largura superior aos 17 m, em atendimento a lei n° 12.651/2012, o Rio Verde necessita de faixas marginais de no mínimo 50 metros, compreendendo cerca de 24.626 m² da área patrimonial da SANEPAR. Desta forma, a ETE Verde possui uma área disponível de cerca de 4.273 m². Não foram consultadas as licenças de instalação e operação das ETES e, portanto, as áreas preliminarmente avaliadas como disponíveis podem ser menores em razão de condicionantes complementares.

5 DISCUSSÃO

A modalidade urbana apresentou o maior potencial para o reúso de água no município, recebendo nota máxima na Hierarquização dos Múltiplos Usos nas duas ETEs de estudo. Com viabilidade para o transporte de água por meio de caminhão-pipa, a modalidade destaca-se pela sua adaptabilidade no fornecimento de água para consumidores de diferentes localidades e demandas, o que possibilita o atendimento aos usos urbanos que também possam ocorrer nas áreas agrícolas e industriais. Uma vez que o consumo de água não apresenta variações sazonais acentuadas e que as áreas urbanas são próximas das ETEs do estudo, a modalidade não apresenta, em um primeiro momento, a necessidade de implementação de reservatórios para a regulação da demanda ou para a redução da distância entre o local de produção e o local de consumo.

Não foram abordados parâmetros microbiológicos e a condutividade elétrica em nenhuma das análises de qualidade de água do efluente tratado nas ETEs de estudo e, portanto, não é possível afirmar que haja a necessidade ou não de etapas complementares de tratamento. No entanto, levando em consideração que as ETEs Ronda e Verde não possuem etapas que promovam a desinfecção do efluente tratado, espera-se que seja necessário à adição do tratamento complementar de desinfecção, podendo ser desde um tratamento convencional de cloração até a desinfecção por UV. O baixo custo de operação do caminhão-pipa (se comparado à alternativa da adutora) e o já consolidado tratamento complementar de desinfecção, combinados com a alta demanda por usos urbanos identificada no município, apontam para a manutenibilidade e sustentabilidade econômica do projeto.

Ainda que as atividades agropecuárias ocupem cerca de 60% do território do município, não foram registrados volumes significativos de consumo nas outorgas de captação, nas dispensas por uso insignificante e na água fornecida pela companhia de saneamento, sendo um resultado inesperado frente ao desenvolvimento da bovinocultura leiteira e de corte da região, e a expressiva produção agrícola de grãos e cereais registrada nos últimos anos. O resultado pode estar atrelado a ocorrência de chuva em todos os meses do ano, apresentando um regime médio de precipitação anual acumulada de 1.514,4 mm. Além disso, o cenário observado em Ponta Grossa não é muito distante da realidade da produção agrícola do Paraná, no

qual a Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento estima que apenas 1,6% da produção do estado seja irrigada.

A distância entre as áreas agrícolas e as ETEs de estudo, somada ao tamanho e distribuição das áreas agrícolas e a necessidade de transporte por adutora acabam encarecendo o projeto de reúso, colocando em risco a sustentabilidade econômica do negócio. Em razão do regime sazonal de chuvas e das especificidades das culturas produzidas, pode haver a necessidade da instalação de reservatórios para garantir o fornecimento de água para reúso para a irrigação. Além disso, as análises de qualidade do efluente tratado nas ETEs Ronda e Verde quantificam apenas o pH e a concentração dos óleos e graxas, que atendem aos limites estabelecidos na Resolução CONSEMA nº 419/2020 do Rio Grande do Sul para a modalidade urbana, dificultando a determinação de etapas complementares de tratamento para a adequação do efluente à qualidade requerida. No entanto, assim como na modalidade urbana, espera-se que também seja necessário a adição do tratamento de desinfecção, bem como a necessidade de tratamentos compatíveis as concentrações dos parâmetros químicos encontradas no efluente tratado como adsorção, biossorção, osmose reversa, ultrafiltração ou precipitação química para a adequação do efluente tratado aos limites estabelecidos na resolução.

A modalidade industrial apresentou potencial intermediário para o reúso de água em Ponta Grossa, tendo o seu potencial reduzido pela restrita qualidade do efluente tratado e pela necessidade de transporte de água por adutora nos polos industriais e nos grandes consumidores. Como visto anteriormente, as análises de qualidade do efluente tratado nas ETEs não abordam as concentrações dos parâmetros químicos estabelecidos no contrato de fornecimento do Aquapolo Ambiental S. A. Entretanto, espera-se que etapas de tratamento complementares ainda mais rigorosas aquelas adotadas na modalidade agrícola sejam necessárias tendo em visto os limites críticos da modalidade industrial são ainda mais restritivos, como é o caso do alumínio, do cobre e do ferro. As concentrações de DBO e DQO das Etes Ronda e Verde não atendem aos limites estabelecidos pelo Aquapolo Ambiental S.A., indicando a necessidade de tratamento biológico complementar. Espera-se que seja necessário a instalação de um reservatório de água compatível ao volume de água para reúso produzida, análogo ao utilizado pelo Aquapolo, de modo a garantir o fornecimento contínuo de água em meio a eventuais aumentos de

vazão e/ou paradas para manutenção programadas ou emergenciais. O reservatório ainda pode ser utilizado como estratégia de reduzir a distância entre a estação produtora de água para reúso e o local de consumo, minimizando os custos de instalação de adutoras.

Ainda que o Aquapolo Ambiental S.A. seja a maior referência brasileira no que se refere ao reúso de água industrial, os padrões de qualidade de água do contrato de fornecimento foram definidos para atender as necessidades específicas das plantas industriais atendidas pelo empreendimento, não representando a qualidade requerida de todo o setor. Desta forma, a qualidade de água requerida pelas indústrias locais de Ponta Grossa pode ser diferente, influenciando diretamente na complexidade das adaptações tecnológicas necessárias para adequação do efluente tratado nas ETEs. Apesar da tentativa de contato com 35 empreendimentos pertencentes ao polo industrial de Ponta Grossa, foram obtidas apenas 2 respostas. As respostas apontam para uma qualidade requerida inferior a água potável, mas leva em consideração a proximidade de pessoas ao local de uso da água. Os empreendimentos também condicionam o valor máximo no qual estariam dispostos a pagar pela água para reúso, onde ambos responderam como sendo até metade do valor da tarifa convencional da SANEPAR, destacando que as adaptações tecnológicas necessárias para adequação do efluente tratado devem ser as mais baratas possíveis.

A ausência da análise de parâmetros de qualidade do efluente tratado nas ETEs Ronda e Verde e as discrepâncias entre o número de análises realizadas estão associadas as limitações tecnológicas dos laboratórios químicos das ETEs, que, a depender do parâmetro a ser analisado, necessitam encaminhar amostras do efluente tratado para a capital paranaense para que seja quantificado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modalidade urbana apresentou o maior potencial para reúso de água no município de Ponta Grossa, considerando a aptidão do município, a localização, o tipo de transporte e a qualidade requerida para o uso. Levando em consideração as diferenças no tipo de transporte e na qualidade de água requerida por cada uma das modalidades, o atendimento a mais de uma modalidade simultaneamente não se apresenta, em um primeiro momento, como uma alternativa viável, podendo aumentar a complexidade do projeto.

Devido à similaridade entre as etapas de tratamento de esgoto, as ETEs Ronda e Verde apresentaram pouca diferença na qualidade de efluente tratado, que registrou uma diminuição da concentração de DBO e DQO ao longo dos últimos três anos. Em vista disso, a escolha da ETE com maior potencial para o reúso almejado deve ser baseada na redução da distância entre o local de produção da água para reúso e o local de consumo, na compatibilidade entre as adaptações tecnológicas da ETE e a disponibilidade de área e na compatibilidade entre o volume de água demandado pela modalidade e a capacidade nominal da ETE

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ainda que as ETEs Ronda e Verde possuam laboratório próprio e realizem análises de qualidade do efluente tratado periodicamente, uma série de parâmetros de qualidade abordados na Resolução CONSEMA nº419/2020 do Rio Grande do Sul para as modalidades agrícola e urbano e, no contrato de fornecimento do Aquapolo Ambiental S. A. para a modalidade industrial não foram determinados. Em vista disso, recomenda-se a realização de análises de qualidade do efluente tratado para a quantificação dos parâmetros ausentes, possibilitando a correta determinação das adaptações tecnológicas necessárias para a produção da água para reúso.

Em posse das novas análises de qualidade do efluente tratado, recomenda-se que sejam determinadas as etapas de tratamento complementares necessárias ao atendimento da qualidade de água requerida pela modalidade almejada, bem como as adaptações necessárias compatíveis às áreas disponíveis das ETEs. Também se recomenda a estimativa de custos associados as adaptações

necessárias, de modo a avaliar a viabilidade financeiro do projeto de reúso e determinar qual das ETEs possui o maior potencial para reúso de água.

Também se recomenda uma nova tentativa de contato com empreendimentos do setor privado de modo a mapear a qualidade de água requerida para os processos produtivos e identificar potenciais clientes na região, visando determinar padrões de qualidade mais realistas e compatíveis com a necessidade das indústrias locais.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 13.969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997. 60f.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 16.783: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2015. 8f.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 16.783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.** Rio de Janeiro, 2019. 19f.

AEN (Agência Estadual de Notícias). **Paraná terá novas diretrizes para garantir reúso da água com qualidade.** Governo do Estado do Paraná, 2021. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Parana-tera-novas-diretrizes-para-garantir-reuso-da-agua-com-qualidade>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

AGENDA 21. **Capítulo 18: Proteção da Qualidade e do Abastecimento dos Recursos Hídricos: Aplicação de Critérios Integrados no Desenvolvimento, Manejo e Uso dos Recursos Hídricos.** Conferência Das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente E Desenvolvimento. 1992.

AQUAPOLO. **Aquapolo Ambiental S.A.** Site institucional, c2022. Disponível em: <<http://www.aquapolo.com.br/quem-somos/>>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

ASSEBURG, M. K. **Case Aquapolo Água de Reúso Industrial, 2022.** IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.

AYESA. **PTAR de Atotonilco.** Projects, c2018. Disponível em: <<https://www.ayesa.com/en/sectors/water-and-the-environment/treatment-plants/137-ptar-de-atotonilco>>. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

BAHIA. **Resolução CONERH nº 75, de 29 de julho de 2010.** Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal.

BRASILa. Congresso. Câmara dos Deputados. **PROPOSTAS LEGISLATIVAS.** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/busca-portal/proposicoes/pesquisa-simplificada%3E>>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

BRASILb. Congresso. Senado Federal. **Pesquisa de Matérias**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias>>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

CAWMA. Water for food, water for life. A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. IWMI, International Water Management Institute. 48f.

CEARÁ. **Lei Estadual nº 16.033/2016**. Estabelece critérios para o reúso de água não potável, com o objetivo de viabilizar e estimular a sua ação no Estado do Ceará.

CEARÁ. **Resolução COEMA nº 2/2017**. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.

CEBDS. **Água de Reúso: oportunidades e Riscos para o Setor Empresarial**, 2022. Rio de Janeiro, RJ. 60F.

CONAMA. **Resolução nº 503 de 14 de dezembro de 2021**. Disponível em: <<http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2023.

COSTA, M. L. T.; SILVA, D. F.; AISSE, M. M. et al. **Uma análise crítica sobre a regulamentação do reúso de água urbano para fins não potáveis no Brasil**. 31º Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Ambiental. Curitiba, Paraná, 2021. 10f.

CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos). **Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005**. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/ResolucaoCNRH%2054.pdf>> Acesso em: 11 de junho de 2022.

CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos). **Resolução nº 121, de 16 de dezembro de 2010**. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/ResolucaoCNRH%20121.pdf>>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

CUNHA, V. D. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reúso urbano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, 2008. 94f.

CURITIBA. **Lei nº 10.785, de 18 de setembro de 2003**. Cria no município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE.

FDEP (Florida Department of Environmental Protection). **2021 Reuse Inventory**. Division of Water Resource Management, 2021.

HESPANHOL, I. **Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 7 n.4 Out/Dez 2002 75-95. [s.l.], 2002.

HUANG, G. , Takahashi, W. , Liu, H. , Saito, T. and Kimura, N. (2016) **Characterization of Soil Bacterial Diversity in Relation to Irrigation Water: A Case Study in China**. Journal of Water Resource and Protection, 8, 1090-1102.

IAT. Outorga de Recursos Hídricos. IAT, 2022. Disponível em: <iat.pr.gov.br/Pagina/Outorga-de-Recursos-Hidricos>. Acesso em: 15 de janeiro de 2023.

INMET. Painel de Mapa das Estações. INMET, [s.d]. Disponível em: < https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2023.

INTERÁGUAS (Programa de Desenvolvimento do Setor Águas). **Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reuso de efluente sanitário tratado no Brasil**. Produto II – EXPERIÊNCIAS DE REÚSO (RP01A). 2017. 200f

INTERÁGUAS (Programa de Desenvolvimento do Setor Águas). **Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reuso de efluente sanitário tratado no Brasil**. Produto III – Critérios de Qualidade de Água (RP01B). 2017. 575f

INTERÁGUAS (Programa de Desenvolvimento do Setor Águas). **Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reuso de efluente sanitário tratado no Brasil**. Produto VII – Resumo executivo. 2018. 26f

JIMÉNEZ, B.; ASANO, T. **Water Reuse - An International Survey: Contrasts, issues and needs around the world**. IWA Publishing, London, UK, 2008.

KAWAMOTO, Marcia Tiemi. **Análise de técnicas de distribuição espacial com padrões pontuais e aplicação a dados de acidentes de trânsito e a dados da dengue de Rio Claro-SP**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2012. 53 f.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reúso**. São Paulo: Oficina de textos, 2005. 144f.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa CERH-MG nº 65/2020**. Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências.

MOURA, P.G.; ARANHA, F. N.; HANDAM, N. B. et al. **Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil**. Eng Sanit Ambient | v.25 n.6, 91-808. [s.l.], 2020. 54 NRC (National Research Council). Water reuse: Potential for Expanding the Nation's Water Supply Through Reuse of Municipal Wastewater. National Academy of Sciences, 2012.

PONTA GROSSA. **Plano Diretor Participativo de Ponta Grossa**. Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 2006.

PONTA GROSSA. **Lei nº 11.477, de 03 de outubro de 2013**. Acrescenta § 15 ao art. 10 da lei nº 6.329, de 16/12/1999, que dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo das áreas urbanas do Município de Ponta Grossa.

PONTA GROSSA. **Terceira Revisão Plano Municipal de Saneamento Básico Ponta Grossa/PR**. Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 2019.

PONTA GROSSA. **Cidade de Oportunidades**. Prefeitura de Ponta Grossa, c2022. Disponível em: <<https://pontagrossa.pr.gov.br/invistaempg>>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

PROSAB. **Reúso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Ministério da Ciência e Tecnologia. FINEP, 2006.

RASCHID-SALLY, L.; JAYAKODY, P. **Drivers and Characteristics of Wastewater Agriculture in Developing Countries: Results from a Global Assessment, Colombo, Sri Lanka**. IWMI Research Report 127, International Water Management Institute, Colombo, 2008.

RdA – Reúso de Água. **Mapa esquemático do percentual de reúso de água em diferentes regiões do mundo**. Disponível em: <<https://reusodeagua.org/producao-de-dados/>>. Acesso em: 08 de fev. de 2023.f

REZENDE, A. T. **Reúso urbano de água para fins não potáveis no Brasil**. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Juiz de Fora, Bahia, 2016. 92f.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA nº 419/2020**. Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul.

PRIETO, C. C. **Investigação sobre a implantação de loteamentos e a ocorrência de processos erosivos: voçoroca situada no Jardim Santa Edwirges em Ponta Grossa - PR**. Dissertação (mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Programa de PósGraduação em Geografia. Paraná, Ponta Grossa, 2010.

SABESP. **Água de reúso**. Site institucional, [s.d]. Disponível em: <<https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=583%3E>>. Acesso em: 20 de julho de 2022.

SANEPAR. **DOS SES – Diagnóstico Operacional**. GRPG, SANEPAR, 2019.

SANEPAR. **Demonstrativo de análises de qualidade do efluente tratado nas ETEs Ronda e Verde entre os anos de 2020 e 2022**. GRPG, SANEPAR, 2023.

SANTILLI, J. **Socioambientalismo e novos direitos: proteção jurídica à diversidade biológica e cultural**. Fundação Peirópolis. São Paulo, 2005. 210f.

SÃO PAULO, ESTADO. **Decreto nº 48.138, de 07 de outubro de 2003**. Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo.

SÃO PAULO. **Resolução Conjunta SES/SIMA nº 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.

SANTOS, A. S. P.; LIMA, M. A. M.; JUNIOR, L. C. S. S. et al. **Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 01 – terminologia e conceitos de base**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

SILVA, A. K. P; FLORES, L. C.; GALDEANO, M. M. et al. **Reúso de Água e suas Implicações Jurídicas**. São Paulo: Navegar Editora, 2003. 111f.

SILVA, C. **Reutilização de águas residuais urbanas pela indústria: um estudo de caso Aquapolo Ambiental**. Dissertação (mestrado profissional MPGC) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo. São Paulo, São Paulo, 2019. 118f.

TYPSA. **Estación depuradora de aguas residuales de Atotonilco**. México, c2022. Disponível em: <<https://www.typsa.com/proyectos/estacion-depuradora-de-aguas-residuales-de-atotonilco/>>. Acesso em: 16 de agosto de 2022.

WRFP (Water Recycling Funding Program). **Municipal Wasterwater Recycling Survey (2015)**. California Environmental Protection Agency, Water Recycling Funding Program (WRFP), 2015. Disponível em: <https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/grants_loans/water_recycling/munirec.shtml> . Acesso em: 07 de agosto de 2022.

WESTRUPP, L. M. **A aplicabilidade da Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei nº 9.433/97**. Monografia (Direito) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, Santa Catarina, 2017. 49f.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). **Wastewater: The Untapped Resource**. The United Nations World Water Development Report. Paris, UNESCO. 2017.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). **Valuing water**. The United Nations World Water Development Report. Paris, UNESCO. 2021.

ONU (Organização das Nações Unidas). **World Population Prospects: Summary results**. 2022.52f.

ANEXO 1 – CONSULTA DE INTERESSE ÀS EMPREENDIMENTOS DO SETOR PRIVADO

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
Empreendimento:
Responsável pelo preenchimento:
Email:
Telefone:
CONSULTA DE INTERESSE PERGUNTAS
Qual o consumo médio mensal de água (em metros cúbicos) do empreendimento?
Qual o meio de aquisição de água do empreendimento?
Qual é a atividade responsável pela maior parte do consumo de água do empreendimento?
De forma aproximada, qual a contribuição dessa atividade para o consumo total de água do empreendimento?
Qual a qualidade de água exigida pela atividade citada?
Além da principal atividade citada, quais são as outras atividades que consomem água no empreendimento?
O empreendimento utiliza programas e/ou procedimentos para a redução do consumo de água? Se sim, quais?
O empreendimento possui ou já tentou implementar projetos de reúso de água? Se sim, quais?
Em um cenário de interrupção no fornecimento devido a prática de rodízio de água pela concessionária ou dificuldades na captação decorrentes de eventos de seca, qual o risco das atividades do empreendimento serem prejudicadas/interrompidas?
Em um cenário hipotético de comercialização de água para reúso pela SANEPAR, o empreendimento teria interesse em conhecer e, eventualmente, consumir este tipo de recurso?
Caso não, qual seria o maior impedimento para a aquisição de água para reúso?
Em um cenário hipotético de comercialização de água para reúso pela SANEPAR, qual seria o valor máximo que o empreendimento estaria disposto a pagar pelo recurso?
Considerações finais, observações e/ou sugestões: