

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

LOUISE DA SILVEIRA

**ESTUDO E MAPEAMENTO DE PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DAS BACIAS DO PCJ**

São Carlos

2024

LOUISE DA SILVEIRA

**ESTUDO E MAPEAMENTO DE PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DAS BACIAS DO PCJ**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros

Colaboradora: Prof^ª Dr^ª. Sabrina de Oliveira Anício

São Carlos

2024

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP
com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

da Silveira,
Louise

D587e Estudo e Mapeamento de Práticas de Economia
Circular em Estações de Tratamento de Esgoto das
Bacias do PCJ / Louise da Silveira; orientador Tadeu
Fabrício Malheiros; coorientadora Sabrina de Oliveira
Anício.
São Carlos, 2024.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2024.

1. circularidade. 2. resíduos. 3. saneamento.
I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Louise da Silveira**

Data da Defesa: 12/11/2024

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. Tadeu Fabricio Malheiros (Orientador(a))

APROVADA

Profa. Dra. Sabrina de Oliveira Anício

APROVADA

Profa. Dra. Lidia Moura

APROVADA



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

A minha família, ao meu noivo Matheus e aos amigos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo apoio incondicional em todas as minhas escolhas e etapas de vida.
Amo vocês!

Ao Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros e Prof^a Dr^a Sabrina Anício de Oliveira, pela orientação, paciência e ensinamentos, durante esses 3 anos pudemos trabalhar juntos.

À USP pelo ensino de excelência e fomento à pesquisa.

Ao meu noivo Matheus Beraldo, que foi minha principal rede de apoio emocional durante os anos de graduação e sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Obrigada por ser a pessoa mais gentil que eu já conheci.

À família do 47, que tornaram minhas experiências em São Carlos ainda mais completas e se tornaram amigas que levarei comigo por toda vida. Vocês são parte de quem eu sou.

À DOW Química por ter acreditado e financiado essa pesquisa, além fornecer mentorias de carreira, as quais foram cruciais para meu ingresso no mercado de trabalho. Em especial aos meus mentores, Rodolfo Di Nápoli Nogueira e ao Fernando Martins.

Aos profissionais atuantes no setor de saneamento no âmbito das Bacias do PCJ pela sua contribuição e dados fornecidos.

Aos meus amigos da graduação, que fizeram desses anos os melhores possíveis.

A todos que de alguma forma estiveram presente durante essa trajetória, meu muito obrigada.

RESUMO

SILVEIRA, Louise da. **Estudo e Mapeamento de Práticas de Economia Circular em Estações de Tratamento de Esgoto das Bacias do PCJ**. 2024. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2024.

A geração de resíduos sólidos provenientes dos processos de tratamento de esgoto representa uma parcela expressiva dos materiais que são enviados diariamente para aterros sanitários em todo o Brasil. Além do lodo, que é o principal resíduo sólido gerado, há também a produção de biogás, composto essencialmente de metano e dióxido de carbono — gases que contribuem para o efeito estufa. Esse biogás costuma ser incinerado na própria estação de tratamento para reduzir seu impacto ambiental antes de ser liberado na atmosfera. Alternativas para o aproveitamento desses efluentes vêm ganhando espaço como soluções sustentáveis, com destaque para o biogás, que possui potencial energético, e o lodo, que pode ser utilizado como fertilizante orgânico. Entre os efluentes de uma estação de tratamento, a água de reuso é o que apresenta o maior volume e pode ser destinada ao uso industrial e à recuperação de corpos d'água que estão fora dos padrões de qualidade desejáveis. No contexto da economia circular, a implementação desse modelo no plano das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá surge como uma abordagem abrangente, que pode gerar resultados positivos para uma região em constante transformação. O crescimento econômico e populacional da área exige uma gestão sustentável dos recursos hídricos e a redução de perdas, como vazamentos, para atender à demanda crescente. Este estudo buscou obter informações sobre as práticas de economia circular já aplicadas nas estações de tratamento de esgoto em operação na região e identificar fatores que podem favorecer a ampliação dessas tecnologias. Com isso, pretendeu-se realizar um mapeamento que detalhe a destinação final dos resíduos gerados nas Estações de Tratamento de Esgoto locais.

Palavras-chave: circularidade; resíduos; saneamento.

ABSTRACT

SILVEIRA, Louise da. **Study and Mapping of Circular Economy Practices in Sewage Treatment Plants in the PCJ Basins**. 2024. Monograph (Course Conclusion Work) - São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos, 2024.

The generation of solid waste from sewage treatment processes represents a significant portion of the materials that are sent to landfills every day throughout Brazil. In addition to sludge, which is the main solid waste generated, there is also the production of biogas, which is essentially made up of methane and carbon dioxide - gases that contribute to the greenhouse effect. This biogas is usually incinerated in the treatment plant itself to reduce its environmental impact before being released into the atmosphere. Alternatives for using this effluent are gaining ground as sustainable solutions, especially biogas, which has energy potential, and sludge, which can be used as organic fertilizer. Among the effluents from a treatment plant, reuse water is the one with the largest volume and can be used for industrial purposes and to restore bodies of water that are not up to desirable quality standards. In the context of the circular economy, the implementation of this model in the Piracicaba, Capivari and Jundiá River Basin Plan is a comprehensive approach that can generate positive results for a region in constant transformation. The economic and population growth in the area requires sustainable management of water resources and the reduction of losses, such as leaks, in order to meet growing demand. This study seeks to obtain information on the circular economy practices already applied in the sewage treatment plants in operation in the region and to identify factors that could favor the expansion of these technologies. The aim is to map out the final destination of the waste generated at local sewage treatment plants.

Keywords: circularity; waste; sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Proporção de municípios (a) brasileiros e (b) da região Sudeste que tratam ou não o lodo produzido em suas ETEs, por faixa populacional – 2017	19
Figura 2: Municípios das Bacias PCJ em que foram identificadas práticas de Economia Circular em ETEs por meio de Literatura Cinzenta - período 2022/2024.....	24
Figura 3: Destinação do lodo representado graficamente.....	26
Figura 4: Destinação do biogás representado graficamente.....	27
Figura 5: Municípios das Bacias PCJ em que foram identificadas práticas de Economia Circular em ETEs por meio do Formulário 1 e 2 - Período 2022/2024.....	27
Figura 6: Municípios que encaminharam respostas ao Formulário 1 e 2.....	28
Figura 7: Municípios com e sem informações sobre Economia Circular em ETEs.....	29
Figura 8: Consórcio de Municípios atendidos pela Usina de Compostagem em Jundiaí.....	30
Figura 9: Consórcio de Municípios atendidos pela Usina de Compostagem em Campinas	31
Figura 10: Apresentação “Structure and functioning of Piracicaba, Capivari and Jundiaí (PCJ) Hydrographic Basins Committees”, por André Navarro.....	33
Figura 11: Apresentação sobre as pesquisas desenvolvidas na Universidade de Surrey no contexto do WaSH, por Jonathan Chenoweth.....	33
Figura 12: Usina Verde (Campinas) – Pátio de compostagem de lodo de esgoto.....	34
Figura 13: Usina Verde (Campinas) – Área de Recepção de Visitantes e Exibição de Amostras do Processo.....	35
Figura 14: Composto Orgânico produzido a partir do lodo de esgoto.....	35

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

CEASA – Centrais de Abastecimento de Campinas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CRIE – Ciência, Representatividade, Inclusão e Experiência

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EPAR – Estação de Produção de Água de Reuso

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas

IBD – Instituto Biodinâmico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IQR – Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos

NUPS – Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento

PCJ – Piracicaba, Capivari, Jundiaí

PNRS – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A

SHS/EESC – Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket (reator anaeróbio de fluxo ascendente)

UGHRI – Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos

WIPIS – Workshop Internacional de Sustentabilidade

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	15
3. METODOLOGIA	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Justificativa.....	16
4.2. Pressuposto	16
4.3. Resultados.....	20
4.3.1. Resultados a partir da Literatura Cinzenta	20
4.3.2. Resultados dos Formulários 1 e 2.....	24
5. OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2022 A MARÇO DE 2023.....	32
5.1. Evento DOW CRIE.....	32
5.2. Visitas Técnicas: SANASA e Usina Verde (Campinas-SP).....	32
5.3. Publicações	36
5.4. Programa DOW CRIE.....	37
6. CONCLUSÕES	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO.....	46
ANEXO A	46
APÊNDICE	73
APÊNDICE A.....	73
APÊNDICE B.....	76

1. INTRODUÇÃO

A circularidade de um processo refere-se à capacidade de reintegrar continuamente os recursos ao ambiente. Na natureza, observamos ciclos biológicos onde nutrientes retirados do solo são eventualmente devolvidos a ele; por exemplo, as plantas crescem, alimentam animais, e os nutrientes destes retornam ao solo, perpetuando o ciclo. Já o modelo econômico linear implica na extração de recursos e na produção de bens que são devolvidos ao ambiente sem tratamento adequado, o que agrava a escassez de recursos finitos, especialmente com o aumento populacional nas últimas décadas. Para que a economia prospere de forma sustentável, é essencial adotar práticas de redução, reciclagem e reutilização de recursos, princípios defendidos pela economia circular, que representa uma alternativa benéfica tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade (KISELEV, 2019; PARLAMENTO EUROPEU, 2015).

Conforme o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (SNIS, 2022), em 2023, 99,6% dos municípios brasileiros tinham serviços de abastecimento de água por rede, sendo apenas 84,9% da população do abastecida com água potável e 62,5% tinham acesso ao esgotamento sanitário. Estimava-se que 52,2% do esgoto gerado¹ e 78,5% do esgoto coletado fossem tratados. Esses índices mostram a necessidade de ampliar o acesso a serviços de saneamento de forma sustentável e econômica.

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) produzem biogás, lodo e água reciclável por meio de processos anaeróbios e aeróbios aplicados a efluentes domésticos e comerciais. Esses subprodutos têm sido alvo de pesquisas para promover seu reaproveitamento, embora ainda haja exploração limitada dessa potencialidade no Brasil. Antes de serem usados em outros processos, esses subprodutos exigem tratamento adequado; por exemplo, o biogás, gerado na fermentação anaeróbia, contém sulfeto de hidrogênio (H₂S), que, em excesso, pode danificar equipamentos sem o pré-tratamento necessário (COELHO, S. et al., 2006). O biogás, composto de 60% a 70% de metano (CH₄), possui grande potencial energético, podendo ser utilizado para geração de eletricidade e calor, abastecimento de veículos e em residências e indústrias. O aproveitamento do biogás está alinhado às diretrizes de produção limpa e é amplamente

¹ Estima-se o volume de esgoto gerado como sendo igual ao volume de água consumido (AG010)

utilizado em países como Alemanha, Estados Unidos e Itália (MINISTÉRIO DAS CIDADES, GIZ, 2015), contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

O termo "lodo" é frequentemente utilizado para se referir aos resíduos sólidos resultantes das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), sendo chamado de "biossólido" quando destinado a uso agrícola, conforme descrito por ANDREOLI et al. (2006). Esse material é rico em matéria orgânica e contém macro e micronutrientes, cuja disponibilidade no ambiente depende da quantidade de resíduos recebidos pelas estações de tratamento. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010, após tratamento adequado, o lodo pode ser encaminhado para aterros sanitários, incineração ou outras finalidades (BRASIL, 2010). Os custos relacionados à gestão de resíduos sólidos, incluindo coleta, transporte e disposição final, representam aproximadamente 60% dos custos operacionais das ETEs (VON SPERLING, 1996). Em uma população de cerca de 200 milhões, é estimado que, com um teor de sólidos de aproximadamente 20% no lodo (após desidratação), a produção diária de lodo seja de cerca de 51 mil metros cúbicos (BRINGHENTI ET AL., 2018).

Os volumes diários de biogás e lodo são fundamentais para o dimensionamento das ETEs. Em valores teóricos, a digestão anaeróbia do lodo gera 0,8 m³/kg de sólidos orgânicos voláteis, correspondendo a uma produção de 25 L/habitante/dia de biogás (ANDREOLI; VON SPERLING & FERNANDES, 2010). A energia térmica do biogás pode ser utilizada na secagem do lodo, alcançando um teor de até 90% de sólidos e reduzindo seu volume em 72% (PROBIOGÁS, 2015). Quando utilizado como fertilizante, o biossólido melhora a porosidade, densidade e retenção de água do solo, ajudando a diminuir a erosão e o assoreamento. Além disso, reduz significativamente a necessidade de produtos químicos tóxicos presentes em pesticidas, que são prejudiciais à saúde humana e aos ecossistemas (ALAMINO, 2010).

A água de reuso, outro subproduto do tratamento de esgoto, é uma alternativa para diversos usos que não o consumo humano, ajudando a enfrentar a escassez de água em várias regiões brasileiras. Embora não atenda aos padrões de potabilidade definidos pela Portaria Nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), a água de reuso pode ser usada em indústrias, agricultura, paisagismo, ambiente e áreas urbanas. Adotar a economia circular no reaproveitamento de água traz benefícios de longo prazo, ajudando a atender futuras demandas de água e contribuindo para a recarga de aquíferos, especialmente em

condições ambientais desfavoráveis, diminuindo a quantidade de água retirada para uso econômico e abastecimento.

No contexto da economia circular e das atividades empresariais, os subprodutos gerados a partir de processos de tratamento passam a ser considerados como recursos potencialmente valiosos, em harmonia com a economia local. Esse conceito possibilita um modelo de negócios onde o ciclo desses recursos pode ser fechado (por meio de acordos entre duas ou mais empresas) ou aberto (disponível para outras empresas interessadas). A reutilização de subprodutos aumenta sua vida útil e permite o compartilhamento entre empresas, agregando valor à cadeia produtiva e reduzindo custos com fornecimento de suprimentos (CNI, 2018). Isso atrai as empresas ao uso desses recursos, especialmente devido aos altos custos operacionais, reduzindo a demanda por recursos naturais e criando uma necessidade contínua pelo seu fornecimento. Um comparativo pode ser elucidado a partir da tarifa definida para comercialização da água de reuso produzida na cidade de Campinas (SP). No ano de 2020, a tarifa era de R\$ 2,00 a cada m³ de água de reuso, comparada ao valor de R\$ 11,90 a cada m³ de água potável, representando uma economia significativa para aqueles que optarem pela sua utilização (SANASA, 2020).

O avanço de práticas circulares nas ETEs não depende apenas do investimento de empresas de saneamento, que não o farão isoladamente. É necessário um alinhamento de interesses, em que indústrias também vejam valor na economia de recursos e no uso de efluentes reutilizados, com contrapartidas que justifiquem os custos de operação, manutenção e gestão, incentivando as companhias de saneamento a investirem nesses projetos (CNI, 2020). O poder público desempenha um papel fundamental na promoção da economia circular no setor de saneamento, por meio de regulamentação, investimentos e educação. Ele deve estabelecer normas e padrões de qualidade, oferecer incentivos fiscais, financiar pesquisas e fomentar parcerias público-privadas para inovação. Além disso, é essencial investir em infraestrutura de tratamento, promover campanhas educativas para conscientizar empresas e consumidores e fiscalizar o cumprimento das práticas. Com essas ações, espera-se reduzir o consumo de recursos naturais, mitigar impactos ambientais, gerar economia a longo prazo e estimular a sustentabilidade no setor.

A região das Bacias do PCJ (Piracicaba, Capivari, Jundiaí) abrange 76 municípios, dos quais 71 estão no Estado de São Paulo e 5 em Minas Gerais, sendo responsável por aproximadamente 7% do PIB brasileiro, devido à sua alta densidade populacional e

desenvolvimento industrial. O Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ para 2020-2035 apresenta dados regionais e propõe ações para a melhor gestão dos recursos hídricos até 2035. A região enfrenta elevado estresse hídrico, com demanda superior à disponibilidade de água superficial, como demonstram os dados das sub-bacias dos rios Piracicaba (172,8%) e Capivari (144,4%) (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020).

De acordo com levantamento dos Comitês PCJ, há 178 estações de tratamento de esgoto ativas na região da bacia (Anexo A), atendendo 90% do esgoto gerado, com uma média de 83% de tratamento do total coletado. Esses índices são considerados "regulares" dentro das normas estabelecidas e são essenciais para o cumprimento da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997), que estabelece metas e programas para a melhoria da conservação dos recursos hídricos e a resolução de problemas ambientais.

Um exemplo bem-sucedido de projetos de reaproveitamento de subprodutos ocorre na Estação de Produção de Água de Reuso (EPAR Capivari II), situada em Campinas (SP), responsável pelo tratamento de esgoto doméstico e industrial, desde o tratamento primário até o terciário. A estação se destaca pela eficiência no tratamento de 364 litros por segundo e pela ocupação reduzida de espaço. Além disso, gera receita ao comercializar a água de reuso de alta qualidade que produz, contribuindo ainda para a melhoria da qualidade da água do Rio Capivari, para onde vai a água que não é reaproveitada para outros fins (CETESB, 2018). A aquisição de água de reuso junto a SANASA, é oferecida nas modalidades de compra nos volumes de 7 mil m³ e 14 mil m³, sujeitos a disponibilidade e verificação de taxas somente junto a companhia (SANASA, 2024).

O déficit de tratamento de esgoto no Brasil é evidente. Segundo o Atlas Brasil de Despoluição de Bacias Hidrográficas, entre os 5.570 municípios do país, 204 com mais de 100 mil habitantes têm taxas de coleta de esgoto inferiores a 80% (ATLAS ESGOTOS, 2017). Esses dados ressaltam a necessidade de novas tecnologias e o aproveitamento de recursos para tornar o saneamento básico acessível para todos. A aplicação da economia circular em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) pode expandir os serviços de saneamento básico em regiões deficitárias ao reduzir custos operacionais, gerar recursos como biogás, água de reuso e biossólidos, e promover sustentabilidade. Isso facilita a implantação de soluções descentralizadas e econômicas, que atendem comunidades menores, mitigam impactos ambientais e estimulam o desenvolvimento local com geração de emprego e parcerias público-privadas. Além disso, ao integrar a gestão de

resíduos a cadeias produtivas, como agricultura e indústria, as ETEs fortalecem a resiliência e melhoram a qualidade de vida em áreas carentes.

Em resposta, o trabalho buscou identificar tecnologias existentes e indicadores de viabilidade econômica, ambiental e social para a economia circular nas Bacias PCJ. Por meio de questionários aplicados a profissionais de ETEs (Apêndice A e B), o objetivo foi identificar quais sistemas já possuem estratégias circulares e obter mais informações sobre essas alternativas. Como esse projeto preliminar obteve apenas parte das informações, o atual projeto se propôs a realizar uma segunda rodada de questionários nos sistemas que responderam anteriormente, coletando dados mais específicos sobre a circularidade. Além disso, continuou-se enviando o primeiro questionário para os municípios que não participaram inicialmente.

A pesquisa identificou unidades operacionais, incluindo aquelas com processos já consolidados e dados de rendimento publicados por companhias de saneamento, bem como unidades recém-inauguradas que ainda não possuem dados de desempenho oficializados. Com as informações fornecidas pelas entidades envolvidas, o objetivo foi mapear as práticas de gestão de resíduos das estações de tratamento de esgoto em operação e futuras, assim como obter dados sobre a destinação final dos resíduos gerados. Esperou-se que os resultados obtidos sirvam de modelo e base de dados para deliberações sobre investimentos e estudos futuros, beneficiando toda a comunidade.

Esse trabalho está associado a uma pesquisa² realizada por membros do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento (NUPS) do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (SHS/EESC), da Universidade de São Paulo (USP), cujo objetivo foi criar uma plataforma de modo a facilitar a implementação de práticas de economia circular em ETEs, a partir de processos de tomada de decisão que considerem aspectos relativos às três dimensões da sustentabilidade - meio ambiente, economia e sociedade. De maneira a contribuir com a base de dados necessária para a construção da ferramenta citada, a pesquisa sugerida neste projeto levantou dados relativos a essas três dimensões.

² Anício, S. O., Plataforma Digital de Tomada de Decisão para Economia Circular em Estações de Tratamento de Esgoto. 2024. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento.

2. OBJETIVOS

- Identificar alternativas de economia circular em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) nas Bacias do PCJ, com o objetivo de expandir o banco de dados voltado à economia circular aplicada a esse contexto específico.
- Mapear e analisar um conjunto de variáveis que facilitam ou dificultam a implementação e disseminação de técnicas de reaproveitamento de recursos, inseridas no contexto da economia circular em sistemas de saneamento.

3. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica de forma aprofundada sobre estações de tratamento de esgoto, com foco na economia circular. Em seguida, o estudo progrediu para a pesquisa proposta, que utiliza a técnica de *Survey*. Esse método se fundamenta na coleta direta de informações de um grupo específico, permitindo uma análise quantitativa aprofundada do problema e um aprimoramento dos dados estatísticos. Essa abordagem também possibilita a aplicação dos resultados a outras regiões com condições semelhantes. É importante destacar que essa técnica de pesquisa é uma maneira eficiente e econômica de obter informações, facilitando a organização dos dados e a identificação de correlações entre fatores relevantes (GIL, 2008).

A elaboração do mapeamento é fortalecida por leituras analíticas e seletivas de materiais que conectam projetos de economia circular já implementados ao tratamento de esgoto, apresentando alternativas de implementação e custos dessas tecnologias.

Assim, a coleta de dados foi realizada por meio de:

a) pesquisa bibliográfica: envolvendo a consulta a bases de dados de agências reguladoras e institutos de pesquisa nacionais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a Agência Nacional de Águas (ANA) e o site do Comitê das Bacias PCJ.

b) pesquisa descritiva: com a obtenção de informações via formulários online, que garantem um aprofundamento dos dados coletados (Formulários 1 e 2), mantendo contato com empresas (privadas e públicas) que operam na rede de saneamento local.

A partir dessa pesquisa, foram identificadas práticas de economia circular em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) nos municípios de Atibaia, Cabreúva,

Campinas, Campo Limpo Paulista, Indaiatuba, Itatiba, Itupeva, Jaguariúna, Jundiá, Louveira, Mogi Mirim, Nova Odessa, Piracicaba, Rio Claro, Santa Bárbara D'Oeste, Várzea Paulista e Vinhedo, todos no Estado de São Paulo, que constituem o foco deste estudo. Os resultados apresentados no próximo tópico são oriundos da pesquisa bibliográfica (na literatura cinzenta) e das respostas dos Formulários 1 e 2 (Apêndices A e B).

Com base na coleta de dados, as informações obtidas foram organizadas em categorias que incluem o tipo de resíduo, o processo de tratamento, o município de origem e seu destino final. Essa abordagem permite tirar conclusões sobre a evolução das práticas de economia circular no tratamento de esgoto em ETEs localizadas nas Bacias do PCJ, além de identificar as características dos tratamentos em andamento e os fatores que requerem maior atenção para a realização de projetos voltados à economia circular.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Justificativa

De acordo com o levantamento realizado pela Agência Nacional de Águas e publicado no Atlas Esgotos de 2017, as Bacias PCJ possuem um total de 182 estações de tratamento de esgoto, dentre as quais 2 encontram-se inativas (Anexo A). A pesquisa adotou a técnica *Survey*, na qual os Formulários 1 e 2 (Apêndices A e B) foram disponibilizados e enviados a profissionais que ocupam cargos nas 180 ETEs ativas ou em atividades relacionadas. A partir dos dados coletados no Formulário 1, foram estabelecidos parâmetros iniciais para aprofundar os questionamentos e confecção do Formulário 2.

Os questionamentos elaborados para os Formulários 1 e 2 (Apêndices A e B) abordam informações gerais sobre a caracterização dos profissionais que contribuíram para este trabalho e são fundamentados nos princípios e processos de tratamento de águas residuárias conforme descrito por Von Sperling (1996).

4.2. Pressuposto

Considerando as informações obtidas durante a primeira etapa do estudo realizado por meio da revisão bibliográfica, foram estabelecidas duas hipóteses a serem trabalhadas com base na pesquisa no modelo *Survey*, e a partir da consulta na literatura cinzenta. A primeira se baseia nos dados dos municípios apresentados na Tabela 1 decorrem de informações contidas no Relatório de Situação das Bacias PCJ – UGHRI 05 – 2023 (Ano

Base 2022), na base de dados do IBGE, do Programa Cidades Sustentáveis e em demais Planos Diretores e Planos de Recursos Hídricos das cidades que compõem as Bacias PCJ. As cidades apresentam índice de atendimento urbano de água acima ou igual a 95% e índice de perdas de água no sistema de distribuição abaixo ou próximos de 30%, de acordo com os dados obtidos até o ano de 2019 (PCS, 2019), com uma média de 79,5% na eficiência da remoção de DBO dos esgotos tratados nas ETEs (ANA, 2017). Ao apontar municípios que já apresentam índices satisfatórios de acordo com as metas pré-estabelecidas no Plano de Bacias, estabelece-se para aqueles que ainda não atingiram tal patamar a prioridade de atendimento aos serviços essenciais. Com isso, diz-se que: se uma região ainda não consegue atender às demandas básicas da população, como acesso à água e ao esgotamento sanitário de qualidade, sua prioridade não será a implantação de tecnologias de melhoria nos tratamentos ou aplicadas ao uso dos recursos provenientes das ETEs.

Considerando esse aspecto, foram 15 os municípios apontados inicialmente, com populações que variam de 3,5 mil habitantes a 1,2 milhão, segundo as estimativas do IBGE para o ano de 2021, somando 64 estações de tratamento de esgoto. Recentes análises e a concretização de investimentos em melhorias nas redes coletoras de esgoto e de distribuição de água vêm sendo implementadas em diversas cidades das Bacias PCJ, seguindo as metas estipuladas pelo Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035.

Tabela 1: Recorte de municípios em que acreditou-se que há grandes chances de existência de práticas circulares no tratamento de esgoto

Município	Índice de Perdas (%) ¹	Remoção de DBO ²	População Estimada IBGE (2022)	Quantidade de ETEs ²
Bragança Paulista	27,9	90	176.811	1
Campinas	21,2	84	1.139.047	30
Capivari	20,0	70	50.068	6
Cordeirópolis	15,92	60	24.514	1
Elias Fausto	19,37	84	17.699	1
Holambra	23,19	65	15.094	1

Hortolândia	35,19	85	236.641	1
Indaiatuba	30,21	90	255.748	3
Iracemópolis	13,04	79	21.967	1
Jundiaí	34,05	83,4	443.221	3
Limeira	12,25	79	291.869	4
Mombuca	19,32	78	3.722	1
Rio Claro	32,36	91	201.418	9
Santa Gertrudes	22,46	75	23.611	1
Vargem	18,6	78	10.512	1

¹ Números apresentados de acordo com o levantamento do Projeto Cidades Sustentáveis (2019).

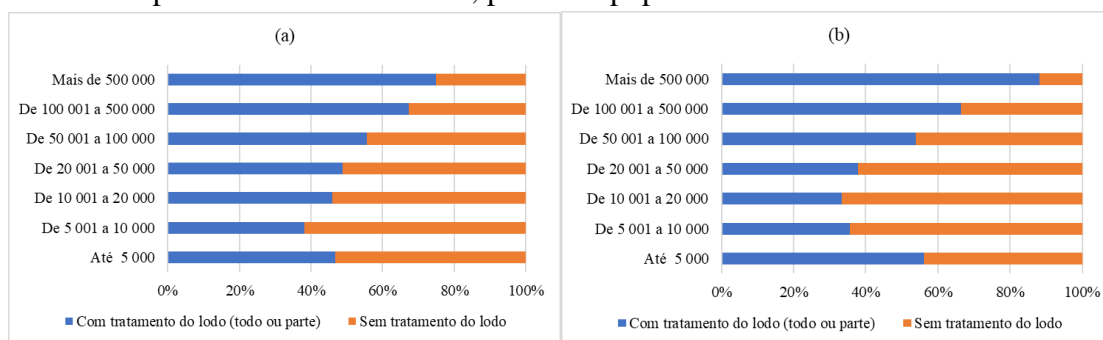
² Atlas Esgotos, Agência Nacional de Águas (2017).

Fontes: ANA (2017); IBGE (2022); PCS (2019)

A cidade de Cordeirópolis teve sua estação de tratamento de esgoto entregue no dia 13 de junho de 2020 (Gazeta, 2020) e, por essa razão, ainda não apresenta dados nos relatórios apresentados. Os municípios selecionados também apresentam o IQR (Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos) da Instalação de Tratamento e/ou Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos Gerado no Municípios dentro do considerado adequado segundo a classificação da CETESB, sendo entre 7,1 e 10 para as cidades adotadas (SNIRH, 2021).

Supôs-se, ainda, que os municípios com as maiores populações também devem fazer parte da hipótese aqui considerada, haja vista que há uma tendência maior de recuperação de recursos nesses locais, como apontado por Anício, Bega e Malheiros (2022) no caso do reúso de água. Além disso, observa-se que o mesmo acontece para o lodo de esgoto, como visto na Figura 1.

Figura 1: Proporção de municípios (a) brasileiros e (b) da região Sudeste que tratam ou não o lodo produzido em suas ETEs, por faixa populacional – 2017



Fonte: Anício, Bega e Malheiros (2022) e (IBGE, 2017b).

Demais municípios acima de 200 mil habitantes como Piracicaba, Americana e Sumaré não foram considerados para essa hipótese, por apresentarem altos índices de perdas na rede de distribuição de água (próximos a 50% de perdas), assim como ETEs que apresentam a remoção de DBO com índices muito inferiores ao adotado.

A segunda hipótese abordada se baseia, subsequentemente, nos dados obtidos a partir da primeira hipótese e aponta um grupo de municípios (Quadro 1) os quais, por estarem mais próximos a locais onde já ocorre alguma prática de economia circular, estariam em uma região favorável a adoção de tais práticas, ou ainda, onde seria possível a realização de consórcios entre um grupo de municípios - isso já acontece, por exemplo, em Jundiaí, onde são utilizados também lodos de outros municípios para a compostagem.

Quadro 1: Municípios divididos em Regiões Macro para Análise de Práticas de Economia Circular em ETEs

Região Macro	Grupo de Municípios	Nº de Estações de Tratamento de Esgoto
Campinas	Jaguariúna, Hortolândia, Indaiatuba, Vinhedo, Valinhos, Louveira, Pedreira.	38
Jundiaí	Itatiba, Itupeva, Várzea Paulista, Campo Limpo Paulista, Jarinu, Atibaia.	15
Nova Odessa/Americana	Paulínia, Santa Bárbara D'Oeste, Sumaré, Artur Nogueira	31
Piracicaba	Rio das Pedras, Saltinho, Águas de São Pedro, São Pedro, Charqueada.	40
Limeira/ Rio Claro	Cordeirópolis, Iracemápolis, Santa Gertrudes, Ipeúna, Corumbataí	19

Fonte: Autora, 2024.

Portanto, para os municípios acima listados, esperava-se obter resultados promissores com relação à distribuição de atividades de circularidade nos processos

dentro de suas instalações, tal qual tomar conhecimento sobre demais práticas inseridas em unidades não inseridas nesse recorte. A pesquisa considerada na metodologia objetivava contribuir para corroborar ou não as suposições levantadas.

4.3. Resultados

4.3.1. Resultados a partir da Literatura Cinzenta

A pesquisa a partir da Literatura Cinzenta ocorreu com a necessidade de complementação da base de dados, no que diz respeito a todas as unidades de tratamento de esgoto presentes nas cidades das Bacias PCJ. Os dados contidos no Atlas Esgotos encontram-se desatualizados com relação a novas unidades que foram construídas e inauguradas após o ano de 2017, e com isso, foi possível observar não somente o aumento do público atendido pelas companhias de Saneamento dos municípios, como também a extensão e a aplicação da economia circular em municípios que diferem daqueles encontrados na literatura.

À exemplo disso, a cidade de Campinas pôde inaugurar sua 2ª Estação de Produção de Água de reuso (EPAR), a ETE/EPAR Boa Vista, no dia 23 de julho de 2021. Esse acontecimento concede à Campinas o título de primeiro município acima de 500 mil habitantes com 100% da capacidade instalada de coleta e tratamento de esgoto (Prefeitura Municipal de Campinas, 2021). Representado também pelas recentes melhorias na ETE/EPAR Mário Araldo Candello em março de 2020, o município de Indaiatuba está próximo de atingir a capacidade de 100% de coleta e tratamento de todo o esgoto produzido na área urbana da cidade (Prefeitura Municipal de Indaiatuba, 2020). Indaiatuba também corresponde à 1ª cidade regulada pela Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (ARES PCJ) a possuir tarifa de água de reuso, essa no valor de R\$ 3,55 por m³ (SAAE, 2020).

No município de Atibaia, especificamente na ETE Estoril, realiza-se a reutilização da água proveniente do tratamento do esgoto em sua própria unidade desde março de 2020, segundo informações do Portal de Tratamento de Água. A empresa Atibaia Saneamento, parte do Grupo Iguá Saneamento, responsável pela ETE Estoril e pela ETE Caetetuba, retira, em conjunto com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), mais de 50 toneladas mensais de lodo da estação, os quais são dispostos em leitos de secagem,

preparados e encaminhados para compostagem no município de Jundiaí (Portal Saneamento Básico, 2021; ATIBAIA.COM.BR, 2022).

Em novembro de 2019 foi inaugurada em Nova Odessa a primeira Usina de Compostagem de Lodo da Região Metropolitana de Campinas. A Usina está localizada na ETE Quilombo e possui a capacidade de produzir 160 toneladas de fertilizante orgânico por mês (Portal Saneamento Básico, 2019). Já o município de Campinas contou com a inauguração da Usina Verde em novembro de 2020, responsável pela compostagem do lodo gerado na cidade. O espaço é resultado da parceria entre o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Secretaria Municipal de Serviços Públicos, a Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento (SANASA) e a CEASA Campinas (Centrais de Abastecimento de Campinas), recebendo cerca de 100 toneladas diárias que, compostadas junto a restos de frutas e verduras da CEASA, rendem aproximadamente 30 toneladas do adubo orgânico (Prefeitura Municipal de Campinas, 2021).

A cidade de Jundiaí tornou-se referência em compostagem de lodo em parceria com a empresa TERA Ambiental LTDA., sendo responsável pelo tratamento de todo o lodo produzido pelas 3 ETEs presentes em Jundiaí, e por cidades próximas, como Atibaia - como citado anteriormente, e Várzea Paulista - que efetua secagem do lodo e o transporta para Jundiaí (SANEX, 2016). Em operação há 22 anos (desde 2002), processa 90.000 toneladas de lodo anualmente (TERA Ambiental, 2023) e possui importantes certificações como a NBR ISO 14.001:2015 (significando que atende à legislação vigente e mitiga os impactos ambientais gerados pelas atividades) e a Certificação IBD, sendo a primeira empresa do Brasil com o selo IBD para Qualidade Certificada da Reciclagem de Efluente (CSJ, 2019).

No ano de 2022, a cidade de Rio Claro obteve um índice de mais de 43 milhões de litros de esgoto tratados por dia, representado pela operação de suas 9 unidades de tratamento de esgoto, sendo 4 na área urbana (ETE Jardim Novo, ETE Conduta, ETE Flores e ETE Palmeiras) e outras 5 nos distritos municipais (ETE Ajapi, ETE Batovi, ETE Ferraz, ETE Assistência Baixa e ETE Assistência Alta) (Portal da Cidade, 2022). Isso representa o equivalente à produção de mais de 200 toneladas de lodo por mês, dos quais, a partir de uma parceria firmada entre a BRK Ambiental e a Empresa Tera Ambiental, 40% é destinado para compostagem em Jundiaí/SP, e os 60% restantes encaminhamos para o aterro municipal (BRK Ambiental, 2018). Em conjunto com a cidade de Rio Claro, mais 4 cidades encaminham o lodo para compostagem no município de Jundiaí, estas localizadas no entorno no município. As cidades de Cabreúva (ETE Cabreúva e ETE

Jacaré), Campo Limpo Paulista (sistema integrado com Várzea Paulista), Itatiba (ETE Itatiba e ETE Villagio Paradiso), e Itupeva (ETE Nica Preta e ETE Rio das Pedras) compõem um consórcio estabelecido para que todo o lodo gerado nessas cidades seja encaminhado para compostagem.

Outras 5 cidades das Bacias PCJ possuem Estações de Tratamento de Esgoto que utilizam a água de reuso dentro de suas unidades, sendo elas Limeira/SP, Mogi Mirim/SP, Piracicaba/SP, Santa Bárbara D'Oeste/SP e Vinhedo/SP. Piracicaba/SP, que conta atualmente com 26 ETEs em operação, realiza o reuso de água em suas 6 maiores unidades (ETE Piracicamirim, ETE Capim Fino, ETE Tupi, ETE Ponte do Caixão, ETE Bela Vista e ETE Ártemis), sendo as 3 últimas citadas estações que contam com o sistema de reuso desde o projeto. A água é utilizada na lavagem de pátios, de ruas e na irrigação de áreas verdes da cidade (Prefeitura Municipal de Piracicaba, 2015). Na cidade de Limeira/SP, a ETE Águas da Serra utiliza a água de reuso proveniente do tratamento de esgoto para lavagem da peneira, quebra de espuma do UASB, câmara de *stripping*, lavagem da centrífuga e irrigação (Prefeitura de Limeira, 2013).

Piracicaba, em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP) e a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), realiza não somente a secagem do lodo, como também sua compostagem, encaminhando o produto resultante para o Viveiro Municipal administrado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, contribuindo para a produção de mudas de árvores características da região e a arborização urbana (MIRANTE, 2022).

Em Santa Bárbara D'Oeste/SP, a ETE Toledos II é pioneira na cidade no que se refere ao recebimento desse tipo de tecnologia. Possuindo uma capacidade de operação de 164 L/s, a água passa por desinfecção e é utilizada em diversos pontos da estação (DAE, 2022). Em Mogi Mirim, a ETE Mogi Mirim, com capacidade máxima de tratamento para 225 L/s, utiliza somente água de reuso para a manutenção das atividades em suas instalações (SESAMM, 2023). Por último, tem-se a ETE Capivari, localizada no município de Vinhedo/SP, com capacidade de tratar 115m³ de efluente por hora e que utiliza a água de reuso em atividades de manutenção de sua unidade. A Estação vem passando por melhorias recentes e em breve poderá fornecer água de reuso para as indústrias da cidade, segundo a Empresa de Saneamento Básico de Vinhedo (Sanebavi). Esses e os demais dados foram descritos na Tabela 2 e representados graficamente na Figura 2.

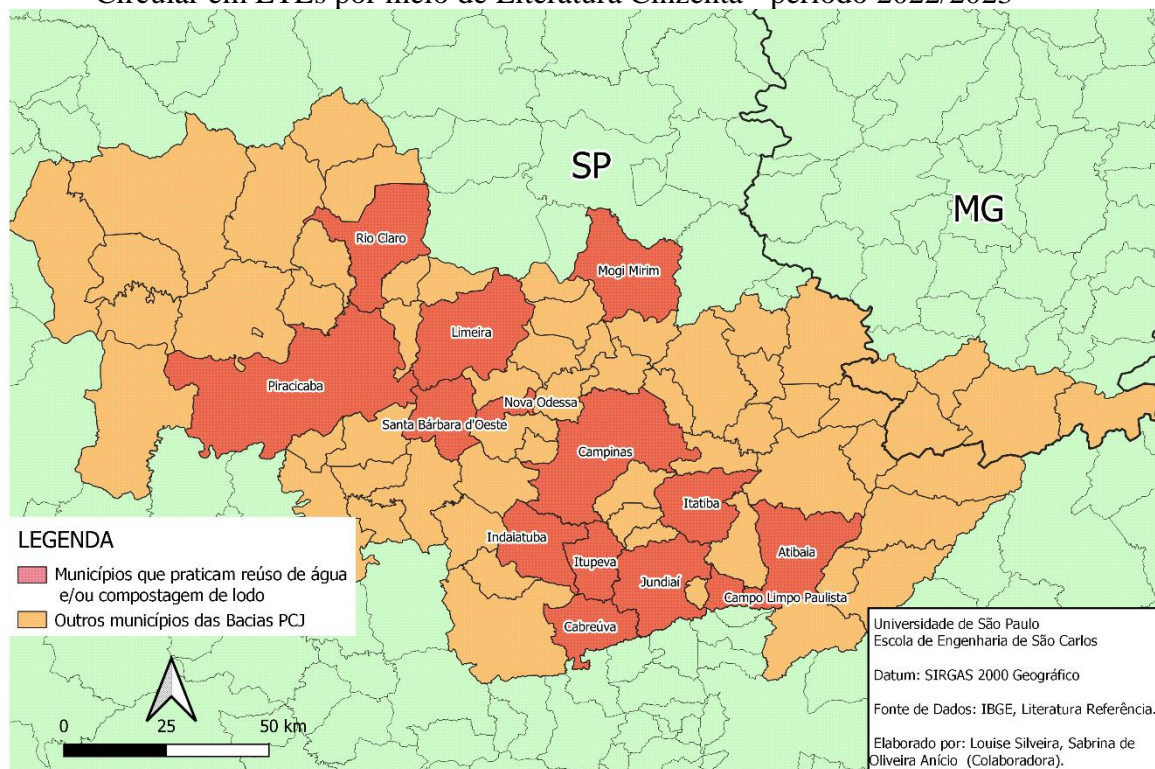
Tabela 2: Resultados obtidos por meio da literatura cinzenta

Municípios	Número de unidades	
	Reuso de Água ou Produção de Água de reuso ¹	Usina de Compostagem do Lodo ou Preparação ²
Atibaia	1	2 ²
Cabreúva	-	2 ²
Campinas	2 ¹	1
Campo Limpo Paulista	-	1 ²
Indaiatuba	1 ¹	-
Itatiba	-	2 ²
Itupeva	-	2 ²
Jundiaí	-	1
Limeira	1	-
Mogi Mirim	1	-
Nova Odessa	-	1
Piracicaba	6	1
Rio Claro	-	9 ²
Santa Bárbara D'Oeste	1	-
Várzea Paulista	-	1 ²
Vinhedo	1	-

¹Estação de Produção de Água de reuso (EPAR); ²Realiza a preparação do lodo para compostagem (secagem).

Fonte: Autora, 2024.

Figura 2: Municípios das Bacias PCJ em que foram identificadas práticas de Economia Circular em ETEs por meio de Literatura Cinzenta - período 2022/2023



Fonte: Elaborado no software QGIS pela Autora (2024).

Com base nos dados apresentados na primeira etapa do projeto (ANÍCIO et al., 2022), é possível visualizar o aumento no número de municípios em que há aderência a práticas de circularidade, seja pelo investimento por parte do setor público e privado, seja pela melhor divulgação de práticas já consolidadas há alguns anos por essas unidades.

4.3.2. Resultados dos Formulários 1 e 2

As respostas ao Formulário 1 foram recebidas a partir do mês 06/2022, totalizando 37 respostas, e para o formulário 2 a partir do mês 01/2023, cujos dados relativos ao tipo de resíduo inserido no contexto da economia circular estão apresentados na Tabela 2. A quantidade de respostas obtidas não representa um número expressivo quando comparado ao número de ETEs presentes nas Bacias PCJ; entretanto, condizem com os dados apresentados na Literatura Cinzenta. As questões foram apresentadas como sendo de caráter não obrigatório, e por esse motivo constam apenas 13 formulários respondidos completamente.

A unidade localizada em Vinhedo/SP (ETE Capivari) faz uso da água de reúso nas atividades de manutenção realizadas na própria estação de tratamento de esgoto, e o excedente é utilizado nos jardins da cidade. As 3 unidades localizadas em Jundiáí (ETE

Fernandes, ETE Jundiaí e ETE São José) realizam a utilização da água de reuso proveniente do tratamento em suas instalações para lavagem de pátio, jardins e máquinas. Na unidade de Nova Odessa (ETE Quilombo) tem-se o reuso de água para limpeza das peneiras. No caso de Jundiaí e Nova Odessa, é feita a compostagem do lodo, representando um volume de 5000 ton/dia de lodo encaminhado para compostagem em Jundiaí e 118 ton/dia na cidade de Nova Odessa. A Usina de Nova Odessa foi inaugurada para testes em 2019 com capacidade reduzida, e em junho de 2024 foi oficialmente inaugurada para a produção de fertilizantes a partir do lodo (Prefeitura de Nova Odesa, 2024). No município de Jaguariúna, do lodo que é gerado a partir do tratamento de esgoto na ETE Camanducaia e na ETE Vila Primavera, 40% são encaminhados para compostagem em Campinas e os demais 60% são encaminhados para o Aterro Sanitário.

As unidades de Campinas (todas as ETEs do município) encaminham o lodo para compostagem, devido à grande disponibilidade do recurso, caracterizado pela produção diária de 100 toneladas. Campinas também conta com a atuação de ETEs compactas espalhadas pelo município (ETE Abaete, ETE Taubaté, ETE São Luís, ETE Parque das Constelações, ETE Eldorado, ETE Bandeirantes e ETE Icaraí), que realizam até o tratamento terciário do esgoto, atingindo aproximadamente 90% de eficácia no tratamento (ASSEMAE, 2015) e tem o lodo encaminhado para compostagem, sendo a água tratada direcionada para os rios que compõem as sub-bacias do município. Os dados referentes à destinação do lodo aqui apresentadas, representam as informações obtidas a partir de 6 respostas, obtendo-se assim a partir das outras 7 respostas, que este subproduto é encaminhado para o aterro sanitário. Os dados obtidos podem ser observados na Tabela 3 e graficamente representado na Figura 3. Na Figura 4 estão representados os municípios que responderam os formulários.

Tabela 3: Resultados obtidos por meio do Formulário 1 e 2 – Período 2022/2023

Municípios	Número de unidades	
	Reuso de Água ou Produção de Água de reuso ¹	Compostagem do Lodo ou Preparação ²
Campinas	2	1
Jundiaí	3	3
Jaguariúna	-	2
Nova Odessa	1	1
Vinhedo	1	-

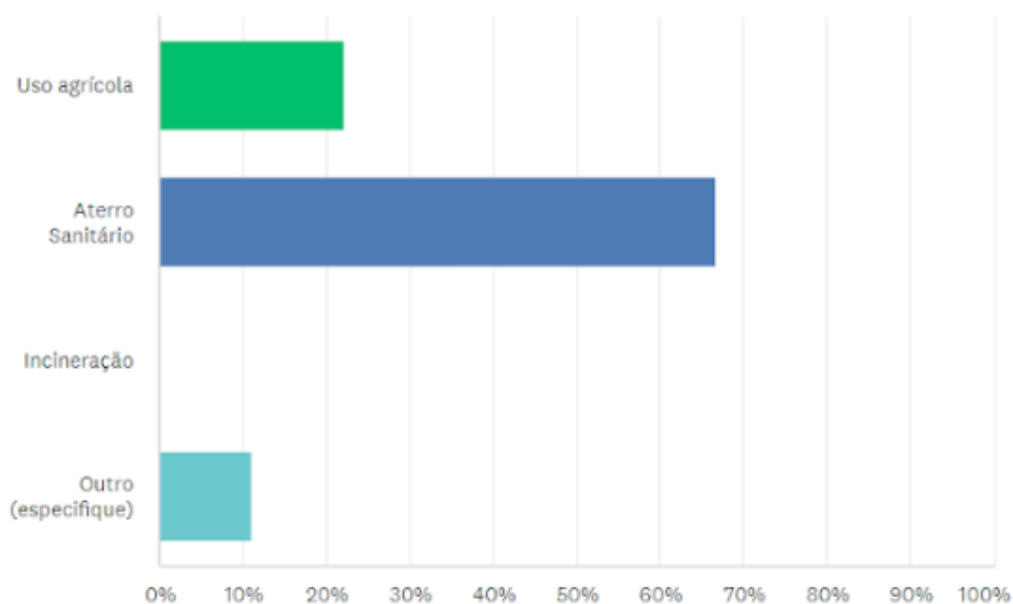
¹Estação de Produção de Água de reuso (EPAR); ²Realiza a preparação do lodo para compostagem (secagem). Fonte: Autora, 2024.

Figura 3: Destinação do lodo representado graficamente

L2. Se sim, qual o destino?

Responderam: 9

Ignoraram: 23



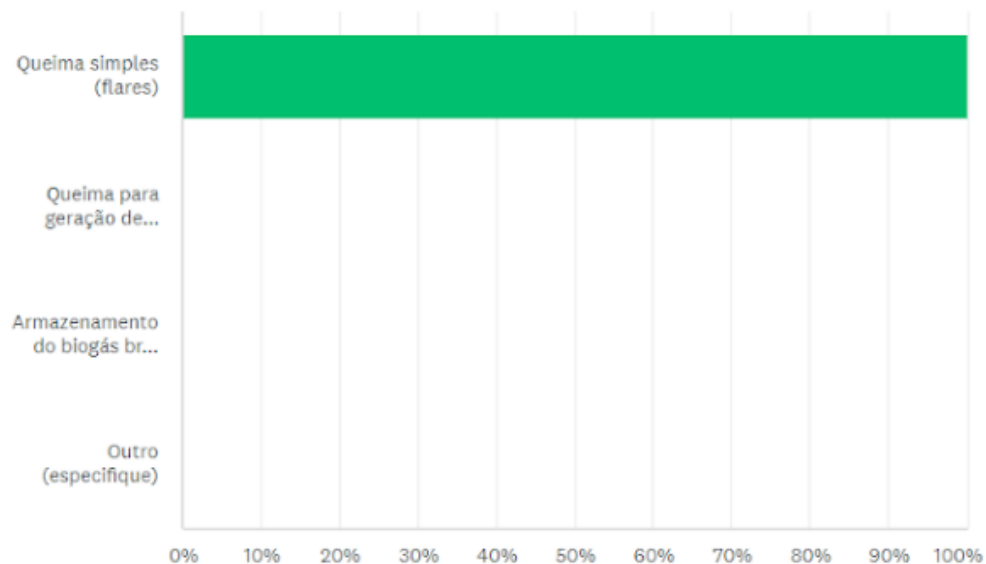
Fonte: Autora, 2024

As demais unidades citadas estão localizadas nas cidades de Campinas (sem menção do nome da unidade) e Vinhedo (ETE Pinheirinho), onde realizam o reuso de água também dentro de suas próprias unidades para lavagem de alguns equipamentos e algumas operações. No que se refere ao biogás proveniente dos processos anaeróbios de digestão do lodo, como visto na Figura 3, nas unidades nas quais ele é obtido como subproduto, é realizada a queima simples (flares), diminuindo seu potencial poluidor. As cidades nas quais isso ocorre são: Campinas (1 unidade); Louveira (2 unidades); e Nova Odessa (1 unidade).

Figura 4: Destinação do biogás representado graficamente

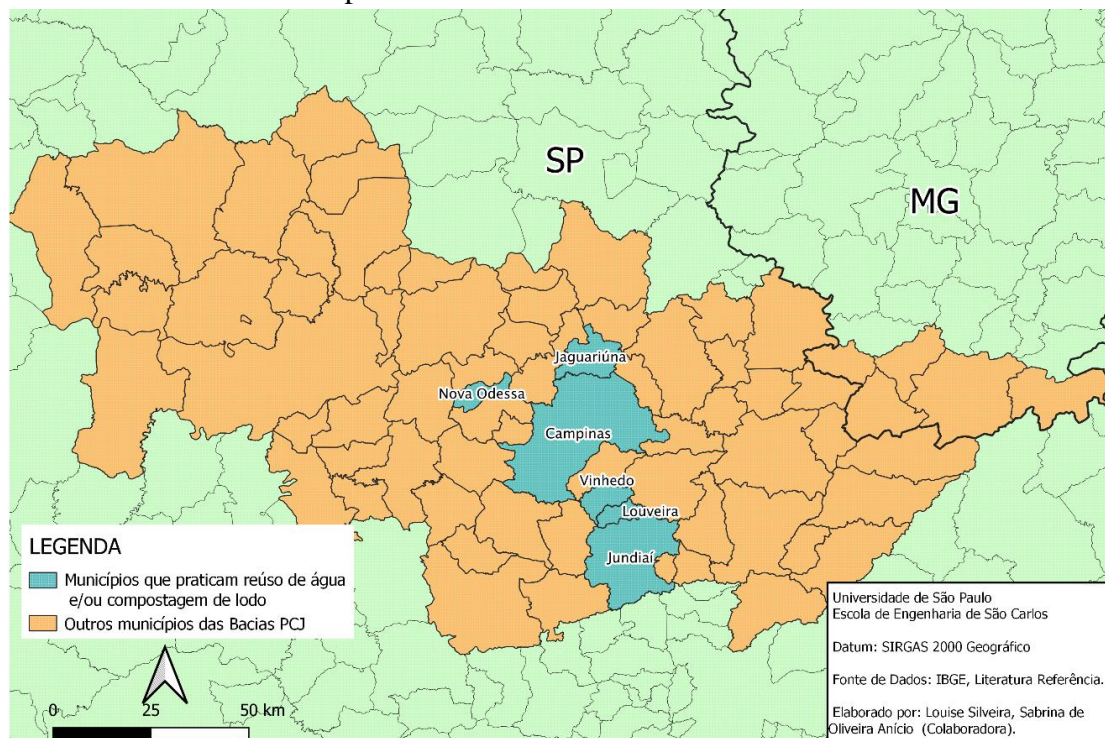
B2. Você tem conhecimento sobre a destinação desse recurso?

Responderam: 4 Ignoraram: 28



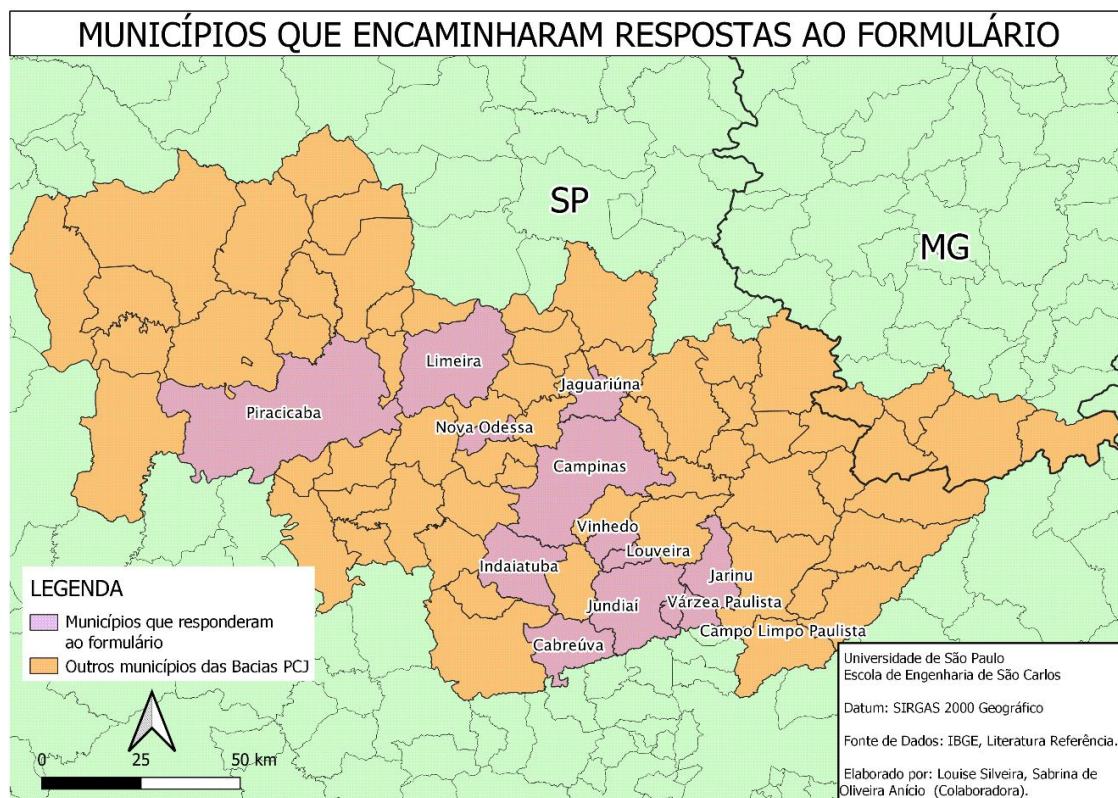
Fonte: Autora, 2024

Figura 5: Municípios das Bacias PCJ em que foram identificadas práticas de Economia Circular em ETes por meio do Formulário 1 e 2 - Período 2022/2023



Fonte: Elaborado no software QGIS pela Autora (2024).

Figura 6: Municípios que encaminharam respostas ao Formulário 1 e 2

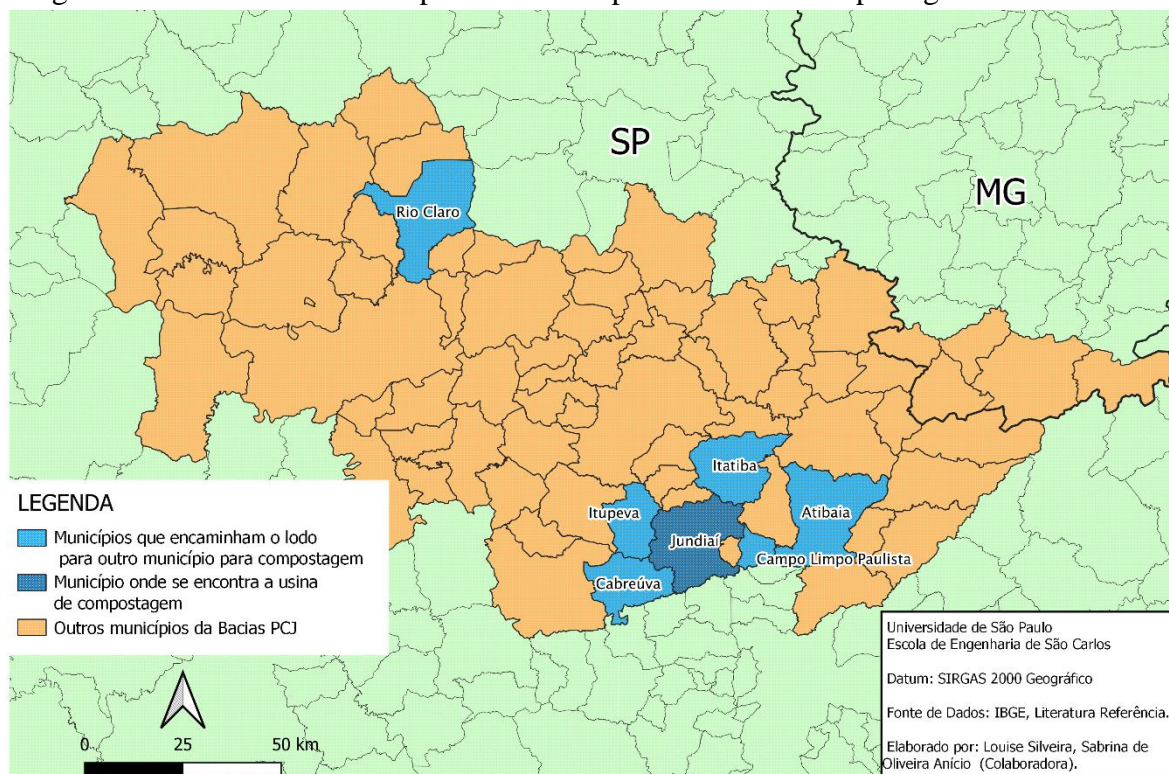


O mapa engloba as cidades de Cabreúva, Campinas, Campo Limpos Paulista, Indaiatuba, Jaguariúna, Jarinu, Jundiá, Limeira, Louveira, Nova Odessa, Piracicaba, Várzea Paulista e Vinhedo. Fonte: Elaborado no software QGIS pela Autora (2024).

Desse modo, tem-se na Figura 5 a compilação dos dados obtidos por meio de ambas as frentes de pesquisa (*Survey* e literatura cinzenta), salientando a distribuição desses municípios dentro das delimitações das Bacias PCJ.

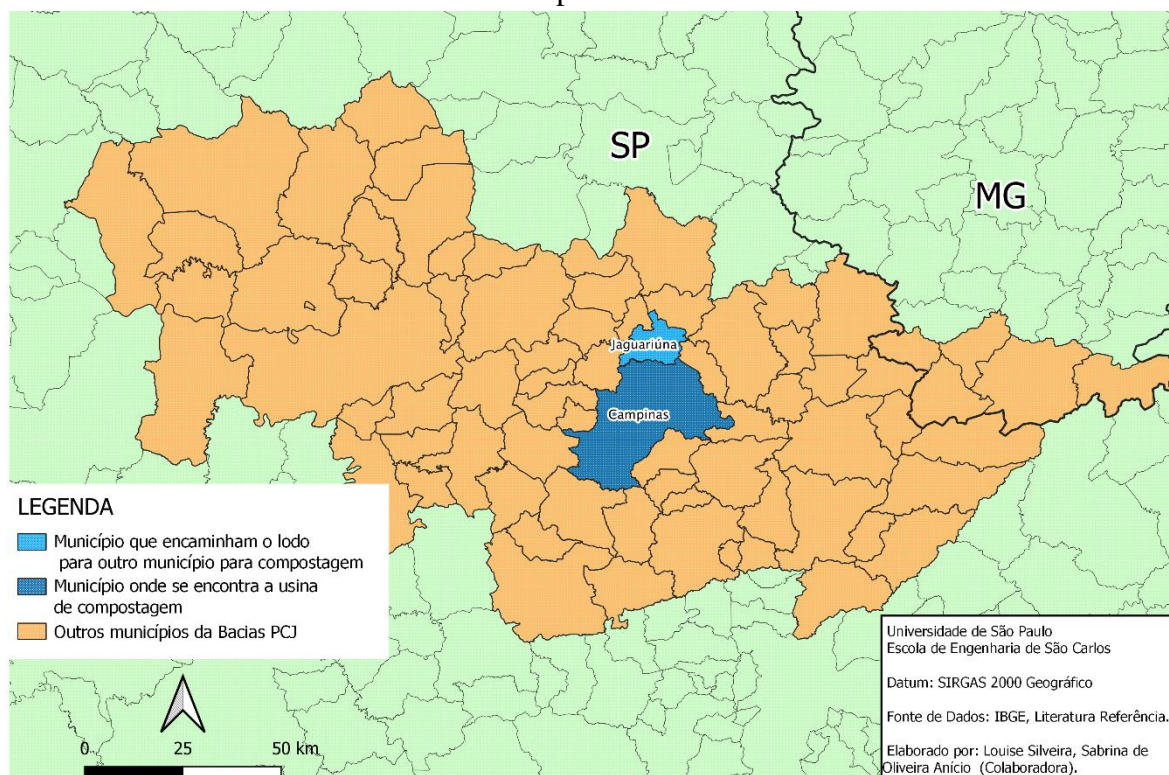
como constatado pela pesquisa via formulário e literatura cinzenta, servindo como modelo de gestão de resíduos para parcerias futuras. Conjuntamente, destaca-se também o consórcio entre o município de Campinas (unidade que recebe os resíduos) e o município de Jaguariúna, que possui a ETE Camanducaia projetada para 98 L/s e opera com 105L/s e ETE Vila Primavera projetada para 8,20 L/s e opera com 4,18L/s (informação coletada através do formulário), onde 60% de todo o lodo gerado é encaminhado para Campinas para compostagem, e os outros 40% são encaminhados para o aterro sanitário. Para os demais municípios listados no Quadro 1 como pertencentes à macrorregião de Campinas, não foi possível localizar informações sobre a destinação do resíduo para o município de Campinas. A distribuição dos municípios pode ser verificada como segue nas Figuras 6 e 7.

Figura 8: Consórcio de Municípios atendidos pela Usina de Compostagem em Jundiá



Fonte: Elaborado no software QGIS pela Autora (2024).

Figura 9: Consórcio de Municípios atendidos pela Usina de Compostagem em Campinas



Fonte: Elaborado no software QGIS pela Autora (2024).

Na esfera da aprendizagem acadêmica, os tópicos ministrados durante o terceiro, quarto e quinto anos do currículo do curso de Engenharia Ambiental na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo abordam os princípios subjacentes à implementação das tecnologias que sustentam a economia circular. Dado que esta região tem experimentado um notável crescimento econômico nos últimos anos e continua a fazê-lo, as cidades nas Bacias PCJ apresentam uma alta demanda por recursos hídricos e outros recursos naturais, destacando a necessidade de medidas mitigadoras para suprir essa escassez e ressaltar a urgência na implementação dessas ações. Uma das responsabilidades do futuro engenheiro ambiental é, em parte, disseminar essas

tecnologias e, se possível, tornar sua aplicação mais prática, funcional e economicamente viável, a fim de torná-las mais atrativas para os setores público e privado.

5. OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2022 A MARÇO DE 2023

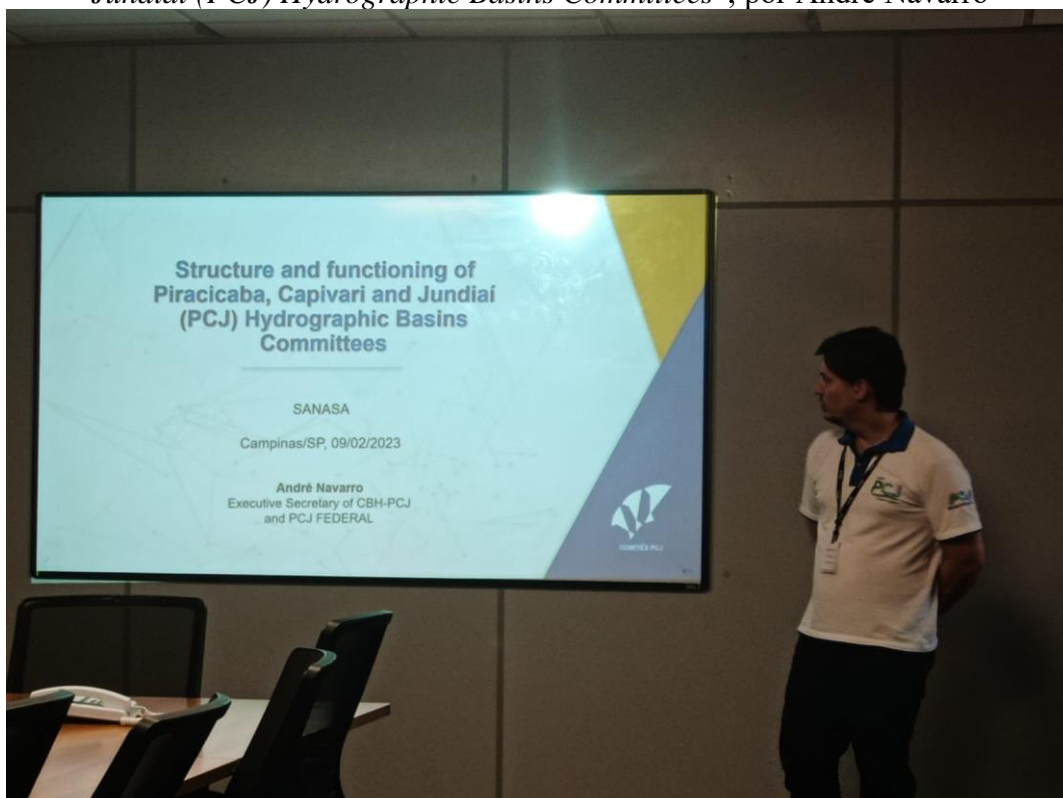
5.1. Evento DOW CRIE

O evento *Closing First Wave of CRIE Program* foi realizado no dia 12 de setembro de 2022, contando com a apresentação dos trabalhos que constituem a primeira turma do Programa Dow CRIE oferecido pela DOW Química Brasil. O programa Dow CRIE (Ciência, Representatividade, Inclusão e Experiência) é um programa de bolsas de iniciação científica patrocinado pela Dow Brasil Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda. O programa é destinado a alunos autodeclarados pretos e pardos que ingressam em cursos como Química, Engenharia Química, Engenharia Física, Farmácia, entre outros. Trazendo trabalhos nas mais diversas áreas de conhecimento, o evento proporcionou a alunos, mentores, orientadores e aos demais colaboradores DOW que fazem parte da estruturação e organização do Projeto, a proximidade com as pesquisas realizadas no período de 2021/2023, assim como a apresentação dos resultados obtidos, demonstrando a importância do incentivo à pesquisa e disseminação dos conhecimentos e resultados alcançados.

5.2. Visitas Técnicas: SANASA e Usina Verde (Campinas-SP)

Realizada no dia 9 de fevereiro de 2023, a visita técnica às dependências da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento (SANASA) em Campinas (SP) contou com a participação de corpo docente da USP, PUC-Campinas e de Universidades localizadas no Reino Unido (*University of Surrey*) e Estados Unidos (*North Carolina State University*), além de membros da SANASA e da Agência Reguladora das Bacias PCJ (Ares-PCJ). A fase inicial da visita foi composta por um ciclo de palestras, oferecidas pelo corpo docente e técnico presente, com o intuito de apresentar o trabalho realizado em outros países e no Brasil, que possuem como foco tornar a universalização do acesso ao saneamento básico uma realidade. Nas Figuras 8 e 9, tem-se a apresentação de André Navarro, Secretário Executivo da ARES-PCJ, como também a apresentação do Prof. Dr. Jonathan Chenoweth da Universidade de Surrey (Reino Unido).

Figura 10: Apresentação “*Structure and functioning of Piracicaba, Capivari and Jundiá (PCJ) Hydrographic Basins Committees*”, por André Navarro



Fonte: A autoria própria (2023).

Figura 11: Apresentação sobre as pesquisas desenvolvidas na Universidade de Surrey no contexto do WaSH, por Jonathan Chenoweth



Fonte: A autoria própria (2023).

A segunda parte foi composta por uma visita às instalações da Usina Verde (Campinas-SP), responsável pela compostagem de todo o lodo proveniente das Estações de Tratamento de Esgoto de Campinas (SP) e produção de adubo orgânico. O produto recebeu recentemente certificação do Ministério da Agricultura para comercialização de tudo que é produzido, mas ainda encontra-se em fase de regularização para o comércio. A área da Usina representa um espaço de 17 hectares dentro da Fazenda Santa Eliza, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), onde também fica a sede da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, responsável pela produção (Prefeitura Municipal de Campinas, 2022).

Nas Figuras 12, 13 e 14, têm-se retratadas algumas partes do processo e o produto final obtido, pronto para utilização. O adubo obtido é utilizado para a manutenção de espaços verdes da cidade de Campinas sob responsabilidade da Prefeitura Municipal, o cultivo de mudas e plantas no Viveiro Municipal de Campinas, bem como uma plantação de grãos, como soja, nas dependências da Fazenda Santa Eliza.

Figura 12: Usina Verde (Campinas) – Pátio de compostagem de lodo de esgoto



Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 13: Usina Verde (Campinas) – Área de Recepção de Visitantes e Exibição de Amostras do Processo



Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 14: Composto Orgânico produzido a partir do lodo de esgoto



Fonte: Autoria própria, 2023.

5.3. Publicações

O projeto em seu primeiro ano foi parte de um trabalho apresentado no IV SUSTENTARE e VII WIPIS: Workshop Internacional de Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos. O trabalho, publicado nos anais, também foi selecionado para fast-track e, posteriormente, publicado na Revista Risus - Revista de Inovação e Sustentabilidade. No mesmo período, foi divulgado e apresentado na 30ª Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP.

Por fim, o trabalho também fez parte de um artigo publicado na edição de número 29 do Boletim Regional, Urbano e Ambiental (BRUA), elaborado pela Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (DIRUR), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Segue a lista das publicações:

- **Artigo:** ECONOMIA CIRCULAR EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS: MAPEAMENTO NA LITERATURA CIENTÍFICA, INVESTIGAÇÃO NO CONTEXTO DAS BACIAS PCJ E FERRAMENTA DE TOMADA DE DECISÃO
Evento (apresentação e publicação nos anais): IV SUSTENTARE e VII WIPIS: Workshop Internacional de Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
Link: https://www.even3.com.br/anais/sustentare_wipis_2022/584609-economia-circular-em-estacoes-de-tratamento-de-esgotos--mapeamento-na-literatura-cientifica-investigacao-no-cont/
- **Artigo:** ECONOMIA CIRCULAR EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS: MAPEAMENTO NA LITERATURA CIENTÍFICA, INVESTIGAÇÃO NO CONTEXTO DAS BACIAS PCJ E FERRAMENTA DE TOMADA DE DECISÃO
Revista (após seleção para fast track no IV SUSTENTARE e VII WIPIS): IV SUSTENTARE e VII WIPIS: RISUS - Journal on Innovation and Sustainability
Link: <https://revistas.pucsp.br/index.php/risus/article/view/60101>
- **Artigo:** ESTUDO E MAPEAMENTO DE PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NAS BACIAS PCJ
Evento: 30º Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP – SIICUSP
- **Artigo:** SITUAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR A PARTIR DO NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL
Publicação: Número 29 do Boletim Regional, Urbano e Ambiental (BRUA)
Link: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12175/1/BRUA_29_Artigo_5_situacao_da_Economia_circular_a_partir_do_marco_legal.pdf

5.4. Programa DOW CRIE

A participação por dois anos consecutivos no Programa Dow CRIE, que teve seu primeiro edital no ano de 2021, contribuiu de forma pontual no desenvolvimento de soft skills e formação profissional. Pude trabalhar com temas como liderança, gestão de tempo, influência de pessoas, oratória e principalmente me preparar para processos seletivos voltados à inserção no mercado de trabalho. Ao longo de dois anos, tive a oportunidade de ser mentorada por dois excelentes profissionais da indústria química e deixo aqui meus mais sinceros agradecimentos ao Rodolfo Di Nápoli Nogueira e ao Fernando Martins, que compartilharam não só ensinamentos, mas suas histórias de vida e trajetórias profissionais, e fizeram com que essa experiência abrangesse todos os aspectos propostos pelo Programa.

6. CONCLUSÕES

Ao se traçar um paralelo, entre os anos onde são evidenciadas as primeiras mudanças no modelo econômico (de linear para circular) dentro do setor de saneamento básico nas Bacias PCJ, tem-se um aumento significativo nas atividades mapeadas, significando uma maior difusão dessas práticas entre as Bacias. Pode-se ressaltar que algumas práticas são mais antigas do que o período em que foram divulgadas, dada a relevância da notícia ou relatório, em trazer consigo informações que respaldem a adoção dessas aplicações no setor e orientem para a sua difusão no meio. A dificuldade na obtenção de dados a partir do método *Survey* se manteve durante todo o período de divulgação dos formulários, sendo agravada por períodos de férias de muitos setores no início de cada ano.

A adoção de práticas sustentáveis em um conjunto de municípios (próximos ou não), ou ainda nas Bacias PCJ como um todo, demonstra-se eficaz e algo a ser replicado para demais macrorregiões que a compõem. Representadas aqui pelos consórcios efetivados com os municípios que possuem Usinas de Compostagem bem consolidadas, como Campinas e Jundiaí, tais práticas estão no Plano das Bacias PCJ para o período 2020 – 2035 e contribuem para a melhoria da qualidade ambiental. O principal obstáculo reside em transformar em rentável um mercado de subprodutos que já demonstraram ser eficazes em suas funções, porém, ainda são percebidos como resíduos descartáveis e não

tão promissores quanto os produtos principais, como no caso da água. Além disso, a percepção limitada do valor de subprodutos, desafios logísticos, falta de dados detalhados, restrições financeiras e culturais dificultam a expansão dessas práticas. O estudo reconhece que, apesar dos avanços nas práticas circulares nas Bacias do PCJ, ainda há desafios significativos para a ampliação dessas iniciativas, destacando a importância de esforços integrados entre governos, empresas e comunidades.

As atividades realizadas durante o período de vigência da pesquisa foram muito proveitosas, no sentido de realizar a divulgação dos resultados obtidos, bem como o compartilhamento de experiências entre demais pesquisadores envolvidos com o tema, ou temas adjacentes. A atual formação em Engenharia Ambiental oferecida pela Escola de Engenharia de São Carlos, pela Universidade de São Paulo contempla o currículo esperado para aquele que deseja se inserir na indústria de saneamento e gestão de resíduos, permitindo a compreensão dos inúmeros conceitos que se aplicam à presente abordagem, assim como as variáveis econômicas, ambientais e sociais que envolvem a economia circular.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí: Relatório Síntese**. São Paulo, 2018.

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Comitês Pcj Investem Mais De R\$ 11,5 Milhões Em Tratamento De Esgoto E Combate Às Perdas De Água**. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/2021/12/22/comites-pcj-investem-mais-de-r-115-milhoes-em-tratamento-de-esgoto-e-combate-as-perdas-de-agua/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH). **Atlas Brasil de Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília, 2017.

ALAMINO, R. de C. J.. **A utilização de lodo de esgoto como alternativa sustentável na recuperação de solos degradados**. Viabilidade, avaliação e biodisponibilidade de metais. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.

ANDREOLI, C. V., TAMANIN, C. R., HOLSBACH, B., PEGORINI, E. S., NEVES, P. S. Uso de lodo de esgoto na produção de substrato vegetal. In: **biossólidos - alternativas de uso de resíduos do saneamento**. Rio de Janeiro: Editora ABES 2006.

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (Org.). **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG; Curitiba: SANEPAR, 484 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 6). 2001.

ANÍCIO, Sabrina de Oliveira; SALAZAR, Brenda Franciss Córdor; FERRAZ, João Alexandro; SILVEIRA, Louise; DICTORO, Vinicius Perez; FABRICIO MALHEIROS, Tadeu. **Economia circular em estações de tratamento de esgotos: mapeamento na literatura científica, investigação no contexto das bacias PCJ e ferramenta de tomada de decisão**. Journal on Innovation and Sustainability RISUS, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 83–102, 2022. DOI: 10.23925/2179-3565.2022v13i4p83-102. Acesso em: 28 de ago de 2024.

ANÍCIO, Sabrina de Oliveira. **Plataforma Digital de Tomada de Decisão para Economia Circular em Estações de Tratamento de Esgoto**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2024.

ANÍCIO, Sabrina de Oliveira; BEGA, João Miguel Mercês; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. **Reuso Direto Do Efluente Tratado Nas Etes Brasileiras: Uma Análise A Partir Da Pnsb De 2017**. In: Anais do Terceiro Sustentare e Sexto Wipis. Anais...São Carlos (SP) PUC-Campinas/EESC-USP, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/III_SUSTENTARE_VI_WIPIS/430998-reuso-DIRETO-DO-EFLUENTE-TRATADO-NAS-ETES-BRASILEIRAS--UMA-ANALISE-A-PARTIR-DA-PNSB-DE-2017>. Acesso em: 20 de jan de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001. Sistemas de gestão ambiental – especificação e diretrizes para uso. Acesso em: 01 de out de 2024.

Associação dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE). **Implantação de Estação de Tratamento de Esgoto Móvel para Sistemas Provisórios na Sanasa**. Disponível em: <https://trabalhosassemade.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/298/408/t408t2e1a2015.pdf>. Acesso em: mai de 2023.

ATIBAIA.COM.BR. **Atibaia Saneamento recebe certificação por reciclagem do lodo de esgoto**. Disponível em: <https://www.atibaiasp.com.br/noticias/meio-ambiente/atibaia-saneamento-recebe-certificacao-por-reciclagem-do-lodo-de-esgoto/>. Acesso em: 27/03/2023.

BRASIL. (2010) Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, p. 3. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm . Acesso em: 11 de maio de 2021.

BRK AMBIENTAL. **SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL - Lodo do esgoto de Rio Claro vira adubo orgânico**. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br/rio-claro/solucao-sustentavel-lodo-do-esgoto-de-rio-claro-vira-adubo-organico-2>. Acesso em: 28/03/2023.

COELHO, S. T., LOUREIRO, D., ALEGRE,H.. **Modelação e Análise de Sistemas de Abastecimento de Água**. Disponível em: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/ersar_modelacao_e_analise_de_sistemas_de_abastecimento_de_agua_2006.pdf.

Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Economia Circular: Oportunidades e Desafios Para a Indústria Brasileira**. Brasília, 2018.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Folder EPAR Capivari II**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp->

content/uploads/sites/33/2018/08/Folder-EPAR-Capivari-II.pdf. Acesso em: 14 de maio de 2021.

Companhia de Saneamento de Jundiaí (CSJ). Disponível em: <https://saneamento.com.br/certificacoes/>. 2019. Acesso em: maio de 2022.

COMPANHIA MIRANTE. “**Mirante atua em conformidade com a Política nacional de Resíduos Sólidos**”. Disponível em: <https://www.miranteppp.com.br/mirante-atua-em-conformidade-com-a-politica-nacional-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 15 de mai 2023.

CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035 - Relatório Síntese**. Piracicaba, 2020.

Departamento de Água e Esgoto Santa Bárbara d'Oeste (DAE). Disponível em: <https://daesbo.sp.gov.br/public/ete>. Acesso em: abril de 2022.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Circular economy: definition, importance and benefits**. Disponível em : <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicao-importancia-e-beneficios>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

GAZETA DE SÃO PAULO. **Governo Paulista Entrega Estação De Tratamento De Esgotos De Cordeirópolis**. Disponível em: <https://www.gazetasp.com.br/estado/2020/06/1070331-governo-paulista-entrega-estacao-de-tratamento-de-esgotos-de-cordeiropolis.html>. Acesso em: 12 de jan. 2022.

GIL, A. C.. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed.; São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008.

GL'99 Conference Program. **Fourth International Conference on Grey Literature: New Frontiers in Grey Literature**. GreyNet, Grey Literature Network Service. Washington D.C. USA, 4-5 October 1999.

KISELEV, A.; MAGARIL, E.; MAGARIL, R.; PANEPINTO, D.; RAVINA, M.; ZANETTI, M. C.. **Towards Circular Economy: Evaluation of Sewage Sludge Biogas Solutions**. Rússia, 2019.

MALTA, T. S. **Aplicação de lodos de estações de tratamento de esgotos na agricultura: estudo do caso do município de Rio das Ostras – RJ**, Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2001

MINISTÉRIO DA CIDADES; DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GMBH . **Guia do Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto**. Brasília, 2015.

Portal da Cidade - Rio Claro. **Mais de 43 milhões de litros de esgoto são tratados por dia em Rio Claro**. Disponível em: <https://rioclaro.portaldacidade.com/noticias/cidade/mais-de-43-milhoes-de-litros-de-esgoto-sao-tratados-por-dia-em-rio-claro-2635>. Acesso em: 20/03/2023.

Portal de Tratamento de Água. **“Atibaia Saneamento/SP adota Medida Sustentável com a Reciclagem do Efluente Tratado”**. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/atibaia-saneamento-sp-reciclagem-efluente/>. Acesso em: mar de 2022.

Portal Saneamento Básico. **“Reutilização do lodo gerado na ETE Estoril em Atibaia/SP, reduz a sobrecarga em aterro sanitário”**. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/outros/meio-ambiente/reutilizacao-lodo-atibaia-aterro-sanitario/>. Acesso em: mar de 2022.

Portal Saneamento Básico. **“Usina de compostagem de lodo de Nova Odessa/SP se torna referência”**. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/outros/geral/usina-de-compostagem-lodo-nova-odessa/>. Acesso em: mar de 2022.

Prefeitura de Jundiaí. **“Em Jundiaí, lodo do esgoto vira adubo para a agricultura”**.

Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2017/07/19/em-jundiai-lodo-do-esgoto-vira-adubo-para-a-agricultura/>. Acesso em: fevereiro de 2022.

Prefeitura Municipal de Campinas. **“Prefeito recebe ministro em cerimônia na EPAR Boa Vista nesta sexta, 23”**. 2022. Disponível em: <https://portal.campinas.sp.gov.br/noticia/41284>. Acesso em: mar de 2022.

Prefeitura Municipal de Campinas. **“Usina Verde de Campinas está em fase final de montagem da estrutura”**. Disponível em: <https://portal.campinas.sp.gov.br/noticia/39634>. Acesso em: set de 2022.

Prefeitura Municipal de Campinas. **Adubo produzido pela Usina Verde é aprovado para ser comercializado**. Disponível em: <https://portal.campinas.sp.gov.br/noticia/45329>. Acesso em: 25 de mar. 2023.

Prefeitura Municipal de Indaiatuba. **“Indaiatuba é a primeira cidade do Estado de SP a regulamentar tarifa de água de reuso”**. Disponível em: <https://indaiatuba.sp.gov.br/relacoes-institucionais/imprensa/noticias/28239/>. Acesso em: abril de 2022.

Prefeitura Municipal de Piracicaba. **“Águas do Mirante implanta sistema de água de reuso em seis ETEs”**. 2015 Disponível em: <http://www.piracicaba.sp.gov.br/guas+do+mirante+implanta+sistema+de+agua+de+reuso+em+seis+etes.aspx>. Acesso em abril de 2022.

Prefeitura Municipal de Limeira. **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO LIMEIRA / SP**. Disponível em: <https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/downloads/7cb8194d80f40822eb644b8a41bb1cec.pdf>. Acesso em: 28/03/2023.

Prefeitura Municipal de Nova Odessa. **Nova Odessa inicia compostagem de lodo da ETE Quilombo e vai gerar até 95 ton de fertilizante por mês**. Disponível em: <https://novaodessa.sp.gov.br/noticias/meio-ambiente/nova-odessa-inicia-compostagem-de-lodo-da-ete-quilombo-e-vai-gerar-ate-95-ton-de-fertilizante-por-mes>. Acesso em: 20 de nov de 2024.

Prefeitura Municipal de Rio Claro. **Diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)**. Rio Claro, 2021. Disponível em: https://www2.rioclaro.sp.gov.br/ps/arquivos/2021/Parte_07_Diagnostico-Esgoto.pdf. Acesso em: 10 de abril de 2023

PROBIOGÁS. Viabilidade Técnico-econômica de Produção de Energia Elétrica em Etes a Partir do Biogás. Brasília, 2015.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (PCS). 2019. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br/inicial/home>. Acesso em: 12 jan. 2022.

Saneamento Básico de Vinhedo (Sanebavi). **“ETE Capivari trabalha com eficiência e qualidade”**. Disponível em: <https://www.sanebavi.com.br/2018/03/15/ete-capivari-trabalha-com-eficiencia-e-qualidade/>. Acesso em: abril de 2022.

Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). **“Utilização de Água de reuso Traz Benefícios Para a Indústria e o Meio Ambiente”**. Disponível em: <https://saae.sp.gov.br/template-noticias-gerais-401-2-3/>. Acesso em: abril de 2022.

Serviços de Saneamento de Mogi Mirim (SESAMM). Disponível em: <http://www.sesamm.com.br/>. Acesso em: 25 de mar de 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH). **Relatório De Situação Dos Recursos Hídricos 2021 (Ano Base 2020)**. <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PCJ/21391/relatorio-de-situacao-dos-recursos-hidricos-nas-bacias-pcj-2021-ano-base-2020.pdf>

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Brasília, 2019.

Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA). **Água de Reuso**. Disponível em: <https://www.sanasa.com.br/servico/aguaReuso.aspx?f=A>. Acesso em: 25 de nov de 2024.

Soluções Integradas de Saneamento e Meio Ambiente (Sanex). “**Unidade de Secagem de Lodos – Sabesp -Várzea Paulista**”. Disponível em: <https://www.sanexsolucoes.com.br/cases/unidade-de-secagem-de-lodos-sabesp-varzea-paulista/>. Acesso em: abril de 2022.

TERA Ambiental. “**Lodo de esgoto: de resíduo a fertilizante orgânico**”. 2019 Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/lodo-de-esgoto-residuo-a-fertilizante-organico>. Acesso em: fevereiro de 2022.

VON SPERLING, M.. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2ª ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.

ANEXO

ANEXO A

Relação de Estações de Tratamento de Esgoto das Bacias PCJ

Fonte: Atlas Esgotos, 2017

Código da ETE	Código IBGE do município	Nome de identificação da ETE	Ano de início da operação	Situação/funcionamento	Integrado/atende a outro(s) município(s)	Descrição dos tipos de processo de tratamento	Corpo Receptor dos efluentes da ETE - fonte: Cobacia da Rede Hidrográfica utilizada	Remoção de DBO(%)	Região Metropolitana onde se encontra a ETE
3500600_ETE_1	3500600	ETE Águas de São Pedro	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	Ribeirão Araquá	85.000.00 2	
3501608_ETE_1	3501608	ETE Carióba	0	Ativa	Não	Filtro Biológico + Decantação (TRICKING FILTER SYSTEM)		60.000.00 2	RM Campinas - SP
3501608_ETE_2	3501608	ETE Praia Azul	2009	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada - Valo de Oxidação/Sistema Carrossel	Rio Atibaia	85.000.00 2	RM Campinas - SP

3501905_ETE_1	3501905	ETE Piero Floravante	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada		75.999.999	
3502002_ETE_1	3502002	ETE Analândia	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		91.000.003	Aglomeração Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3502309_ETE_1	3502309	ETE Anhembi	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa Decantação/Facultativa + Disposição no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Escada de Aeração)		92.000.002	
3503307_ETE_1	3503307	ETE Araras - Sp	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lagoa Decantação/Facultativa/Maturação/Polimento		74.000.001	Aglomeração Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3503802_ETE_1	3503802	ETE Três Barras	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	Ribeirão Três Barras	85.000.002	
3503802_ETE_2	3503802	ETE Stocco	0	Em construção/ampliação	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	Córrego dos Pires	85.000.002	
3504107_ETE_1	3504107	ETE Cerejeiras	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		0.81	
3504107_ETE_2	3504107	ETE Estoril - Atibaia	2010	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados por Batelada	Rio Atibaia	89.999.998	

3504107_ETE_3	3504107	ETE Jardim das Palmeiras	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		94.999,99 9	
3507506_ETE_1	3507506	ETE Rubião Júnior - Parte 1	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação		0,94	
3507506_ETE_2	3507506	ETE Sede - Lageado	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados		82.999,99 8	
3507506_ETE_3	3507506	ETE Vitoriana	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000,00 1	
3507605_ETE_1	3507605	ETE Bragança Paulista	2017	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada	Rio Jaguari	89.999,99 8	
3507902_ETE_1	3507902	ETE Cidade	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		0,69	
3508405_ETE_1	3508405	ETE Cabreúva	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa Aerada		81.999,99 9	Aglomeración Urbana de Jundiá - SP
3508405_ETE_2	3508405	ETE Jacaré	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		94.999,99 9	Aglomeración Urbana de Jundiá - SP
3509452_ETE_1	3509452	ETE Campina do	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa		93.000,00 1	

		Monte Alegre							
3509502_ETE_1	3509502	ETE Abaeté	0	Ativa	Não	Primário Quimicamente Assistido (CEPT) + MBBR (Mídia livre + Mídia Fixa + Decantador)		89.999,99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 0	3509502	ETE Capivari I	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Câmara Anóxica + Filtro Aeróbio + Decantador		80.000,00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 1	3509502	ETE Capivari II (Epar)	0	Ativa	Não	Lodos Ativados com Remoção de Nutrientes + Membranas Filtrantes (Estação Produtora de Água para Reuso - EPAR)		99.000,00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 2	3509502	ETE Casas do Parque	0	Ativa	Não	Primário Quimicamente Assistido (CEPT) + MBBR (Mídia livre + Mídia Fixa + Decantador)		89.999,99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 3	3509502	ETE Ciatec	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia Aerada + Lagoa Facultativa Aerada		80.000,00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 4	3509502	ETE Eldorado	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000,00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 5	3509502	ETE Icarai - Campinas	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000,00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 6	3509502	ETE Mirassol - Campinas	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		83.999,99 7	RM Campinas - SP

3509502_ETE_1 7	3509502	ETE Nova América	0	Em construção/ampliação	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados + Filtração/Decantação/Flotação Quimicamente Assistidos		89.999,99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 8	3509502	ETE Ouro Verde	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		89.999,99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_1 9	3509502	ETE Piçarrão	2008	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados + Filtração/Decantação/Flotação Quimicamente Assistidos	Rio Capivari	89.999,99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2	3509502	ETE Alphaville	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		94.999,99 9	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 0	3509502	ETE Porto Seguro	0	Ativa	Não	Primário Quimicamente Assistido (CEPT) + MBBR (Mídia livre + Mídia Fixa + Decantador)		89.999,99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 1	3509502	ETE Samambaia - Campinas	0	Ativa	Não	Lagoas Aeradas em Série + Decantador		95.999,99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 2	3509502	ETE San Martin	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		94.999,99 9	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 3	3509502	ETE Santa Lúcia	0	Ativa	Não	Primário Quimicamente Assistido (CEPT) + MBBR (Mídia livre + Mídia Fixa + Decantador)		89.999,99 8	RM Campinas - SP

3509502_ETE_2 4	3509502	ETE Santa Mônica - Vó Pureza	2011	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	Córrego da Lagoa	85.000.00 2	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 5	3509502	ETE São José	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador		80.000.00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 6	3509502	ETE São Luis	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador		80.000.00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 7	3509502	ETE Sousas	2018	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	Rio Atibaia	85.000.00 2	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 8	3509502	ETE Takanos	0	Ativa	Não	Primário Quimicamente Assistido (CEPT) + MBBR (Mídia livre + Mídia Fixa + Decantador)		85.000.00 2	RM Campinas - SP
3509502_ETE_2 9	3509502	ETE Terras do Barão	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		94.999.99 9	RM Campinas - SP
3509502_ETE_3 3509502_ETE_3	3509502	ETE Anhumas - Campinas	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Flocação Quimicamente Assistida + Flotação		86.390.00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_3 0	3509502	ETE Vila Reggio	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_4	3509502	ETE Arboreto dos Jequitibas	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		94.999.99 9	RM Campinas - SP

3509502_ETE_5	3509502	ETE Bandeirante	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_6	3509502	ETE Barão Geraldo	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Anaeróbio/Biológico + Decantador		92.000.00 2	RM Campinas - SP
3509502_ETE_7	3509502	ETE Boa Vista	2016	Em construção/ampliação	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada com Ultrafiltração	Córrego Boa Vista	89.999.99 8	RM Campinas - SP
3509502_ETE_8	3509502	ETE Bosque das Palmeiras	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	RM Campinas - SP
3509502_ETE_9	3509502	ETE Campo Florido	0	Ativa	Não	Primário Quimicamente Assistido (CEPT) + MBBR (Mídia livre + Mídia Fixa + Decantador)		89.999.99 8	RM Campinas - SP
3510401_ETE_1	3510401	ETE Castelani	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		89.999.99 8	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU- Piracicaba - SP
3510401_ETE_3	3510401	ETE Dic	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada		80.000.00 1	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU- Piracicaba - SP
3510401_ETE_4	3510401	ETE Jardim Elisa	0	Ativa	Não	Filtro Anaeróbio + Decantador		60.000.00 2	Aglomeración Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3510401_ETE_5	3510401	ETE Padovani	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico	55.000.00 1		Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3510401_ETE_6	3510401	ETE Porto Alegre (Engenho Velho)	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes	60.000.00 2		Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3510401_ETE_7	3510401	ETE São João Batista	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico	72.000.00 3		Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3511706_ETE_1	3511706	ETE Charqueada	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	0.75		Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3512704_ETE_1	3512704	ETE Corumbataí	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa	31.999.99 9		Aglomeração Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3514106_ETE_1	3514106	ETE Dois Córregos	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação		86.000.00 1	
3514908_ETE_1	3514908	ETE Elias Fausto	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia Aerada + Lagoa Facultativa Aerada + Lagoa de Maturação		83.999.99 7	Aglomeración Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3515152_ETE_1	3515152	ETE Engenheiro Coelho	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		80.000.00 1	RM Campinas - SP
3519055_ETE_1	3519055	ETE Holambra	0	Inativa/abandonada/desativada	Não	Reator Anaeróbio + Lagoa Aerada/Lagoa Facultativa Aerada		64.999.99 8	RM Campinas - SP
3519071_ETE_1	3519071	ETE Hortolândia	2018	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação	Córrego Quilombo	85.000.00 2	RM Campinas - SP
3520509_ETE_1	3520509	ETE Mário Araldo Candello	2020	Ativa	Não	Lodos Ativados com Aeração Prolongada e Membranas - Sistema MBR	Rio Jundiá	89.999.99 8	RM Campinas - SP
3520509_ETE_2	3520509	ETE Portal de Itaiçi	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		0.94	RM Campinas - SP

3520509_ETE_3	3520509	ETE São Lourenço - Indaiatuba	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		85.000.00 2	RM Campinas - SP
3521101_ETE_1	3521101	ETE Ipeúna	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		60.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3521408_ETE_1	3521408	ETE Iracemápolis	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa		79.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3523404_ETE_1	3523404	ETE Itatiba	2001	Ativa	Não	Primário Quimicamente Assistido (CEPT) + Filtro Aeróbio + Decantação	Ribeirão Jacarezinho	85.000.00 2	RM Campinas - SP
3523404_ETE_2	3523404	ETE Village Paradise	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		94.999.99 9	RM Campinas - SP
3523602_ETE_1	3523602	ETE Itirapina	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação		80.000.00 1	
3523909_ETE_1	3523909	ETE Canjica	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Tanque Profundo (DEEP SHAFT)		75.999.99 9	RM de Sorocaba - SP
3524006_ETE_1	3524006	ETE Nica Preta	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	Rio Jundiá	0.81	Aglomeração Urbana de Jundiá - SP

3524006_ETE_2	3524006	ETE Rio das Pedras	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes	Rio Jundiáí	94.999,99 9	Aglomeração Urbana de Jundiáí - SP
3524709_ETE_1	3524709	ETE Jaguariúna	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		83.999,99 7	RM Campinas - SP
3525201_ETE_1	3525201	ETE Jarinu	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia Aerada + Lagoa Facultativa Aerada		0.75	Aglomeração Urbana de Jundiáí - SP
3525201_ETE_2	3525201	ETE Jarinu Nova	2019	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação	Córrego de Campos de Boituva	85.000,00 2	Aglomeração Urbana de Jundiáí - SP
3525508_ETE_1	3525508	ETE Joanópolis	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação		89.999,99 8	
3525904_ETE_1	3525904	ETE Fernandes	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		77.999,99 7	Aglomeração Urbana de Jundiáí - SP
3525904_ETE_2	3525904	ETE Jundiáí	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação		98.000,00 2	Aglomeração Urbana de Jundiáí - SP
3525904_ETE_3	3525904	ETE São José - Jundiáí	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		0.75	Aglomeração Urbana de Jundiáí - SP
3526704_ETE_1	3526704	ETE Anselmo	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		82.999,99 8	Aglomeração Urbana de

		Luigi Faggion							Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3526902_ETE_1	3526902	ETE Águas da Serra	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	99.000.00	1	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3526902_ETE_2	3526902	ETE Graminha	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturación	80.000.00	1	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3526902_ETE_3	3526902	ETE Lopes	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturación	52.999.99	7	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3526902_ETE_5	3526902	ETE Tatu	0	Ativa	Não	Lodos Ativados Convencional	36.000.00	1	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP

3527306_ETE_1	3527306	ETE Louveira (Capivari)	2016	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	Rio Capivari	89.999,99	8	
3528502_ETE_1	3528502	ETE Sede - Mairiporã	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		80.000,00	1	RM São Paulo - SP
3529807_ETE_1	3529807	ETE Mineiros - Mineiros do Tietê	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		83.999,99	7	
3530805_ETE_1	3530805	ETE Mogi Mirim	0	Ativa	Não	Lodos Ativados Convencional		85.000,00	2	
3530904_ETE_1	3530904	ETE Mombuca	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa		77.999,99	7	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3531803_ETE_1	3531803	ETE Monte Mor	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		89.999,99	8	RM Campinas - SP
3531803_ETE_2	3531803	ETE Natércio	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		89.999,99	8	RM Campinas - SP
3532009_ETE_1	3532009	ETE Morungaba	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa Facultativa Aerada		81.999,99	9	RM Campinas - SP
3532405_ETE_1	3532405	ETE Nazaré Paulista	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa		0,88		

3533403_ETE_1	3533403	ETE Palmital - Nova Odessa	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada - Valo de Oxidação/Sistema Carrossel + Lagoa de Maturação		89.999,99 8	RM Campinas - SP
3533403_ETE_2	3533403	ETE Quilombo - Nova Odessa	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados - Processo U-BOX (configuração compacta)		85.000,00 2	RM Campinas - SP
3536505_ETE_1	3536505	ETE Paulínia	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação		79.000,00 2	RM Campinas - SP
3537107_ETE_1	3537107	ETE Pedreira - SP	2013	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes	Rio Jaguari	82.999,99 8	RM Campinas - SP
3538204_ETE_1	3538204	ETE Pinhalzinho - SP	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa		0,88	
3538600_ETE_1	3538600	ETE Piracaia	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação		83.999,99 7	
3538709_ETE_1	3538709	ETE Anhumas - Piracicaba	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio + Disposição no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Sumidouro)		89.999,99 8	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 0	3538709	ETE Ibitiruna	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000,00 1	Aglomeración Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 1	3538709	ETE Jupia - Piracicaba	0	Ativa	Não	Fossa Séptica/Tanque Imhoff/Decanto- Digestor/Biodigestor		0.5	Aglomeracao Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 2	3538709	ETE Lago Azul - Piracicaba	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio + Disposicao no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Sumidouro)		89.999.99 8	Aglomeracao Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 3	3538709	ETE Piracicamiri m	2012	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lagoas Facultativas/Maturacao Aeradas em Serie	Ribeirão Piracicamiri m	85.000.00 2	Aglomeracao Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 4	3538709	ETE Ponte do Caixão	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aerao Prolongada	Rio Piracicaba	85.000.00 2	Aglomeracao Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 5	3538709	ETE Santa Olímpia I	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa	Ribeirão Cachoeira	92.000.00 2	Aglomeracao Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 6	3538709	ETE Santa Olímpia II	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio + Disposição no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Sumidouro)		89.999.99 8	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 7	3538709	ETE Santa Sílvia	0	Ativa	Não	Fossa Séptica/Tanque Imhoff/Decanto- Digestor/Biodigestor		0.5	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 8	3538709	ETE Santana I	0	Ativa	Não	Fossa Séptica/Tanque Imhoff/Decanto- Digestor/Biodigestor		0.5	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_1 9	3538709	ETE Santana II	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2	3538709	ETE ártemis	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada		85.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 0	3538709	ETE Santana III	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio + Disposição no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Sumidouro)		89.999,99 8	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 1	3538709	ETE Santana IV	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio + Disposição no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Sumidouro)		89.999,99 8	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 2	3538709	ETE Santana V	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000,00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 3	3538709	ETE Santana VI	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio + Disposição no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Sumidouro)		89.999,99 8	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 4	3538709	ETE Santana VII	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000,00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 5	3538709	ETE São Jorge - Piracicaba	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa	Ribeirão Guamium	92.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 6	3538709	ETE Tanquinho	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Lagoa Facultativa		85.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 7	3538709	ETE Tupi	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados - Processo U-BOX (configuração compacta)	Ribeirão Tijuco Preto	85.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 8	3538709	ETE Vale do Sol I	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_2 9	3538709	ETE Vale do Sol II	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_3	3538709	ETE Bartira II	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_3 0	3538709	ETE Vila Belém	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_3 1	3538709	ETE Zoonoses	0	Ativa	Não	Fossa Séptica/Tanque Imhoff/Decanto-Digestor/Biodigestor		0.5	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_4	3538709	ETE Bela Vista - Piracicaba	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada	Rio Piracicaba	85.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_5	3538709	ETE Capim Fino - Santa Rosa	2017	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados - Processo U-BOX (configuração compacta)	Rio Piracicaba	85.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_6	3538709	ETE CECAP	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação		0.75	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_7	3538709	ETE Chácara Unidas	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_8	3538709	ETE Cortume	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Anaeróbio/Biológico	Ribeirão da Batistada	0.75	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3538709_ETE_9	3538709	ETE Engenho - Piracicaba	0	Ativa	Não	Bacias de Infiltração no Solo (Dunas de Areia/ Áreas Alagadas - Wetland)		69.999.99 9	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3543907_ETE_1	3543907	ETE Ajapi	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação		97.000.00 3	Aglomeração Urbana de Piracicaba-

									AU- Piracicaba - SP
3543907_ETE_2	3543907	ETE Assistência Alta	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		0.88	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3543907_ETE_3	3543907	ETE Assistência Baixa	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico		55.000.00 1	
3543907_ETE_4	3543907	ETE Batovi	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio		97.000.00 3	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3543907_ETE_5	3543907	ETE Conduta	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados		97.000.00 3	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP
3543907_ETE_6	3543907	ETE Ferraz	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Reator Anaeróbio + Vala de Infiltração		92.000.00 2	Aglomeração Urbana de Piracicaba- AU- Piracicaba - SP

3543907_ETE_7	3543907	ETE Jardim Flores	2008	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	Rio Corumbataí	89.999,99 8	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3543907_ETE_8	3543907	ETE Jardim Novo	0	Ativa	Não	Lodos Ativados NEREDA		89.999,99 8	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3543907_ETE_9	3543907	ETE Jardim Palmeiras	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lagoa Aerada/Lagoa Facultativa Aerada + Lagoa Decantação/Facultativa/Maturação		91.000,00 3	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3545159_ETE_1	3545159	ETE Saltinho	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada		0,69	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3545209_ETE_1	3545209	ETE Santa Isabel	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Anaeróbio/Biológico		0,88	RM de Sorocaba - SP
3545803_ETE_1	3545803	ETE Andorinhas	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		94.999,99 9	RM Campinas - SP

3545803_ETE_2	3545803	ETE Balsa	2010	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	Rio Piracicaba	85.000.00 2	RM Campinas - SP
3545803_ETE_3	3545803	ETE Barroco - Vila Rica	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada - Valo de Oxidação/Sistema Carrossel + Lagoa de Maturação		0.88	RM Campinas - SP
3545803_ETE_4	3545803	ETE Cruzeiro do Sul	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio (FBAS/FBP/BAS/FAE/FBN/Filtro Russo)		80.000.00 1	RM Campinas - SP
3545803_ETE_5	3545803	ETE Nova Conquista	0	Ativa	Não	Lodos Ativados Convencional		0.88	RM Campinas - SP
3545803_ETE_6	3545803	ETE Ribeirão dos Toledos	2009	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada	Ribeirão dos Toledos	85.000.00 2	RM Campinas - SP
3545803_ETE_7	3545803	ETE Toledos II	0	Ativa	Não	Lodos Ativados Convencional		0.88	RM Campinas - SP
3546702_ETE_1	3546702	ETE Santa Gertrudes	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação		0.75	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU- Piracicaba - SP
3547007_ETE_1	3547007	ETE Santa Maria da Serra	0	Ativa	Não	Lagoa Facultativa		52.999.99 7	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU- Piracicaba - SP

3548005_ETE_1	3548005	ETE Santo Antônio de Posse	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação	Córrego do Lambari	81.999,99 9	
3550407_ETE_1	3550407	ETE Horto Florestal	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação		82.999,99 8	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3550407_ETE_2	3550407	ETE Samambaia	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbico + Tanque de Aeração		85.000,00 2	Aglomeración Urbana de Piracicaba-AU-Piracicaba - SP
3550506_ETE_1	3550506	ETE São Pedro do Turvo	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbica + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		82.999,99 8	
3551603_ETE_1	3551603	ETE Serra Negra - SP	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbica + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação + Escada de Aeração		89.999,99 8	
3552106_ETE_1	3552106	ETE Socorro - SP	0	Ativa	Não	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação/Facultativa/Maturação		94.999,99 9	
3552403_ETE_1	3552403	ETE Bordon I	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbico + Filtro Aeróbico (FBAS/FBP/BAS/FAE/FBN/Filtro Russo)		76.999,99 8	RM Campinas - SP
3552403_ETE_1 0	3552403	ETE Vila Flores	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		89.999,99 8	RM Campinas - SP

3552403_ETE_1 1	3552403	ETE Voloboef	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio (FBAS/FBP/BAS/FAE/FBN/Filtro Russo)	76.999,99 8	RM Campinas - SP
3552403_ETE_2	3552403	ETE Dall'orto	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio (FBAS/FBP/BAS/FAE/FBN/Filtro Russo)	76.999,99 8	RM Campinas - SP
3552403_ETE_3	3552403	ETE Ff Amália Luiza	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico	55.000,00 1	RM Campinas - SP
3552403_ETE_4	3552403	ETE Ff Parque da Floresta	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico	55.000,00 1	RM Campinas - SP
3552403_ETE_5	3552403	ETE Ff Ravagnani	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico	55.000,00 1	RM Campinas - SP
3552403_ETE_6	3552403	ETE Ff Veccon	0	Ativa	Não	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico	55.000,00 1	RM Campinas - SP
3552403_ETE_7	3552403	ETE Guaíra	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio (FBAS/FBP/BAS/FAE/FBN/Filtro Russo)	76.999,99 8	RM Campinas - SP
3552403_ETE_8	3552403	ETE Jardim Aclimação	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada - Valo de Oxidação/Sistema Carrossel	89.999,99 8	RM Campinas - SP
3552403_ETE_9	3552403	ETE Santa Maria - Sumaré	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio (RAFA, RALF, UASB, DAFA)	64.999,99 8	RM Campinas - SP
3554508_ETE_1	3554508	ETE Bertola	0	Inativa/abandonada/desativada	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes	89.999,99 8	RM de Sorocaba - SP

3554508_ETE_2	3554508	ETE Central - Tietê	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		89.999,99 8	RM de Sorocaba - SP
3554508_ETE_3	3554508	ETE Povo Feliz	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		92.000,00 2	RM de Sorocaba - SP
3554508_ETE_4	3554508	ETE Terra Nova - Tietê	0	Ativa	Não	Lodos Ativados em Batelada - SBR Sequencing Batch Reactor/ICEAS Aeração Prolongada c/Ciclos Intermitentes		89.999,99 8	RM de Sorocaba - SP
3554706_ETE_1	3554706	ETE Torrinha	0	Ativa	Não	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)		67.000,00 2	
3556206_ETE_1	3556206	ETE Capuava - Valinhos	2010	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados + Filtração/Decantação/Flotação Quimicamente Assistidos	Ribeirão Pinheiros	85.000,00 2	RM Campinas - SP
3556354_ETE_1	3556354	ETE CDHU	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador		85.000,00 2	
3556354_ETE_2	3556354	ETE Vargem - Nova	0	Ativa	Não	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados		77.999,99 7	
3556503_ETE_1	3556503	ETE Várzea Paulista (Itália)	0	Ativa	Sim (Soma)	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados por Batelada		89.999,99 8	Aglomeración Urbana de Jundiaí - SP
3556503_ETE_1	3509601	ETE Várzea Paulista (Itália)	0	Ativa	Sim (3556503)	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados por Batelada		85.000,00 2	Aglomeración Urbana de Jundiaí - SP

3556503_ETE_1	3556503	ETE Várzea Paulista (Itália)	0	Ativa	Sim (3509601)	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados por Batelada		89.999,99 8	Aglomeración Urbana de Jundiaí - SP
3556701_ETE_1	3556701	ETE Capivari	0	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada com Flotador por Ar Dissolvido		89.999,99 8	RM Campinas - SP
3556701_ETE_2	3556701	ETE Pinheirinho	2008	Ativa	Não	Lodos Ativados de Aeração Prolongada	Córrego Pinheirinho	89.999,99 8	RM Campinas - SP

APÊNDICE

APÊNDICE A

Formulário 1

Título: Mapeamento de Práticas Circulares em Estações de Tratamento de Esgoto

- **Texto de Apresentação**

Prezado (a),

Você está sendo convidado (a) a contribuir no projeto “Estudo e Mapeamento de Práticas de Economia Circular em Estações de Tratamento de Esgoto das Bacias do PCJ”, em desenvolvimento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), financiado pelo Programa DOW CRIE da Dow Brasil, por meio da colaboração da Agência das Bacias PCJ e os Comitês PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá).

A pesquisa possui o intuito de mapear os processos que estão sendo aplicados nas unidades das Estações de Tratamento de Esgoto, pertencentes às Bacias Hidrográficas do PCJ, a fim de identificar, dentre elas, quais aplicam alguma forma de reaproveitamento dos resíduos dos tratamentos (com ênfase em biogás, água de reuso, e lodo) dentro de uma perspectiva circular. Como objetivo secundário, almeja-se também identificar a destinação desses recursos.

O tempo médio de resposta é de 10 minutos. Ressaltamos que as informações fornecidas serão tratadas em caráter estatístico e científico, sob o regimento da Universidade.

Agradecemos sua valiosa contribuição!

Universidade de São Paulo (USP), São Carlos/SP

Supervisão: Prof. Dr. Tadeu Malheiros

Contato: usp.sustentabilidade@gmail.com

- **Termo de Consentimento**

* Aceito participar da pesquisa para a qual fui convidado(a), contribuindo com o preenchimento deste formulário, parte da pesquisa intitulada “Estudo e Mapeamento de Práticas de Economia Circular em Estações de Tratamento de Esgoto das Bacias do PCJ”, coordenado pelo Prof. Dr. Tadeu Malheiros do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC/USP. Sei que minha participação é livre, não é obrigatória, podendo ser interrompida por minha decisão a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

- **Caracterização**

C1. Nome:

C2. Município onde trabalha:

C3. Contato(e-mail/tel):

- **Dados Técnicos da Atividade Profissional**

D1. Qual Empresa/Operadora de Tratamento de Esgoto você trabalha?

D2. Há quanto tempo você trabalha na Empresa/Operadora?

D3. Em qual setor você trabalha?

D4. Você trabalha em um setor que lida diretamente com o tratamento de esgoto?

- Sim
- Não

Se sim, qual seu cargo?

D5. Qual a capacidade da Estação de Tratamento de Esgoto?

D6. Qual o tipo de processo empregado no tratamento de esgoto? (Você pode marcar mais de uma opção)

- Lagoa de estabilização – facultativa
- Lagoa de estabilização – anaeróbia + facultativa
- Lagoa de estabilização – aerada facultativa
- Lagoa de estabilização – aerada de mistura completa + lagoa de decantação
- Lodos ativados convencional
- Lodos ativados – aeração prolongada
- Filtro biológico de baixa carga
- Filtro biológico de alta carga
- Biodiscos
- Reator UASB
- Fossa séptica + filtro anaeróbio

Outro (especifique): _____

● **Biogás**

B1. O referido tratamento gera biogás?

- Sim
- Não

B2. Você tem conhecimento sobre a destinação desse recurso?

- Queima simples (flares)
- Processamento para geração de energia utilizada na própria unidade
- Processamento para geração de energia e posterior transporte para utilização externa.
- Armazenamento do biogás bruto e posterior transporte para utilização externa.
- Não sei.

B3. No caso de utilização externa, qual a destinação do biogás/energia?

B4. No caso de recuperação da energia na própria unidade, qual o processo de beneficiamento aplicado?

B5. Qual a quantidade de biogás produzido? (Especifique a unidade de volume, m³ por exemplo, e a unidade de tempo).

● **Água de reuso**

A1. O efluente resultante do tratamento de esgoto é reutilizado? (dentro da própria unidade ou em outra instalação).

- Sim
- Não

- Não sei

A2. Se sim, qual o destino do efluente secundário?

- **Lodo**

L1. Qual o destino do lodo?

- Uso agrícola
- Aterro Sanitário
- Aterro Controlado
- Incineração
- Corpos Hídricos
- Não sei

L2. O lodo gerado recebe algum tipo de tratamento antes de ser encaminhado ao destino final?

- Adensamento ou espessamento
- Leitões de secagem
- Lagoas de lodo
- Filtro Prensa de Placas
- Filtro Prensa de Esteiras
- Centrífuga
- Secagem Térmica
- Compostagem

L3. Qual a quantidade de lodo produzido? (Especifique a unidade de massa ou volume, kg ou m³, por exemplo, e a unidade de tempo).

- **Tecnologias e Atualidades**

T1. Além dos processos de tratamento já implementados, a unidade em que você trabalha possui a flexibilidade de implementação de tecnologias de aprimoramento?

T2. Há algum projeto em andamento para tornar a estação mais sustentável em seus processos? A unidade já recebeu ou recebe incentivos públicos/privados para que seja feito um melhor aproveitamento de seus efluentes?

T3. Por fim, você sabe o que é economia circular e como ela poderia ser aplicada em estações de tratamento?

- **Obrigado!**

Essa foi a última questão. Agradecemos pela sua paciência e colaboração.

Se você tem alguma sugestão sobre o questionário, escreva-a aqui e a analisaremos.

APÊNDICE B

Formulário 2**Título: Estudo e Mapeamento de Práticas de Economia Circular nas Bacias PCJ****1.Texto de Apresentação**

Prezado (a),

Você está sendo convidado (a) a contribuir no projeto “Estudo e Mapeamento de Práticas de Economia Circular em Estações de Tratamento de Esgoto das Bacias do PCJ”, em desenvolvimento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), financiado pelo Programa DOW CRIE da Dow Brasil, por meio da colaboração da Agência das Bacias PCJ e os Comitês PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá).

A pesquisa possui o intuito de mapear os processos que estão sendo aplicados nas unidades das Estações de Tratamento de Esgoto, pertencentes às Bacias Hidrográficas do PCJ, a fim de identificar, dentre elas, quais aplicam alguma forma de reaproveitamento dos resíduos dos tratamentos (com ênfase em biogás, água de reuso, e lodo) dentro de uma perspectiva circular. Como objetivo secundário, almeja-se também identificar a destinação desses recursos.

Além disso, essa pesquisa faz parte de uma pesquisa realizada por membros do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Sustentabilidade e Saneamento (NUPS) do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (SHS/EESC), da Universidade de São Paulo (USP), cujo objetivo é criar uma ferramenta de modo a facilitar a implementação de práticas de economia circular em ETEs, a partir de processos de tomada de decisão que considerem aspectos relativos às três dimensões da sustentabilidade - meio ambiente, economia e sociedade.

Nesse sentido, o intuito de levantar determinados dados presentes nesse formulário (como valores financeiros) é construir uma base para que essa ferramenta funcione. Assim, afirma-se que os dados aqui levantados serão utilizados como base para essa ferramenta, mas que as fontes dos dados não serão divulgadas, resguardando as informações.

O tempo médio de resposta é de 10 minutos. Ressaltamos que as informações fornecidas serão tratadas em caráter estatístico e científico, sob o regimento da Universidade.

2.Termo de Consentimento

* Aceito participar da pesquisa para a qual fui convidado(a), contribuindo com o preenchimento deste formulário, parte da pesquisa intitulada “Estudo e Mapeamento de Práticas de Economia Circular em Estações de Tratamento de Esgoto das Bacias do PCJ”, coordenado pelo Prof. Dr. Tadeu Malheiros do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC/USP. Sei que minha participação é livre, não é obrigatória, podendo ser interrompida por minha decisão a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

3.Caracterização

C1.Nome:

C2. Município onde trabalha:

C3. Estação de Tratamento de Esgotos (ETEs) a que está vinculado (a) (se for o caso):

C4. Contato(e-mail/tel):

3.Dados Técnicos da Atividade Profissional

D1. Qual Empresa/Operadora de Tratamento de Esgoto você trabalha?

D2. Há quanto tempo você trabalha na Empresa/Operadora?

D3. Em qual setor você trabalha?

D4. Você trabalha em um setor que lida diretamente com o tratamento de esgoto?

- Sim
- Não

D5. Qual cargo você desempenha atualmente?

4. Economia circular/recuperação de recursos

E1. Na organização em que trabalha, são aplicadas estratégias de recuperação do biogás?

- Sim
- Não

5.Biogás

B1. Considerando que há recuperação energética do biogás, esse resíduo recebe algum tipo de processo de limpeza/tratamento e, caso sim, qual processo é empregado (pode ser escolhido mais de 1 processo)?

- Secagem (remoção de água)
- Dessulfurização (remoção de sulfeto de hidrogênio)
- Limpeza (remoção de impurezas)
- Upgrade (remoção ou transformação de gás carbônico)
- O biogás não recebe qualquer tipo de tratamento.

Para cada processo marcado acima, quando possível, descrever qual tecnologia é utilizada, qual a capacidade de tratamento, qual foi o ano de implementação, quanto foi gasto para a implementação e qual o gasto para operação/manutenção (por dia ou mês, por exemplo).

Ordem para a descrição:

Tecnologia; Capacidade de tratamento; Ano de implementação; Gastos com implementação; Gastos com operação/manutenção; Outros comentários.

Exemplo de descrição:

- Dessulfurização: Adsorção por carvão ativado; 25 m³/h; 2020; R\$ 120.000; 5.000 R\$/ano.
- Upgrade: Membranas; 25m³/h; 2021, R\$ 80.000; 500 R\$/ano.

B2. Qual tipo de energia é recuperada a partir do biogás?

B3. Qual a tecnologia utilizada para a recuperação energética?

- B4. Qual a geração mensal de energia?
B5. Qual valor foi empregado para a instalação da tecnologia de recuperação e quais os custos com operação/manutenção?
B6. Caso a energia obtida seja utilizada na própria ETE, quanto é economizado por mês?
B7. Caso a energia obtida seja comercializada e utilizada externamente, quanto é captado por mês?

6.Água de reuso

A. Na organização em que trabalha, são aplicadas estratégias de recuperação da água de reuso?

- Sim
- Não

A1. Qual a produção de água de reuso, em m³/dia?

A2. Alguma técnica de tratamento avançado é utilizada para o reuso de água?

- Sim
- Não

A3. Caso a resposta anterior seja afirmativa, qual técnica de tratamento avançado é empregada?

A4. Qual a capacidade de tratamento da referida técnica?

A4. Quais os custos de implementação, operação e manutenção da referida técnica?

A5. Quando (ano) a referida técnica foi implementada?

A6. O reuso é feito na própria ETE ou externamente?

- Na própria ETE
- Externamente
- Ambos

A6.2. Sendo o reuso feito na própria ETE, qual a sua aplicação?

A6.3. Sendo o reuso feito na própria ETE, qual a taxa de diminuição do uso de água de abastecimento tratada?

A6.4. Sendo o reuso feito externamente, qual a sua aplicação?

A6.5. Sendo o reuso feito fora da ETE, quanto o sistema consegue captar em termos financeiros, por mês?

7.Lodo

L. Na organização em que trabalha, são aplicadas estratégias de recuperação da água de reuso?

- Sim
- Não

L1. Qual a produção de lodo, em kg/dia?

L2. Qual a destinação do lodo (pode ser escolhida mais de 1 opção)?

- Uso agrícola
- Uso industrial
- Uso na construção civil

L3. Caso o uso seja industrial ou na construção civil, pode explicar quais os tipos de tratamento a que o material é submetido e qual a aplicação específica?

L4. Caso o uso seja agrícola, o lodo recebe tratamento a ponto de ser classificado como biossólido (segundo a Resolução CONAMA nº 375/2020)?

L5. O produto é autorizado e/ou registrado no Ministério de Agricultura e Pecuária (MAPA)?

L6. Quais são as etapas de tratamento do lodo (pode ser escolhido mais de 1 processo)?

- Adensamento/espessamento
- Estabilização/digestão
- Condicionamento
- Desidratação/desaguamento
- Higienização
- Outro(s)

Para cada processo marcado acima, quando possível, descrever qual tecnologia é utilizada, qual a capacidade de tratamento, qual foi o ano de implementação, quanto foi gasto para a implementação e qual o gasto para operação/manutenção (por dia ou mês, por exemplo).

Ordem para a descrição:

Tecnologia; Capacidade de tratamento; Ano de implementação; Gastos com implementação; Gastos com operação/manutenção; Outros comentários.

Exemplo de descrição:

- *Adensamento/espessamento: Centrífuga; 6 m³/h; 2020; R\$ 120.000; 5.000 R\$/ano.*
- *Higienização: Calagem; 10m³/h; 2021, R\$ 80.000; 500 R\$/ano.*

L7. Qual o valor comercial do produto/biossólido produzido?

8.Agradecemos sua contribuição!