

REVISÃO DE PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR APLICADAS A ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Autora: Brenda Franciss Condor Salazar

Orientador: Tadeu Fabricio Malheiros

Colaboradora: Sabrina de Oliveira Anício

Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) - USP

brenda.condor.salazar@usp.br

Objetivos

O objetivo geral da pesquisa de Iniciação Científica a que este trabalho está vinculado foi o mapeamento de práticas de economia circular em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) em escala real e piloto ao redor do mundo, a partir da análise de artigos científicos obtidos bases de dados por meio do processo de Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

Métodos e Procedimentos

Primeiramente, foi feita a revisão da literatura voltada para o tema de Economia Circular e sua aplicabilidade nas ETEs. Para caracterização do tema de estudo, utilizou-se a RSL como método de pesquisa. Segundo Galvão (2019), a revisão sistemática é uma modalidade de pesquisa que segue protocolos específicos e busca dar alguma logicidade a um grande corpus documental que envolve várias atividades discretas.

A busca de artigos para a seleção de estudos da RSL foi feita no dia 24 de fevereiro de 2022, por meio do acesso institucional do Portal Periódicos Capes. Foram escolhidas quatro bases de busca: Web of Science; Scielo; Scopus; e Science Direct. Foram selecionados estudos publicados nos últimos 5 anos, desde 1º janeiro de 2018 até 14 janeiro de 2022.

Dos 1233 artigos disponibilizados, após filtragens, foram selecionadas para análise 32 pesquisas de casos de estudos aplicados referentes à aplicação de práticas circulares em

ETEs domiciliares em escala piloto ou real. Posteriormente foi elaborada uma tabela na planilha de Excel, classificando as práticas de circularidade segundo a sua localidade, porte, tipo de tratamento, estratégia ou prática de circularidade, e aspectos legais, regulatórios, ou experimentais (quando disponível), para futura apresentação de resultados.

Resultados

Observou-se que a maioria das pesquisas encontradas, que envolvem economia circular em ETEs, são do ano 2021, o que permitiu inferir que há um maior interesse, preocupação e financiamento para essas áreas científicas nos últimos anos.

No que se refere aos países com mais práticas de circularidade em ETEs, dos 32 casos de estudo, observou-se que a maioria são nações europeias, sendo a Espanha o país com 5 estudos de casos, Itália e Polônia com 3 e 4, respectivamente, cujos projetos para recuperação de recursos estão sendo aplicados ou desenvolvidos em escala piloto e real. Isso que indica que a escassez de água está aumentando na Europa, num contexto de maior risco de secas devido às alterações climáticas motivando a procura de recuperação de recursos hídricos e menor dependência dos hidrocarbonetos como fonte de energia. Portanto, cabe mencionar que a falta de água e energia impulsionam uma grande busca de recuperação de recursos hídricos na Europa através de ETEs.

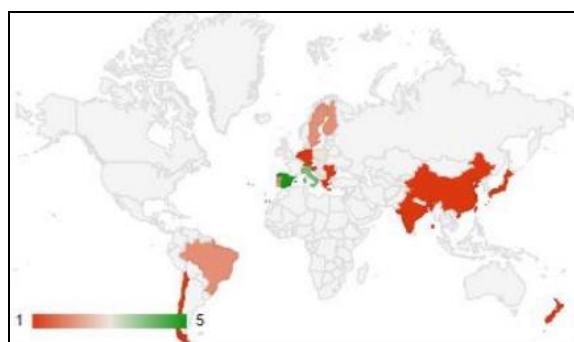


Figura 1: Mapa de localização das ETEs no mapeamento por RSL com práticas de Circularidade
Fonte: Autores (2022).

Como resultado da avaliação dos artigos selecionados (exemplo na Figura 2) as quais foram classificadas segundo a tipologia, circularidade, etc., observou-se que a maioria são de aplicação em escala piloto, sendo adaptadas a algumas partes operacionais das respectivas ETEs.

Ano de publicação do artigo	Título original do artigo	Título traduzido do artigo (em português)	Localidade da ETE	Tipologia da ETE		Circularidade		
				Porte, vazão tratada ou população atendida	Tipo de tratamento do esgoto	Recurso recuperado	Tecnologia de tratamento do recurso	Destino do subproduto
2018	<i>Governing Transactions and Interdependences between Linked Value Chains in a Circular Economy: The Case of Wastewater Reuse in Braunschweig (Germany)</i>	Transações de governo e interdependências entre cadeias de valor vinculadas em uma economia circular: o caso da reutilização de águas residuais em Braunschweig (Alemanha)	Alemanha	Tratamento biológico completo	Bioágua a partir do lodo de esgoto		Bioenergia - Produção de eletricidade que pode ser utilizada dentro da ETE ou externamente.	O documento sugere a análise de custos. Através da metodologia aplicada (entrevista) menciona uma grande viabilidade econômica e ambiental.
					Aguas residuárias tratadas		Reuso agrícola.	
					Lodo de esgoto	Adicionado ao esgoto irrigado	O lodo é adicionado ao efluente usado para irrigar a vegetação. No inverno é seco e armazenado.	

Figura 2: Exemplo do quadro de classificação da RSL para circularidade de ETEs
Fonte: Autores (2022).

Referente aos principais recursos recuperados da classificação das ETEs, cabe destacar que a maioria das pesquisas encontradas envolviam recursos recuperados de lodo (38,7%), e que a recuperação de lodos com outros recursos representou 6,4% das pesquisas, totalizando 45,1% o número de

pesquisas que envolvem diretamente o aproveitamento de lodo.

Portanto, considerando que a maioria das pesquisas envolvem indiretamente o aproveitamento de lodo para produção de biogás (16%), podemos observar que o lodo de esgoto não é um rejeito, e sim um recurso muito importante com capacidade de aproveitamento, como pode ser observado nas diversas aplicações das pesquisas analisadas, de uso principalmente como fertilizante do solo para a agricultura. A disposição do lodo no solo agrícola, dentre todas as opções, representa o cenário de maior aplicação em todo o mundo, assim como a recuperação de nutrientes como o fósforo e amônia em decorrência da sua escassez mundial. O biogás formado a partir da atividade de microrganismos anaeróbios é geralmente utilizado na própria ETE ou nas áreas vizinhas, como a sua utilização nos transportes públicos (segundo o estudo na Suécia).

Conclusões

Através da Revisão da Literatura e Revisão Sistemática da Literatura, conseguiu-se realizar o mapeamento de 32 estações de tratamento de esgoto com práticas de circularidade. A leitura dos artigos em questão permitiu a organização de um banco de dados acerca dos recursos recuperados, tecnologias e estudos inovadores a partir dos resíduos das ETEs em escala real e piloto. Observou-se que, há uma grande necessidade econômica, social e ambiental para recuperação de águas doces, disposição adequada dos lodos gerados e geração de subprodutos das ETEs, assim como um maior interesse da área científica e governamental para avaliar e estudar os recursos aproveitáveis nas ETEs, seguindo os princípios da Economia Circular.

Referências Bibliográficas

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. *Logeion: Filosofia da Informação*, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. DOI: 10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 1 set. 2022.