



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Thiago Carvalho Zanchetta, thiago.cz@puccampinas.edu.br, PUC-Campinas
Marcos Ricardo Rosa Georges, marcos.georges@puc-campinas.edu.br, PUC-Campinas
Denise Helena Lombardo Ferreira, lombardo@puc-campinas.edu.br, PUC-Campinas
Cibele Roberta Sugahara, cibele.su@puc-campinas.edu.br, PUC-Campinas

Resumo

O recurso água tem sido tema de diversos debates, tendo em vista a sua importância para a permanência da vida. A reintegração entre sociedade, economia e meio ambiente leva a pensar em práticas sustentáveis em Estações de Tratamento de Água. Nesse sentido, essa pesquisa visa realizar um estudo bibliométrico sobre práticas sustentáveis em Estações de Tratamento de Água. A busca foi realizada na base SciELO no período de 2010 a 2021, com a coleta realizada no mês de maio de 2021, com os descritores: Água, Estação de Tratamento de Água, Meio Ambiente, Sustentabilidade, e Resíduos Sólidos. Encontrou-se 63 artigos escritos por 230 autores. O periódico Revista Engenharia Sanitária e Ambiental teve o maior destaque em volume de publicações e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” teve o maior número de artigos.

Palavras-chave: Bibliometria, Água, Estações de Tratamento de Água.

1. Introdução

A temática prática sustentável adquire especial importância à medida que a preservação do meio ambiente desempenha grande relevância para a sociedade, em especial a água é um bem indispensável quanto ao desenvolvimento econômico e à sociedade. A promoção ao acesso universal à água potável é um dos maiores desafios enfrentados no século XXI. Nesse sentido, a adoção de práticas sustentáveis nos processos de tratamento de água é fundamental.

Na visão da sociológica, Souza, Silva e Barbosa (2014), defendem que a definição de problemas é subjetiva, depende dos sistemas de significado e comportamento dos indivíduos. Entretanto, independente dessas definições a água é uma herança natural estratégica.

Para superar o desafio da água, é necessário solucionar problemas como escassez; dificuldade de tratamento; áreas de mananciais habitadas e degradadas; áreas de captação muito distantes; tratamento, distribuição e minimização dos resíduos sólidos gerados no tratamento; reutilização dos resíduos sólidos nos processos de tratamento para o aproveitamento de nutrientes para a fabricação de produtos como telhas e tijolos, além da codisposição, como biossólidos e incineração.

Tundisi (2008) assegura que a situação atual brasileira referente a água apresenta dimensões local, regional, continental e planetária. Sabendo que, o modelo de gestão das águas no Brasil, em vigor atualmente, se iniciou nos anos 1970 (CAMPOS; FRACALANZA, 2010), pode se definir que a situação hídrica brasileira é um conjunto do gerenciamento do recurso com a escassez pluvial ou um conjunto de problemas ambientais relacionados à economia e ao desenvolvimento social.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Desde 2010, parte dos municípios brasileiros vem sofrendo com reduções em suas reservas hídricas, delineando um cenário de crise.

Diante da importância vital que a água representa e da problemática da escassez hídrica que se agrava, este trabalho visa realizar um estudo bibliométrico sobre práticas sustentáveis em Estações de Tratamento de Água de maneira a elaborar um panorama de como as publicações científicas estão tratando o assunto.

2. A temática água

A estrutura hidrográfica da cidade de São Paulo é formada por 103 bacias contidas em seu território (JACOBI; FRACALANZA; SILVA-SANCHÉZ, 2015). Porém, em âmbito nacional, a atenção é voltada para o recurso água e a reforma das instituições que a gerem, desde meados da década de 1980, conforme Martins (2015)

A água é um recurso natural renovável, mas pode se esgotar com o uso inadequado. Nessa perspectiva, é fundamental a adoção de práticas sustentáveis, que podem contribuir para que as instituições elaborem critérios para a tomada de decisões (SOUZA, SILVA; BARBOSA, 2014), pois a água é indispensável para o desenvolvimento econômico, social e pessoal. De acordo com Wolkmer e Pimmel (2013), sem água a vida não existe.

Todavia, desde a antiguidade, muitos povos convivem com a carência dos recursos hídricos (SILVA et al., 2014), e de acordo com Grafton et al. (2013), nas últimas décadas tem havido um declínio acentuado na disponibilidade de água. Diante desses aspectos, instrumentos técnicos na gestão da água vêm recebendo cada vez mais destaque (RODRIGUES et al., 2015).

A Agência Nacional de Águas (ANA), principal órgão no regulamento dos recursos hídricos no Brasil, destaca que alguns municípios, principalmente da região Nordeste e da macro metrópole Paulista apresentam maior instabilidade hídrica (JACOBI, CIBIM; LEÃO, 2015). A estruturação urbana provoca significativa degradação dos recursos hídricos, com a baixa e irregular garantia do abastecimento das áreas de mananciais. Sabendo disso, considera-se que as instituições são baseadas em entendimentos coletivos, através da socialização, processo o qual catalisa a percepção da realidade atual da água no Brasil (SOUZA, SILVA; BARBOSA, 2014), pois é o recurso natural mais afetado dos problemas ambientais. Isso evidencia a importância em discutir esses conceitos, muitas vezes associando com temas como, por exemplo, o uso e ocupação do solo, renda, saneamento ambiental e áreas de risco, além de examinar como a forma de ocupação do espaço urbano vincula a desigualdade de acesso aos recursos naturais.

No Brasil, do total de água tratada produzida e distribuída, 64,3% são tratadas em estações com tratamento convencional de ciclo completo, que apresenta as seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação, com geração de lodo. Do total de municípios que possuem tratamento de água, 37,7% possuem geração de lodo e desses 67,8% destinam-se o lodo para os corpos hídricos (99,5% rios e 0,5 % mares) (IBGE, 2008).

A poluição total define-se como aquele em que os corpos receptores se tornam realmente afetados pela carga poluidora que recebem, (expressa como sólidos em suspensão e consumo de oxigênio). Este estágio normalmente ocorre durante o desenvolvimento industrial e o cres-



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

cimento das áreas urbanas. Os prejuízos causados ao corpo receptor e em consequência à população, podem ser reduzidos com a implantação de sistemas eficientes de tratamento de água e de esgotos (BRASIL, 2014).

3. Metodologia

Esta pesquisa se propõe a realizar uma análise de estudo bibliométrico, no qual buscou a quantificar a produção científica e sua disseminação, a fim de gerar novos conhecimentos, sem aplicação prática prevista, além de envolver verdades e interesses universais. A abordagem é quantitativa, pois há preocupação com mensurabilidade, causalidade, generalização e replicação, exploratória, uma vez que o estudo visa proporcionar uma maior interação com o tema, com vistas a torná-lo mais explícito e descritivo. Período de referência de 2010 a 2021, idiomas em português e inglês, da identificação dos descritores de busca, de trabalhos com pelo menos uma citação, da abordagem da governança no Brasil e de apenas artigos científicos e publicados, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1 – Fluxograma do processo de definição, organização e análise da amostra.
 Fonte: Elaboração própria (2021).

A principal fonte de informação da pesquisa utilizada foi a SciELO, a opção por essa ferramenta levou em conta critérios de tradição, credibilidade e visibilidade, além disso, essa ferramenta tem como característica a leitura do comportamento científico da área. Procedeu-se a busca utilizando-se os descritores Água, Estação de Tratamento de Água, Meio Ambiente, Sustentabilidade, Resíduos Sólidos, culminando em 129 trabalhos. Em seguida utilizou-se um filtro para aqueles que apresentavam relevância, o que retornou em uma amostra final de 63 artigos.

4. Resultados e Discussões

Uma primeira categoria de análise dos resultados visou identificar tendências de crescimento ou decréscimo no interesse de desenvolvimento de estudos sobre a área, classificando os artigos da amostra de acordo com o ano de publicação. A Figura 2 apresenta a quantidade de publicações realizadas no período em avaliação, segregadas por ano de publicação.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021



Figura 2 - Evolução das publicações ao longo do período.
 Fonte: Elaboração própria (2021).

A partir da Figura 2 é possível notar que não houve publicações no ano de 2011, e para o ano de 2012 teve um crescimento, provavelmente devido a pós crise hídrica enfrentada no Brasil. Para o período de 2010 a 2021, observa-se um crescimento para o período de 2018 a 2021, com um número expressivo de publicações no ano de 2020. A Figura 3, representa a distribuição de artigos por países.

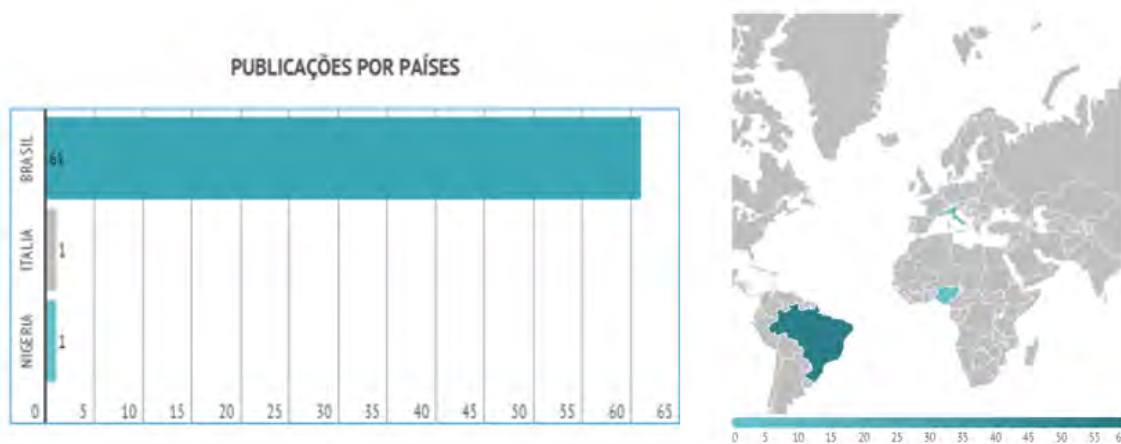


Figura 3 - Evolução das publicações por países.
 Fonte: Elaboração própria (2021).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

A partir da Figura 3 é possível verificar o número expressivo de artigos publicados no Brasil sobre essa temática. A Figura 4 destaca a representação das publicações por regiões brasileiras e os demais países.

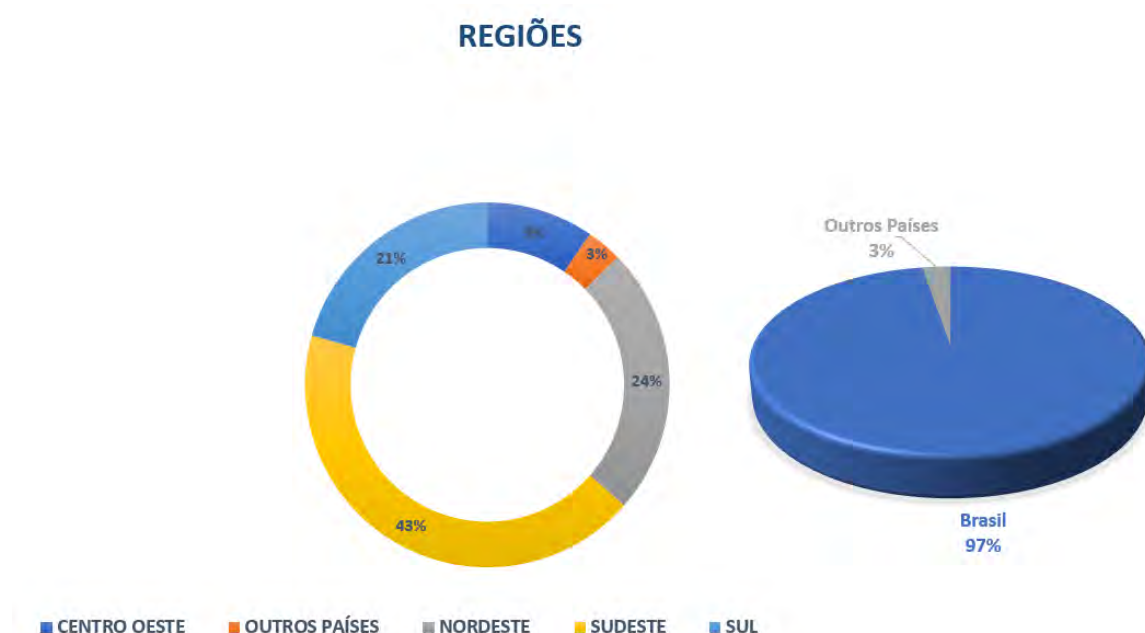


Figura 4 – Publicações por regiões brasileiras e outros países.
 Fonte: Elaboração própria (2021).

A Figura 4 mostra que no Brasil a região Sudeste se destaca com o maior número de publicações. Além disso, observa-se que o Brasil tem grande representatividade em relação aos demais países. A Figura 5 destaca o número de artigos por periódico científico analisado.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

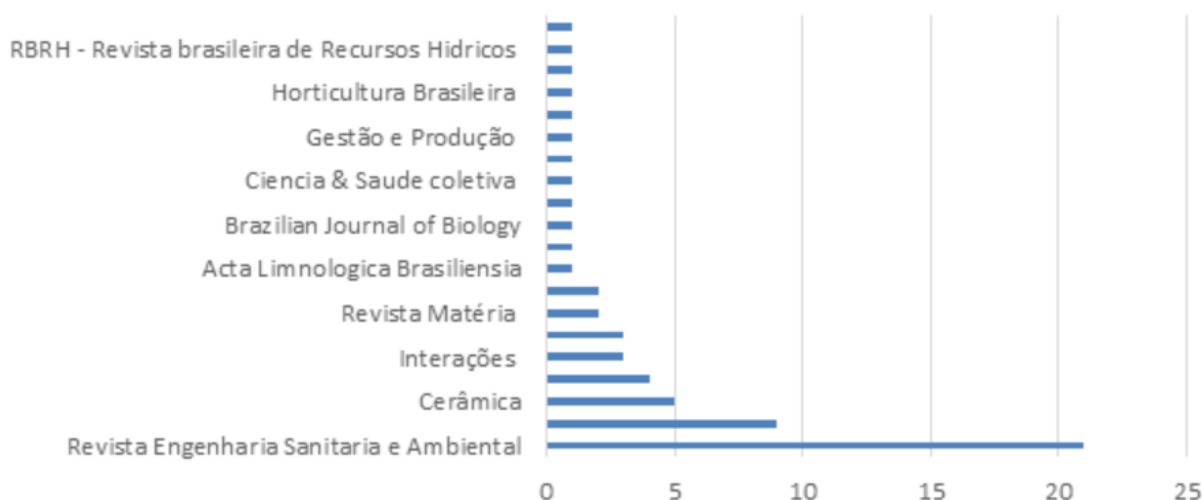


Figura 5 – Quantidade de artigos publicados nos periódicos científicos.
 Fonte: Elaboração própria (2021).

Dentre os diversos periódicos, observa-se pela Figura 5 que o destaque ocorre para a Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Vale destacar que as palavras-chave que mais se destacaram no estudo realizado foram: Água, ETA e Resíduos.

5. Conclusão

A transição para a inovação do paradigma para as práticas sustentáveis nas Estações de Tratamento de Água requer soluções colaborativas como um todo, em que os interesses da coletividade devem estar aquém dos interesses individuais, no sentido de assegurar o uso sustentável, racional e integrado dos recursos hídricos.

Este estudo apresentou dados de uma busca bibliométrica sobre as práticas sustentáveis nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) a fim de mostrar a evolução das publicações durante os anos. Existe uma concentração das publicações no ano de 2020 e na região Sudeste, com destaque para o estado de São Paulo. A busca realizada verificou que a Revista Engenharia Sanitária Ambiental foi o periódico com maior número de publicações.

A adoção de práticas sustentáveis depende do comportamento humano entre sociedade e gestão pública, além disto, requer um ajuste dos arranjos institucionais. O que, se, por um lado, a proposição de políticas setoriais pode ser justificada por critérios de racionalidade político-administrativa, por outro, implica na descentralização do poder das organizações sociais.

Assim, as práticas e indicadores de sustentabilidade, trata-se da reintegração dos aspectos ambientais, sociais e econômicos, pois aponta que são necessárias mudanças nos nossos valores, instituições e modo de vida na medida em que não se pode viver bem se os recursos hídricos não forem preservados.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

6. Referências bibliográficas

CAMPOS, V. N. O. FRACALANZA, A. P. Governança das Águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 365-382, 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades**: Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde. 1. ed. Brasília: Funasa, 2014. 36 p.

GRAFTON, R. Q.; PITTOCK, J.; DAVIS, R.; WILLIAMS, J.; FU, G.; WARBURTON, M.; UDALL, B.; MCKENZIE, R.; YU, X.; CHE, N.; CONNELL, D.; JIANG, Q.; KOMPAS, T.; LYNCH, A.; NORRIS, R.; POSSINGHAM, H.; QUIGGIN, J. Global insights into water resources, climate change and governance. **Nature Climate Change**, v. 3, p. 315-321, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2007**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. S. Crise hídrica na macrometrópole paulista e respostas da sociedade civil. **Estudos avançados**, v. 29, n. 84, p. 27-42, 2015.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P.; SILVA-SÁNCHEZ, S. Governança da água e inovação na política de recuperação de recursos hídricos na cidade de São Paulo. **Cadernos Metrôpole**, v. 17, n. 33, p. 61-81, 2015.

MARTINS, R. C. Fronteiras entre desigualdade e diferença na Governança das Águas. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 1, p. 221-238. (2015)

RODRIGUES, E. L.; ELMIRO, M. A. T.; JACOBI, C. M.; LAMOUNIER, W. L. Aplicação do modelo SWAT na avaliação do consumo de água em áreas de florestas plantadas na bacia do rio Pará, Alto São Francisco, em Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 3, p. 485-500, 2015.

SILVA, J. A. L.; MEDEIROS, M. C. S.; FREITAS, J. P.; DANTAS, H. F. S. A.; AZEVEDO, P. V. Gestão hídrica a partir de cisternas de placas: avaliação socioambiental da eficiência do PIMC no município de Pedra Lavrada-PB. **Holos**, v. 30, n. 4, p. 47-60, 2014.

SOUZA, M.; SILVA, C. P.; BARBOSA, L. M. Governança e difusão de normas para a gestão de aquíferos compartilhados: O papel do ISARM. **Contexto Internacional**, v. 36, n. 1, p. 261-289, 2014.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16. 16, 2008.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência**, v. 34, n. 67, p. 165-198, 2013.