

INOVAÇÃO NO SETOR DE SANEAMENTO: Estudo Bibliométrico da Produção Científica e Patentária

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2023.59.13465>

Submetido em: 20/6/2022

Aceito em: 3/3/2023

Kessia Caroline Dantas da Silva,¹ Miriam Cleide Cavalcante de Amorim²

RESUMO

Os serviços ofertados pelo setor de saneamento exigem eficiência e avanço operacional relacionados às tecnologias empregadas para qualidade de vida da população. O presente estudo objetivou mapear as produções científicas e tecnológicas inovadoras nesse setor. Foi realizada uma busca no *Web of Science* utilizando quatro conjuntos de palavras-chave: *Innovation AND Sanitation*, *wastewater AND innovation*, *Innovation AND "water treatment"* e *Innovation AND "sewage"*. A coleta de dados de patentes foi realizada no *Orbit Intelligence*, empregando a expressão *"Management device and (sewage treatment or water treatment)"*. Foi identificado um crescimento de registros de estudos científicos sobre inovação no saneamento nos últimos cinco anos, com a *Suíça* sendo o país com o maior número deles. A China destacou-se como detentora de 37,5% das tecnologias relacionadas a dispositivos que auxiliam o gerenciamento dos sistemas de tratamento de água e esgoto, com o maior número de depósitos em relação ao tema em 2018. Dessa maneira, o desenvolvimento e disseminação das produções científicas e tecnológicas na área têm muito a crescer; principalmente no Brasil, considerando sua participação insuficiente diante da falta de publicação em periódicos de impacto e a ausência de famílias de patentes requeridas por residentes brasileiros no período e temática pesquisados. O aprimoramento do setor de saneamento é possível por meio de inovações tecnológicas, que garantirão seu desempenho eficaz.

Palavras-chave: saneamento; inovação; prospecção.

INNOVATION IN THE SANITATION SECTOR: BIBLIOMETRIC STUDY OF SCIENTIFIC AND PATENT PRODUCTION

ABSTRACT

The services offered by the sanitation sector require efficiency and operational advances related to the technologies employed for the quality of life of the population. This study aimed to map the scientific and technological productions about innovation in this sector. A search was conducted on *Web of Science* using four sets of keywords: *Innovation AND Sanitation*, *wastewater AND innovation*, *Innovation AND "water treatment"* and *Innovation AND "sewage"*. The collection of patent data was performed on *Orbit Intelligence*, using the term *"Management device and (sewage treatment or water treatment)"*. The search identified an increase in the number of scientific studies about innovation in sanitation in the last five years, with Switzerland being the country with the largest number of them. China stood out for owning 37.5% of technologies related to devices that assist the management of water and wastewater treatment systems, with the highest number of publications related to the topic in 2018. Thus, the development and the dissemination of scientific and technological productions in the area have much to grow; especially in Brazil, considering its insufficient participation due to the lack of publication in impactful journals and the absence of patent families required by Brazilian residents in the period and theme researched. The improvement of the sanitation sector is possible through technological innovations, which will ensure its efficient operation.

Keywords: sanitation; innovation; prospection.

¹ Autora correspondente: Universidade Federal do Vale do São Francisco. Av Antônio Carlos Magalhães, Nº 510, Laboratório de Engenharia Ambiental, 1º Andar do Bloco de Sala de Aulas. Santo Antônio. CEP 48902300 – Juazeiro/BA, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8176254307662258>. <https://orcid.org/0000-0002-1365-3698>. kessia155@hotmail.com

² Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro/BA, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8379984717099508>. <https://orcid.org/0000-0003-0887-7790>. miriam.cleide@univasf.edu.br

INTRODUÇÃO

Os serviços de saneamento básico são essenciais para a promoção da saúde pública, pois a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas e a efetividade dos sistemas envolvidos constituem um fator de prevenção de doenças (LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013). De acordo com Heller e Nascimento (2005), o saneamento é um serviço de caráter predominantemente público, cujo principal desafio é ampliar a cobertura total de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto.

No Brasil, o setor é regido pela Lei n.º 11.445/2007, atualizada pela Lei n.º 14.026/2020, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Ele é caracterizado pelo conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e drenagem e manejo de resíduos sólidos e das águas pluviais urbanas. Nos termos do artigo 3º, um de seus princípios básicos é o estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários (BRASIL, 2020a).

A abrangência dos serviços de saneamento pode ser regional, microrregional ou local. No Brasil as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (Cesbs) são as responsáveis pelos serviços de zona regional, consideradas as maiores prestadoras de serviço em termos de população atendida, pois abarcam 69,5% dos municípios brasileiros (BRASIL, 2020b). A prestação dos serviços de saneamento no Brasil pode ser atribuída, ainda, às autarquias e empresas municipais e às concessionárias privadas (LEONETI *et al.*, 2015).

Embora o direito a esse serviço esteja garantido pela lei supracitada, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Snis), 39,3% da água potável no Brasil é perdida. Além disso, há um déficit de 20,2% de atendimento com rede de distribuição de água potável, e apenas 49,1% do esgoto gerado recebe tratamento (BRASIL, 2020b). Dessa forma, apesar do avanço na legislação, de acordo com Santiago *et al.* (2020), a realidade brasileira apresenta ainda disparidades no acesso aos serviços, pois o atendimento está concentrado nos grandes centros, em detrimento da periferia e do interior. Somam-se a isso também as diferenças regionais, o desequilíbrio entre o número de domicílios que possuem acesso ao abastecimento de água e os que dispõem de rede coletora de esgotos, o perfil de renda dos consumidores e a capacidade de pagamento pelos serviços (SANTIAGO *et al.*, 2020).

No caso específico da política de saneamento básico brasileira, existe um ponto de convergência: qualquer que seja a sua origem (governamental, da sociedade civil, de organizações supranacionais, de entidades associativas, etc.), observa-se a insuficiência no alcance das metas nos instrumentos que orientam o setor (ROCHA NETO, 2022). Visto que mais de 70% das doenças que levam à internações no Brasil decorrem do contato com a água (SOSMA, 2023), o saneamento básico eficiente é um procedimento imprescindível para a garantia da saúde pública, desde a prevenção de doenças até a melhoria da qualidade de vida da população (BERNARDINO; COSTA; OLIVEIRA, 2020).

Em vista disso, as empresas de saneamento enfrentam desafios relacionados ao aumento da cobertura de prestação de serviços sanitários, à eficiência do tratamento e a perdas de água.

Esse é considerado um fator de preocupação no âmbito de saúde pública, tendo-se em mente que, num mercado competitivo, as empresas são incentivadas a criar novos produtos, serviços e processos operacionais que conseqüentemente afetam o crescimento das vendas, cota de mercado, satisfação do cliente, avaliação do mercado e rendimento operacional líquido (YU *et al.*, 2021).

A evolução da qualidade da prestação de serviços públicos tem como ponto crucial a inovação direcionada ao desenvolvimento de melhorias ou de novas atividades, bem como avanços tecnológicos, por conseguinte gerando benefícios sociais (VASCONCELOS, 2019). Assim, estudar inovação no setor público representa um grande desafio (FERREIRA, 2015). Segundo Leoneti *et al.* (2015), os municípios brasileiros ainda lidam com a desigualdade no acesso aos serviços de saneamento básico. Há ainda muito trabalho a ser feito para atingir uma plena gestão participativa no país, podendo ela ser exercida por meio de órgãos colegiados, prática incentivada pela Política Nacional de Saneamento Básico (MARCHI, 2019).

A falta de investimento em saneamento pode trazer implicações negativas sobre a saúde da população. Os investimentos iniciais em saneamento no Brasil aconteceram nas primeiras décadas do século 20. De acordo com Moreira (2019), a expansão das cidades, principalmente nas regiões industrializadas, ocorreu de forma desenfreada, sem o devido planejamento para expansão dos serviços de saneamento básico. Hoje, essa falta de planejamento, aliada ao investimento insuficiente, ocasiona o surgimento de doenças que atingem as populações mais vulneráveis pela falta de atendimento do serviço (COSTA, 2017).

Considerando as necessidades da população dispersa no meio rural e a urgência de avanço dos serviços de saneamento, seja na cobertura ou nos processos operacionais, mostra-se fundamental priorizar áreas mais fragilizadas com a intenção de impactar social e sanitariamente suas condições de vida, reduzindo a mortalidade, o adoecimento, entre outras ocorrências que representam risco à vida da população atendida.

Com isso, a busca por novas soluções tem sido acirrada como um dos pilares da atuação na prestação de serviços em saneamento por parte das companhias (VASCONCELOS, 2019). A inovação constitui-se em um fator substancial para impulsionar mudanças de atitude e o avanço operacional perante a atual conjuntura dos serviços de saneamento básico prestados à população, visando a uma maior salubridade ambiental.

Sendo as empresas de saneamento básico predominantemente de gestão pública, as características das novas tecnologias advindas de tal setor, de uma forma geral, apresentam-se por meio de experimentação inovativa, aplicadas perto dos locais em que os serviços são prestados (VENDITTI, 2020). A aquisição de tecnologias é apenas uma fração da solução para alcançar um acesso sustentável e seguro à água e ao saneamento em todo o mundo (VENDITTI, 2021).

Nesse contexto, a geração e a efetivação de inovações pelas empresas do setor tornam-se instrumentos-chave para alcançar os objetivos primários de saneamento, ou seja, universalização, mitigação do impacto ambiental e redução de custos (RIBEIRO; BIN; SERAFIM, 2022).

A pesquisa científica encontra-se na base da criação de novas invenções, e um dos desafios desse processo é evoluir de pesquisa acadêmica para uma tecnologia que possa se tornar um produto ou serviço. A prospecção da produção científica é uma técnica inovadora para revelar as tendências atuais e melhorias de domínios específicos do conhecimento (CHOI *et*

al., 2021). Nela, pode-se utilizar do estudo bibliométrico para analisar, interpretar e desenvolver indicadores sobre a evolução e dinâmica da informação científica num determinado campo (USMAN; HO, 2020), o que a torna útil para explicar os avanços e extensão das áreas de conhecimento selecionadas (KIM; LEE; PARK, 2021). Assim, ela se caracteriza como uma ferramenta importante para o desenvolvimento do mapeamento das produções científicas, por meio do levantamento de competências e do monitoramento da evolução da ciência e tecnologia.

Venditti (2020) afirma que, em geral, no Brasil, a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação ainda não foram incorporados como estratégia das empresas de saneamento. Isso posto, a ciência, a tecnologia e a inovação precisam ser introduzidas no cerne das respostas emitidas pelo setor público (BERALDO; FILHO; RAMALHEIRO, 2020).

A produção tecnológica acontece com a criação de novos produtos, processos e combinações deles. Nesse sentido, o patenteamento configura uma das formas de proteção e, posteriormente, o processo de transferência de invenção para a produção (NUNES, 2014). A patente é um direito de propriedade intelectual concedido para uma criação no domínio técnico a uma empresa, organização pública ou indivíduo por um instituto nacional de patentes, dando aos proprietários o direito de excluir outros da exploração industrial da invenção patenteada durante um número definido de anos (WANG *et al.*, 2018). Os documentos de patentes fornecem uma forte fonte para que, por exemplo, países, institutos e empresas decidam investir em diferentes tecnologias. O número de patentes representa um bom indicador (padrão e objetivo) para medir as atividades de inovação em diferentes países e para variados campos de aplicação (BAUMANN *et al.*, 2021).

Dessarte, a análise de patentes destaca-se como uma forma de prospectar informações que, segundo Kim e Bae (2017), permitem antever âmbitos promissores. Segundo Daim *et al.* (2020), essa análise possibilita compreender os antecedentes e a ascensão da tecnologia e prever as oportunidades potenciais de técnicas emergentes, o que é tão importante quanto compreender o seu estado atual.

Diante disso, este artigo apresenta um mapeamento, em um espaço temporal, da produção científica acerca da inovação no setor de saneamento e o panorama da participação do Brasil no cenário de depósitos de patentes, de forma a auxiliar pesquisadores e gestores do setor com informações sobre as tendências atuais que possibilitem as tomadas de decisão com reduzido grau de incerteza para as ações de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na área de saneamento.

METODOLOGIA

Este estudo é caracterizado como exploratório e de abordagem quantitativa. A prospecção foi realizada entre abril de 2021 e abril de 2022, e a pesquisa visou a obter dados para realizar um mapeamento das produções científicas e tecnológicas relacionadas à inovação no saneamento. Para a prospecção científica foi selecionada a base de dados *Web of Science* (CLARIVATE, 2021), por ser mundialmente reconhecida e indexar somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. Nela, foram utilizadas quatro combinações de palavras-chave: *Innovation AND Sanitation*, *wastewater AND innovation*, *Innovation AND “water treatment”* e *Innovation AND “sewage”*. A busca ocorreu em tópicos, sem limitar o período, selecionando os

anos de 1945 a 2021 e utilizando dois filtros: por tipo de documentos (*article*), e com exclusão das subáreas que não possuem relação direta com a temática da pesquisa, como matemática, medicina, geografia, história, neurologia e pediatria.

Nesses parâmetros foram localizadas 708 publicações, e entre essas, 233 estão na classificação *open access* na plataforma de base de dados. A opção por utilizar quatro combinações de palavras-chave acerca da inovação no setor de saneamento foi escolhida para abranger um campo maior de resultados, uma vez que a utilização de apenas um termo de busca levantou um número mínimo de resultados. Como procedimento técnico da pesquisa, foi realizada uma análise de cada uma das 233 publicações com origem da base *Web of Science* com leituras exploratórias, seletivas, analíticas e interpretativas. A partir disso, foram selecionadas 50 delas. A exclusão de publicações levou em consideração a falta de aderência ao tema, duplicidade ou o fato de não se tratarem de artigos científicos.

A prospecção tecnológica foi realizada por meio da plataforma de inteligência *Orbit Intelligence*, sistema de busca e análise com informações de patentes de mais de 90 países, desenvolvido pela *Questel Academy*. Utilizou-se a opção de busca avançada e a expressão “*Management device and (sewage treatment or water treatment)*”, sendo considerados os documentos que apresentavam esse termo no título ou no resumo. Não houve delimitação temporal nem espacial durante a realização da prospecção, com a finalidade de identificar o máximo possível de inovações tecnológicas.

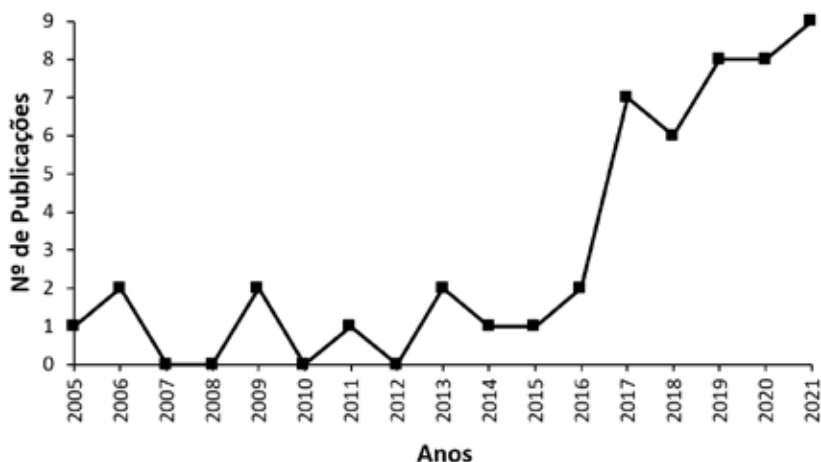
A seleção da expressão de pesquisa utilizada nesse passo do processo foi feita com o intuito de especificar a **área** que contribui para o desenvolvimento do setor de saneamento, direcionando para a gestão dos processos operacionais de tratamento de água e de esgoto, a fim de obter resultados representativos de tecnologias que auxiliam nesses âmbitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características Gerais das Publicações Científicas

A evolução temporal dos estudos publicados acerca da inovação no setor de saneamento revela que, apesar de a busca ter sido realizada no período de 1945 a 2021, eles só começaram a surgir a partir de 2005, e estavam ausentes em 2007, 2008, 2010 e 2012. Artigos científicos são o principal mecanismo que pesquisadores usam para reportar suas descobertas, e o conjunto de publicações na área pesquisada revela muito sobre seu desenvolvimento ao longo do tempo. Houve uma emergência de novos tópicos e conteúdos a partir do ano de 2015, quando foi observado um crescimento expressivo de produções, alcançando seu ápice em 2021, quando foram registradas nove. A compreensão da evolução das questões abrangidas por elas é importante para acadêmicos e funcionários de agências de pesquisa, pois os ajuda a se manterem cientes de novos temas relacionados, que atraem a atenção dos pesquisadores no decorrer do tempo. Conforme a Figura 1 a seguir, percebe-se que as produções científicas sobre a temática escolhida estão em expansão, com maior atenção no campo acadêmico nos últimos cinco anos.

Figura 1 – Evolução das publicações ao longo dos anos

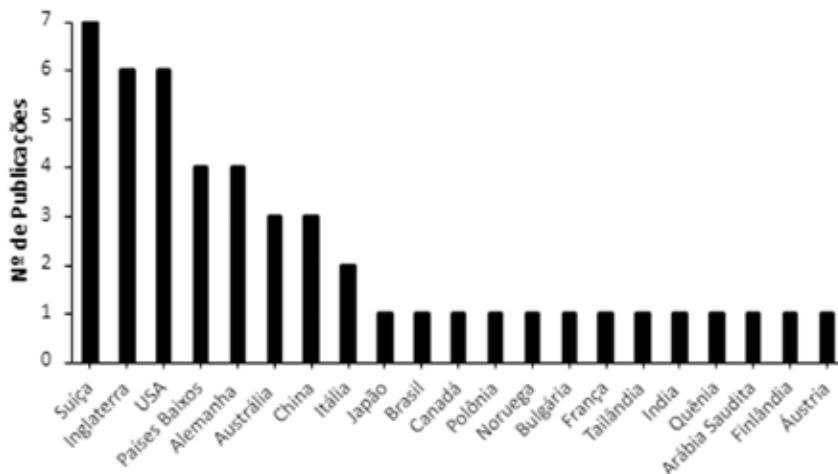


Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Entre os principais países com mais registros de publicações no tema buscado, a Suíça é o país com a maior concentração, com 14% do número total, seguida da Inglaterra e Estados Unidos, com 12% cada, Países Baixos e Alemanha, com 8% cada, e China e Austrália com 6% cada, como demonstrado na Figura 2. Levando em consideração que a publicação é vinculada a uma instituição educacional no seu país de origem, foram registrados sete artigos pertencentes à *Swiss Federal Institute of Aquatic Science & Technology* (EAWAG) na Suíça, enquanto as outras instituições não tiveram uma incidência superior a dois artigos. Ademais, o de origem brasileira tem como título “*Prospection of technologies related to metal biosorption process*” e pertence ao Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), que é vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Tem-se, assim, uma visão global do cenário de publicação, em que há uma forte concentração europeia. A participação de países da América do Sul ainda é muito baixa, sendo o Brasil a principal figura, mas ele ainda não representa nem 2% do total dos artigos publicados na temática e período estudados. Evidencia-se a necessidade de crescimento e colaboração de pesquisadores de instituições brasileiras.

Figura 2 – Países com mais registros de publicações



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A busca por artigos envolvendo as palavras-chave desse estudo apresentou como os periódicos com maior frequência de publicação o *Science of the Total Environment*, o *Water Science and Technology*, e o *Sustainability*, com 10% cada, de acordo com a Tabela 1. O *Science of the Total Environment* é um periódico internacional multidisciplinar de investigação inovadora que cobre artigos sobre o ambiente e a sua relação com a humanidade, com substancial importância em sua área, como pode ser observado pelo seu alto fator de impacto (6.5). O *Water Science and Technology* possui reputação histórica em publicação de artigos que envolvem tecnologias da gestão de águas, incluindo, por exemplo, sistemas de esgotos e aspectos do processo de tratamento e recuperação. Por último, o *Sustainability* é um periódico internacional e interdisciplinar, e oferece estudos avançados acerca da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável.

Para se verificar a qualidade dos periódicos selecionados, foram analisados o Qualis e o Fator de Impacto. Os que possuem Fator de Impacto acima de 1.7, com exceção do *Journal of Environmental Management*, não possuem Qualis (classificação 2013 – 2016) na área de conhecimento “Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo (APECCT)”. Por outro lado, na área “Interdisciplinar”, a maioria possui Qualis acima de B1, com exceção apenas do *Environmental Innovation and Societal Transitions* e do *Journal of Water Reuse and Desalination*. Merece destaque o primeiro, que possui o maior Fator de Impacto (8.4) entre todos os periódicos selecionados na pesquisa.

Tabela 1 – Distribuição de periódicos por percentual e relevância de publicação na área de Interdisciplinar e APECCT

Periódico	Porcentagem %	Fator de Impacto	Qualis	
			APECCT	Interdisciplinar
<i>Science of the Total Environment</i>	10	6.5	-	A1
<i>Water Science and Technology</i>	10	1.6	A2	B1
<i>Sustainability</i>	10	2.5	-	B1
<i>Water</i>	8	2.5	-	B1
<i>Environmental Innovation and Societal Transitions</i>	4	8.4	-	-
<i>Journal of Environmental Management</i>	4	5.6	A1	A1
<i>Water Policy</i>	4	1.0	A1	B1
<i>Chemosphere</i>	4	5.7	-	A1
<i>Energies</i>	4	2.7	-	A2
<i>Journal of Water Reuse and Desalination</i>	4	2.0	-	-
<i>Environmental Science & Technology</i>	4	7.8	-	A1

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Os artigos que possuem elevado número de citações apontam a influência consolidada de determinado pesquisador no que se refere ao progresso da área estudada. Entre os que possuem maior número de citações com indexação no *Web of Science*, foram destacados os que tinham mais de 10, conforme Tabela 2. Sobressai-se o artigo “*Dissolved inorganic phosphorus export to the coastal zone: Results from a spatially explicit, global model*”, que possui o maior número de citações (191) no período analisado, publicado no ano de 2005 e desenvolvido pelos autores: Harrison, J., Seitzinger, S., Bouwman, A., Caraco, N., Beusen, A., e Vorosmarty, C.

Os demais artigos são datados a partir de 2011, e seus tópicos de abrangência envolvem inovações na gestão do lodo de esgoto e no tratamento de água, áreas essenciais do saneamento básico. Embora o número de citações seja um importante indicativo, deve-se avaliar sua importância prática ou científica, para que a ânsia por possuir publicações com temas em alta não prejudique a criatividade e a inovação relacionadas a temáticas ainda pouco estudadas no setor de saneamento.

Tabela 2 – Principais artigos com maior número de citações

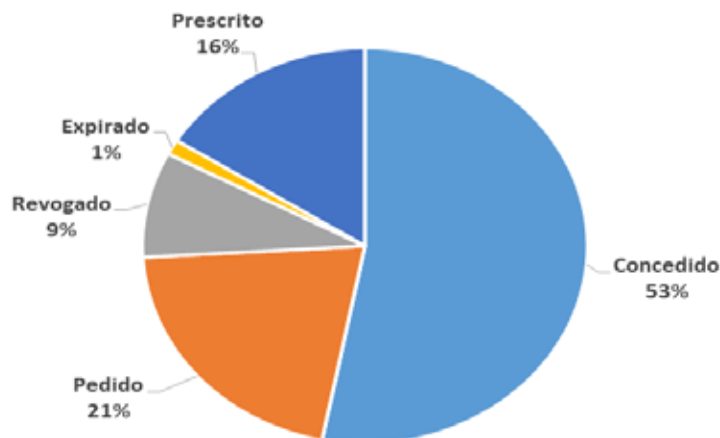
Artigos mais citados	N.º de Citações
<i>Dissolved inorganic phosphorus export to the coastal zone: Results from a spatially explicit, global model</i>	191
<i>Sustainable and Innovative Solutions for Sewage Sludge Management</i>	54
<i>Electro-oxidation of organic pollutants by reactive electrochemical membranes</i>	52
<i>Nanotechnology for water purification: electrospun nanofibrous membrane in water and wastewater treatment</i>	35
<i>Technologies for Decentralized Fluoride Removal: Testing Metallic Iron-Based Filters</i>	31
<i>Accelerating Innovation that Enhances Resource Recovery in the Wastewater Sector: Advancing a National Testbed Network</i>	27
<i>Early testing of new sanitation technology for urban slums: The case of the Blue Diversion Toilet</i>	20
<i>Green technology innovation development in China in 1990-2015</i>	13

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Prospecção Tecnológica

A prospecção tecnológica relacionada a dispositivos de gestão para tratamento de água e esgoto na plataforma *Orbit Intelligence* retornou um total de 80 documentos. A Figura 3 apresenta o *status* legal das famílias de patentes depositadas no mundo entre 1993 e 2021. Do total pesquisado, cerca de 74%, correspondente a 59 famílias, têm seus direitos de propriedade industrial preservados, seja por estarem em processo de análise ou por já terem sido concedidas. Já as patentes prescritas, expiradas ou revogadas consistem de cerca de 26% do total pesquisado. Devido ao seu *status*, elas não demandam autorização para sua exploração tecnológica no mercado, bem como pagamento de *royalties*, configurando uma oportunidade relevante no que concerne à possibilidade de exploração. Dessa forma, definir o estado da técnica é de suma importância para conhecer potenciais alternativas e respaldar decisões de investimento, bem como acompanhar as atividades dos concorrentes.

Figura 3 – Status legal das famílias de patentes de dispositivos de gestão do tratamento de água e esgoto depositadas no mundo entre 1993 e 2021

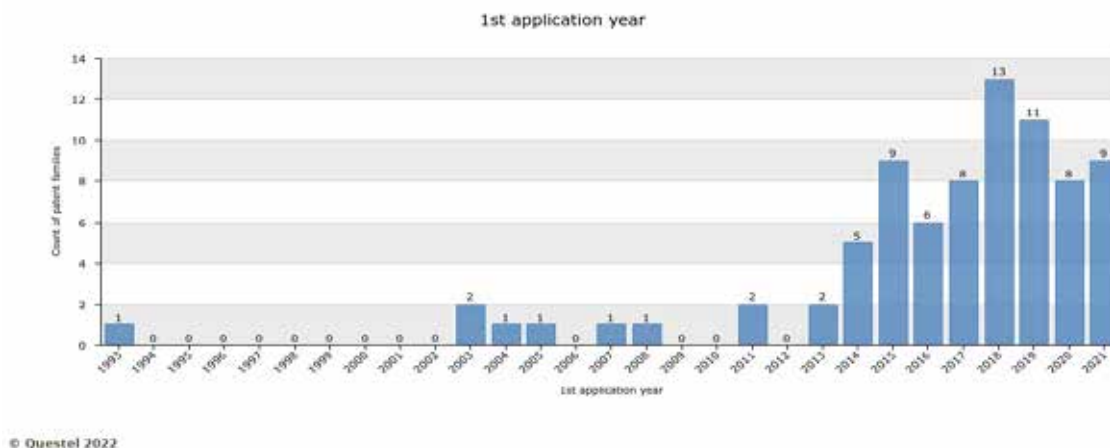


Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Para a análise da evolução anual de depósito de famílias de pedidos de patentes, foi considerado o período desde o primeiro depósito, em 1993, até o ano de 2021 (Figura 4). O primeiro registro de pedido, conforme os critérios da busca, foi depositado em 20 de janeiro de 1993 e publicado em 2003. Ele tem como objeto, conforme documento de patente JP3482220, um dispositivo de controle de dados para evitar a emissão frequente de alarmes gerados pelo micromovimento do nível de líquido em um sistema de tratamento de água. Foi inventado por Shinichi Inoue, Nagao Nobuaki e Kishine Yoshinao e de titularidade *Kurita Water Industries*, requerido no Japão.

Observa-se que, depois desse, não houve registro de pedido no período de 1994 a 2002. Há, no entanto, um crescimento mais expressivo a partir do ano de 2014, com os depósitos de patentes atingindo seu maior número (13) em 2018. Ressalta-se que a quantidade de registros em 2021 pode ser maior do que o apresentado (Figura 4) em decorrência do período de sigilo estabelecido, que é de 18 meses contados a partir da data de propriedade do pedido de patente.

Figura 4 – Evolução anual das famílias de patentes de dispositivos de gestão do tratamento de água e esgoto com primeira prioridade requerida entre 1993 e 2021



© Questel 2022

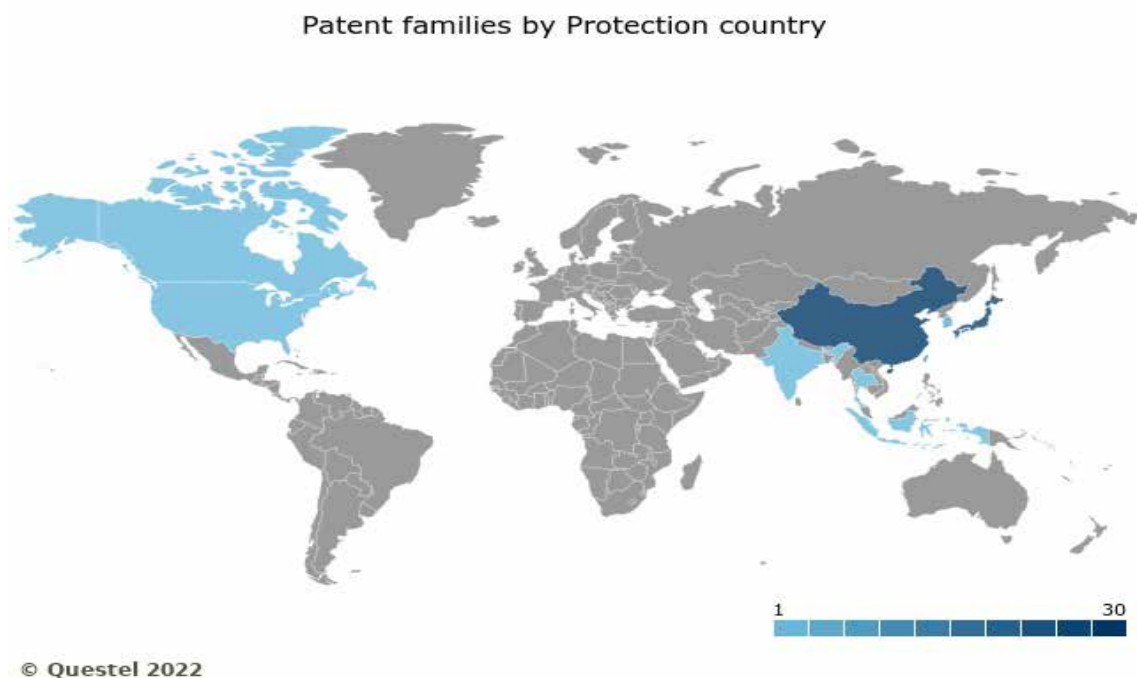
Fonte: Questel (2022).

A Figura 5, em seguida, apresenta a informação tecnológica referente ao país de prioridade das famílias de patente pesquisadas. A China desponta com o desenvolvimento tecnológico mais significativo neste setor, com cerca de 37,50% das requeridas mundialmente, seguida do Japão, com 31,25%, e Taiwan, com 10%. De acordo com o Relatório *World Intellectual Property Indicators* (2021), em 2020 a China era responsável por 45,7% das patentes depositadas no mundo, observando-se que os escritórios localizados na Ásia receberam 66,6% do total global dos depósitos. Em trabalho realizado por Leite *et al.* (2021), a China foi superior aos demais países, com 30,7% das famílias de patentes de saneamento e água residual.

Enquanto isso, o Brasil não possui nenhum pedido de patente relacionado a dispositivos de gestão do tratamento de água e esgoto, o que evidencia uma deficiência do país em pesquisa e desenvolvimento tecnológico nessa área. A prospecção científica corrobora essa conclusão, com apenas uma publicação para os termos buscados.

O Brasil destaca-se entre os primeiros países do mundo a criar uma lei especificamente voltada para proteção intelectual (Lei n.º 9.279, de 14 de maio de 1996). Além disso, a legislação vigente estimula a parceria entre universidades e empresas, o que garante a inovação e o desenvolvimento tecnológico não só para a universidade, mas para todo o país, principalmente com o novo Marco Legal de Inovação (BRASIL, 2016). Ainda assim, não foi observada expressividade no número de depósitos de patentes na temática estudada, refletindo a necessidade de criação e avaliação das políticas de estímulo à inovação nos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) das universidades brasileiras.

Figura 5 – Famílias de patentes com primeira prioridade requerida entre 1993 e 2021, por primeiro país de prioridade



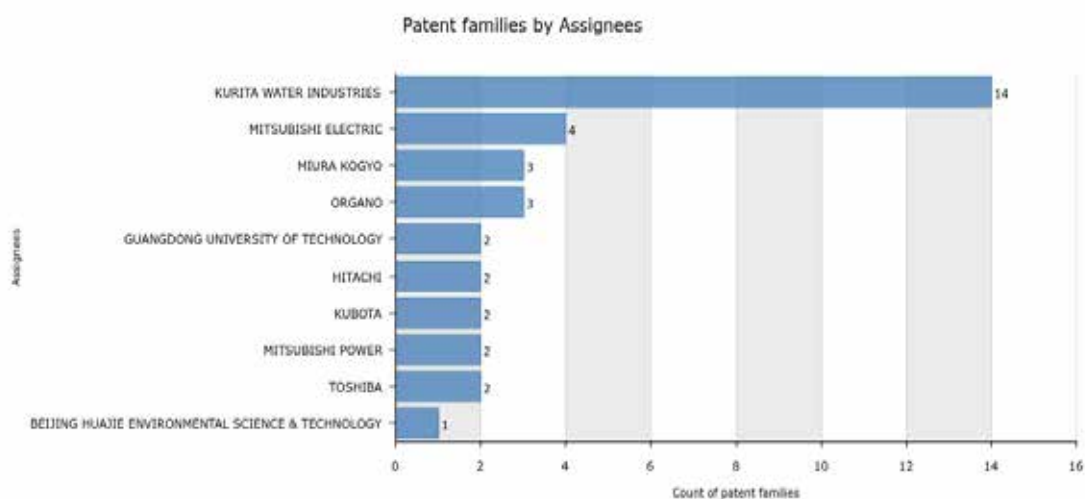
Fonte: Questel (2022).

Os principais titulares das famílias de patentes são apresentados na Figura 6. A organização que possui, no setor pesquisado, posição estratégica de proteção significativa é

a *Kurita Water Industries*, que atua no setor de saneamento no Japão, fornecendo produtos químicos e instalações para tratamento de água. A empresa destaca-se entre os titulares, pois detém 17,5% de todas as patentes relacionadas a dispositivos de gestão do tratamento de água e esgoto, sendo influente na área de recursos hídricos e gestão de processos. Em 2022, estabeleceu uma nova base de pesquisa e desenvolvimento em Tóquio, a *Kurita Innovation Hub*. Depois da *Kurita*, a *Mitsubishi Electric* e a *Miura Kogyo* detêm cerca de 5% e 3,75% das famílias de patentes, respectivamente.

O domínio tecnológico proeminente entre os titulares é o de tecnologia ambiental, com 65% das famílias. Como exemplo, há o documento de patente JP2019185397, publicado em 24 de outubro de 2019. Ele tem como objeto um dispositivo de gerenciamento para instalação de tratamento de água, que compreende um programa para selecionar um fornecedor de manutenção adequado para a execução de um trabalho nas instalações. Foi inventado por Kurosu Masaaki e de titularidade da *Kurita Water Industries*, requerido no Japão.

Figura 6 – Principais titulares das famílias de patentes com primeira prioridade requerida entre 1993 e 2021



© Questel 2022

Fonte: Questel (2022).

O Brasil ocupa um lugar de país emergente na agenda internacional. Apesar disso, por meio desta pesquisa científica e tecnológica, percebe-se que ele não possui uma posição de destaque em caráter tecnicista, que se mova em busca da universalização do acesso aos serviços de distribuição de água e coleta de esgoto, reuso dos recursos hídricos, redução de perdas e financiamento de projetos.

CONCLUSÃO

Por meio do estudo das produções científicas selecionadas, verifica-se que a temática da inovação obteve um crescimento mais acentuado após o ano de 2015, com a Suíça como país de destaque com o maior número de artigos. Foi possível ainda identificar quais periódicos dominam o campo de publicação no tema e constituem-se como arcabouço teórico para futuras

pesquisas na área. A produção e a disseminação do conhecimento científico na área têm muito a crescer; especialmente no Brasil, que apresentou uma participação demasiadamente tímida, como observado pela falta de publicação em periódicos de impacto.

O mapeamento das produções tecnológicas com enfoque em dispositivos de gerenciamento evidenciou que o cenário é dominado por países asiáticos, mais proeminentemente pela China, que detém 37,5% das famílias de patentes. A administração consciente das informações estratégicas sobre as que estão disponíveis atualmente é fundamental para o progresso e longevidade das companhias de saneamento do país. Em todo o período pesquisado, não existem famílias de patentes requeridas por residentes brasileiros, o que coloca o Brasil na posição de refém da aquisição de tecnologias desenvolvidas por organizações de outros países.

A pesquisa, seja básica ou aplicada, é figura indispensável no avanço do gerenciamento operacional do setor. É um fator norteador para alcançar a salubridade ambiental concernente à saúde da população tanto urbana quanto rural, livre de endemias/epidemias e com condições de vida adequadas. A partir dos resultados obtidos pode-se inferir que o investimento conferido ao setor é incipiente quando deveria ser reformador, de forma que esses esforços mal podem ser vistos em um panorama internacional de comprometimento.

REFERÊNCIAS

BAUMANN, M. *et al.* Comparative patent analysis for the identification of global research trends for the case of battery storage, hydrogen and bioenergy. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 165, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120505>

BERALDO, M. P.; FILHO, A. M. P.; RAMALHEIRO, G. C. F. O programa Pipe/Fapesp e o novo marco legal do saneamento básico (Lei n. 14.026/2020): breves reflexões sobre política pública de inovação na área do saneamento básico. *Revista Eletrônica da Faculdade de Direito de Franca*, v. 15, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21207/1983.4225.1179>

BERNARDINO, K. R.; COSTA, D. de A.; DE OLIVEIRA, V. de P. dos S. O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v. 14, n. 2, p. 255-273, 2020. DOI: 10.19180/2177-4560.v14n22020p255-273

BRASIL. *Lei 11.445*, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm. Acesso em: 20 nov. 2021.

BRASIL. *Lei 14.026*, de 15 de julho de 2020a. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 20 nov. 2021.

BRASIL. *Lei nº 13.243*, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação [...]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRASIL. *Lei nº 9.279*, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRASIL. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019*. Brasília, DF, 2020b.

CHOI, W. *et al.* Smart home and internet of things: A bibliometric study. *Journal of Cleaner Production*, v. 301, 2021.

CLARIVATE. *Web of Science*. 2021. Disponível em: <https://www-webofscience.ez21.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/advanced-search>. Acesso em: 30 abr. 2021.

COSTA, Taís Gonçalves Neto. *Crescimento demográfico e saneamento básico nas capitais regionais do Brasil*. 2017. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/IGCC-AWSH87/1/disserta__o_tais_costa_2017.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

DAIM, T. U. *et al.* Forecasting technological positioning through technology knowledge redundancy: Patent citation analysis of IoT, cybersecurity, and Blockchain. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 161, p. 120329, 2020.

FERREIRA, D. R. F. Saneamento integrado no Recife: uma política de inovação na gestão de serviços urbanos. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 14, n. 167, p. 53-61, 2015.

KIM, G.; BAE, J. A novel approach to forecast promising technology through patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 117, p. 228-237, 2017.

KIM, J.; LEE, D.; PARK, E. Machine Learning for Mental Health in Social Media: Bibliometric Study. *J. Med. Internet Res.*, v. 23, p. e24870, 2021.

LEITE, N. M. G. *et al.* Prospecção tecnológica de patentes relacionadas ao esgotamento sanitário. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA – CONTECC, 7., 2021. *Anais [...]*, a. 7, v. 1, 2021. ISSN 2358117-4. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354683740_PROSPECCAO_TECNOLOGICA_DE_PATENTES_RELACIONADAS_AO_ESGOTAMENTO_SANITARIO. Acesso em: 5 mar. 2022.

LEONETI, A. B. *et al.* A parceria público-privada no contexto da universalização do saneamento no Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, Ijuí: Editora Unijuí, v. 13, n. 32, p. 78-102, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2015.32.78-102>

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. *Eng Sanit Ambient*, v. 18, n. 4, p. 341-348, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400006>

MARCHI, C. M. D. F. Representação e formação cívica: apoio às políticas públicas do saneamento básico. *Desenvolvimento em Questão*, Ijuí: Editora Unijuí, v. 17, n. 47, p. 179-194, 2019. DOI: [10.21527/2237-6453.2019.47.179-194](https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.47.179-194)

MOREIRA, Guilherme Inchausp. *O investimento público em saneamento básico no Brasil entre 2017 a 2018*. 2019. 24 f. Trabalho (Conclusão do Curso de Tecnologia em Gestão Pública) – Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, RS, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/4682>. Acesso em: 10 jun. 2022.

NUNES, M. A. S. N. *Propriedade intelectual e industrial em jogos e noções sobre prospecção de tecnologia: em direção à apropriação nacional/internacional dos ativos brasileiros desenvolvidos para jogos*. 2014. Disponível em: <http://almanaquesdacomputacao.com.br/gutanunes/publications/NunesTutorial2014.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

QUESTEL. *Orbit Intelligence*. 2022. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

RIBEIRO, B.; BIN, A.; SERAFIM, M. Innovation dynamics of the state basic sanitation companies. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 27, n. 2, p. 305-314, 2022.

ROCHA NETO, J. M. O desafio do federalismo brasileiro no saneamento básico. *Interações*, Campo Grande, v. 23, n. 2, p. 441-456, 2022. DOI: [10.20435/inter.v23i2.2998](https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.2998)

SANTIAGO, C. *et al.* Contribuições da Fundação Nacional de Saúde na pesquisa em saúde e saneamento no Brasil. *Revista Saúde Sociedade*, v. 29, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902020181011>

SOSMA. SOS Mata Atlântica. *É preciso cuidar melhor da qualidade da água*. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/conheca/agua/>. Acesso em: 25 jan. 2023.

USMAN, M.; HO, Y. A bibliometric study of the Fenton oxidation for soil and water remediation. *Journal of Environmental Management*, v. 270, p. 110.886, 2020.

VASCONCELOS, E. U. *Inovação aberta em companhias de saneamento básico brasileiras*. 2019. 197 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Fortaleza, 2019.

VENDITTI, M. V. R. Fontes de inovação em empresas de saneamento básico brasileiras. *Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation*, v. 8, p. 287-308, 2020. Disponível em: <https://revistaeletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/2191>. Acesso em: 2 fev. 2023.

VENDITTI, M. Atividades inovativas de saneamento básico brasileiras. *Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais*, v. 6, n. 1, p. 82-103, 2021.

WANG, B. *et al.* Emerging nanogenerator technology in China: A review and forecast using integrating bibliometrics, patent analysis and technology roadmapping methods. *Nano Energy*, v. 46, p. 322-330, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2018.02.020>

WIPO. World Intellectual Property Indicators. *Relatório da World Intellectual Property Organization (WIPO) 2021*. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2021.pdf. Acesso em: 15 maio 2022.

YU, A. *et al.* Innovation performance evaluation for high-tech companies using a dynamic network data envelopment analysis approach. *European Journal of Operational Research*, v. 292, n. 1, p. 199-212, 2021.

Todo conteúdo da Revista Desenvolvimento em Questão está
sob Licença Creative Commons CC – By 4.0