

Mapeamento tecnológico de sensores e sistemas IoT para monitoramento da qualidade de água e efluentes no setor de saneamento: análise de patentes

RESUMO

Andreza Carla Lopes André
Universidade Federal do Vale do
São Francisco - UNIVASF,
Juazeiro, Bahia, Brasil.

**Miriam Cleide Cavalcante de
Amorim**
Universidade Federal do Vale do
São Francisco - UNIVASF,
Juazeiro, Bahia, Brasil.

Késsia Caroline Dantas da Silva
Universidade Federal do Vale do
São Francisco - UNIVASF,
Juazeiro, Bahia, Brasil.

A integração de *Internet of Things* (IoT) pode contribuir de forma significativa para o saneamento básico. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é realizar um levantamento de patentes relacionadas ao desenvolvimento de sensores e tecnologias IoT para monitoramento da qualidade da água, águas residuais e esgotos bem como avaliar a participação do Brasil no cenário de patentes relativas à temática. Para isso foram realizadas buscas de patentes no Orbit utilizando 2 *strings* de buscas: “*Sensor+ AND CO2F*” e “*(IoT OR Internet of Things) AND CO2F*”. Após refinamento das buscas, foram localizadas um total de 1005 patentes, com a maior proteção na China (743) e nos Estados Unidos (117). O Brasil aparece nesse cenário em 14º lugar, com apenas 20 patentes protegidas, o que evidencia a necessidade de maior investimento em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias voltadas para esse setor, sendo esta uma possível oportunidade de mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologias. Sensores. Internet das coisas. Tratamento de água. Tratamento de esgotos.

INTRODUÇÃO

Saneamento Básico é definido no Art. 3 do marco legal do saneamento, Lei nº 14.026/2020 como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

Tratando-se de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, de acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS (BRASIL, 2020), no Brasil apenas 49,1% da população possui esgoto coletado e tratado e 83,7% da população recebe água tratada por rede de distribuição. O processo de tratamento da água para torná-la potável, bem como o tratamento dos esgotos sanitários antes de devolvê-los ao ambiente requerem técnicas específicas de tratamento e monitoramento da qualidade dessas águas e efluentes para que atendam a padrões estabelecidos na legislação. Estes são compostos por um conjunto de parâmetros físico-químicos e microbiológicos que devem ser monitorados e que devem estar em conformidade com a legislação brasileira, devendo atender a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde para padrões de potabilidade da água para consumo humano ou a Resolução CONAMA nº430/2011 para lançamento de efluentes (BRASIL, 2021; CONAMA, 2011).

Todavia, alguns desses parâmetros de qualidade são difíceis de serem medidos em tempo real, sendo possível somente a sua análise de forma *off-line* em laboratórios (YU et al., 2022; PENG et al., 2022) e além disso, tratando-se da zona rural, há enorme dificuldade relacionada a logística para coleta de amostras e o seu deslocamento para análise em laboratório.

Dessa forma a necessidade do monitoramento remoto e em tempo real, através de sensores eletrônicos, vem se tornando uma realidade crescente na área de saneamento integrando as novas tecnologias e dispositivos digitais, a exemplo da *Internet of Things* (IoT) (RASIN et al., 2017; SARAVANAN et al., 2018). IoT pode ser compreendido como um sistema de dispositivos conectados à internet que permitem o gerenciamento dos serviços em tempo real por meio do uso de sensores, *softwares*, *hardwares*, ferramentas de *machine learning*, inteligência artificial e outras tecnologias e equipamentos (MARTINS et al., 2017; WANZELER, FÜLBER & MERLIN, 2016).

No saneamento, o uso de IoT proporciona inúmeros benefícios, como por exemplo, automação por meio de ferramentas de *machine learning* (YU et al., 2019; KINAR & BRINKMANN, 2022) e monitoramento contínuo dos sistemas de tratamento de água (SIMÕES & DONG, 2018; SHI et al., 2022), esgotos (QIN, GAO & CHEN, 2012; HAN et al., 2018) e de sistemas de distribuição de água (ALVES et al., 2019; FUENTES & MAURICIO, 2020).

Nesse cenário, a prospecção tecnológica por meio de um estudo de patentes se apresenta como uma ferramenta importante para identificar tendências e oportunidades de mercado numa economia globalizada e estimular a inovação e nortear o desenvolvimento de novas tecnologias (AMPARO, RIBEIRO & GUARIEIRO, 2012). Diversos são os bancos de dados de patentes disponíveis de forma gratuita, no entanto, estudo realizado por Pires, Ribeiro & Quintella (2020), comparam bases gratuitas (Espacenet, Patentscope, Google patentes e Lens) e bases comerciais (Derwent Innovation Index e Orbit Intelligence) com base em 13 critérios e concluíram que o Orbit apresentou melhor desempenho em todos os

questos analisados, maior amplitude de base de dados e mais ferramentas para processamento dos dados.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento de patentes referentes ao desenvolvimento de sensores e tecnologias de IoT voltados ao monitoramento de sistemas de tratamento de água, águas residuais e esgotos, bem como a participação do Brasil nessa temática e com base nisso prospectar possíveis lacunas e áreas de pesquisa estratégica com vistas para o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e desenvolvimento tecnológico para contribuir para universalização dos serviços de abastecimento de água potável e coleta e tratamento de esgotos no Brasil.

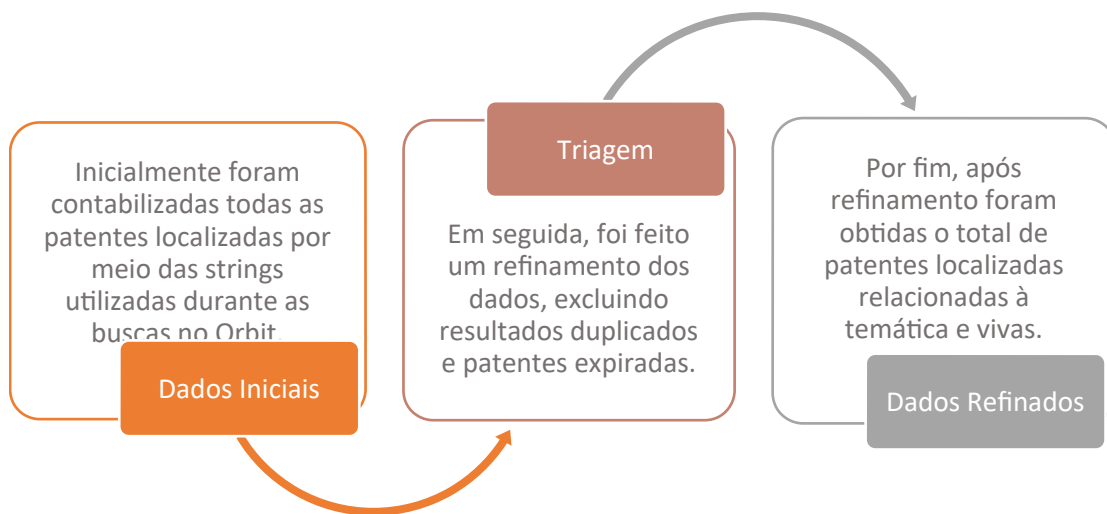
METODOLOGIA

Trata-se de um mapeamento tecnológico de natureza aplicada com abordagem quantitativa com foco na análise de patentes voltadas para o saneamento básico, especificamente no que diz respeito ao desenvolvimento de sensores e tecnologias de IoT para monitoramento de sistemas de tratamento de água, águas residuais e esgotos. Para isso utilizou-se o software comercial Orbit Intelligence[®] como banco de patentes.

Para formulação das estratégias de buscas foram utilizadas palavras-chave bem representativas das tecnologias de interesse, operadores booleanos AND e OR, caractere de truncamento “+” e a classe C02F da *International Patents Classification* (IPC), que diz respeito a patentes relacionadas ao tratamento de água, águas residuais e esgotos, delimitando dessa forma a busca a patentes estritamente relacionadas ao tema de interesse. A partir disso, foram formadas as seguintes *strings* de busca: “(Sensor+) AND (C02F)” e “(IoT OR Internet of Things) AND (C02F)”.

As buscas foram realizadas nos campos de título e resumo, considerando o período de 20 anos (2002 a 2022). Inicialmente, foram contabilizadas todas as patentes localizadas através das *strings* utilizadas. Em seguida, as buscas foram refinadas por meio da exclusão de patentes expiradas e duplicadas. Para exclusão das patentes duplicadas foi criada uma outra *string* de busca: “(Sensor+ AND Monitoring AND C02F) NOT ((IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (C02F))”, combinação das duas primeiras utilizando o operador booleano NOT. Após esse processo, os dados refinados foram quantificados e analisados para obtenção de informações como data de primeira prioridade e país de proteção. Todas as etapas da metodologia utilizadas no presente estudo estão compreendidas no fluxograma disposto na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas que compreendem o levantamento de dados.



Fonte: Autores (2022).

DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

A Tabela 1 apresenta a quantidade total de patentes recuperadas em relação a cada *string* de busca utilizada.

Tabela 1 – Número total de patentes localizadas por *string* utilizada.

<i>Strings de busca</i>	<i>Orbit Intelligence</i>
<i>(Sensor+) AND (Monitoring) AND (C02F)</i>	1738
<i>(IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (C02F)</i>	285
TOTAL	2023

Fonte: Autores (2022).

Em função da existência de patentes expiradas, os dados foram refinados para exclusão destas da análise. Além disso, considerando que as *strings* utilizadas poderiam apresentar patentes duplicadas, foi criada uma nova *string* de busca mediante combinação das duas primeiras para excluir possíveis duplicações. As patentes recuperadas após este processo de refinamento para cada *string* utilizada estão na Tabela 2.

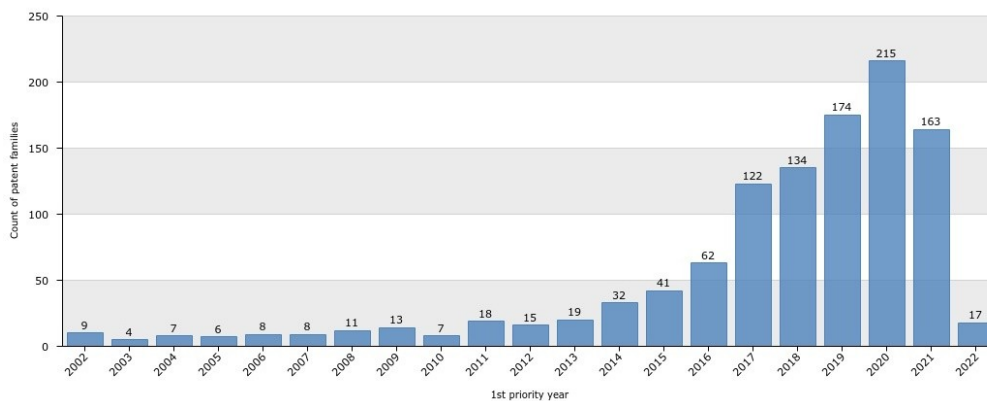
Tabela 2 – Patentes localizadas por *string* utilizada após refinamento dos dados.

<i>Strings de busca</i>	<i>Orbit Intelligence</i>
<i>(Sensor+) AND (Monitoring) AND (C02F)</i>	1090
<i>(IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (C02F)</i>	242
<i>(Sensor+ AND Monitoring AND C02F) NOT ((IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (C02F))</i>	1005

Fonte: Autores (2022).

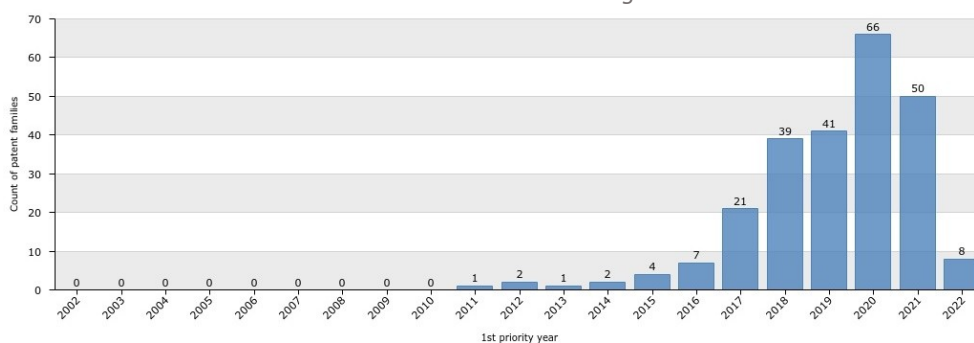
As Figuras 2 e 3 apresentam o total de famílias de patentes localizadas por data de primeira prioridade (considerando os últimos 20 anos) utilizando as strings “(Sensor+) AND (Monitoring) AND (CO2F)” e “(IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (CO2F)”, respectivamente.

Figura 2. Famílias de patentes localizadas por data de primeira prioridade no período de 2002-2022 utilizando a *string* 1.



Fonte: Orbit (2022). *string* 1: “(Sensor+) AND (Monitoring) AND (CO2F)”.

Figura 3. Famílias de patentes localizadas por data de primeira prioridade no período de 2002-2022 utilizando a *string* 2.

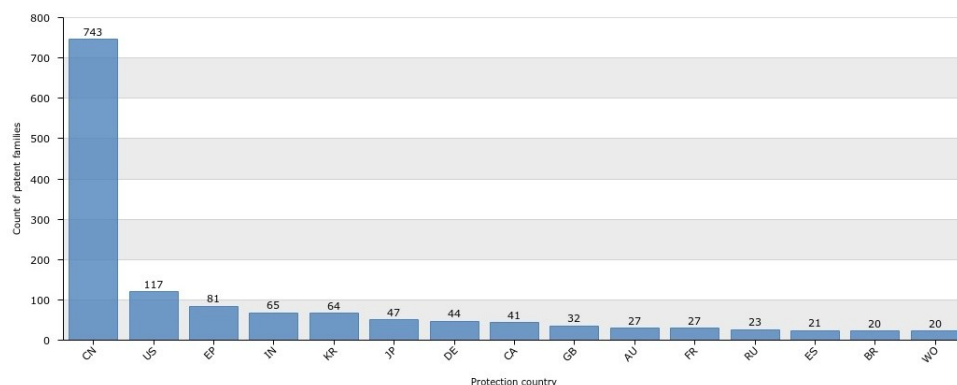


Fonte: Orbit (2022). *string* 2: “(IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (CO2F)”.

Verifica-se uma tendência nas patentes localizadas por meio das duas *strings* utilizadas. Há um maior número de patentes depositadas no período de 2012 a 2021, o que sugere um aumento no número de tecnologias desenvolvidas para o setor de saneamento básico ao longo desse período, especificamente ao tratamento de água, águas residuais e esgotos. Comparando ainda as *strings* utilizadas é possível observar que a *string* “(IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (CO2F)” reportou um menor número de patentes relacionadas a utilização de IoT no tratamento de águas, águas residuais e esgotos. Esses resultados sugerem que estão sendo desenvolvidos e protegidos dispositivos e sensores nessa temática, no entanto, tecnologias para transmissão e gerenciamento desses dados em tempo real através de tecnologias IoT estão sendo desenvolvidas e protegidas em menor escala. Ainda, é importante ressaltar que o baixo número de patentes localizadas no ano de 2022 pode ser justificado pela limitação da busca até o mês de junho do ano corrente e pelo período de sigilo de 18 meses.

A Figura 4 apresenta os 15 países de proteção com mais famílias de patentes no período de 2002 a 2022 utilizando a *string* 3 nas buscas.

Figura 4. Total de famílias de patentes localizadas por país de proteção utilizando a *string* 3, combinação das *strings* 1 e 2.



Fonte: Orbit (2022). CN: China; US: Estados Unidos da América; EP: Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO); IN: Índia; KR: República da Coreia; JP: Japão; DE: Alemanha; CA: Canadá; GB: Reino Unido; AU: Austrália; FR: França; RU: Federação Russa; ES: Espanha; BR: Brasil; WO: Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI/WIPO). String 3: "(Sensor+ AND Monitoring AND C02F) NOT ((IoT OR Internet of Things) AND (Monitoring) AND (C02F))".

Observa-se que a China (CN) e os Estados Unidos (US) possuem o maior número de patentes protegidas. Esses resultados são corroborados pelo Índice Global de Inovação (GII) que classifica 129 economias com base em 80 indicadores que abordam questões como: investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), pedidos de patentes e marcas internacionais, criação de aplicativos para smartphones e exportação de alta tecnologia. No cenário global os Estados Unidos figuram como o 3º país mais inovador e a China encontra-se em forte ascensão, ocupando atualmente a 12ª posição. Vale ressaltar que entre as economias de renda média, a China conserva o primeiro lugar em qualidade de inovação, patentes, design industrial, marcas e exportações de alta tecnologia e produtos criativos. Ademais, a China é a única economia de renda média entre as 30 economias mais inovadoras a nível mundial. Já quando se trata das economias de renda alta mais tecnológicas, os Estados Unidos ocupam a 3ª posição (WIPO, 2021).

Dentre os 15 países que possuem os maiores números de patentes protegidas, o Brasil encontra-se em 14º lugar com 20 patentes recuperadas utilizando a *string* 3. Dentre as patentes localizadas com o Brasil como país de proteção, destaca-se a patente de invenção com número do pedido BR10202006154, por se tratar de uma tecnologia ambiental que combina o uso de sensores com sistema de monitoramento remoto dos parâmetros de qualidade da água durante o tratamento, onde os inventores desenvolveram um sistema para geração de radicais hidroxila na forma de luz ultravioleta e peróxido de hidrogênio para tratamento de água, águas residuais e esgotos por oxidação ou irradiação e associado a isso um hardware de acionamento e controle de válvula e um sensor de pH para controlar remotamente o processo.

A localização do Brasil entre os 15 países com maior número de patentes voltadas ao setor de saneamento básico localizadas, é resultado dos avanços dados pelo país nos últimos anos. A Lei nº10.973/2004 (Lei da Inovação tecnológica) representou um marco do início do processo de fomento à inovação, com o objetivo de incentivar a conexão entre universidades, centros de pesquisas e empresas privadas, tomando como base três importantes pontos: construir um ambiente de parceria entre empresas e ICTs (Instituições Científicas e Tecnológicas); estimular a inovação por parte das ICTs; e estimular a inovação por parte das empresas privadas. Considerando o destaque das ICTs como maiores depositantes de patentes residentes (INPI, 2020), a criação do Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) por parte do Governo Federal também representa outro

importante instrumento de fomento à inovação, cuja finalidade é a ampliação da base de mestres e doutores no país.

No entanto, ainda que o país esteja avançando e fomentando a inovação, o número de patentes depositadas ainda é baixo e evidencia que o Brasil ainda tem um longo caminho a percorrer para avançar nessa temática, uma vez que, segundo RAINATTO et al. (2022), o número de patentes depositadas por um país é uma forma relevante de mensurar a inovação do mesmo. Assim, apesar dos esforços, o país não acompanha os países desenvolvidos ou em desenvolvimento quanto às ações inovadoras na área de saneamento, desenvolvendo poucos produtos tecnológicos voltados especificamente para o tratamento de água, águas residuais e esgotos.

Por fim, vale salientar ainda a inexistência de Companhias de saneamento entre os requerentes de patentes depositadas no Brasil, o que revela a defasagem de investimento em P&D por parte destas, fato que é corroborado por VENDITTI (2020) que afirma que de forma geral, no Brasil, a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação ainda não foram incorporados como estratégia das empresas de saneamento e as empresas inovadoras em produtos e processos estão mais ligadas às instituições de pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante as buscas foram localizadas 1005 famílias de patentes utilizando sensores e tecnologias IoT voltadas para o setor de saneamento, especificamente no que diz respeito ao tratamento de água, águas residuais e esgoto. Destas, a China e os Estados Unidos se destacam como países de proteção, com 743 e 117 famílias de patentes, respectivamente. Os resultados indicam que a China é protagonista em termos de desenvolvimento e proteção de novas tecnologias nessa temática.

Já o Brasil, figura nesse cenário em 14º lugar, indicando que este se encontra muito atrás do resto do mundo em termos de pesquisa e desenvolvimento de produtos tecnológicos voltados ao setor de saneamento, especificamente a sistemas para monitoramento da qualidade da água, águas residuais e esgotos. Os resultados sugerem, portanto, a necessidade de maior investimento em Pesquisas e Desenvolvimento (P&D) de tecnologias voltadas para esse setor, sendo esta uma possível oportunidade de mercado, o que contribuiria para o avanço do país nesse tema, proporcionando ganhos econômicos e sociais.

Por fim, vale ressaltar que dentre as patentes cujo Brasil é o país de proteção nenhuma delas apresenta como requerente companhias de saneamento, o que revela a defasagem de investimento em P&D por parte destas que inclusive dominam o cenário do saneamento no Brasil.

Technology mapping of IoT sensors and systems for water and wastewater quality in the sanitation sector: Analysis of patents

ABSTRACT

The integration of Internet of Things (IoT) can contribute significantly to sanitation. In this sense, the objective of this work is to conduct a survey of patents related to the development of sensors and IoT technologies for monitoring water quality, wastewater and sewage as well as to evaluate the participation of Brazil in the scenario of patents related to the theme. To this end, Orbit searches were performed using 2 search strings: "Sensor+ AND CO2F" and "(IoT OR Internet of Things) AND CO2F". After refining the searches, a total of 1005 patents were located, with the highest protection in China (743) and the United States (117). Brazil appears in 14th place in this scenario, with only 20 patents protected, which highlights the need for greater investment in research and development of technologies focused on this sector, this being a possible market opportunity.

KEYWORDS: Technologies. Sensors. Internet of things. Water treatment. Sewage treatment.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. J. R.; MANERA, L. T.; CAMPOS, M. V. Low-cost wireless sensor network applied to real-time monitoring and control of water consumption in residences. **Revista Ambiente & Água**, vol. 14, n. 6, 2019. DOI: 10.4136/ambi-agua.2407

AMPARO, K. K. D. S.; RIBEIRO, M. D. C. O.; GUARIEIRO, L. L. N. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, n. 4, p. 195-209, 2012.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: 27/06/2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2021. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>. Acesso em: 27/06/2022.

BRASIL. **Política e plano municipal de saneamento ambiental: experiências e recomendações**. Organização Panamericana da Saúde; Ministério das Cidades, Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Brasília: OPAS, 2005. ISBN: 85-87943-52-9.

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

CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. CONAMA, 2011. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/media/areas/gapp/arquivos/atualizacao_intra/dou/res_conama_430.pdf>. Acesso em: 27/06/2022.

FUENTES, H.; MAURICIO, D. Smart water consumption measurement system for houses using IoT and cloud computing. **Environmental Monitoring Assessment**, 2020. DOI: 10.1007/s10661-020-08535-4

HAN, H.; CHU, S.; QIAO, J.; GUO, M. Data-driven intelligent monitoring system for key variables in wastewater treatment process. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, vol. 26, ed. 10, p. 2093-2101, 2018. DOI: 10.1016/j.cjche.2018.03.027

INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial). **Ranking de depositantes residentes**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de>>

conteudo/estatisticas/arquivos/estatisticas-preliminares/
rankdepositantesresidentes-2020.pdf>. Acesso em: 31/07/2023.

KINAR, N. J.; BRINKMANN, M. Development of a sensor and measurement platform for water quality observations: design, sensor integration, 3D printing, and open-source hardware. **Environmental Monitoring Assessment**, p. 194-207, 2022. DOI: 10.1007/s10661-022-09825-9

MARTINS, A. B. et al. Gerenciamento Da Água Com a Internet Das Coisas (Iot): Uma Aplicação Em Plantas De Saneamento. **Collectivus, Revista de Ciências Sociais**, vol. 4, n. 2, p. 124–140, 2017.

PENG, C.; LULU, Z.; CHAO, M. F.; YING, X. Soft measurement of effluent index in sewage treatment process based on overcomplete broad learning system. **Applied Soft Computing**, v. 115, 2022. DOI: 10.1016/j.asoc.2021.108235

PIRES, E. A.; RIBEIRO, N. M.; QUINTELLA, C. M. Sistemas de Busca de Patentes: análise comparativa entre Espacenet, Patentscope, Google Patents, Lens, Derwent Innovation Index e Orbit Intelligence. **Cadernos de Prospecção**, V. 13, N. 1, P. 13-29, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i1.35147

QIN, X.; GAO, F.; CHEN, G. Wastewater quality monitoring system using sensor fusion and machine learning techniques. **Water Research**, vol. 46, ed. 4, p. 1133-1144, 2012. DOI: 10.1016/j.watres.2011.12.005

RAINATTO, G. C.; ANDRADE, N. A.; DA SILVA, F. R.; SILVA, O. R. O investimento na pesquisa: um estudo sobre a produção de patentes das Universidades Federais. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v.17, n.1, 2022. DOI: 10.21723/riaee.v17i1.16156

RASIN, Z.; ABDULLAH, M. R. Water Quality Monitoring System Using Zigbee Based Wireless Sensor Network. **International Journal of Engineering & Technology IJET**, vol. 9, n. 10, p. 24-28, 2017.

SARAVANAN, K.; ANUSUYA, E.; KUMAR, R.; SON, L. H. Real-time water quality monitoring using Internet of Things in SCADA. **Environmental Monitoring Assessment**, vol. 190, n. 9, 2018. DOI: 10.1007/s10661-018-6914-x

SHI, Z.; CHOW, C. W. K.; FABRIS, R.; LIU, J.; JIN, B. Applications of online UV-Vis spectrophotometer for drinking water quality monitoring and process control: A review. **Sensors**, vol. 22, n. 8, 2022. DOI: 10.3390/s22082987

SIMÕES, J.; DONG, T. Continuous and real-time detection of drinking-water pathogens with a low-cost fluorescent optofluidic sensor. **Sensors**, vol. 18, n. 7, 2018. DOI: 10.3390/s18072210

VENDITTI, M. V. R. Fontes De Inovação Em Empresas De Saneamento Básico Brasileiras. **Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, vol. 8, p. 287–308, 2020.

WANZELER, T.; FÜLBER, H.; MERLIN, B. **Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo aliado ao conceito de Internet das Coisas**

(IoT). XXXIV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações – SBRT. Santarém – PA, 2016. DOI: 10.14209/sbrt.2016.176

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) & UNICEF. **Progress on Sanitation and Drinking-water.** 2013. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/81245/9789241505390_eng.pdf;jsessionid=F863168BF62409C171E265E50B817B0F?sequence=1>. Acesso em: 18/06/2022.

WIPO (World Intellectual Property Organization). **Global Innovation Index 2021: Tracking innovation through the COVID-19 crisis.** Geneva 20, Switzerland, 2021.

WIPO. **Publicação IPC.** 2021. Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/?notation=scheme&version=20210101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>>. Acesso em: 31/06/2022.

YU, P.; CAO, J.; JEGATHEESAN, V.; DU, X. A real-time BOD estimation method in wastewater treatment process based on an optimized extreme learning machine. **Applied Sciences**, vol. 9, n. 3, p. 523, 2022. DOI: 10.3390/app9030523

YU, P.; CAO, J.; JEGATHEESAN, V.; DU, X. A real-time BOD estimation method in wastewater treatment process based on an optimized extreme learning machine. **Applied Sciences**, v. 9, n. 3, 2019. DOI: 10.3390/app9030523

Recebido: 04/07/2022

Aprovado: 08/08/2023

DOI: 10.3895/rts.v19n57.15701

Como citar:

ANDRÉ, A. C. L.; AMORIM, M. C. C. de; DANTAS DA SILVA, K. C. Mapeamento Tecnológico de sensores e sistemas IoT para monitoramento da qualidade de água e efluentes no setor de saneamento: Análise de patentes.

Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 19, n. 57, p. 114-124, jul./set., 2023. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15701>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

