

DA CRISE À OPORTUNIDADE: UTILIZANDO TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA COMBATER PERDAS DE ÁGUA EM GRANDES CENTROS URBANOS.

Anne Pinheiro Garcez ¹; Caio Lima Caldeira Mustafa ²; Giovanna Galvão Santos de Faria ³; Pedro Henrique Monteiro Santana de Siqueira ⁴; Rogério Vieira de Freitas Rios ⁵; Rebeca Dutra Caudas ⁶; Bruna Baptista Mello Gonçalves da Silva ⁷; Pablo Joe de Falchi Pankofer ⁸; Moises Ferreira Eleuterio Silva ⁹; Morjane Armstrong Santos de Miranda ¹⁰.

¹ Anne Pinheiro Garcez; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; anne.garcez@aln.senaicimatec.edu.br

² Caio Lima Caldeira Mustafa; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; caio.mustafa@aln.senaicimatec.edu.br

³ Giovanna Galvão Santos de Faria; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; giovanna.faria@aln.senaicimatec.edu.br

⁴ Pedro Henrique Monteiro Santana de Siqueira; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; pedro.siqueira@aln.senaicimatec.edu.br

⁵ Rogério Vieira de Freitas Rios; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; rogerio.rios@aln.senaicimatec.edu.br

⁶ Rebeca Dutra Caudas; Graduando(a) em Engenharia de Produção; Centro Universitário SENAI CIMATEC; rebeca.caudas@aln.senaicimatec.edu.br

⁷ Bruna Baptista Mello Gonçalves da Silva; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; bruna.silva@aln.senaicimatec.edu.br

⁸ Pablo Joe de Falchi Pankofer; Graduando(a) em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; pablo.pankofer@aln.senaicimatec.edu.br

⁹ Moises Ferreira Eleuterio Silva; Mestrado em Engenharia Civil; Centro Universitário SENAI CIMATEC; moises.silva@fiieb.org.br

¹⁰ Morjane Armstrong Santos de Miranda; Doutora em Administração; Centro Universitário SENAI CIMATEC; morjanessa@gmail.com

RESUMO

É indiscutível que a água potável é de suma importância para todos os seres vivos, porém, segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), cerca de 2 bilhões de pessoas no mundo não possuem água de qualidade para a sobrevivência, influenciando 80% das doenças e das mortes.

Embora o acesso regular à água potável seja direito de todo cidadão, sabe-se que isso não é seguido de forma correta. Dentro do panorama brasileiro, em 2015, 917 municípios brasileiros enfrentaram crise hídrica, principalmente nas cidades nordestinas, sobretudo, devido às grandes perdas de água potável.

Dessa forma, a implantação de tecnologias para mitigar a problemática das perdas de água é uma potencial solução para esta conjuntura, sendo a análise das mesmas o objetivo deste estudo. Uma delas são os sistemas inteligentes de gestão de água e detecção de perdas, que podem beneficiar os serviços e acesso a esse recurso.

Para realizar esse estudo exploratório foi feito um levantamento bibliográfico para reunir informações compreendidas em um período de 15 anos. Foram utilizadas diferentes bases de dados e as seguintes palavras-chave: *Water Loss*, *Water Leakage Detection*, Tecnologias para detecção de perdas de água em sistemas de distribuição, Análise de perdas de água em grandes centros urbanos.

1. INTRODUÇÃO

A água potável é um recurso essencial para a vida humana e desempenha um papel vital em nossa saúde e bem-estar, sendo necessária para a hidratação do corpo, a preparação de alimentos e a higiene pessoal. Entretanto, o Relatório Mundial de Desenvolvimento da Água, elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2023, alerta para uma crise global de escassez de água no planeta. Cerca de 2 bilhões de pessoas não possuem água potável de qualidade em todo o mundo, e nos países em desenvolvimento, esse problema está ligado a 80% das doenças e mortes.

No Brasil, a disponibilidade e a gestão sustentável da água entraram na agenda 2030 da ONU como um dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Em 2015, 917 municípios brasileiros enfrentaram crise hídrica, principalmente cidades nordestinas. No entanto, em 2021, os estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná também sofreram com isso, conforme o Sistema Nacional de Meteorologia.

Um dos principais problemas relacionados com a disponibilidade e utilização dos recursos hídricos na atualidade é a perda de água nos sistemas de distribuição. De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2019, o Brasil perdeu 38,3% da água tratada distribuída em áreas urbanas, o que equivale a cerca de 6,5 bilhões de metros cúbicos de água por ano.

Em grandes centros urbanos, essa perda pode ser ainda maior, chegando a representar até 70% da água tratada distribuída, segundo dados da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Além disso, segundo um estudo de 2020 do instituto Trata Brasil, 38,3% da água potável e tratada é perdida pelo caminho das estações até a casa dos cidadãos. Na totalidade isso significa mais de 7 mil piscinas olímpicas desse recurso perdidas todos os dias, um valor que supera os R\$ 11 bi. Em um país onde os números do saneamento básico ainda estão longe do ideal, a cifra toma proporções ainda maiores.

Diante dessa realidade, torna-se necessária a busca por novas tecnologias para combater as perdas de água em grandes centros urbanos. Este artigo tem como objetivo apresentar tecnologias emergentes que podem contribuir para mitigar o problema das perdas de água tratada, sobretudo em grandes centros urbanos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para entender a necessidade de mitigar os impactos pela escassez hídrica, é necessário compreender a importância da mesma para a saúde pública e a sustentabilidade. Nesse sentido, a proteção da água potável, como um direito humano, tem sido amplamente discutida devido à evidência de que a escassez e o acesso inadequado desse recurso natural acarretarão em restrições a esse bem vital. No fito de sustentar a nossa pesquisa, apresentamos os seguintes pressupostos teóricos.

É de pleno conhecimento que água é o elemento essencial e indispensável à manutenção da vida, não apenas por suas características peculiares, mas pelo fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua ação direta ou indireta. Nessas condições, torna-se imprescindível que sua presença no ambiente esteja em quantidade e qualidade apropriadas para sua posterior utilização (ESTEVEZ, 1998; BRAGA et al., 2002; REBOUÇAS, 2002).

Ademais, a importância da água não está relacionada apenas às suas funções na saúde mas também na natureza, na economia e na qualidade de vida humana. Do ponto de vista cultural, também exerce papel relevante, fazendo parte da construção e crescimento de civilizações, a exemplo das civilizações mesopotâmicas e egípcias que se desenvolveram ao longo dos rios Tigre e Eufrates e rio Nilo (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009).

Embora o acesso regular à água potável e segura seja um direito humano básico, presente, inclusive, na Constituição de 1988, não tem sido estendido a toda a população, especialmente àquela encontrada em áreas periurbanas, esquecidas pelas políticas públicas de saneamento e saúde. Sabe-se que saneamento básico é primordial para a qualidade de vida da população e, dentre os seus pilares, encontra-se o tratamento e abastecimento de água, visto que é imprescindível à vida e também o principal meio de veiculação de doenças (PASINI; DAMKE, 2020).

No contexto brasileiro, um panorama caótico se faz presente mesmo sendo ele o maior depositário de águas doces do globo terrestre. De acordo com dados do UNIAGUA (2012), o país dispõe de 11,6% de toda a água doce superficial do mundo, porém, enfrenta as consequências da escassez hídrica, potencializada pelas perdas de água.

No Nordeste, 27,6% da população carece de água em suas torneiras (GITEL, 2020). Um dos agravantes dessa realidade é que a região ocupa o segundo lugar no ranking daquelas que padecem com perda de água, 45,98% do total distribuído extravie-se ao longo do trajeto de abastecimento. Em Pernambuco, inclusive, o quadro é ainda mais dramático: 50,9% da água tratada se perde na distribuição. Ademais, o Estado apresenta a maior taxa de captação de água salobra inapropriada para consumo (EOS, 2021).

Além disso, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério do Desenvolvimento Regional, no cenário brasileiro, a taxa de perda média de água tratada, se comparada aos dados de dez anos atrás, cresceu. Em 2011, 37,2% do recurso extravaiou-se no trajeto até as residências; já em 2021, esse índice foi de 40,1% (PONTES, 2022).

Segundo dados do satélite *GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment)*, em 2014 a região Sudeste perdeu 56 trilhões de litros de água por ano, já a região Nordeste, 49 trilhões. A tecnologia de medição do *GRACE* pode ser uma ferramenta valiosa para o gerenciamento de recursos em regiões onde não existem registros e dados hidrológicos disponíveis, ou onde não há recursos para coletá-los, utilizando os dados disponibilizados pela NASA (AMARAL, 2017).

Dessa forma, a implantação de tecnologias para mitigar a problemática das perdas de água tem se mostrado uma potencial solução para a crise hídrica que o Brasil enfrenta. Uma delas são os sistemas inteligentes de gestão de água, que podem beneficiar os serviços e acesso a esse recurso. Nesse contexto, estão incluídos: a redução de perdas de água; melhoria do desempenho hidráulico; detecção de perdas e roubos; monitoramento de sistemas de distribuição; as tecnologias de segurança cibernética, evitando sabotagem; estragos e destruição dos sistemas; e a invasão de privacidade individual (KUNEN, A. 2023)

Além desta, outras tecnologias estão sendo desenvolvidas ao em território brasileiro. Por exemplo, Detecção De Perdas Em Sistemas De Distribuição De Água Através De Rede De Sensores Sem Fio. Seu protótipo desenvolvido foi aplicado em um painel de simulação no intuito emular uma rede de distribuição de água e monitorar, através de sensores, a ocorrência de distúrbios a fim de identificar possíveis perdas no sistema de distribuição de água. A detecção de perdas utilizando rede de sensores se mostrou eficaz na detecção de anomalias na rede, sendo capaz de identificá-la em até 10 minutos após sua ocorrência (JÚNIOR J. 2017).

No âmbito internacional, as tecnologias emergentes para perdas de água são ainda mais presentes e inovadoras. Uma pesquisa conduzida em 2016 mostrou que o uso do radar de penetração no solo é muito eficiente no que se refere a identificação de perdas em

tubulações de água subterrânea, por ser uma tecnologia eletromagnética não-destrutiva e não-invasiva, comparada com outras abordagens de detecção acústicas e visuais. O radar é acoplado num dispositivo para dar mobilidade gerando radargramas, imagens que traduzem o fluxo de água, identificando assim possíveis perdas. A partir dessa tecnologia, foi possível identificar e localizar um vazamento em um tubo dúctil de ferro a uma profundidade de 90 centímetros, com uma precisão de 95% (HAWARI, A. 2016).

Entretanto, apesar das tecnologias de sensor e radar citadas acima serem eficientes, possuem limitações, sendo que a principal delas é a alcançabilidade, principalmente em grandes áreas e centros urbanos. Nesse sentido, um estudo conduzido no Arizona utilizou a tecnologia de imagens de satélite multiespectral para ajudar na identificação automática de vazamentos em canais. Para isso, a equipe de pesquisa desenvolveu um algoritmo que extrai recursos ambientais das imagens de satélite e detecta os vazamentos. O algoritmo foi treinado e testado usando imagens do satélite *Landsat 8* e registros de manutenção de canais de 2016 a 2019. Essa abordagem foi identificada como a mais robusta para a detecção de vazamentos em ambientes geoespaciais mais amplos, alcançando uma precisão de 86% (CHEN, J. 2020).

Corroborando isso, no Reino Unido, a *SUEZ*, multinacional líder em detecção de vazamentos no país, utiliza tecnologia patenteada que converte sinais de satélite para detectar vazamentos de tubulações até 3 m abaixo da superfície do solo, escaneando até 350.000 km² em uma passagem, utilizando a solução de detecção de vazamentos por satélite *ASTERRA*, um dos principais fornecedores mundiais de escaneamento subterrâneo por satélite e detecção de vazamentos em todos os tipos de tubulação. Num projeto da *SUEZ* em parceria com a *South Staffordshire Water*, essa tecnologia foi implementada em 2017 numa rede de distribuição de 6 mil quilômetros, resultando em 6 vezes mais detecções de vazamentos por dia, um volume de vazamento identificado 7 vezes maior e mais de 52 mil vazamentos detectados.

Nesse sentido, compreende-se a eficácia, eficiência e necessidade de tais tecnologias.

3. METODOLOGIA

Para a realização do presente estudo, de natureza exploratória, foi efetuado um levantamento bibliográfico, tomando por base artigos presentes na plataforma *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*, bem como na plataforma Google Acadêmico. Além disso, utilizou-se fontes confiáveis como revistas, livros e dissertações.

Primeiramente, a fim de coletar dados contextualizadores sobre escassez de água e taxas de perdas desse recurso nos sistemas de distribuição, efetuaram-se buscas a partir de identidades estatais, institutos e empresas nos últimos 20 anos, somatizando 13 referências.

Posto isso, foram realizadas pesquisas referentes às tecnologias emergentes para mitigação das perdas de água, em português e inglês, a partir das seguintes palavras-chave: *Water Loss*, *Water Leakage Detection*, Tecnologias para detecção de perdas de água em sistemas de distribuição, Análise de perdas de água em grandes centros urbanos. Tais pesquisas foram realizadas numa escala temporal de 15 anos, no intuito de obter informações sobre tecnologias atuais. Os resultados levantados no Google Acadêmico para os termos em inglês, neste período de tempo, são aproximadamente 31 mil, destes apenas 3 foram selecionados com base na compatibilidade com a temática e relevância. Já os resultados levantados no Google Acadêmico para os termos em português, neste período de tempo, são aproximadamente 970, destes apenas 3 foram selecionados com base na compatibilidade com a temática e relevância.

Além disso, a fim de mapear o portfólio de produtos comercialmente vendidos e seus fornecedores, foram feitas pesquisas em inglês a partir dos seguintes termos: *Water Leakage Detection System Suppliers*, *Water Leakage Satellite Detection System Suppliers*. A partir dos resultados obtidos nessa pesquisa, foram selecionados 2 sites com base na confiabilidade, referência e inovação.

Portanto, a partir dessas etapas de pesquisa, selecionamos 21 referências para realizar uma revisão de literatura sobre Tecnologias Emergentes Para Combater Perdas De Água Em Grandes Centros Urbanos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Moisés, pela orientação e aprendizados, e à professora Morjane, por ter proporcionado a escrita deste artigo.

6. REFERÊNCIAS

¹ Vista do **A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil**. Disponível em:

<https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/3789/2766>. Acesso em: 29 abr. 2023.

² AUGUSTO, L. G. S. et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Revista Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1561-1570, jun. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/BLQQZSthGK3KMFZdj9zwQKL/> . Acesso em: 12 abr. 2023.

³ BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 22 abr. 2023.

⁴ **Crise hídrica: entenda as principais causas da escassez da água**. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/escassez-de-agua/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

⁵ EOS, 2021. **Conheça a situação do saneamento básico no Nordeste**. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/saneamento-basico-no-nordeste/>. Acesso em 20 abr. 2023.

⁶ GITEL, Murilo. **No Nordeste, 72% da população ainda carece de coleta de esgoto, 2020**. Disponível em: <https://agenciaeconordeste.com.br/no-nordeste-72-da-populacao-ainda-carece-de-coleta-de-esgoto/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

⁷ **ONU alerta "risco iminente" para escassez de água em nível global.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2023-03/onu-alerta-para-risco-iminente-de-escassez-de-agua-em-nivel-global>. Acesso em: 03 abr. 2023

⁸ PASINI, F; DAMKE, T. **A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil.** Revista Eletrônica Teccen, 13, (1), 8-15, 2020.

⁹ PEDROSA, Ana Paula; ARIADNE, Queila. **Pesadelo da falta d'água já atinge metade dos municípios: Bairros de BH, Triângulo e Norte convivem com desabastecimento.** Jornal O Tempo, Belo Horizonte, MG, 18 set. 2014. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/economia/pesadelo-da-falta-d-agua-ja-atinge-metade-dos-municipios-1.917672>. Acesso em: 20 abr. 2023.

¹⁰ PONTES, Nádía. **Mesmo com crise hídrica, Brasil perde 40% da água tratada.** Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/mesmo-com-crise-h%C3%ADdrlica-brasil-perde-40-da-%C3%A1gua-a-tratada/a-61208282#:~:text=Em%202021%2C%20esse%20%C3%ADndice%20foi,litros%20de%20%C3%A1gua%20para%20vazamentos>. Acesso em: 19 abr. 2023.

¹¹ REBOUÇAS, C.A.; BRAGA, B.; TUNDISI, G.J. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3ed. São Paulo: Escrituras Editora, v.1, cap. 01, 2006.

¹² TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água.** 2ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

¹³ SORAYA DAMASIO BERTONCELLO. **Causas e consequências das perdas em sistemas de abastecimento de água** - Novus Blog. Disponível em: <https://www.novus.com.br/blog/causas-e-consequencias-das-perdas-em-sistemas-de-abastecimento-de-agua/>. Acesso em: 6 abr. 2023

¹⁴ JÚNIOR, J. **DETECÇÃO DE PERDAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DE REDE DE SENSORES SEM FIO.** [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www.ufpe.br/documents/39830/1359036/294_JoaoSilvaJunior/d8a59b12-770c-4424-b03d-2f31a709bd68. Acesso em: 28 abr. 2023.

¹⁵ Kunen, A., Ferreira, A. S., Pagani, R. N., & Santos, G. D. (2023). **TECNOLOGIAS E SISTEMAS INTELIGENTES DE ÁGUA NO AMBIENTE URBANO: UMA ANÁLISE DA LITERATURA.** IX Sustentável, 9(2), 91–105. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2023.v9.n2.91-105>

¹⁶ CHEN, J. et al. **Augmenting a deep-learning algorithm with canal inspection knowledge for reliable water leak detection from multispectral satellite images.** Advanced Engineering Informatics, v. 46, p. 101161, out. 2020.

¹⁷ CHRISTODOULOU, S. et al. **Wireless Sensor Networks for Water Loss Detection.** European Water, v. 30, p. 41–48, 2010.

¹⁸ ALAA AL HAWARI et al. **Detection of Leaks in Water Mains Using Ground Penetrating Radar.** International Journal of Geological and Environmental Engineering, v. 10, n. 4, p. 422–425, 5 fev. 2016.

¹⁹ SUEZ in the UK | **Water network management** | Satellite water leak detection. Disponível em: <https://www.suez.com/en/uk/water-network-management/leakage/satellite-water-leak-detection>. Acesso em: 5 maio. 2023.

²⁰ **Water Leak Detection Systems and Environmental Monitoring** | Aqualeak. Disponível em: <https://www.aqualeak.com/>. Acesso em: 5 maio. 2023.

²¹ AMARAL, R. **Análise De Dados Do Satélite Grace E Da Rede Gns E Sirgas Para O Monitoramento De Águas Subterrâneas.** Universidade Federal De Goiás Escola De Engenharia Civil E Ambiental Curso De Graduação Em Engenharia Ambiental E Sanitária, 2017. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AN%C3%81LISE_DE_DADOS_DO_SAT%C3%89LITE_GRACE_E_DA_REDE.pdf.

