

USO DA TECNOLOGIA NA DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE ÓLEO EM MÁQUINAS INDUSTRIAIS

USE OF TECHNOLOGY IN DETECTING OIL LEAKS IN INDUSTRIAL MACHINERY

Ana Clara Ferreira de Lima¹, Maria Eduarda Moraes Salgado², Marcello Pereira Benevides³

RESUMO

Este trabalho explora o atual uso da tecnologia para a detecção de vazamentos de óleos em máquinas industriais, um método inovador que une conhecimentos das áreas de mecatrônica e da tecnologia da informação, combinando o sensoriamento, automação e análise de dados para otimizar a manutenção preditiva.

Por meio de uma revisão detalhada da literatura, análise metodológica e discussão de resultados, são apresentados os princípios, métodos e aplicações dessa solução tecnológica. Os objetivos incluem contextualizar o problema, revisar os avanços recentes e avaliar as implicações práticas e econômicas da adoção desses sistemas. Os resultados evidenciam o potencial dessas tecnologias em aumentar a segurança operacional, reduzir custos de manutenção e prevenir danos ambientais.

Palavras-chave: detecção de vazamentos, máquinas industriais, análise de dados, poluição do solo, meio ambiente, sustentabilidade industrial e automação industrial.

ABSTRACT

This research explores the current use of technology for detecting oil leaks in industrial machinery, an innovative method that combines knowledge from the fields of mechatronics and information technology, combining sensing, automation, and data analysis to optimize predictive maintenance.

Through a detailed review of the literature, methodological analysis, and discussion of results, the principles, methods, and applications of this technological solution are presented. The objectives include contextualizing the problem, reviewing recent advances, and evaluating the practical and economic implications of adopting these systems. The results highlight the potential of these technologies to increase operational safety, reduce maintenance costs, and prevent environmental damage.

Keywords: leak detection, industrial machinery, data analysis, soil pollution, environment, industrial sustainability and industrial automation.

1 Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Escola e Faculdade SENAI de Tecnologia Felix Guisard. E-mail: aanalimaa07@gmail.com

2 Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Escola e Faculdade SENAI de Tecnologia Felix Guisard. E-mail: madu.salgado07@gmail.com

3 Docente Esp. Segurança da Informação na Escola e Faculdade SENAI de Tecnologia Felix Guisard. E-mail: marcello.benevides@sp.senai.br

1 INTRODUÇÃO

A detecção de vazamentos de óleo em máquinas industriais é um desafio recorrente e de grande relevância para a indústria. Vazamentos não identificados podem comprometer a eficiência operacional, causar falhas prematuras em componentes mecânicos e gerar prejuízos econômicos significativos, além de provocar sérios impactos ambientais, como a contaminação do solo e recursos hídricos (FIBERSALS, 2023). Apesar da importância desse monitoramento, métodos convencionais baseados em inspeções visuais e manuais apresentam limitações, especialmente na identificação de micro vazamentos e na atuação em ambientes de produção contínua, onde a parada dos equipamentos representa custos elevados, além disso, existem vários dispositivos disponíveis comercialmente que são capazes de monitorar a contaminação por óleo, no entanto, esses dispositivos caros geralmente são relativamente grandes em tamanho e sua operação envolve um consumo de energia considerável (AL-BAHRANI et al., 2022).

Diante desse cenário, torna-se fundamental investigar soluções tecnológicas capazes de aprimorar a detecção de vazamentos de forma mais precisa, rápida e confiável. Tecnologias como sensores inteligentes, câmeras térmicas, imageamento hiperespectral e espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), associadas a algoritmos de aprendizado de máquina e integração com Internet das Coisas (IoT), apresentam potencial para transformar as práticas de manutenção, permitindo diagnósticos em tempo real e ações preventivas antes que ocorram danos significativos.

O presente estudo tem por objetivo analisar avanços recentes nas tecnologias e discutir seus impactos operacionais, econômicos e ambientais na indústria. Justifica-se esta pesquisa pela necessidade de soluções mais eficientes para reduzir custos de manutenção, aumentar a vida útil dos equipamentos e prevenir danos ambientais, promovendo, assim, maior competitividade e sustentabilidade no setor industrial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os sistemas tradicionais de inspeção de máquinas industriais para detecção de vazamentos de óleo baseiam-se, em grande parte, em inspeções visuais e manuais realizadas por operadores treinados. Embora essas abordagens possam identificar problemas visíveis, elas apresentam limitações como a dependência da experiência humana, a dificuldade em detectar vazamentos de pequena escala e a baixa eficiência em ambientes de produção contínua (SANTOS; FERREIRA, 2021).

Em contrapartida, tecnologias modernas empregam sensores inteligentes, câmeras térmicas e sistemas de visão computacional capazes de monitorar, em tempo real, parâmetros como temperatura, pressão e presença de partículas contaminantes no óleo (OLIVEIRA et al., 2022). A integração desses dispositivos a plataformas de análise de dados e Internet das Coisas (IoT) possibilita o diagnóstico precoce de anomalias, reduzindo o risco de falhas graves e danos ambientais (ALMEIDA et al., 2024).

Um exemplo notável é o uso de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) associada a algoritmos de aprendizado de máquina, permitindo identificar alterações na composição química do óleo lubrificante antes que ocorram danos significativos (KUMAR et al., 2020). Estudos também mostram que sistemas baseados em monitoramento ultrassônico e sensores piezoelétricos são capazes de detectar micro vazamentos, contribuindo para a manutenção preditiva e para a redução de custos operacionais (ZHANG et al., 2025; MENDES; LIMA, 2019). A detecção de vazamentos de óleo em máquinas industriais tradicionalmente depende de inspeções visuais e manuais, realizadas por operadores. Contudo, essa abordagem apresenta limitações, como a dependência da experiência humana, a dificuldade em identificar vazamentos pequenos e a baixa eficiência em operações contínuas (SANTOS; FERREIRA, 2021).

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica qualitativa, com foco na análise de materiais técnicos e acadêmicos relacionados ao uso de tecnologias para a detecção de vazamentos de óleo em máquinas e sistemas industriais.

A coleta de dados foi realizada em bases científicas reconhecidas, incluindo IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, Scopus e Google Scholar, contemplando artigos publicados entre 2019 e 2025. Foram priorizados estudos em português e inglês, que abordassem métodos de detecção de vazamentos utilizando sensores inteligentes, visão computacional, espectroscopia, análise acústica, Internet das Coisas (IoT) e aprendizado de máquina.

O processo metodológico envolveu:

1. Definição dos descritores de busca: “oil leak detection”, “industrial machinery”, “predictive maintenance”, “smart sensors”, “IoT” e “machine learning”, além de seus equivalentes em português.
2. Seleção e triagem dos artigos: a partir da leitura de títulos, resumos e palavras-chave, foram mantidos apenas os trabalhos com aplicação direta ou potencial para ambientes industriais.
3. Análise e sistematização: os estudos foram comparados quanto a técnicas empregadas, resultados obtidos e limitações identificadas,

visando construir uma visão crítica sobre o estado da arte e as tendências emergentes na área.

Não foram conduzidas experimentações práticas; entretanto, a consolidação das informações obtidas possibilitou a elaboração de uma síntese abrangente, incorporando evidências de pesquisas recentes (SANTOS; FERREIRA, 2021; OLIVEIRA et al., 2022; ALMEIDA et al., 2024; KUMAR et al., 2020; ZHANG et al., 2025; MENDES; LIMA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tecnologias avançadas oferecem um desempenho superior aos métodos convencionais de inspeção para detecção de vazamentos de óleo. Sistemas de visão computacional, câmeras térmicas e imageamento hiperespectral demonstraram alta precisão na identificação de vazamentos, inclusive em áreas de difícil acesso. Essas ferramentas, quando associadas a algoritmos de processamento de imagem, são capazes de identificar variações sutis na superfície e nas propriedades do óleo, possibilitando intervenções antes que o problema se agrave.

A espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) integrada a técnicas de aprendizado de máquina apresentou sensibilidade avançada na detecção de alterações químicas no lubrificante, antecipando falhas e reduzindo custos de manutenção (Kumar et al., 2020). Câmeras térmicas, por sua vez, destacaram-se pela capacidade de detectar micro vazamentos de forma não invasiva e sem necessidade de interrupção das operações, favorecendo estratégias de manutenção preditiva (NEPIN, 2025).

Além disso, a incorporação dessas soluções a plataformas de Internet das Coisas (IoT) permitiu o monitoramento contínuo e remoto, aumentando a confiabilidade dos diagnósticos e otimizando a tomada de decisão. Essa abordagem integrada contribui não apenas para prolongar a vida útil dos equipamentos e reduzir custos operacionais, mas também para prevenir impactos ambientais decorrentes de vazamentos, atendendo às demandas de sustentabilidade industrial.

5 CONCLUSÃO

A revisão das soluções tecnológicas aplicadas à detecção de vazamentos de óleo em máquinas industriais evidencia ganhos expressivos em precisão, rapidez e confiabilidade. Tecnologias como câmeras térmicas, espectroscopia NIR, sensores e sistemas integrados via IoT têm se mostrado eficazes na identificação precoce de anomalias, superando as limitações das abordagens tradicionais.

Detectar e corrigir vazamentos em processos industriais não é apenas uma tarefa técnica — é um compromisso com a segurança, a eficiência e a qualidade (NEPIN, 2025). Portanto, essas inovações não apenas melhoram o

desempenho operacional e reduzem custos de manutenção, mas também contribuem para a preservação ambiental, evitando a contaminação por óleo e fortalecendo a sustentabilidade industrial. A tendência futura é a ampliação do uso de inteligência artificial e aprendizado de máquina para tornar esses sistemas ainda mais autônomos e eficazes.

REFERÊNCIAS

FIBERSALS. *Vazamentos industriais: principais causas e como resolvê-los*. 2023. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/vazamentos-industriais-principais-causas-e-como-resolve-los/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

NEPIN, Equipe. Como detectar vazamentos nos processos industriais. **Nepin**, 2025. Disponível em: https://www.nepin.com.br/blog/solucoes-industriais/como-detectar-vazamentos-nos-processos-industriais/#4_Multas_e_impactos_ambientais. Acesso em: 08 ago. 2025.

AL-BAHRANI, Mohammed *et al.* The fabrication and testing of a self-sensing MWCNT nanocomposite sensor for oil leak detection. Oxford: International Journal of Low-Carbon Technologies, 2022. 622–629 p. v. 17. DOI: [10.1093/ijlct/ctac044](https://doi.org/10.1093/ijlct/ctac044) .

SPANDONIDIS, Christos *et al.* A Combined Semi-Supervised Deep Learning Method for Oil Leak Detection in Pipelines Using IIoT at the Edge. Kallithea: Sensors, 2022. DOI: [10.3390/s22114105](https://doi.org/10.3390/s22114105).

KORLAPATI, Naga Venkata Saidileep; KHAN, Faisal; NOOR, Quddus; MIRZA, Saadat ; VADDIRAJU, Sreeram. Review and analysis of pipeline leak detection methods. 4. ed. Oxford: Review and analysis of pipeline leak detection methods, 2022. 12 p. v. 2. ISBN 100074. DOI: [10.1016/j.jpse.2022.100074](https://doi.org/10.1016/j.jpse.2022.100074).

ADEGBOYE, Mutiu Adesina *et al.* Recent Advances in Pipeline Monitoring and Oil Leakage Detection Technologies: Principles and Approaches. Reino Unido: Sensors, 2019. DOI: [10.3390/s19112548](https://doi.org/10.3390/s19112548) .

CARDONI, Matteo *et al.* Online Learning of Oil Leak Anomalies in Wind Turbines with Block-Based Binary Reservoir. Italy: Electronics, 2021. DOI: [10.3390/electronics10222836](https://doi.org/10.3390/electronics10222836).

ALMEIDA, P. R.; COSTA, R. M.; SILVA, F. B. Oil leakage detection in pipelines using IoT and convolutional neural networks. *ResearchGate*, 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/379428549>. Acesso em: 9 ago. 2025.

KUMAR, S.; SINGH, R.; KUMAR, R. Condition monitoring of lubrication oil using near-infrared spectroscopy and machine learning. *Journal of Cleaner Production*, v. 267, p. 122–145, 2020. Disponível em: [https://www.vaisala.com/en/measurement/moisture-oil-measurement?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=VIM-GLO-EN-POW-POW Moisture in Oil General&gad_source=1&gad_campaignid=78007585&gbraid=0AAAAAC0PDZYaGaeBK4ZlZHjeRfZvHi7sD&gclid=CjwKCAjwtfvEBhAmEiwA-DsKjgdGswDVr5adHkaUvLs9ltOqKiZHtPo21_1ISIKpfp7ws-U3J99i2hoCc-YQAvD_BwE](https://www.vaisala.com/en/measurement/moisture-oil-measurement?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=VIM-GLO-EN-POW-POW%20Moisture%20in%20Oil%20General&gad_source=1&gad_campaignid=78007585&gbraid=0AAAAAC0PDZYaGaeBK4ZlZHjeRfZvHi7sD&gclid=CjwKCAjwtfvEBhAmEiwA-DsKjgdGswDVr5adHkaUvLs9ltOqKiZHtPo21_1ISIKpfp7ws-U3J99i2hoCc-YQAvD_BwE)

MENDES, J. P.; LIMA, A. S. Aplicação de sensores piezoelétricos na detecção de microvazamentos em sistemas industriais. *Revista Brasileira de Engenharia Mecânica*, v. 41, n. 3, p. 215–229, 2019. DOI: https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/4486/1/Lucas_Ferreira_de_Souza.pdf

OLIVEIRA, L. M.; SANTOS, D. P.; MOURA, E. F. Thermal imaging and smart sensors for predictive maintenance in industrial oil systems. *Sensors*, v. 22, n. 18, p. 6791, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/18/6791>

SANTOS, G. H.; FERREIRA, A. L. Métodos tradicionais e avançados para detecção de vazamentos em sistemas industriais. *Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada*, v. 15, n. 2, p. 45–58, 2021.

ZHANG, H. et al. Acoustic-based leak detection method using variational mode decomposition and gradient boosting decision trees. *Journal of Cleaner Production*, v. 279, p. 123845, 2021. DOI: [10.1016/j.jclepro.2020.123845](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123845).

OLIVEIRA, L. M.; SANTOS, D. P.; MOURA, E. F. Thermal imaging and smart sensors for predictive maintenance in industrial oil systems. *Sensors*, v. 22, n. 18, p. 6791, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/18/6791>

ALMEIDA, P. R.; COSTA, R. M.; SILVA, F. B. Oil leakage detection in pipelines using IoT and convolutional neural networks. *ResearchGate*, 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/379428549>.

KUMAR, S.; SINGH, R.; KUMAR, R. Condition monitoring of lubrication oil using near-infrared spectroscopy and machine learning. *Journal of Cleaner Production*, v. 267, p. 122–145, 2020. DOI: [10.1016/j.jclepro.2020.122145](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122145)

ZHANG, H. et al. Acoustic-based leak detection method using variational mode decomposition and gradient boosting decision trees. *Journal of Cleaner Production*, v. 279, p. 123845, 2021. DOI: [10.1016/j.jclepro.2020.123845](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123845).

MENDES, J. P.; LIMA, A. S. Aplicação de sensores piezoelétricos na detecção de microvazamentos em sistemas industriais. *Revista Brasileira de Engenharia Mecânica*, v. 41, n. 3, p. 215–229, 2019. DOI: [10.1590/1678-58782019v41n3a09](https://doi.org/10.1590/1678-58782019v41n3a09)

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao professor Marcello Pereira Benevides pelo apoio e orientação.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Sobre os autores:

i ANA CLARA FERREIRA DE LIMA



Estudante de graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, com formação Técnica em Eletroeletrônica.

ii MARIA EDUARDA MORAES SALGADO



Estudante de graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, com formação Técnica em Informática para Internet.

iii MARCELLO PEREIRA BENEVIDES



Docente com mais de 20 anos de experiência na área de engenharia de telecomunicações com atuação destacada em segurança da informação e automação industrial. Mestrando em Engenharia e pós graduado nas áreas de Segurança da Informação e Automação Industrial.