

INTERNET DAS COISAS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SISTEMAS INTELIGENTES: APLICAÇÕES EM MANUTENÇÃO PREDITIVA, MONITORAMENTO ENERGÉTICO E AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INTELLIGENT SYSTEMS:
APPLICATIONS IN PREDICTIVE MAINTENANCE, ENERGY MONITORING, AND
SMART HOME AUTOMATION

INTERNET DE LAS COSAS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN SISTEMAS
INTELIGENTES: APLICACIONES EN MANTENIMIENTO PREDICTIVO, MONITOREO
ENERGÉTICO Y AUTOMATIZACIÓN RESIDENCIAL

Brayam Anderson Conceição da Silva¹
Paulo Afonso Duarte de Carvalho²
Robson de Almeida Vilela³

RESUMO: A convergência entre a Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA) tem fomentado o desenvolvimento de sistemas inteligentes capazes de otimizar processos complexos em diversos domínios da engenharia. O presente estudo teve como objetivo analisar as aplicações e os desafios da integração entre IoT e IA, com foco nos pilares da manutenção preditiva, monitoramento energético e automação residencial. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, orientada pelas diretrizes do protocolo PRISMA 2020. A busca foi realizada nas bases de dados IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus e Web of Science, utilizando a plataforma Rayyan para a triagem sistemática. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e análise rigorosa de 831 registros, selecionou-se uma amostra final de 15 artigos científicos contemporâneos. Os resultados sugerem que a implementação da Inteligência Artificial das Coisas (AIoT) permite a transição de modelos de gestão reativos para paradigmas proativos, resultando em ganhos significativos de eficiência operacional e sustentabilidade. Observou-se que, embora a manutenção preditiva e o monitoramento energético apresentem maior maturidade tecnológica, a automação residencial ainda parece enfrentar desafios de interoperabilidade e segurança. Conclui-se que a eficácia destes sistemas inteligentes parece estar intrinsecamente ligada à robustez da arquitetura de dados, recomendando-se o desenvolvimento de frameworks integrados para futuras investigações.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Inteligência Artificial. Manutenção Preditiva. Eficiência Energética. Automação Residencial.

¹Graduado em Engenharia de Produção.

²Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Estácio de Sá, aluno bolsista do programa PROUNI, Pós-graduando em Gestão de Projetos e Suprimentos e Gestão da Produção e Qualidade pela Facuminas.

³Graduado em Engenharia Mecânica pela Faculdade Latino Americana de Anápolis - GO, especialista em Engenharia de Controle e Automação Industrial e Engenharia de Segurança do Trabalho, MBA em Gestão de Projetos e mestrando em Engenharia Mecânica pela Unicamp.

ABSTRACT: The convergence of the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) has fostered the development of intelligent systems capable of optimizing complex processes in various engineering domains. This study aimed to analyze the applications and challenges of integrating IoT and AI, focusing on the pillars of predictive maintenance, energy monitoring, and home automation. This is an integrative literature review guided by the PRISMA 2020 protocol. The search was conducted in the IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus, and Web of Science databases, using the Rayyan platform for systematic screening. After applying eligibility criteria and a rigorous analysis of 831 records, a final sample of 15 contemporary scientific articles was selected. The results suggest that the implementation of the Artificial Intelligence of Things (AIoT) enables a transition from reactive management models to proactive paradigms, resulting in significant gains in operational efficiency and sustainability. It was observed that while predictive maintenance and energy monitoring show greater technological maturity, home automation still appears to face challenges regarding interoperability and security. In conclusion, the effectiveness of these intelligent systems seems intrinsically linked to the robustness of the data architecture, and the development of integrated frameworks is recommended for future research.

Keywords: Internet of Things. Artificial Intelligence. Predictive Maintenance. Energy Efficiency. Home Automation.

RESUMEN: La convergencia entre la Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) ha fomentado el desarrollo de sistemas inteligentes capaces de optimizar procesos complejos en diversos dominios de la ingeniería. El presente estudio tuvo como objetivo analizar las aplicaciones y los desafíos de la integración entre IoT e IA, con énfasis en los pilares del mantenimiento predictivo, el monitoreo energético y la automatización residencial. Se trata de una revisión integradora de la literatura, orientada por las directrices del protocolo PRISMA 2020. La búsqueda se realizó en las bases de datos IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus y Web of Science, utilizando la plataforma Rayyan para el cribado sistemático. Tras la aplicación de los criterios de elegibilidad y el análisis riguroso de 831 registros, se seleccionó una muestra final de 15 artículos científicos contemporáneos. Los resultados sugieren que la implementación de la Inteligencia Artificial de las Cosas (AIoT) permite la transición de modelos de gestión reactivos hacia paradigmas proactivos, lo que resulta en mejoras significativas en la eficiencia operativa y la sostenibilidad. Se observó que, si bien el mantenimiento predictivo y el monitoreo energético presentan una mayor madurez tecnológica, la automatización residencial aún parece enfrentar desafíos de interoperabilidad y seguridad. Se concluye que la eficacia de estos sistemas inteligentes parece estar intrínsecamente ligada a la robustez de la arquitectura de datos, recomendándose el desarrollo de marcos de trabajo (*frameworks*) integrados para futuras investigaciones.

Palabras clave: Internet de las Cosas. Inteligencia Artificial. Mantenimiento Predictivo. Eficiencia Energética. Automatización Residencial.

INTRODUÇÃO

A integração entre a Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA) tem estabelecido um novo paradigma no desenvolvimento de sistemas inteligentes, frequentemente referido como Inteligência Artificial das Coisas (AIoT). No contexto da engenharia moderna,

a capacidade de coletar dados massivos em tempo real e processá-los por meio de algoritmos de aprendizado de máquina parece ser um fator determinante para a eficiência operacional (ALBATTAT; АЛБАКЕР; ALSAEDI, 2025; KOBER et al., 2025). A relevância desta convergência tecnológica justifica-se pela crescente demanda por infraestruturas que não apenas conectem dispositivos, mas que possuam a capacidade intrínseca de interpretar variáveis complexas e apoiar processos decisórios com maior precisão (TOLEDO; LEÓN; SÁ, 2025).

No âmbito industrial, a aplicação desses sistemas na manutenção preditiva representa um avanço significativo em relação aos métodos preventivos tradicionais (HENDERSON; SANDERS, 2025). A utilização de sensores de vibração, temperatura e corrente, aliados a modelos de detecção de anomalias, permite, em tese, a identificação precoce de padrões de falha antes que ocorram interrupções críticas (OKIRIE; EJOMARIE, 2025). Entretanto, a literatura sugere que a implementação efetiva ainda enfrenta obstáculos, especialmente no que diz respeito à confiabilidade dos modelos preditivos diante de ambientes ruidosos e à necessidade de processamento em névoa (*fog computing*) para reduzir a latência nas respostas (TIAN; LI, 2025).

Paralelamente, o monitoramento energético surge como uma vertente essencial para a sustentabilidade e viabilidade econômica de sistemas inteligentes. A aplicação de IA sobre redes de sensores IoT possibilita uma análise granular do consumo, facilitando a identificação de desperdícios e a otimização da carga em tempo real (MONEM; ISMAIL; ALDARAAWI, 2025). Contudo, observa-se uma lacuna metodológica na integração desses dados com outros sistemas de gestão, uma vez que muitas soluções atuais operam de forma isolada, o que pode dificultar a obtenção de uma visão holística sobre a eficiência energética de uma planta industrial ou de um edifício inteligente (KÖRNER et al., 2024; LIN et al., 2024).

A automação residencial, por sua vez, expande esses conceitos para o ambiente doméstico, buscando elevar o conforto e a segurança através da adaptabilidade do sistema ao comportamento do usuário (FERREIRA, F. De S. et al., 2024; FERREIRA, V. B.; GOMES; CALIXTO, 2024). Embora o mercado de dispositivos inteligentes esteja em franca expansão, nota-se que a interoperabilidade entre diferentes protocolos e marcas ainda parece ser um limitador para a criação de ecossistemas verdadeiramente autônomos (SKRIVANKOVA; HANDLEY; HAILES, 2025). A lacuna central reside na dificuldade de converter a automação simples baseada em regras fixas em sistemas que utilizem IA para o aprendizado de hábitos, garantindo ao mesmo tempo a privacidade e a segurança cibernética dos dados dos usuários.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo analisar de forma integrada as aplicações de IoT e IA voltadas para a manutenção preditiva, o monitoramento energético e a automação residencial. Busca-se investigar como a fusão dessas tecnologias pode mitigar os desafios técnicos citados, preenchendo as lacunas de fragmentação sistêmica observadas na prática atual. Por meio desta análise, espera-se oferecer uma perspectiva fundamentada que auxilie profissionais da engenharia na concepção de sistemas inteligentes mais robustos, interoperáveis e orientados à máxima eficiência de recursos.

MÉTODOS

A presente investigação caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, método que permite a síntese de múltiplos estudos publicados e possibilita conclusões gerais a respeito de uma área particular de estudo. Para garantir o rigor metodológico e a transparência no relato dos dados, esta revisão foi norteada pelas diretrizes do protocolo PRISMA 2020, adaptando-se os critérios à natureza integrativa da análise. O processo de elaboração foi estruturado em seis etapas distintas: identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; busca na literatura; categorização dos estudos; análise dos resultados e síntese do conhecimento.

2.1 Questão de Pesquisa (Estratégia PICO)

A formulação da pergunta norteadora baseou-se na estratégia PICO (População, Fenômeno de Interesse e Contexto). Definiu-se como População (P) os sistemas inteligentes; Fenômeno de Interesse (I) a integração entre IoT e IA; e Contexto (Co) as aplicações em manutenção preditiva, monitoramento energético e automação residencial. Assim, a questão central foi delimitada como: *"De que maneira a literatura científica contemporânea descreve a integração entre IoT e IA para a otimização de sistemas inteligentes nos âmbitos da manutenção, energia e automação?"*

2.2 Estratégia de Busca e Bases de Dados

As buscas foram realizadas de forma independente por dois revisores, visando mitigar possíveis vieses de seleção. Consultaram-se as bases de dados bibliográficas: IEEE Xplore, ScienceDirect (Elsevier), Scopus e Web of Science. A seleção dos descritores fundamentou-se nos vocabulários controlados e em termos técnicos amplamente utilizados na engenharia,

combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. A string de busca utilizada, em termos gerais, foi: (*Internet of Things OR IoT*) AND (*Artificial Intelligence OR Machine Learning*) AND (*Predictive Maintenance OR Energy Monitoring OR Home Automation*).

2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para a seleção da amostra, estabeleceram-se critérios de elegibilidade específicos. Incluíram-se artigos originais e revisões publicados em periódicos, redigidos em língua inglesa ou portuguesa, que abordassem diretamente a convergência tecnológica entre IA e IoT nas áreas delimitadas pelo título deste estudo. O recorte temporal pareceu pertinente quando limitado aos últimos dez anos (2016-2026), de modo a capturar o estado da arte dessas tecnologias. Foram excluídos estudos que não apresentavam fundamentação técnica robusta, capítulos de livros, editoriais, resumos de congressos e trabalhos que não apresentavam acesso ao texto completo.

2.4 Seleção dos Estudos e Extração de Dados

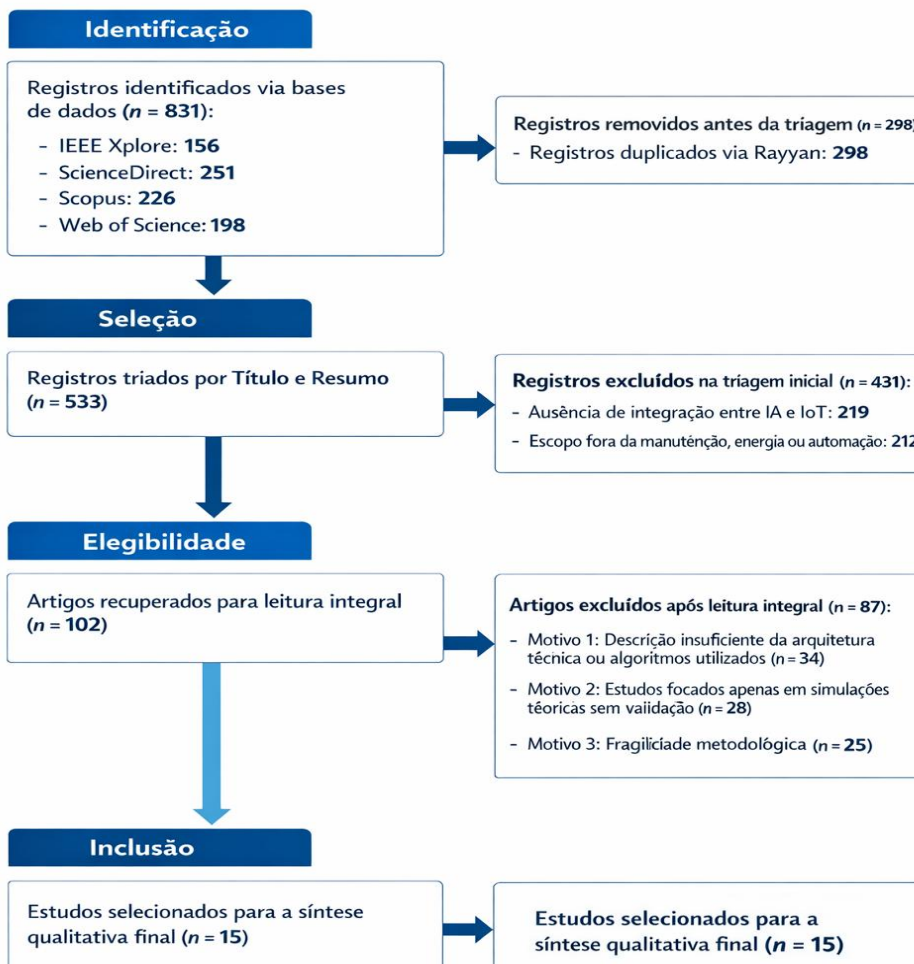
O processo de triagem e seleção dos manuscritos foi operacionalizado por meio da plataforma de gestão de revisões Rayyan. Em conformidade com as diretrizes do PRISMA 2020, a fase inicial consistiu na importação dos metadados das bases de dados supracitadas, procedendo-se à detecção eletrônica e posterior exclusão manual de registros duplicados. Subsequentemente, a etapa de *screening* foi conduzida por meio da análise independente de títulos e resumos, utilizando-se o recurso de *blind mode* (modo cego) da plataforma para mitigar possíveis vieses de confirmação entre os revisores. Divergências quanto à elegibilidade de estudos específicos foram submetidas à deliberação consensual, pautada rigorosamente nos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Após a leitura integral dos textos remanescentes, procedeu-se à extração de dados através de um formulário analítico estruturado, contemplando variáveis como autoria, arquiteturas de IA/IoT implementadas e desfechos técnicos. Esta sistemática buscou assegurar a reprodutibilidade metodológica e a integridade da síntese interpretativa dos resultados apresentados.

RESULTADOS

Foram incluídos, nesta revisão, 15 estudos publicados entre 2020 e 2025, que abordam a aplicação de tecnologias de Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) em diferentes contextos, incluindo manutenção industrial, manutenção preditiva e proativa, gestão

e preservação de energia, automação residencial, edifícios inteligentes, processamento de dados e digitalização de sistemas. As tecnologias empregadas nos estudos contemplam sensores IoT, aprendizado de máquina, redes neurais artificiais, detecção de anomalias, algoritmos de agendamento, lógica difusa, Big Data e sistemas AIoT. A distribuição dos estudos evidencia maior concentração em aplicações voltadas à manutenção e à eficiência energética. Observou-se maior concentração de estudos em contextos industriais, especialmente na manutenção preditiva, evidenciando uma lacuna na literatura quanto à aplicação integrada dessas tecnologias no ambiente residencial. O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos está apresentado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do estudo.



A análise dos estudos incluídos evidencia a diversidade de aplicações das tecnologias de IoT e Inteligência Artificial, abrangendo diferentes contextos e abordagens metodológicas. Observa-se a predominância de investigações voltadas à manutenção industrial e à gestão energética, com utilização de múltiplas técnicas, como aprendizado de máquina, redes neurais artificiais, detecção de anomalias, lógica difusa e análise de Big Data. Além disso, os estudos contemplam aplicações em ambientes residenciais e industriais, incluindo automação, planejamento de sistemas e processamento de dados heterogêneos, refletindo a amplitude e a complexidade das soluções propostas na literatura recente, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1: Síntese dos estudos.

Autor (Ano)	Área de Aplicação	Tecnologias (IoT/IA)	Principais achados/resultados
Albattat et al. (2025)	Manutenção industrial	Sensores IoT e inteligência artificial	A integração entre IoT e IA apresenta maior precisão na previsão de falhas em sistemas industriais complexos, superando métodos tradicionais.
Henderson e Sanders (2025)	Manutenção preditiva	Sensores de vibração e aprendizado de máquina	A aplicação das tecnologias resultou na redução do tempo de inatividade e no aumento da produtividade operacional.
Okirie e Ejomarie (2025)	Manutenção proativa	Detecção de anomalias	O modelo identifica padrões precoces de falha em máquinas rotativas, prevenindo interrupções críticas.
Raipurkar et al. (2025)	Manutenção e energia	Controladores inteligentes	A integração entre manutenção e gestão energética otimiza o consumo e prolonga a vida útil dos dispositivos domésticos.
Monem et al. (2025)	Gestão de energia	Redes neurais artificiais	O uso de redes neurais permitiu análise detalhada dos dados, contribuindo para a redução de desperdícios energéticos.
Karuna et al. (2024)	Energia residencial	IoT e otimização em tempo real	A previsão em tempo real melhora a eficiência energética ao ajustar o consumo conforme tarifas e necessidades do usuário.
Aleran et al. (2025)	Preservação de energia	Sistemas AIoT	Sistemas escaláveis baseados em IA e IoT são fundamentais para estratégias eficazes de preservação energética.
Rocha et al. (2020)	Gestão de demanda	Algoritmos de agendamento	O algoritmo proposto reduz custos de energia sem comprometer o conforto operacional.
Rafiei et al. (2025)	Energia e comportamento	Big Data e IoT	A inclusão do comportamento do usuário aumenta a precisão dos sistemas de gestão energética em até 20%.

Körner et al. (2024)	Descarbonização	IoT e dados verificáveis	Dados provenientes de sensores IoT são essenciais para estratégias de descarbonização no setor imobiliário.
Ferreira et al. (2024a)	Automação residencial	Lógica difusa	A lógica difusa melhora a adaptação dos sistemas às variáveis subjetivas de conforto humano.
Skrivankova et al. (2025)	Edifícios inteligentes	Interoperabilidade e IoT	A fragmentação de protocolos ainda representa o principal desafio para a autonomia total dos sistemas.
Ferreira et al. (2024b)	Planejamento de espaço	Indústria 4.0	Soluções de planejamento inteligente aumentam a eficiência no uso de recursos e no fluxo de trabalho industrial.
Lin et al. (2024)	Processamento de dados	IoT heterogênea e deep learning	O uso de deep learning é indicado para integrar e processar dados heterogêneos provenientes de múltiplas fontes.
Kober et al. (2025)	Digitalização	Sistemas de inteligência artificial	A digitalização permite transformar dados coletados por IoT em ações estratégicas baseadas em IA.

DISCUSSÕES

A análise dos estudos evidencia que a integração entre IoT e Inteligência Artificial tem promovido avanços significativos na manutenção preditiva. A revisão conduzida por Albattat et al. (2025) demonstra que a combinação de sensores IoT com algoritmos de IA permite monitoramento contínuo e tomada de decisão em tempo real, superando abordagens tradicionais. De forma convergente, Henderson e Sanders (2025) relatam redução do tempo de inatividade e aumento da produtividade em ambientes industriais. Entretanto, desafios persistem, sobretudo relacionados à confiabilidade dos modelos em cenários com dados ruidosos e à integração de múltiplas fontes de informação, conforme destacado por Okirie e Ejomarie (2025). Adicionalmente, Raipurkar et al. (2025) ampliam essa abordagem ao integrar manutenção preditiva e gestão energética em ambientes residenciais, evidenciando a convergência entre diferentes domínios de aplicação.

No contexto do monitoramento energético, os estudos indicam que a aplicação de IA sobre dados provenientes de sensores IoT contribui para maior eficiência e otimização do consumo. Monem et al. (2025) demonstram que redes neurais artificiais permitem análises mais detalhadas e redução de desperdícios energéticos, enquanto Karuna et al. (2024) evidenciam que a predição em tempo real melhora a adaptação do consumo às demandas e tarifas. Aleran et al. (2025) reforçam a importância de sistemas escaláveis baseados em IA e IoT para estratégias de preservação energética. De forma complementar, Rocha et al. (2020) propõem algoritmos de

agendamento que reduzem custos sem comprometer o conforto, enquanto Rafiei et al. (2025) destacam a relevância da incorporação do comportamento do usuário na acurácia dos sistemas. Körner et al. (2024) acrescentam que dados provenientes de IoT são fundamentais para estratégias de descarbonização no setor imobiliário.

Em relação à automação residencial e edifícios inteligentes, os estudos apontam avanços associados ao uso de lógica difusa e sistemas adaptativos. Ferreira et al. (2024) demonstram que essa abordagem melhora a adaptação às variáveis de conforto humano, contribuindo para maior eficiência energética. Contudo, Skrivankova et al. (2025) evidenciam que a fragmentação de protocolos e a baixa interoperabilidade ainda constituem limitações relevantes, dificultando a consolidação de sistemas plenamente integrados. Além disso, soluções baseadas em IoT, embora mais acessíveis, podem apresentar limitações relacionadas à confiabilidade e à segurança dos sistemas.

Por fim, identificam-se lacunas metodológicas associadas ao processamento e à integração de dados. Lin et al. (2024) destacam desafios como heterogeneidade, irregularidade temporal e ausência de padronização dos dados, enquanto Körner et al. (2024) apontam a fragmentação dos sistemas como um entrave à eficiência na gestão energética. Nesse contexto, Kober et al. (2025) enfatizam a importância da digitalização e da infraestrutura de dados para viabilizar a transformação de informações em ações baseadas em IA, evidenciando a necessidade de sistemas mais integrados e padronizados.

CONCLUSÃO

A convergência entre IoT e IA em sistemas inteligentes promove uma transição relevante de modelos de gestão reativos para paradigmas proativos. A análise dos 15 estudos selecionados sugere que a integração de algoritmos de aprendizagem automática em redes de sensores permite otimizar significativamente a manutenção preditiva e o monitoramento energético, embora a interoperabilidade entre protocolos ainda se apresente como um desafio considerável na automação residencial. Observou-se que a eficácia destas tecnologias parece estar intrinsecamente ligada à robustez da infraestrutura de dados e à mitigação de latências em processos críticos. Contudo, persiste uma lacuna na literatura quanto à padronização de sistemas holísticos que unifiquem as três vertentes analisadas.

REFERÊNCIAS

- ALBATTAT, S. M.; ALBAKER, B. M.; ALSAEDI, M. A. A systematic review of AI and IoT-powered smart maintenance methods in industrial application domains. *Engineering Technology & Applied Science Research*, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.48084/etasr.12455>.
- ALERAN, A. et al. Artificial intelligence and the Internet of Things in energy preservation: research prototypes, trends, and future directions. 2025.
- FERREIRA, F. de S. et al. Avanços na automação residencial inteligente por meio de sistemas de lógica difusa. *Revista Sistemática*, v. 14, n. 5, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/rcsv14n5-011>.
- FERREIRA, V. B.; GOMES, R. de A.; CALIXTO, W. P. Modeling a solution for smart space planning aiming for energy efficiency in Industry 4.0. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 10, n. 3, p. 17775, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18540/jcecvloiss3pp17775>.
- HENDERSON, J. H.; SANDERS, M. C. AI driven predictive maintenance: reducing downtime and enhancing productivity in manufacturing environments. *Preprints.org*, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.20944/preprints202504.0602.v1>.
- KARUNA, G. et al. Smart energy management: real-time prediction and optimization for IoT-enabled smart homes. 2024.
- KOBER, H. et al. Artificial intelligence system for the digitalization of information distribution. *Tehnički glasnik*, v. 19, n. 4, p. 669, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.31803/tg-20240523123116>.
- KÖRNER, M.-F. et al. From bricks to bytes: verifiable data for decarbonizing the building sector. *Energy Informatics*, v. 7, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s42162-024-00328-0>.
- LIN, X. et al. A gap in time: the challenge of processing heterogeneous IoT point data in buildings. *arXiv*, 2024. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2405.14267>.
- MONEM, A. A.; ISMAIL, I.; ALDARAAWI, M. IoT-driven intelligent energy management: leveraging smart monitoring applications and artificial neural networks for sustainable practices. *Computers*, v. 14, n. 7, p. 269, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/computers14070269>.
- OKIRIE, A. J.; EJOMARIE, E. K. Exploring proactive maintenance through fault detection techniques for rotating machinery. *International Journal of Prognostics and Health Management*, v. 16, n. 2, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.36001/ijphm.2025.v16i2.4424>.
- RAFIEI, S.; NADERI, M. S.; ABEDI, M. A comprehensive energy management application method considering smart home occupant behavior using IoT and real big data. 2025.
- RAIPURKAR, A. R.; CHANDAK, M. B.; RAWAT, S. Predictive maintenance and optimized energy management in smart homes using machine learning-based intelligent controller. 2025.

ROCHA, H. R. O. et al. An artificial intelligence-based scheduling algorithm for demand-side energy management in smart homes. 2020.

SKRIVANKOVA, K.; HANDLEY, M.; HAILES, S. 20 years in life of a smart building: a retrospective. *arXiv*, 2025. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2509.06229>.

TIAN, Q.; LI, W. Fog computing based cost optimization for university governance. *Scientific Reports*, v. 15, n. 1, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19608-0>.

TOLEDO, L. A.; LEÓN, F. H. A. D.; SÁ, D. G. B. de. A convergência de marketing preditivo, data-driven marketing e inteligência artificial. *Revista Gestão em Análise*, v. 14, n. 2, p. 26-45, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.12662/2359-618xregea.v14i2.p26-45.2025>.