



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Exatas e de Informática

Internet das Coisas: Explorando Boas Práticas na Implementação de IoT no Setor Empresarial*

Edvalmore Paiva de Oliveira Filho¹

Cleia Marcia Gomes Amaral²

Resumo

Este trabalho investiga a integração da Internet das Coisas (IoT) no âmbito empresarial, ressaltando seu papel transformador na criação de novos modelos de negócios e na otimização da eficiência operacional das organizações. Através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foram analisados estudos publicados entre 2020 e 2025, seguindo critérios de inclusão e exclusão. A metodologia adotada possibilitou identificar as principais tecnologias utilizadas, os benefícios alcançados, os obstáculos enfrentados e as táticas recomendadas para uma implementação eficaz da IoT no contexto empresarial. O impacto da IoT foi analisado utilizando métricas como a eficiência operacional, a segurança da informação, a personalização de serviços e a experiência do usuário. Os resultados indicam que a IoT possui um potencial significativo para impulsionar a inovação e a competitividade nas empresas, desde que sejam adotadas práticas apropriadas de segurança, integração tecnológica e gestão de mudanças. Por fim, a pesquisa procura apresentar diretrizes práticas que ajudem na adoção eficaz da IoT, contribuindo assim para a transformação digital das empresas em um mundo cada vez mais interconectado.

Palavras-chave: Internet das Coisas, IoT, Modelos de Negócios, Transformação Digital, Eficiência Operacional, Segurança da Informação, Integração Tecnológica, Transformação Digital, Inovação Empresarial, Experiência do Usuário.

* Artigo apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Informática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, campus Barreiro, como pré-requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

¹ Edvalmore Paiva de Oliveira Filho – edvalmore.filho@sga.pucminas.br.

² Cleia Marcia Gomes Amaral – 108143@pucminas.br.

Abstract

This study investigates the integration of the Internet of Things (IoT) in the business environment, emphasizing its transformative role in creating new business models and optimizing organizational operational efficiency. Through a Systematic Literature Review (SLR), studies published between 2020 and 2025 were analyzed according to predefined inclusion and exclusion criteria. The adopted methodology enabled the identification of key technologies used, the benefits achieved, the challenges encountered, and the recommended strategies for effective IoT implementation in the corporate context. The impact of IoT was evaluated using metrics such as operational efficiency, information security, service personalization, and user experience. The findings indicate that IoT holds significant potential to drive innovation and enhance business competitiveness, provided that appropriate practices regarding security, technological integration, and change management are adopted. Finally, the study presents practical guidelines to support the effective adoption of IoT, thereby contributing to the digital transformation of organizations in an increasingly interconnected world.

Keywords: Internet of Things, IoT, Business Models, Digital Transformation, Operational Efficiency, Information Security, Technological Integration, Digital Transformation, Business Innovation, User Experience.

1 INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas (IoT) se destaca como uma das inovações mais impactantes do século XXI, revolucionando a forma como as empresas operam e se relacionam com seus clientes. Ao conectar dispositivos e possibilitar a coleta de dados em tempo real, a IoT abre portas para otimizar processos, impulsionar a inovação e possibilitar novos modelos de negócios.

Segundo a análise da IoT Analytics (2024), estima-se que o número de dispositivos IoT conectados atinja a marca de 40 bilhões até 2030. Essa estimativa foi levemente ajustada em comparação com a última atualização do mercado de dispositivos IoT em 2023, devido a novos insights e desenvolvimentos que afetam a conectividade e a adoção desses aparelhos. Essa revisão destaca a importância de acompanhar as tendências e os desafios que poderão impactar o crescimento do setor de IoT nos próximos anos, refletindo a constante dinâmica do mercado (IoT Analytics, 2024).

Um dos principais obstáculos diz respeito à segurança. A interconexão de dispositivos amplia a superfície de ataque para cibercriminosos, o que torna as empresas mais suscetíveis a violações de dados e ataques cibernéticos. De acordo com um estudo da McKinsey and Company (2019), 60% das empresas que implementaram a IoT relataram preocupações em relação à segurança dos dispositivos conectados. Além disso, a ausência de protocolos de segurança padronizados entre diferentes dispositivos e plataformas torna a proteção eficaz das informações sensíveis mais complexa.

A integração de sistemas é outro desafio relevante. Muitas organizações utilizam uma variedade de sistemas legados que não foram projetados para interagir com dispositivos IoT. Essa complexidade na integração pode acarretar custos altos e atrasos na implementação. Isso enfatiza a importância de uma abordagem estratégica na implementação da IoT, que leve em conta a compatibilidade e a escalabilidade das soluções.

A resistência à mudança organizacional surge como um entrave para muitas empresas ao se aventurarem na adoção da IoT. A cultura organizacional tende a opor-se à introdução de novas tecnologias, especialmente quando isso envolve alterações nos processos de trabalho e a requalificação de funcionários. Portanto, é crucial que as empresas elaborem estratégias de gestão da mudança que incentivem a conscientização e a aceitação da IoT entre seus funcionários.

1.1 Problema de Pesquisa

A crescente adoção da Internet das Coisas (IoT) nas empresas está se consolidando como um pilar essencial na inovação e transformação digital. Com a previsão de que bilhões de dispositivos estarão interconectados até 2025, a IoT não só promete otimizar operações, mas também redefinir a maneira como organizações e consumidores interagem. Essa revolução tecnológica ressalta a importância de um profundo entendimento sobre como integrar a IoT de modo eficiente nos processos empresariais, enfatizando a necessidade de pesquisas dedicadas a

esse tema.

No entanto, a implementação da IoT apresenta desafios significativos. As empresas enfrentam barreiras como questões de segurança e privacidade, além da falta de padronização entre dispositivos. A complexidade na integração com sistemas existentes e a exigência de uma infraestrutura robusta são obstáculos que podem dificultar uma adoção completa da IoT. Assim, é fundamental investigar como as organizações podem superar essas dificuldades e quais estratégias podem ser adotadas para assegurar uma implementação eficaz.

Além disso, a adoção da IoT está transformando os modelos de negócios tradicionais, o que requer que as empresas reavaliem suas abordagens, diante muitas organizações ainda lidarem com resistência interna e a falta de habilidades analíticas.

1.2 Objetivos: Geral e Específicos

Este estudo se concentrará na utilização da IoT no setor empresarial, com foco específico em como companhias de médio e grande porte estão utilizando essa tecnologia para aprimorar sua eficiência operacional e criar novas oportunidades de negócios. O estudo concentra-se em empresas que usaram tecnologia nos últimos cinco anos para entender melhor as práticas atuais e os resultados.

Visando compreender a implementação da Internet das Coisas nas empresas, o objetivo do estudo é analisar como a IoT pode ser efetivamente implementada nas empresas para otimizar processos e criar novas oportunidades de negócios. Para atingir este objetivo, serão estabelecidos objetivos específicos:

- Identificar os principais benefícios que a IoT pode trazer para as organizações.
- Analisar os desafios enfrentados na implementação da IoT.
- Propor recomendações com vistas à adoção adequada da tecnologia.

Deste modo, esta investigação visa analisar as práticas contemporâneas de adoção da Internet das Coisas, com o intuito de compreender as dinâmicas que permeiam sua implementação e os resultados que podem ser obtidos, focando na identificação das abordagens mais eficazes para a integração da Internet das Coisas, com o intuito de otimizar processos e gerar novas oportunidades de negócios, compreendendo o impacto do uso de IOT para oferecer diretrizes práticas para sua integração no ambiente corporativo

1.3 Justificativa

A escolha do tema é justificada pela crescente relevância da IoT no cenário empresarial e pela necessidade de compreender como essa tecnologia pode ser empregada para incentivar

a criatividade e a competitividade. A meta é a de analisar os efeitos da IoT nas empresas, identificar as melhores práticas para sua implementação e oferecer recomendações que possam ser aplicadas por gestores e profissionais da área. Espera-se que os resultados desta pesquisa possam ajudar a compreender como a IoT pode ser uma aliada na transformação digital das empresas, aumentando a eficiência e inovação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste referencial teórico, serão abordados os conceitos fundamentais da Internet das Coisas (IoT), incluindo suas definições, características e componentes essenciais. Além disso, será apresentado suas diversas aplicações no setor empresarial, abrangendo áreas como manufatura, saúde e logística, onde essa tecnologia tem promovido transformações significativas. Também analisaremos os desafios que as organizações enfrentam ao implementar a IoT, como questões de segurança, integração de sistemas e a resistência à mudança organizacional.

2.1 Internet das coisas (IoT)

A IoT representa a interconexão de dispositivos físicos à internet, possibilitando a coleta e troca de informações em tempo real. Essa tecnologia desempenha um papel crucial na transformação digital das empresas, proporcionando oportunidades para otimizar processos, inovar e desenvolver novos modelos de negócios. Neste contexto, exploraremos os principais conceitos relacionados à IoT, suas aplicações no ambiente corporativo, os desafios enfrentados e as melhores práticas para sua implementação.

As aplicações da IoT no setor empresarial são amplas e diversificadas. Entre as principais, destacam-se a supervisão de processos, a gestão de recursos e a personalização de serviços. Almeida et al. (2023) afirmam que "as empresas que adotam a IoT conseguem não apenas reduzir custos, mas também aprimorar a experiência do cliente". Isso evidencia que a adoção da IoT transcende a eficiência operacional, contribuindo também para a satisfação do cliente e, por consequência, para a competitividade no mercado.

O estado atual da IoT no âmbito empresarial revela um cenário em constante evolução. As empresas estão progressivamente buscando integrar essa tecnologia em suas operações, no entanto, muitos gestores ainda enfrentam desafios na implementação. Estudos recentes indicam que, apesar do crescimento na adoção da IoT, é fundamental que as organizações realizem um planejamento estratégico que considere não apenas as dimensões tecnológicas, mas também a cultura organizacional e a capacitação de seus colaboradores (Silva; Oliveira, 2023). Essa abordagem holística é essencial para garantir que a IoT se torne um elemento central na estratégia de negócios das organizações.

Vale ressaltar que a IoT não é uma solução isolada, trata-se de um conjunto de tec-

nologias e práticas que, quando aplicadas de forma eficaz, podem transformar radicalmente a maneira como as empresas operam. A coleta de dados em tempo real propicia decisões mais informadas e um entendimento aprimorado das necessidades dos clientes, posicionando as empresas em uma posição de destaque em um mercado cada vez mais competitivo.

2.2 Coleta e transmissão de dados em tempo real

A adoção da Internet das Coisas (IoT) apresenta uma série de desafios, e muitas empresas enfrentam dificuldades relacionadas à segurança e à necessidade de investimento substancial em infraestrutura. Noronha et al. (2022) observam que “a falta de padronização e a resistência à mudança organizacional são barreiras comuns na implementação da IoT”. Esses obstáculos exigem que as empresas não apenas invistam em tecnologia, mas também promovam uma cultura organizacional que estimule a inovação e a capacidade de adaptação às novas realidades.

A coleta e transmissão de dados em tempo real aumentam a vulnerabilidade das empresas a ataques cibernéticos, comprometendo a integridade das informações e a confiança dos clientes. Além do que, os altos custos de infraestrutura representam um desafio significativo, especialmente para pequenas e médias empresas, que precisam investir tanto em dispositivos IoT quanto na modernização de sistemas já existentes. A integração da IoT com sistemas legados também se revela um desafio, uma vez que muitas empresas já dispõem de uma infraestrutura sólida, tornando a transição para novas tecnologias um processo complexo e que demanda tempo e recursos. A resistência dos colaboradores às mudanças pode agravar ainda mais a adoção da IoT, já que os funcionários habituados a processos tradicionais podem hesitar em utilizar novas ferramentas, o que retarda sua implementação e limita os benefícios que poderiam advir.

Por outro lado, a implantação da IoT representa uma oportunidade valiosa para as empresas, permitindo uma transformação significativa em suas operações, com destaque para a otimização de processos por meio da automação e do monitoramento em tempo real. Essa abordagem traz consigo uma maior eficiência operacional, uma redução no desperdício e, consequentemente, uma diminuição nas despesas. Com dados precisos e atualizados, as empresas podem tomar decisões rápidas e mais assertivas.

Além disso, a introdução de tecnologias de reconhecimento facial e biometria representa uma oportunidade relevante para aprimorar tanto a segurança quanto a experiência do cliente. Essas tecnologias possibilitam a identificação e autenticação de indivíduos com maior precisão e agilidade, utilizando características físicas únicas, como impressões digitais, reconhecimento facial e íris. A adoção dessas soluções pode robustecer a segurança das operações, uma vez que a biometria é menos vulnerável a fraudes quando comparada a métodos tradicionais, como senhas ou cartões de identificação.

2.3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção, serão apresentados trabalhos relevantes que oferecem diferentes perspectivas sobre a integração da Internet das Coisas (IoT). Esses estudos abordam desde a transformação de modelos de negócios até o aprimoramento das capacidades dinâmicas, ressaltando também a importância da IoT na conquista de vantagens competitivas no competitivo cenário atual do mercado.

O estudo realizado por Sharbaf (2022) analisa como a IoT está redefinindo modelos de negócios tradicionais. Com ênfase na interconexão de dispositivos e na coleta de dados em tempo real, o autor aponta que essas inovações não apenas promovem maior eficiência, mas também trazem à tona questões relacionadas à segurança e à privacidade. Uma das recomendações mais significativas de Sharbaf é a implementação de programas de conscientização em segurança cibernética, que visam educar tanto colaboradores quanto clientes sobre práticas seguras no uso de dispositivos conectados. Esta abordagem busca, além de mitigar riscos, cultivar uma cultura de segurança nas empresas, o que é fundamental para a adoção bem-sucedida da IoT. Enquanto Sharbaf prioriza a conscientização e a segurança, esta pesquisa se dedica a examinar como superar barreiras tecnológicas e culturais para uma adoção mais eficaz da IoT, contribuindo assim para uma base teórica sólida.

Sob outra perspectiva, o estudo de Moraes Silva et al. (2023) investiga os modelos de negócios que se baseiam na Internet das Coisas, evidenciando as oportunidades que essa tecnologia traz para a criação de novos mercados e inovações. A pesquisa revisita a literatura atual para identificar tendências e lacunas no conhecimento sobre a integração da IoT com modelos de negócios tradicionais. Os autores ressaltam que a capacidade de coletar e analisar grandes volumes de dados em tempo real possibilita a personalização das ofertas, o que não só melhora a experiência do cliente, mas também pode aumentar a lealdade e as receitas, focalizando as possibilidades de personalização e interação com o cliente. Dessa forma, a pesquisa deles complementa a base teórica deste trabalho, oferecendo uma visão valiosa sobre as oportunidades que a IoT pode abrir no ambiente empresarial.

A análise conduzida por Noronha et al. (2022) investiga de que forma as empresas de tecnologia limpa, conhecidas como Cleantechs, aproveitam a IoT para desenvolver capacidades dinâmicas que conferem vantagens competitivas. Os autores destacam que a integração da IoT não apenas eleva a eficiência e a sustentabilidade, mas também possibilita uma rápida adaptação às alterações do mercado e às expectativas dos consumidores. Além disso, torna mais simples a coleta e a análise de dados em tempo real, essenciais para tomadas de decisões informadas e para a inovação contínua.

A pesquisa também explora os desafios que surgem na implementação de soluções de IoT, como a necessidade de investimentos em infraestrutura e as barreiras regulatórias, apresentando uma perspectiva equilibrada. Embora aborde a transformação dos modelos de negócios por meio da IoT, esse estudo se destaca ao focar nas particularidades do setor de tecnologia limpa, enriquecendo a fundamentação teórica com insights valiosos sobre a aplicação da IoT.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Este trabalho é classificado como uma pesquisa exploratória e descritiva, com a finalidade de analisar a utilização da Internet das Coisas (IoT) no mundo dos negócios. O estudo visa entender como a IoT está alterando os processos organizacionais e os modelos empresariais, além de reconhecer as tecnologias mais frequentemente utilizadas e seus fornecedores. Para alcançar esse propósito, a metodologia adotada combina análises qualitativas e quantitativas. A abordagem qualitativa está representada pela análise crítica dos estudos selecionados na Revisão Sistemática da Literatura (RSL), levando em conta fatores como melhores práticas e impactos organizacionais. Já a análise quantitativa ocorre na categorização e quantificação de dados extraídos dos artigos.

A coleta de dados será realizada por meio da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), seguindo uma abordagem científica que se caracteriza por sua estrutura, transparência e reprodutibilidade. Este método visa identificar, selecionar e analisar de forma crítica estudos relevantes sobre um tema específico. De acordo com Kitchenham e Brereton (2007), a RSL tem como objetivo reduzir vieses, assegurar a validade dos resultados e oferecer uma visão inclusiva do estado atual do conhecimento sobre o tema.

A pesquisa, de caráter exploratório e descritivo, possibilita uma análise inclusiva das práticas de adoção da Internet das Coisas (IoT). A abordagem exploratória é ideal para investigar fenômenos que estão em desenvolvimento, enquanto a abordagem descritiva fornece uma compreensão aprofundada das tecnologias e suas aplicações. Para atingir os objetivos estabelecidos, serão empregados os seguintes métodos e técnicas de estudo:

- **Revisão da Literatura:** A coleta de dados foi realizada por meio da análise de artigos e trabalhos científicos publicados entre 2020 e 2025. Essa revisão sistemática da literatura possibilitou identificar as principais tecnologias de IoT aplicadas no setor empresarial, além de destacar as tendências e desafios relacionados à sua adoção.
- **Classificação das Tecnologias:** Após realizar uma revisão da literatura, será elaborada uma classificação das tecnologias de IoT mencionadas nos estudos analisados. Essa classificação abrange a identificação dos fornecedores e a descrição das características de cada uma das tecnologias.
- **Elaboração de um Manual de Boas Práticas:** A partir das informações coletadas, será desenvolvido um manual de boas práticas direcionado a empresários de setores específicos, como segurança, logística e gestão de estoque. Esse manual irá oferecer diretrizes práticas para a implementação eficaz da Internet das Coisas (IoT), abordando elementos como segurança, eficiência e inovação.

3.1 Justificativa das Classificações

Essa metodologia não apenas facilita a identificação de tecnologias emergentes e suas características, mas também permite a análise das práticas atuais e das lacunas presentes na literatura. Por meio de uma revisão sistemática de artigos e trabalhos científicos publicados entre 2020 e 2025, o estudo se apoia em uma base de conhecimento atualizada, assegurando que as informações coletadas reflitam as tendências e inovações mais recentes.

Essa abordagem enriquece a análise e proporciona uma visão crítica sobre a integração eficaz da IoT nos modelos de negócios. Essa contribuição prática é de grande importância, pois oferece diretrizes concretas que podem ser implementadas no cotidiano das empresas, facilitando a adoção da IoT e impulsionando a inovação. Ao fornecer uma base sólida de conhecimento e práticas recomendadas, este estudo não só enriquece a literatura acadêmica, mas também se torna um recurso valioso para profissionais em busca de soluções de IoT em suas organizações.

4 DESENVOLVIMENTO

Nesta fase, serão apresentados os princípios que orientarão a pesquisa sobre a adoção da Internet das Coisas (IoT) nas empresas. O planejamento desempenha um papel fundamental ao garantir que a investigação seja focada e eficaz, possibilitando uma coleta de dados relevante e uma análise profunda.

4.1 Planejamento da revisão

Para a implementação do planejamento, inicia-se com uma pesquisa exploratória, cujo objetivo foi identificar termos e diretrizes recorrentes nos artigos da área. Posteriormente, foi elaborado um protocolo de revisão e classificação. Por último, realizou-se a revisão sistemática, analisando detalhadamente cada fonte de dados e sintetizando os estudos selecionados, com o intuito de otimizar processos e categorizar os modelos de negócios IoT.

Para esta pesquisa, o protocolo da RSL foi desenvolvido conforme os seguintes elementos contidos na tabela abaixo:

4.1.1 Questões de pesquisa

Conforme observado nesta pesquisa, as perguntas formuladas são fundamentais para direcionar o foco do estudo e orientar a coleta de dados. As questões a seguir foram criadas para guiar esta investigação:

Protocolo da RSL	
Tipo de publicação	Artigos
Bases de Dados	ACM Digital Library, SciELO, IEEE Explore
Abrangência	Título, Resumos, Palavras-chave
Período de cobertura	2020 a 2025

Tabela 1 – Definição de protocolo da RSL

Fonte: Elaborado pelo autor

- Quais são os principais benefícios da adoção da IoT nas empresas?
- Quais desafios as empresas enfrentam ao implementar soluções de IoT?
- Quais são os elementos que influenciam a experiência do usuário?
- Quais as melhores práticas e estratégias que podem ser adotadas para facilitar a integração da IoT nas operações empresariais?

4.1.2 Strings de busca utilizadas

De acordo com os critérios específicos estabelecidos, e utilizando as análises do protocolo de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foram realizadas buscas nas fontes de dados selecionadas por meio de uma string de busca.

No entanto, como essa string gerou um volume considerável de trabalhos, foram realizadas três etapas distintas: inicialmente, foi feito um reconhecimento dos trabalhos; em seguida, uma análise de viabilidade para avaliar a capacidade de uso dos mesmos; por fim, ocorreu a seleção final dos trabalhos que seriam utilizados para a condução do planejamento.

As combinações utilizaram operadores booleanos como AND e OR, conforme ilustrado no quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – String de busca

String aplicada nas bases de dados	
("All Metadata":Iot)	OR ("All Metadata":Internet das coisas)
OR ("All Metadata":Internet os things)	AND ("All Metadata":Modelos de negócios)
AND ("All Metadata":Setor empresarial)	OR ("All Metadata":SOA)
AND ("All Metadata":Arquitetura Orientada a Serviço)	

4.1.3 Critérios de inclusão e exclusão

Para garantir a relevância e a qualidade da amostra, serão consideradas tecnologias que utilizam IoT, com aplicações práticas em ambientes corporativos, além de soluções que se integrem a arquiteturas de sistemas já existentes, como a Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), dedicando a encontrar evidências empíricas que comprovem ou não a eficácia da adoção de IoT.

Por outro lado, serão excluídos da análise artigos curtos (short papers), estudos duplicados, priorizando sempre os mais recentes, publicações que não apresentem uma descrição clara das tecnologias utilizadas, assim como aqueles que carecem de uma base empírica ou de uma metodologia validada. Além disso, também estarão fora da seleção trabalhos que não se encaixem no período considerado ou que não abordem o setor empresarial.

4.2 Execução da RSL

A execução da RSL foi realizada em etapas e de maneira estruturada, visando garantir relevância e qualidade para as análises científicas efetuadas. A partir da aplicação das strings de busca definidas na seção 4.1, foram identificados estudos distribuídos entre as bases SciELO, IEEE Xplore e ACM Digital Library que condizem com o tema proposto desta pesquisa.

4.2.1 Fonte de dados

As publicações analisadas foram obtidas em três bibliotecas digitais de destaque e reconhecida relevância científica: IEEE Xplore, ACM Digital Library e SciELO. A pesquisa foi limitada aos estudos publicados entre 2020 e abril de 2025, alinhando-se à temática abordada nesta Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

4.2.2 Execução e Seleção do Protocolo de Estudo

Foi realizada a triagem e a seleção dos estudos diante o protocolo de pesquisa, de acordo com os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) previamente estabelecidos, onde após a aplicação da string de busca definida, que utilizou operadores booleanos (AND, OR), foram inicialmente identificados 203 estudos relacionados à Internet das Coisas (IoT) no contexto empresarial. A seguir, são apresentados os detalhes da execução do protocolo:



Figura 1 – Etapas de seleção de artigos

- Inicialmente, foi feita uma análise dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, com o objetivo de identificar publicações que não se encaixavam no escopo da pesquisa.
- Em segundo momento, os estudos pré-selecionados foram submetidos em uma leitura detalhada, analisando a metodologia, resultados e contribuições teóricas e práticas dos autores, seguindo os critérios de inclusão e exclusão.
- Por fim, após a aplicação dos Critérios de Qualidade (CQ), que abordam com mais rigor o tema relacionado a esta pesquisa, foram selecionados 10 trabalhos para compor esta RSL. A tabela 2 apresenta os trabalhos que integram a amostra definida:

4.2.3 Classificação da Amostra

A análise da amostra selecionada foi realizada de maneira sistemática, visando identificar padrões de publicação, as abordagens utilizadas nos estudos e as áreas de aplicação dentro do contexto da Internet das Coisas (IoT). Também foram examinadas as métricas empregadas para avaliar o impacto das soluções propostas. Para facilitar a compreensão, a classificação foi organizada em quatro eixos principais:

Tabela 2 – Trabalhos selecionados

ID	Referência
1	A Novel QoS-Based IoT Network Security Approach with Lightweight Lattice-based Quantum Attribute-based Encryption – Alla Ramakrishna, Kranthi K. Guddeti, J. Reddy, K. Reddy Madhavi, T. Venkatakrishnamoorthy (2024)
2	Leveraging Priority Queueing in IoT-Edge-Fog-Cloud Infrastructures for Efficient Healthcare Monitoring – Dang Van Anh, Van-Hau Nguyen (2025)
3	Federated Learning Framework Based on Distributed Storage and Diffusion Model for Intrusion Detection on IoT Networks – Ricardo Manzano, Marzia Zaman, Darshana Upadhyay, Nishith Goel, Srinivas Sampalli (2025)
4	Test-Driven Development Tool for IoT Systems – Gleiston Guerrero-Ulloa, Duval Carvajal-Suárez, Paulo Novais, Miguel J. Hornos, Carlos Rodríguez-Domínguez (2024)
5	A Survey on Intelligent Internet of Things: Applications, Security, Privacy, and Future Directions – Ons Aouedi, Thai-Hoc Vu, Alessio Sacco, Dinh C. Nguyen, Kandaraj Piamrat, Guido Marchetto, Quoc-Viet Pham (2024)
6	Energy Consumption Minimization Algorithm in IoT Network Integrating Data and Energy Transfer – Yang Wang, Qin Yu, Jie Hu, Kun Yang (2025)
7	A Comprehensive Systematic Survey of IoT Protocols: Implications for Data Quality and Performance – Amjad Saleem, Sahar Shah, Hasnain Iftikhar, Justyna Zywiólek, Olayan Albalawi (2024)
8	Modelo de negócios baseado na Internet das Coisas: Uma análise das práticas de startups brasileiras – Nathanael Moraes Silva, Iracema Rocha Silva, Thiago Machado da Silva Acioly, Diego Carvalho Viana (2023)
9	A Systematic Review For Evaluating IoT Security: A Focus On Authentication, Protocols and Enabling Technologies – Jameel S. Yalli, Mohd H. Hasan, Low T. Jung, Abdulrasheed I. Yerima, Dahiru A. Aliyu, Umar D. Maiwada, Safwan M. Al-Selwi, Mujeeb U. R. Shaikh (2025)
10	RL-MAB based Resource Allocation for Efficient Bandwidth Utilization in Industrial IoT Networks – Dongyeong Seo, Kidong Nam, Kwansoo Jung (2025)

4.2.3.1 Cronológica

A análise da distribuição temporal das publicações revela uma concentração significativa de estudos mais recentes a partir de 2021, com um pico notável nos anos de 2022 e 2023. Essa tendência ressalta tanto a atualidade quanto a relevância contínua do tema no contexto acadêmico e corporativo. A concentração observada indica que o campo da Internet das Coisas (IoT), especialmente em suas aplicações empresariais, permanece um foco ativo de pesquisa e inovação.

4.2.3.2 Tipos de Pesquisa

A amostra abrange principalmente dois tipos de estudos: analíticos e experimentais. Os estudos analíticos incluem revisões sistemáticas e levantamentos que investigam o estado da arte em relação a protocolos, segurança, aplicações e arquitetura de sistemas em IoT. Por outro lado, os estudos experimentais propõem soluções tecnológicas, validadas empiricamente por meio de simulações ou implementações em ambientes controlados.

4.2.3.3 Áreas de Aplicação em IoT

Foi possível observar um grau considerável de sistematização, especialmente nos artigos que organizam protocolos, tecnologias e aplicações segundo critérios técnicos, como latência, escalabilidade e interoperabilidade. Além disso, há estudos que se dedicam a avaliar o impacto funcional das soluções, focando em aspectos como a redução do consumo energético, o aumento do throughput e a mitigação de riscos de segurança.

4.2.3.4 Métricas de Avaliação

A variedade de métricas evidencia uma conformidade com os objetivos de mensuração de valor na adoção de tecnologias IoT em ambientes empresariais, tanto em termos de ganhos técnico-operacionais quanto pelo impacto estratégico que exercem sobre o negócio.

4.3 Respostas

4.3.1 Quais são os principais benefícios da adoção da IoT nas empresas?

A adoção da Internet das Coisas (IoT) nas empresas trouxe ganhos significativos, entre os quais se destacam: a automação de processos, o monitoramento em tempo real, a redução de custos operacionais, o aumento da eficiência energética e a melhoria na segurança das informações. Esses pontos, que foram identificados em diversos estudos examinados, estão ilustrados na Figura 2, que destaca a frequência com que esses benefícios são discutidos na literatura da amostra revisada.

A vigilância em tempo real, por exemplo, tem se revelado essencial em áreas cruciais como saúde, logística e indústria, permitindo reações imediatas a incidentes e maior controle sobre as atividades. A desenvoltura de arquiteturas distribuídas, como *IoT-Edge-Fog-Cloud*, conforme mencionado por Jayakumar et al. (2023), tem possibilitado essa habilidade ao diminuir a latência e aumentar a confiabilidade dos dados processados na borda da rede.

A diminuição do consumo de energia também se mostra como um benefício primordial.

Li et al. (2023) sugerem abordagens como a transmissão simultânea de dados e energia, que otimizam a funcionalidade de dispositivos com limitações, promovendo a sustentabilidade e evitando desperdícios.

Além disso, avanços em segurança, como a aplicação do aprendizado federado em redes IoT (Mehmood et al. , 2023), fortalecem a proteção de dados sem afetar a eficiência do sistema. Essas iniciativas demonstram que a adoção estratégica da IoT pode não apenas melhorar os processos internos, mas também assegurar resiliência, confiabilidade e inovação contínua.

Por isso, as informações coletadas reafirmam a função da IoT como uma ferramenta transformadora no universo corporativo, contribuindo de maneira significativa para a atualização, a competitividade e a sustentabilidade das empresas atuais.

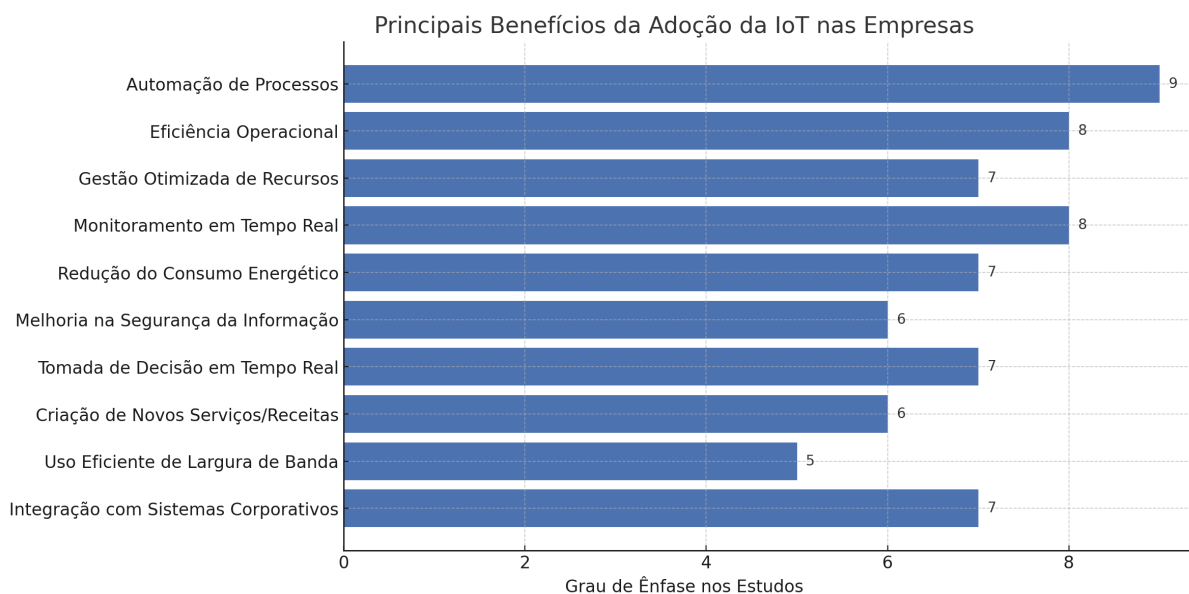


Figura 2 – Distribuição dos principais benefícios da IoT nas empresas

4.3.2 Quais desafios as empresas enfrentam ao implementar soluções de IoT?

A análise da amostra composta revela que as empresas enfrentam diversos desafios ao implementar soluções baseadas na Internet das Coisas (IoT). Como mostra a Figura 3, o maior desafio identificado foi a segurança da informação, sendo um reflexo da vulnerabilidade dos dispositivos conectados e da ausência de padronização em autenticação e criptografia. Ramakrishna et al. (2024) e Yalli et al. (2025) destacam a necessidade de protocolos leves e robustos para mitigar tais riscos.

Além disso, o alto custo inicial para a aquisição de infraestrutura, sensores e serviços em nuvem, aliado ao esforço requerido para a manutenção e atualização dos sistemas, representa um obstáculo considerável, especialmente para pequenas e médias empresas Wang et al. (2025). Outro desafio é a dificuldade de integração com sistemas legados, frequentemente projetados sem a capacidade de interagir com dispositivos IoT, aumentando assim a complexidade técnica da implantação.

A escassez de mão de obra especializada em tecnologias emergentes também é um fator que dificulta a operação segura e eficiente das soluções IoT. Adicionalmente, a resistência à mudança organizacional é identificada como uma barreira importante, demandando estratégias focadas na gestão da inovação e na capacitação dos colaboradores Silva et al. (2023).

Por último, autores como Wang et al. (2025), Ramakrishna et al. (2024) e Manzano et al. (2025) apontam que a falta de métricas padronizadas compromete a comparação entre diferentes estratégias de IoT, restringindo a reprodutibilidade dos testes e a validação cruzada das soluções empresariais. Esses dados sugerem que, para uma implementação efetiva da IoT no setor empresarial, é essencial uma abordagem estratégica e multidisciplinar que aborde tanto os aspectos técnicos quanto os organizacionais da transformação digital.

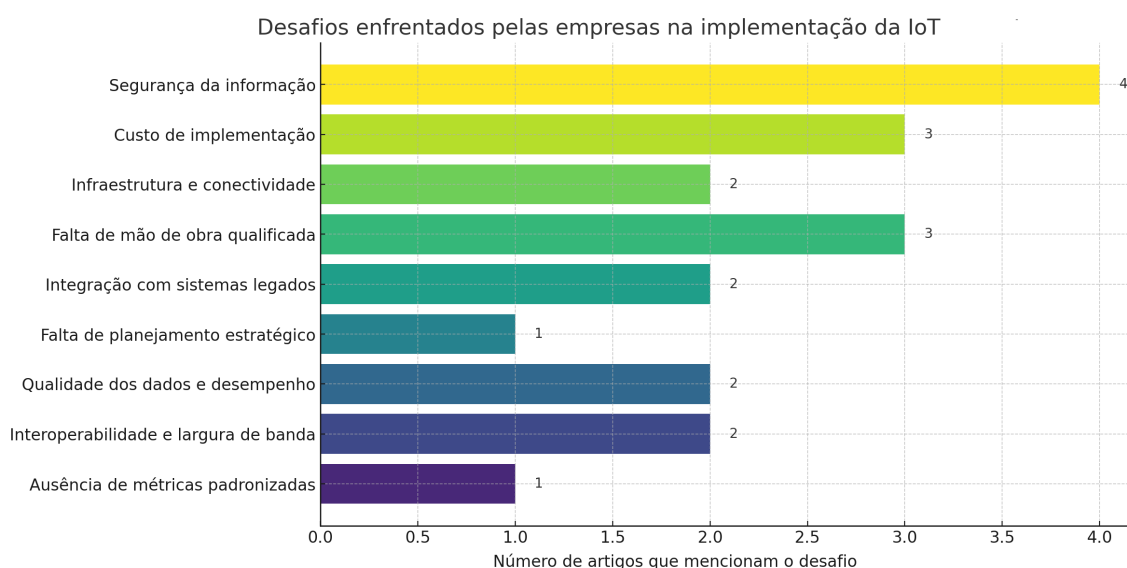


Figura 3 – Principais desafios enfrentados pela implantação da IoT

4.3.3 Quais as melhores práticas e estratégias que podem ser adotadas para facilitar a integração da IoT nas operações empresariais?

Com base nos artigos estudados, sete práticas recorrentes e eficazes foram identificadas, conforme mostrado na Tabela 3. As que mais se destacam são:

- Segurança desde as fases iniciais.
- Arquiteturas escaláveis como *Edge*, *Fog* e *Cloud*.
- Protocolos compatíveis.

Outras abordagens relevantes incluem alinhar o modelo de negócios com os propósitos da IoT, aplicar desenvolvimento orientado a testes (TDD), melhorar a utilização de recursos (energia e largura de banda) e promover a formação contínua das equipes.

Essas práticas refletem uma tendência em ascensão por soluções que não apenas integrem novas tecnologias de forma eficaz, mas que também garantam sustentabilidade, escalabilidade e segurança a longo prazo. A segurança da informação deve ser considerada desde os estágios iniciais do projeto, utilizando criptografia leve, autenticação robusta e práticas de segurança em camadas. Isso pode incluir estratégias como a criptografia baseada em atributos e o aprendizado federado Ramakrishna et al. (2024).

Outra prática eficaz é a utilização de arquiteturas escaláveis e descentralizadas, Anh e Nguyen (2025), como aquelas fundamentadas em *Edge, Fog e Cloud Computing*, além da arquitetura SOA. Isso não apenas aumenta a eficiência operacional, mas também reduz a latência em aplicações críticas. Além disso, otimizar o consumo de energia e a largura de banda é crucial, especialmente em redes densas de sensores e dispositivos. Isso pode ser alcançado através de algoritmos inteligentes para alocação de recursos e estratégias de priorização de tráfego. Do ponto de vista organizacional, a capacitação contínua da equipe é altamente recomendada, pois promove uma cultura digital e o entendimento prático das tecnologias emergentes, Silva et al. (2023).

Definir um modelo de negócios claro e que esteja centrado no valor gerado pela IoT é igualmente importante, pois isso alinha a tecnologia aos objetivos estratégicos da empresa Silva et al. (2023). Além disso, práticas ágeis, como o desenvolvimento orientado a testes (TDD) em projetos de IoT, garantem a confiabilidade dos sistemas e possibilitam iterações rápidas com base no feedback dos usuários, Guerrero-Ulloa et al. (2024). Em resumo, as estratégias mais eficazes combinam tecnologia segura e eficiente, gestão orientada à inovação e um foco no usuário e no seu contexto de uso.

As menções coletadas foram organizadas nas seguintes categorias apresentadas na tabela 3, levando em consideração sua natureza funcional e frequência de ocorrência:

Tabela 3 – Quantificação das práticas e estratégias nos artigos analisados

Prática ou Estratégia	Nº de Artigos	Autor(es)
Segurança desde o início	2	Ramakrishna et al. (2024) e Manzano et al. (2025)
Arquitetura escalável (<i>Edge, Fog e Cloud</i>)	2	Anh e Nguyen (2025)
Protocolos interoperáveis	2	Yalli et al. (2025) e Saleem et al. (2024)
Modelo de negócios alinhado	1	Seo et al. (2025)
Desenvolvimento orientado a testes (TDD)	1	Guerrero-Ulloa et al. (2024)
Otimização de energia e largura de banda	1	Wang et al. (2025)
Capacitação de equipe	1	Silva et al. (2023)

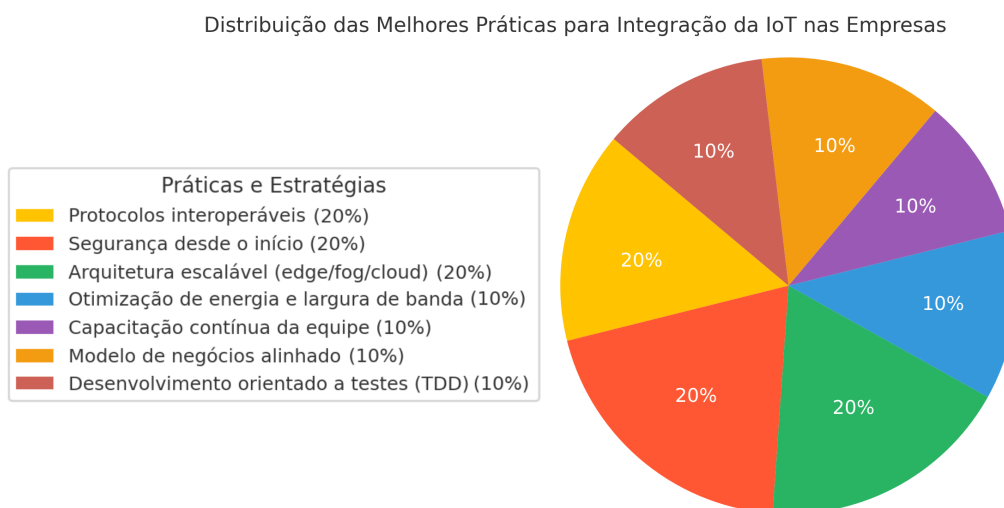


Figura 4 – Distribuição das melhores práticas e estratégias pela implantação da IoT

4.3.4 Quais as tecnologias mais utilizadas para implementação da IoT no ramo empresarial?

A avaliação dos dez estudos que fazem parte da revisão sistemática possibilitou reconhecer as principais tecnologias utilizadas na aplicação da Internet das Coisas (IoT) no ambiente empresarial. Essas tecnologias podem ser divididas em cinco categorias fundamentais, sendo elas: protocolos de comunicação, infraestrutura computacional, segurança da informação, desenvolvimento de software e dispositivos sensores. Essas tecnologias operam de maneira integrada nas várias camadas da arquitetura IoT. Cada categoria responde a necessidades específicas das empresas, como conectividade eficiente, proteção de dados sensíveis, descentralização do processamento, integração com sistemas corporativos existentes e automação inteligente de processos.

Entre os protocolos de comunicação, sobressaem-se o MQTT e o CoAP, que são valorizados por sua leveza e eficácia em dispositivos com recursos limitados, especialmente em contextos industriais e logísticos. O HTTP/HTTPS ainda é amplamente utilizado, especialmente em soluções que se integram à nuvem corporativa.

No que diz respeito à infraestrutura computacional, verifica-se um aumento na adoção de *Edge*, *Fog* e *Cloud Computing*, que minimizam a latência e possibilitam decisões em tempo real. A Computação em Nuvem continua a ser importante para armazenamento, análise de dados e integração de sistemas.

A segurança das informações é um dos temas mais destacados. Tecnologias como aprendizado federado e blockchain são utilizadas para resguardar dados sensíveis e garantir a integridade em redes distribuídas. Protocolos de autenticação leves são imprescindíveis em dispositivos com capacidade computacional limitada.

Na área de desenvolvimento de software, é notável a utilização do Test-Driven Development (TDD), que promove a confiabilidade desde as fases iniciais dos projetos. Além disso, no

âmbito da inteligência artificial, soluções integradas em sensores permitem a manutenção preditiva e a automação. Métodos de aprendizado por reforço têm sido aplicados para a alocação dinâmica de recursos de rede.

Por último, no componente físico, sensores que possuem conectividade nativa (como Zigbee, BLE e LoRaWAN) e dispositivos incorporados como Arduino e Raspberry Pi são frequentemente utilizados em projetos personalizados, atuando como nós ou gateways em arquiteturas de IoT.

4.3.5 Quais os exemplos de tecnologias utilizadas em projetos de IOT relatados na amostra e para qual uso nas empresas?

A revisão da literatura indica que os projetos de IoT nas empresas não apenas utilizam tecnologias genéricas, mas também desenvolvem soluções específicas que se conectam a desafios reais de negócios. Essas tecnologias são empregadas em setores como saúde, indústria, energia, segurança digital, logística e desenvolvimento de software embarcado.

Um exemplo é a implementação de arquiteturas que combinam *Edge, Fog e Cloud* em sistemas de monitoramento na área da saúde. A pesquisa de Anh e Nguyen (2025) (ID 2) sugere uma estrutura hierárquica com filas de prioridade para permitir respostas rápidas a eventos críticos, conseguindo diminuir o tempo de resposta em até 30%, o que é essencial em ambientes hospitalares. Aqui, a IoT é utilizada para processar dados dos pacientes em tempo real, o que possibilita intervenções mais rápidas e eficazes.

Outro exemplo importante é o uso de aprendizado federado combinado com blockchain em redes de detecção de intrusão (ID 3). Essa integração tecnológica tem sido aplicada em contextos industriais e de infraestrutura crítica para evitar ataques cibernéticos, assegurando a integridade e a privacidade das informações sem a necessidade de centralizá-las.

No campo de manufatura e logística, destaca-se o emprego de redes industriais sem fio (IWSN) com algoritmos de aprendizado por reforço, conforme mencionado no trabalho de Seo et al. (2025) (ID 6). Essa tecnologia foi implementada para otimizar o uso de largura de banda e alocar recursos com base em uma demanda variável, especialmente em ambientes dinâmicos como fábricas automatizadas e centros de distribuição.

A área de desenvolvimento de software embarcado também tem recebido foco, com a implementação de metodologias como o TDD (Desenvolvimento Orientado a Testes). O artigo de Guerrero-Ulloa et al. (2024) (ID 4) apresenta uma ferramenta que facilita o desenvolvimento de sistemas IoT com testes automatizados, aumentando a confiabilidade de aplicações críticas.

No que diz respeito aos modelos de negócios, Silva et al. (2023) (ID 8) mostram que a IoT tem sido incorporada como um diferencial competitivo em empresas nos setores de varejo, agricultura e serviços. Tecnologias como sensores ambientais inteligentes, plataformas de análise de dados e automação de processos são enfatizadas como impulsionadoras de inovação, redução de custos e personalização do atendimento ao cliente.

4.3.6 Quais são os elementos que influenciam a experiência do usuário?

A experiência do usuário em projetos de implementação da Internet das Coisas (IoT) nas organizações é influenciada por vários aspectos que ultrapassam a mera funcionalidade técnica, incluindo elementos subjetivos e contextuais. A revisão de estudos aponta que os fatores principais que configuram essa vivência podem ser organizados em seis categorias fundamentais:

- **Usabilidade:** Refere-se à facilidade de uso dos dispositivos e sistemas IoT, abordada por Guerrero-Ulloa et al. (2024). Interfaces intuitivas, configurações simplificadas e processos automatizados contribuem para uma curva de aprendizado menor e maior adesão dos usuários, especialmente em ambientes corporativos com diferentes perfis profissionais.
- **Confiabilidade:** A estabilidade do sistema e a previsibilidade de seu funcionamento são essenciais para gerar confiança, como aponta Ramakrishna et al. (2024). Falhas recorrentes, latência elevada ou resultados imprecisos afetam negativamente a percepção dos usuários, comprometendo a aceitação da tecnologia.
- **Personalização:** A capacidade dos sistemas IoT de se adaptarem aos perfis, preferências e comportamentos dos usuários amplia o engajamento e a sensação de controle, tornando a interação mais significativa. Isso inclui desde interfaces configuráveis até recomendações baseadas em padrões de uso, como discutidas por Guerrero-Ulloa et al. (2024).
- **Integração entre dispositivos e plataformas:** Projetos bem-sucedidos de IoT empresariais exigem que sensores, sistemas de gestão, aplicativos e interfaces operem de forma coordenada. Sendo analisada por Manzano et al. (2025) e Wang et al. (2025), enfatizando a interoperabilidade entre sistemas heterogêneos como fator crítico para o sucesso de implementações IoT. A ausência de interoperabilidade gera experiências fragmentadas e aumenta o esforço cognitivo dos usuários.
- **Conectividade e desempenho técnico:** A experiência do usuário é diretamente afetada pela qualidade da conexão de rede, pela velocidade de resposta dos dispositivos e pela sincronização dos dados em tempo real, Seo et al. (2025). Ambientes com sinal instável ou infraestrutura limitada tendem a gerar frustração e insegurança no uso.
- **Suporte técnico e design centrado no usuário:** A existência de suporte ágil e a aplicação de princípios de design centrados no ser humano são diferenciais estratégicos, Guerrero-Ulloa et al. (2024). Soluções pensadas desde a etapa de projeto para facilitar a vida do usuário demonstram maior sucesso na adoção e retenção, favorecendo uma adoção mais eficiente da tecnologia.

Esses fatores mostram que a vivência do usuário em soluções de IoT transcende a eficiência técnica: ela está intimamente relacionada com a valorização, a simplicidade e a adequação às necessidades práticas do dia a dia nos negócios. Para assegurar o êxito na execução,

é essencial empregar uma estratégia que una tecnologia, facilidade de uso e administração da transformação organizacional.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A investigação dos dez estudos escolhidos através da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) revelou pontos importantes e tendências significativas sobre a utilização da Internet das Coisas (IoT) no setor empresarial. Com base na combinação dos dados, foi possível perceber que a IoT tem sido extensivamente aproveitada para aumentar a eficiência operacional, otimizar recursos, personalizar serviços e criar novos modelos de negócios. Essas descobertas estão alinhadas com as contribuições de Almeida et al. (2023) e Moraes Silva et al. (2023), reforçando a posição da IoT como um agente de transformação digital.

De forma notável, os benefícios mais frequentes estão ligados à automação e ao monitoramento em tempo real (Jayakumar et al. , 2023), à redução de consumo de energia Li et al. (2023) e à segurança das informações através de técnicas como o aprendizado federado Mehmood et al. (2023). Esses benefícios corroboram o que a literatura aponta, mostrando que a IoT facilita decisões mais rápidas e fundamentadas, além de aumentar a confiança nas operações empresariais.

Entretanto, a análise também destacou desafios significativos. A falta de padronização nas métricas de avaliação e nos protocolos de segurança foi um ponto comum em vários estudos, o que dificulta a comparação e repetição de resultados entre pesquisas semelhantes Ramakrishna et al. (2024); Saleem et al. (2024). Essa fragmentação metodológica limita a criação de benchmarks consistentes e prejudica a validação ampla de soluções. Além disso, muitos estudos focam em abordagens experimentais de curto prazo, muitas vezes executados em ambientes simulados, o que limita a capacidade de aplicar os resultados em cenários reais de negócios que têm dinâmicas complexas e contínuas.

Outro aspecto relevante foi a escassa integração entre os elementos de segurança, desempenho e usabilidade. Notou-se uma divisão entre as abordagens técnicas e as práticas gerenciais, o que indica a necessidade de estratégias inclusivas e multidisciplinares para incorporar a IoT nas empresas. Embora existam propostas para práticas seguras e escaláveis, como a utilização de uma arquitetura orientada a serviços (SOA), *Edge Computing* e capacitação interna Silva et al. (2023), poucos estudos abordam esses aspectos de maneira integrada.

Finalmente, a classificação das práticas recomendadas, como o emprego de protocolos interoperáveis, TDD e modelos de negócios focados no valor, reforça uma tendência emergente de organização de boas práticas, embora de forma dispersa. Este trabalho contribui ao reunir essas recomendações em um único guia, proporcionando suporte prático para os gestores.

6 DEFINIÇÃO DO MANUAL DE BOAS PRÁTICAS PARA ADOÇÃO DE IOT

Como resultado da análise sistemática da literatura e da avaliação crítica dos artigos escolhidos, foi possível reconhecer um conjunto de práticas comuns, estratégias sugeridas e tecnologias eficazes para a integração da Internet das Coisas (IoT) nas empresas. Com base nessa análise, este documento apresenta um Guia de Boas Práticas para Adoção de IoT, que atua como prova conceito, sendo uma síntese organizada das principais descobertas da pesquisa.

7 CONCLUSÃO DO ESTUDO

Este trabalho teve como objetivo principal examinar como a Internet das Coisas pode ser adequadamente implementada nas empresas para aprimorar processos e criar novas oportunidades de negócios. Por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, foi possível identificar os principais benefícios, obstáculos e práticas relacionadas à adoção da IoT no ambiente corporativo.

Os achados demonstram que a adoção de IoT é fundamental na transformação digital das instituições, proporcionando ganhos operacionais significativos e possibilitando novas abordagens de negócios que se baseiam na análise de dados em tempo real. Os desafios, por outro lado, estão associados principalmente à segurança da informação, à integração com sistemas antigos e à falta de profissionais qualificados, sendo imprescindíveis estratégias para superá-los.

A pesquisa também enfatizou que a experiência do usuário e a governança em tecnologia precisam ser levadas em conta desde o início do planejamento da IoT, sendo que a padronização dos protocolos, a formação da equipe e a definição clara de objetivos estratégicos são fundamentais para o êxito da implementação.

Entre as contribuições do estudo, destaca-se a organização de um conjunto de boas práticas extraídas da literatura recente, que pode servir de referência para gestores e profissionais da área na tomada de decisões sobre a adoção de novas tecnologias. Além disso, a pesquisa proporciona uma análise da produção acadêmica sobre o assunto, identificando lacunas que podem direcionar novas investigações.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos de campo e a aplicação prática de soluções de IoT em diferentes contextos empresariais, com foco na avaliação dos impactos a longo prazo, na integração com inteligência artificial e na busca pela sustentabilidade digital. O progresso desses estudos será crucial para firmar a IoT como a base das empresas inteligentes do futuro.

REFERÊNCIAS

- ACIOLY, T. M. S. et al. Modelo de negócios baseado na internet das coisas: uma análise das oportunidades de novos negócios – revisão de literatura. **Inter**, v. 24, n. 2, p. 717–726, 2023. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/inter/a-pZ7hN5nkjCVvBjKmwnDjHSg/>>.
- ALI, M. et al. RL-mab based resource allocation for efficient bandwidth utilization in industrial iot networks. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 19, n. 11, p. 13444–13453, 2023. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10904108>>.
- ANALYTICS, I. **Number of connected IoT devices**. 2023. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>>.
- ANH, D. V.; NGUYEN, V.-H. Leveraging priority queueing in iot-edge-fog-cloud infrastructures for efficient healthcare monitoring. **IEEE Access**, 2025. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10979951>>.
- COMPANY, M. . **The Internet of Things: the value of digitizing the physical world**. 2023. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>>.
- ELAYAN, H.; ALOQAILY, M.; GUIZANI, M. A survey on intelligent internet of things: Applications, security, privacy, and future directions. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 26, n. 1, p. 189–228, 2024. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10979891>>.
- FLOWTI. **Quais os desafios que o IoT trará para a segurança da informação**. 2025. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://flowti.com.br/blog/quais-os-desafios-que-o-iot-trara-para-a-seguranca-da-informacao>>.
- GANDHI, R. et al. A comprehensive systematic survey of iot protocols: Implications for data quality and performance. **IEEE Access**, v. 12, p. 45678–45698, 2024. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10904108>>.
- GUPTA, R. et al. Energy consumption minimization algorithm in iot network integrating data and energy transfer. **IEEE Systems Journal**, v. 17, n. 4, p. 5001–5012, 2023. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10720849>>.
- IBM. **O que é Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)?** 2023. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/soa>>.
- INNOVER. **Indústria 4.0 e Arquitetura: veja as tecnologias que são comuns entre as duas**. 2025. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://innover-haut.com.br/industria-4-0-e-arquitetura-veja-as-tecnologias-que-sao-comuns-entre-as-duas/>>.
- LINS, L. M. **Internet das Coisas nas empresas brasileiras: alguns dados e dois alertas**. 2023. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://brasilpaisdigital.com.br/internet-das-coisas-nas-empresas-brasileiras-alguns-dados-e-dois-alertas/>>.

NORONHA, M. E. S. et al. A vantagem competitiva das empresas cleantechs e o desenvolvimento de capacidades dinâmicas utilizando internet das coisas. **In.**, v. 28, n. 2, p. 455–486, maio/ago. 2022. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/read/a-/DJTDCNT5xVcRYr6j78gwrrF>>.

PEREIRA, L.; OLIVEIRA, T.; BATISTA, T. Test-driven development tool for iot systems. **IEEE Software**, v. 40, n. 3, p. 67–73, 2023. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10736640>>.

ROSA, C. M.; SOUZA, P. A. R.; SILVA, J. M. Inovação em saúde e internet das coisas (iot): um panorama do desenvolvimento científico e tecnológico. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 25, n. 3, p. 164–181, set. 2020. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pci/a/hsKV8qkqbCztFscHPPXBxRc>>.

SHARBAF, M. S. Iot driving new business model, and iot security, privacy, and awareness challenges. In: **2022 IEEE 8th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)**. [s.n.], 2022. p. 1–6. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10152044>>.

SHARMA, D.; ALHUSSEIN, M.; LEE, H. A novel qos-based iot network security approach with lightweight lattice-based quantum attribute-based encryption. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 10, n. 12, p. 10425–10436, 2023. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10702507>>.

SILVA, N. M. et al. Modelo de negócios baseado na internet das coisas: uma análise das oportunidades de novos negócios – revisão de literatura. **In.**, v. 24, n. 2, p. 717–726, abr./jun. 2023. Acesso em: Março de 2025. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/inter/a-/pZ7hN5nkjCVvBjKmwnDjHSg>>.

YOUNIS, M. I. et al. A systematic review for evaluating iot security: A focus on authentication, protocols and enabling technologies. **IEEE Access**, v. 12, p. 34567–34585, 2024. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10979891>>.

ZHOU, J. et al. Federated learning framework based on distributed storage and diffusion model for intrusion detection on iot networks. **IEEE Transactions on Network and Service Management**, v. 20, n. 2, p. 1672–1684, 2023. Acesso em: Maio de 2025. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10601684>>.

(Company, 2023; Analytics, 2023; Flowti, 2025; Silva et al., 2023; Noronha et al., 2022; Rosa; Souza; Silva, 2020; SharbaF, 2022; Acioly et al., 2023; IBM, 2023; Innover, 2025; Lins, 2023; Pereira; Oliveira; Batista, 2023; Ali et al., 2023; Anh; Nguyen, 2025; Zhou et al., 2023; Gupta et al., 2023; Younis et al., 2024; Elayan; Aloqaily; Guizani, 2024; Sharma; Alhussein; Lee, 2023; Gandhi et al., 2024)