



## INTERNET DAS COISAS COMO AUXÍLIO NA LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM

Diego Rodrigues dias dos Santos<sup>1</sup>

Gilmar Ferreira de Aquino Filho<sup>2</sup>

Marcos Machado<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente artigo analisa o impacto da Internet das Coisas (IoT) na gestão de estoques no contexto logístico, destacando sua contribuição para a eficiência operacional e competitividade organizacional. A gestão eficaz de estoques é essencial para garantir a disponibilidade de produtos, reduzir custos e melhorar o nível de serviço ao cliente. O estudo tem como objetivo investigar como a IoT pode ser utilizada como ferramenta estratégica nesse contexto, avaliando seus efeitos na otimização de processos e na tomada de decisão. A metodologia adotada baseia-se em revisão bibliográfica e análise de estudo de caso. Os resultados indicam que a IoT possibilita maior precisão na previsão de demanda, automação de processos e melhor alocação de recursos. Conclui-se que a adoção adequada dessa tecnologia promove ganhos significativos na logística, fortalecendo a competitividade das organizações em mercados dinâmicos e globalizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Internet das Coisas (IoT) ; Gestão de estoques ; Logística ; Eficiência operacional.

### ABSTRACT

This article analyzes the impact of the Internet of Things (IoT) on inventory management within the logistics context, highlighting its contribution to operational efficiency and organizational competitiveness. Effective inventory management ensures product availability, reduces costs, and enhances customer service levels. The objective of this study is to investigate how IoT can be used as a strategic tool, evaluating its effects on process optimization and decision-making. The methodology is based on literature review and case study analysis. Results indicate that IoT enables more accurate demand forecasting, process automation, and better resource allocation. It is concluded that the proper adoption of this technology leads to significant improvements in logistics operations, strengthening competitiveness in dynamic and globalized markets.

**Keywords:** Internet of Things (IoT); Inventory Management; Logistics; Operational Efficiency.



## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, testemunhamos um avanço significativo na aplicação da internet das coisas (IoT) em diversas áreas, impulsionando mudanças substanciais em processos, produtos e serviços. Entre essas áreas, a logística se destaca como um campo que tem se beneficiado enormemente do potencial transformador da IoT. A interseção entre IoT e logística oferece oportunidades sem precedentes para otimizar operações, aumentar a eficiência e reduzir custos em cadeias de suprimentos complexas.

De acordo com Ballou (2001), a logística também é vista como sendo um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas são convertidas em produtos acabados, agregando-lhes valor. Essas atividades tradicionalmente demandam um alto nível de coordenação e tomada de decisão, muitas vezes baseadas em dados históricos e projeções futuras. No entanto, o advento da IoT trouxe consigo uma gama de técnicas e ferramentas que podem melhorar significativamente esses processos. Ao empregar algoritmos de aprendizado de máquina, por exemplo, é possível analisar grandes volumes de dados em tempo real, identificar padrões ocultos e extrair *insights* valiosos que orientam a tomada de decisões mais informadas e precisas. Além disso, a IoT possibilita a automação de tarefas repetitivas e previsão mais precisa da demanda, o que pode levar a uma alocação mais eficiente de recursos e uma resposta mais ágil às mudanças no ambiente operacional.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo explorar as diversas formas pelas quais a IoT está sendo aplicada como um auxílio à logística. Será abordado o uso da IoT no gerenciamento de estoque, bem como serão discutidos estudos de caso e exemplos concretos que ilustram os benefícios tangíveis que a IoT pode proporcionar às operações logísticas.

Em suma, a aplicação da IoT na logística representa não apenas uma oportunidade de melhorar a eficiência e a produtividade, mas também um imperativo para as empresas que desejam se manter competitivas em um ambiente cada vez mais dinâmico e globalizado, ao compreender e aproveitar todo o potencial da IoT.



## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Logística

Como o conceito de logística é amplo, ficaremos apenas com o parecer de Ballou (1999). Para o autor, a *“Logística é o processo de planejamento do fluxo de materiais, objetivando a entrega das necessidades na qualidade desejada no tempo certo, otimizando recursos e aumentando a qualidade nos serviços.”*

Desse modo, podemos aferir que a logística desempenha um papel central na gestão eficiente da cadeia de suprimentos, abrangendo uma variedade de atividades essenciais visando garantir que os produtos cheguem aos consumidores de maneira oportuna e eficaz.

Nesse contexto, a gestão de estoque desempenha um papel fundamental, pois envolve o equilíbrio entre manter níveis adequados de estoque para atender à demanda, sem excesso que leve a custos desnecessários, nem escassez que possa resultar em perda de vendas ou insatisfação dos clientes.

### 2.2 Gestão de estoque

A gestão de estoques é um dos pilares da logística, sendo responsável pelo equilíbrio entre oferta e demanda. Uma gestão eficiente evita tanto a escassez de produtos quanto o excesso de estoque, ambos prejudiciais ao desempenho organizacional.

De acordo com Slack et al. (2009), os estoques representam simultaneamente um custo e um mecanismo de proteção contra incertezas do ambiente produtivo. Assim, sua administração deve considerar fatores como variabilidade da demanda, tempo de reposição e nível de serviço desejado.

No entanto, os métodos tradicionais de controle de estoque muitas vezes se mostram limitados em lidar com a dinâmica e a complexidade dos negócios modernos e é neste contexto que a IoT surge como uma solução promissora, oferecendo um conjunto de tecnologias e ferramentas capazes de revolucionar a forma como as empresas gerenciam seus estoques.

Neste ponto, exploraremos como a IoT está sendo aplicada na gestão de estoque, destacando seus benefícios, desafios e potenciais impactos na eficiência operacional e na cadeia de suprimentos como um todo.



### 2.3 Sistemas de Gestão: WMS e ERP

Os sistemas de informação desempenham papel fundamental na gestão de estoques. O *Warehouse Management System* (WMS), conforme Banzato (2005),

“é um sistema de gestão de estoque, que otimiza todas as atividades operacionais (fluxo de materiais) e administrativas (fluxo de informações) dentro do processo de estoque, incluindo recebimento, inspeção, endereçamento, estocagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos, inventário, entre outras”.

Com o aumento constante da demanda por pedidos, surge a necessidade de expandir a aplicação desses processos organizacionais para otimizar o uso máximo do espaço, dos equipamentos e da mão de obra nos armazéns. Assim, esses sistemas de informação evoluíram para se tornarem os modernos sistemas de gerenciamento de armazéns.

Já o *Enterprise Resource Planning* (ERP) integra os processos organizacionais em uma única plataforma, permitindo maior controle e coordenação das operações.

A integração entre WMS e ERP possibilita maior eficiência na gestão logística, promovendo melhor fluxo de informações e tomada de decisão mais assertiva.

### 3. APLICAÇÃO DA IOT NA GESTÃO DE ESTOQUE

A IoT tem sido amplamente utilizada para modernizar a gestão de estoques, permitindo monitoramento em tempo real, rastreamento de produtos e automação de processos.

Sensores inteligentes, etiquetas RFID e dispositivos conectados possibilitam maior visibilidade das operações, reduzindo erros e aumentando a precisão das informações. Além disso, algoritmos de previsão de demanda auxiliam na definição de níveis ideais de estoque.

Essas tecnologias contribuem para a redução de custos operacionais, melhoria do nível de serviço e aumento da eficiência logística.



#### 4. ESTUDO DE CASO: EMPRESA AZ

O estoque é um dos ativos mais importantes para qualquer negócio, independentemente do setor em que atua. Esta é uma importante oportunidade para garantir a continuidade das operações, estocando tanto materiais necessários à produção quanto produtos prontos para entrega aos clientes. Agindo como um amortecedor entre a oferta e a demanda, as empresas continuam a oferecer produtos que satisfazem as necessidades dos clientes, apesar das flutuações repentinas na procura e dos atrasos na produção.

A empresa AZ é um exemplo bem conhecido de como melhorar as operações de armazém pode aumentar o sucesso de uma empresa, tendo investido fortemente em tecnologia e automação para aumentar a eficiência e produtividade de seus centros de distribuição. Uma das principais características do sistema é o uso extensivo de robôs Kiva, que são projetados para serem rápidos e eficientes na movimentação de cargas no armazém.

A operação é conduzida por instruções emitidas pelo sistema central, que direciona os robôs para a separação dos itens. A dimensão compacta desses dispositivos permite o trânsito livre sob os módulos de estocagem. Ao localizar o lote requerido, o robô o suspende utilizando um sistema de engate giratório. Por fim, o equipamento processa a malha viária do armazém e navega de forma autônoma pelo trajeto mais curto até a estação de destino.

A Kiva afirma que seu sistema robótico pode movimentar mercadorias até três vezes mais rápido do que os métodos tradicionais, como empilhadeiras ou correias transportadoras.

Os robôs reorganizam automaticamente os armazéns para colocar os itens mais necessários nos locais mais próximos.

Os leitores de código verificam cada item em busca de erros. Isso evita que os clientes que encomendaram uma camiseta vermelha tamanho M recebam um item diferente.

Segundo Borges et al (2010), uma boa gestão de estoques é importante para reduzir o valor financeiro envolvido e manter um nível de segurança para atender a demanda. Porém, como aponta Slack et al (2009), os gerentes de produção muitas vezes enfrentam problemas relacionados ao estoque. Embora isto tenha um custo



elevado e um risco potencial, também proporciona um nível de segurança num ambiente complexo e incerto.

É importante enfatizar que as empresas lidam com diferentes tipos de produtos, cada um tendo sua particularidade. Sendo assim, para ter um bom controle dos produtos é necessário que haja uma gestão de estoque eficiente e eficaz. Borges et al (2010) confirma que a gestão de estoques é importante para garantir a disponibilidade dos materiais necessários à produção, evitar problemas operacionais e garantir a eficiência do cliente.

Outra parte importante da estratégia de estocagem da empresa AZ é a utilização de técnicas avançadas de previsão de demanda. Esses algoritmos analisam uma ampla quantidade de dados, incluindo histórico de vendas, tendências de mercado e tendências sazonais, para prever com precisão a demanda de cada produto. Isso permite que a empresa AZ mantenha níveis ideais de estoque, evitando escassez de produtos e excesso de estoque nos armazéns.

A empresa AZ está constantemente inovando e procurando maneiras de melhorar suas operações de armazém. Isto inclui o desenvolvimento de novas tecnologias, como a utilização de drones para entregar produtos e a implementação de sistemas de armazém inteligentes para ajudar a reduzir o desperdício e aumentar o espaço de armazenamento.

De forma simples, a empresa AZ é um exemplo brilhante de como melhorar as práticas de estocagem pode aumentar o sucesso de uma empresa. Ao investir em tecnologia avançada, automação e análise de dados, a empresa AZ conseguiu criar um sistema de armazém eficiente e adaptável, fundamental para o sucesso contínuo no mercado de comércio eletrônico.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos a partir da análise teórica e dos estudos de caso evidenciam que a aplicação da IoT na gestão de estoques representa uma transformação significativa nos modelos tradicionais de operação logística. A incorporação de dispositivos conectados, sensores inteligentes e sistemas integrados permite que as organizações passem de uma lógica reativa, baseada em dados históricos, para uma abordagem preditiva e orientada por dados em tempo real, ampliando substancialmente a capacidade de resposta às variações da demanda.



Nesse contexto, observa-se que a IoT contribui diretamente para o aumento da acuracidade das informações relacionadas ao estoque, reduzindo inconsistências e falhas operacionais. A visibilidade ampliada ao longo da cadeia de suprimentos possibilita o monitoramento contínuo dos níveis de estoque, localização de produtos e condições de armazenamento, o que impacta positivamente a tomada de decisão gerencial. Essa capacidade de monitoramento em tempo real também favorece a identificação antecipada de gargalos operacionais, permitindo intervenções mais rápidas e eficazes.

Um dos aspectos mais relevantes identificados está na incorporação de tecnologias inovadoras nos centros de distribuição. Os robôs móveis, como os sistemas Kiva amplamente utilizados em operações de comércio eletrônico, exemplificam como a automação integrada à IoT pode transformar a dinâmica de armazenagem. Esses robôs operam de forma coordenada com os sistemas de gestão, sendo capazes de transportar estantes inteiras até os operadores, reduzindo significativamente o tempo de deslocamento humano e aumentando a produtividade das operações de separação de pedidos. Como resultado, há uma redução expressiva no tempo de processamento, maior densidade de armazenagem e melhor aproveitamento do espaço físico. De forma complementar, a utilização de drones em ambientes logísticos tem se mostrado uma solução promissora para atividades como inventário e monitoramento de estoque.

Outro aspecto relevante diz respeito à integração entre sistemas, especialmente entre soluções como WMS e ERP, potencializada pela IoT. Essa integração promove um fluxo contínuo e confiável de informações, reduzindo a necessidade de intervenções manuais e, conseqüentemente, minimizando erros humanos. Além disso, a automação de processos operacionais, como separação de pedidos e movimentação de materiais, contribui para ganhos expressivos de produtividade e eficiência, conforme evidenciado no estudo de caso apresentado.

A utilização de algoritmos de previsão de demanda, alimentados por dados coletados em tempo real, também se destaca como um dos principais benefícios da IoT. Esses algoritmos permitem maior precisão no planejamento de estoques, evitando tanto o excesso quanto a ruptura de produtos. Tal equilíbrio é fundamental para a redução de custos operacionais e para a manutenção de níveis elevados de



serviço ao cliente, aspectos considerados estratégicos na gestão logística contemporânea.

Entretanto, apesar dos benefícios observados, a adoção da IoT e de tecnologias associadas, como robôs e drones não está isenta de desafios. A necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica, incluindo aquisição de equipamentos, integração de sistemas e capacitação de profissionais, pode representar uma barreira significativa, especialmente para organizações de menor porte. Além disso, questões relacionadas à segurança da informação e à privacidade dos dados emergem como pontos críticos, uma vez que o aumento da conectividade amplia a superfície de exposição a riscos cibernéticos.

Sob uma perspectiva estratégica, os resultados indicam que a IoT, aliada a tecnologias emergentes como robôs autônomos e drones, não deve ser compreendida apenas como uma inovação incremental, mas como um elemento estruturante da transformação digital nas operações logísticas. Sua implementação eficaz exige não apenas recursos tecnológicos, mas também mudanças organizacionais, revisão de processos e desenvolvimento de competências. Dessa forma, empresas que conseguem alinhar tecnologia, processos e pessoas tendem a obter vantagens competitivas sustentáveis, consolidando a IoT como um diferencial estratégico na gestão de estoques.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa permitiu compreender de forma mais abrangente o papel da IoT na transformação da gestão de estoques e das operações logísticas contemporâneas. Ao longo do estudo, evidenciou-se que a adoção de tecnologias baseadas em conectividade, sensoriamento e análise de dados em tempo real promove uma ruptura com os modelos tradicionais de gestão, historicamente caracterizados por baixa visibilidade e elevada dependência de previsões estáticas.

Os resultados demonstram que a IoT, especialmente quando integrada a sistemas como WMS e ERP, possibilita uma gestão mais precisa, dinâmica e orientada por dados, contribuindo significativamente para a redução de custos, aumento da eficiência operacional e melhoria do nível de serviço ao cliente. Nesse cenário, destacam-se também tecnologias complementares, como robôs autônomos a exemplo dos sistemas Kiva e o uso de drones em operações logísticas, que ampliam



o potencial de automação, aumentam a produtividade nos centros de distribuição e reduzem falhas associadas a processos manuais.

Sob essa perspectiva, observa-se que a gestão de estoques deixa de ser uma atividade predominantemente operacional para assumir um papel estratégico dentro das organizações, influenciando diretamente a competitividade e a capacidade de adaptação em ambientes altamente dinâmicos. A integração entre tecnologias digitais e processos logísticos configura-se, portanto, como um dos pilares da chamada Logística 4.0, na qual a tomada de decisão é cada vez mais suportada por dados em tempo real e sistemas inteligentes.

Entretanto, a implementação dessas tecnologias não ocorre de forma trivial. O estudo evidencia que desafios como altos investimentos iniciais, complexidade de integração entre sistemas, necessidade de capacitação profissional e riscos relacionados à segurança da informação devem ser cuidadosamente considerados. Além disso, fatores organizacionais, como resistência à mudança e maturidade digital, desempenham papel decisivo no sucesso das iniciativas de transformação tecnológica.

Do ponto de vista acadêmico, este trabalho contribui ao consolidar a IoT como um elemento central na evolução da gestão logística, articulando conceitos teóricos com aplicações práticas observadas em ambientes reais. Contudo, reconhecem-se limitações relacionadas à abordagem qualitativa e ao escopo do estudo, o que abre espaço para futuras pesquisas que explorem análises quantitativas, múltiplos estudos de caso e métricas de desempenho mais objetivas.

Por fim, conclui-se que a IoT, aliada a tecnologias emergentes como robótica e drones, não deve ser interpretada apenas como uma tendência tecnológica, mas como um fator estruturante da logística moderna. Organizações que conseguirem integrar de forma eficiente tecnologia, processos e pessoas estarão mais bem posicionadas para alcançar níveis superiores de eficiência, inovação e competitividade em um cenário cada vez mais orientado por dados e pela transformação digital.



## REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1999.

\_\_\_\_\_, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BANZATO, Eduardo. Warehouse Management System (WMS): sistema de gerenciamento de armazéns. São Paulo: IMAM, 2005.

BORGES, A. F.; CAMPOS, I. P.A.; et. al. Gestão de estoques: um estudo sobre a importância do controle de estoques em empresas. In: Encontro Nacional de Engenharia da Produção (ENEGEP), 2010, São Carlos. Anais [...] Rio de Janeiro: ABEPRO, 2010.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

“Declara-se pelos autores que durante a preparação deste trabalho foi utilizado ChatGPT para auxílio da escrita do trabalho. Após utilizar esta ferramenta/serviço, os autores editaram e revisaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.”

**<sup>1</sup>Diego Rodrigues Dias dos Santos (Fatec - Rubens Lara)**

[diego.santos03@cps.sp.gov.br](mailto:diego.santos03@cps.sp.gov.br)

**<sup>2</sup>Gilmar Ferreira de Aquino Filho (Fundação Lusíadas)**

[g.aquinofilho@gmail.com](mailto:g.aquinofilho@gmail.com)

**<sup>3</sup>Marcos Machado (Universidade Metropolitana de Santos)**

[marcos.machado@unimes.br](mailto:marcos.machado@unimes.br)