



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

IZA MARIA DA SILVA NUNES

**TÉCNICAS DE GESTÃO DE INVENTÁRIO:
FUNDAMENTOS TEÓRICOS, APLICAÇÕES PRÁTICAS E TENDÊNCIAS
EMERGENTES**

SUMÉ – PB

2025

IZA MARIA DA SILVA NUNES

**TÉCNICAS DE GESTÃO DE INVENTÁRIO:
FUNDAMENTOS TEÓRICOS, APLICAÇÕES PRÁTICAS E TENDÊNCIAS
EMERGENTES**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva.

SUMÉ - PB

2025



N972t Nunes, Iza Maria da Silva.
Técnicas de gestão de inventário: fundamentos teóricos, aplicações práticas e tendências emergentes. / Iza Maria da Silva Nunes. - 2025.

164 f.

Orientador: Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Inventários - gestão. 2. Gestão de estoques. 3. Gestão de materiais. 4. Estoques - gestão. 5. Revisão de literatura - estoques. 6. Técnicas de inventário - estoques. I. Silva, Yuri Laio Teixeira Veras. II. Título.

CDU: 658.78(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

IZA MARIA DA SILVA NUNES

**TÉCNICAS DE GESTÃO DE INVENTÁRIO:
FUNDAMENTOS TEÓRICOS, APLICAÇÕES PRÁTICAS E TENDÊNCIAS
EMERGENTES**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva.
Orientador - UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Dra. Aline Amaral Leal Barbosa.
Examinadora Interna I - UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Dr. Janduy Guerra Araújo.
Examinador Interno II - UAEB/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 22 de abril de 2025.

SUMÉ -PB

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a Nossa Senhora por me guiarem ao longo deste percurso, concedendo-me força e sabedoria para superar os desafios.

À minha mãe, Irisvan, e ao meu irmão, Heitor, expresso minha profunda gratidão pelo apoio incondicional, pela fé em mim e por estarem sempre ao meu lado, incentivando-me a seguir em frente. Estendo também meus agradecimentos a toda a minha família pelo carinho, compreensão e suporte durante essa jornada.

Aos meus melhores amigos, Rony e Larissa, sou grata pela válvula de escape, pelos momentos de leveza e pelas boas risadas, que tornaram essa caminhada mais equilibrada.

Aos colegas e amigos que fizeram parte da minha trajetória acadêmica, em especial ao meu quarteto (Cayllane, Mayara e Mayra), agradeço pela parceria, pelas trocas de conhecimento e pelos momentos compartilhados, que contribuíram para uma experiência mais leve e significativa.

Ao meu orientador, Yuri Laio (meu botafoguense favorito), expresso minha profunda gratidão por ter aceitado me guiar nesta jornada. Suas considerações foram essenciais para a construção deste trabalho, e sua disponibilidade e confiança foram determinantes para o meu crescimento acadêmico.

Aos professores e funcionários do CDSA, agradeço pelo conhecimento transmitido, pelas experiências compartilhadas e pelos valiosos conselhos que levarei para sempre. Cada aprendizado adquirido foi essencial para minha formação, desenvolvimento profissional e pessoal.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero e profundo agradecimento.

“Para tudo há uma ocasião certa, há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu.”

Eclesiastes 3:1

RESUMO

A gestão eficiente de estoques é essencial para o desempenho organizacional, impulsionando a busca por técnicas de realização de inventário que reduzam custos e aumentem a precisão dos processos. Neste contexto, este trabalho realiza um mapeamento e uma análise das principais técnicas de inventário, divididas entre tradicionais e modernas, com base em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A pesquisa foi conduzida na base de dados Scopus, por meio do Portal de Periódicos CAPES, disponibilizado pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), considerando publicações no período de 1971 a 2025, essa ampliação temporal se fez necessária devido à limitação de publicações disponíveis sobre o tema na base em questão. A RSL foi conduzida utilizando combinações de palavras-chave sendo, *inventory management techniques* e *inventory optimization techniques*, a pesquisa foi direcionada em três idiomas Inglês, Português e Espanhol, e estruturada com base em critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, sendo dois fatores de triagem: Título e resumo dos artigos encontrados. Ao todo, 12 técnicas foram mapeadas — 6 tradicionais e 6 modernas, cada técnica foi avaliada quanto ao conceito, etapas de implementação, vantagens, desvantagens e setores de aplicação, além de análises comparativas entre as abordagens estudadas. Os resultados mostram que métodos tradicionais, como FIFO e LIFO, ainda são amplamente utilizados devido à sua simplicidade e baixo custo, enquanto abordagens avançadas, como *Machine Learning*, IA, *Blockchain* e IoT, estão em ascensão, sobretudo nos setores de logística e tecnologia. Com base nas análises realizadas, conclui-se que a evolução das técnicas de inventário é um processo contínuo e essencial para a eficiência operacional das empresas, deste modo, este estudo fornece um panorama detalhado para apoiar empresas na escolha da abordagem mais adequada, equilibrando fatores como precisão, viabilidade econômica e capacidade de implementação dentro das necessidades específicas de cada setor.

Palavras-Chaves: Mapeamento de técnicas de inventário; Gestão de estoques; Gestão de materiais; Revisão da literatura.

ABSTRACT

Efficient inventory management is essential for organizational performance, driving the pursuit of inventory techniques that reduce costs and increase process accuracy. In this context, this study maps and analyzes the main inventory techniques, divided into traditional and modern approaches, based on a Systematic Literature Review (SLR). The research was conducted in the Scopus database through the CAPES Journal Portal, made available by the Federal University of Campina Grande (UFCG), covering publications from 1971 to 2025. This extended time frame was necessary due to the limited availability of publications on the topic in the selected database. The SLR was carried out using keyword combinations such as inventory management techniques and inventory optimization techniques, focusing on publications in English, Portuguese, and Spanish. The selection process was structured with predefined inclusion and exclusion criteria, using two screening stages: title and abstract analysis. In total, 12 techniques were mapped—6 traditional and 6 moderns. Each technique was assessed in terms of its concept, implementation steps, advantages, disadvantages, and applicable sectors, followed by comparative analyses among the studied approaches. The results show that traditional methods, such as FIFO and LIFO, remain widely used due to their simplicity and low cost, while advanced approaches, such as Machine Learning, AI, Blockchain, and IoT, are on the rise, particularly in the logistics and technology sectors. Based on the analyses, it is concluded that the evolution of inventory techniques is a continuous and essential process for the operational efficiency of companies. Thus, this study provides a detailed overview to support organizations in choosing the most suitable approach, balancing accuracy, economic feasibility, and implementation capacity according to the specific needs of each sector.

Keywords: Mapping of inventory techniques; Inventory management; Materials management; Literature review.

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|--|-----------|
| Equação 1 - Valor do consumo anual | 33 |
| Equação 2 - Fórmula do Ponto de pedido | 67 |
| Equação 3 - Fórmula do Ponto de pedido com Estoque de segurança | 68 |
| Equação 4 - Fórmula da Quantidade econômica de pedido | 69 |
| Equação 5 - Fórmula do Tempo de ciclo | 69 |
| Equação 6 - Fórmula do Ponto de reposição com flutuações na demanda | 69 |
| Equação 7 - Fórmula do Estoque de segurança | 70 |

LISTA DE FLUXOGRAMAS

| | |
|---|------------|
| Fluxograma 1 - Caracterização da Pesquisa..... | 26 |
| Fluxograma 2 - Passo a passo da revisão sistemática..... | 31 |
| Fluxograma 3 - Etapas de implementação da técnica ABC..... | 34 |
| Fluxograma 4 - Etapas de implementação do método FIFO | 41 |
| Fluxograma 5 - Etapas para implementação do método LIFO | 48 |
| Fluxograma 6 - Etapas para implementação do Inventário Periódico | 54 |
| Fluxograma 7 - Etapas para implementação do Inventário Permanente..... | 60 |
| Fluxograma 8 - Etapas para implementação do ROP..... | 70 |
| Fluxograma 9 - Etapas de implementação do JIT | 79 |
| Fluxograma 10 - Etapas de implementação do RFID | 86 |
| Fluxograma 11 - Etapas para implementação do ML..... | 95 |
| Fluxograma 12 - Etapas para implementação da IA | 104 |
| Fluxograma 13 - Etapas para implementação do Blockchain..... | 113 |
| Fluxograma 14 - Etapas para implementação da IoT | 121 |
| Fluxograma 15 - Escolha da técnica de inventário ideal..... | 130 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|------------|
| Figura 1 - Tipos de inventário na manufatura | 19 |
| Figura 2 - Etapas de estruturação da pesquisa..... | 27 |
| Figura 3 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do método ABC | 36 |
| Figura 4 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do FIFO | 43 |
| Figura 5 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do LIFO | 49 |
| Figura 6 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do Inventário Periódico | 56 |
| Figura 7 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do Inventário Permanente..... | 62 |
| Figura 8 - Gráfico do ponto de pedido | 68 |
| Figura 9 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do ROP | 72 |
| Figura 10 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do JIT..... | 80 |
| Figura 11 - Partes da estrutura do RFID | 85 |
| Figura 12 - Mapa mental vantagens e desvantagens do RFID | 88 |
| Figura 13 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do ML..... | 97 |
| Figura 14 - Tipos de IA | 102 |
| Figura 15 - Mapa mental das vantagens e desvantagens da IA | 106 |
| Figura 16 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do Blockchain..... | 115 |
| Figura 17 - Roteiro tecnológico da IoT | 121 |
| Figura 18 - Mapa mental das vantagens e desvantagens da IoT | 122 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|------------|
| Gráfico 1 - Relação entre custo, complexidade e adoção das técnicas..... | 132 |
| Gráfico 2 - Relação entre custo, precisão, escalabilidade e tempo de resposta..... | 134 |
| Gráfico 3 - Distribuição das técnicas para o Setor Saúde..... | 137 |
| Gráfico 4 - Distribuição das técnicas para o Setor Industrial | 139 |
| Gráfico 5 - Distribuição das técnicas para o Setor Varejista..... | 142 |
| Gráfico 6 - Distribuição das técnicas para o Setor de Logística..... | 144 |
| Gráfico 7 - Distribuição das técnicas para o Setor de Tecnologia | 147 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|------------|
| Quadro 1 - Estrutura do Trabalho | 17 |
| Quadro 2 - Técnicas de realização de inventário citadas | 30 |
| Quadro 3 - Relação do consumo anual com os itens e as ações | 32 |
| Quadro 4 - Setores beneficiados com a implementação da técnica ABC | 39 |
| Quadro 5 - Cenários com limitação da técnica ABC | 39 |
| Quadro 6 - Setores beneficiados com a implementação do método FIFO | 46 |
| Quadro 7 - Cenários com restrições para o método FIFO | 46 |
| Quadro 8 - Setores beneficiados com a implementação do LIFO | 52 |
| Quadro 9 - Cenários com restrições para o LIFO | 52 |
| Quadro 10 - Setores beneficiados pelo Inventário Periódico | 58 |
| Quadro 11 - Cenários com restrições para o Inventário Periódico | 58 |
| Quadro 12 - Setores beneficiados com o Inventário Permanente | 65 |
| Quadro 13 - Cenários com restrições para o Inventário Permanente | 66 |
| Quadro 14 - Setores beneficiados pelo ROP | 75 |
| Quadro 15 - Cenários com restrições para o ROP | 76 |
| Quadro 16 - Contraste entre aplicação tradicional e o atual | 76 |
| Quadro 17 - Setores beneficiados pelo JIT | 83 |
| Quadro 18 - Cenários com restrições para o JIT | 84 |
| Quadro 19 - Setores beneficiados pelo RFID | 91 |
| Quadro 20 - Cenários com restrições para o RFID | 92 |
| Quadro 21 - Visão geral dos algoritmos de aprendizado de máquina | 93 |
| Quadro 22 - Comparação entre gestão tradicional e gestão com aprendizado de máquina | 94 |
| Quadro 23 - Setores beneficiados pelo ML | 101 |
| Quadro 24 - Cenários com restrição para o ML | 110 |
| Quadro 25 - Setores beneficiados pela IA | 111 |
| Quadro 26 - Cenários com restrições para a IA | 112 |
| Quadro 27 - Possíveis soluções com blockchain para problemas identificados | 118 |
| Quadro 28 - Setores beneficiados pelo Blockchain | 119 |
| Quadro 29 - Cenários com restrições para o Blockchain | 126 |
| Quadro 30 - Setores beneficiados pela IoT | 127 |
| Quadro 31 - Cenários com restrições para a IoT | 128 |
| Quadro 32 - Comparativo entre as técnicas tradicionais analisadas | 131 |

| | |
|---|------------|
| Quadro 33 - Comparativo entre as técnicas modernas analisadas | 133 |
| Quadro 34 - Distribuição de pesos para custo, complexidade e adoção das técnicas | 136 |
| Quadro 35 - Distribuição de peso para Custo, precisão e tempo de resposta..... | 138 |
| Quadro 36 - Distribuição de peso para as técnicas no Setor Saúde | 141 |
| Quadro 37 - Distribuição de peso para as técnicas do Setor Indústria | 143 |
| Quadro 38 - Distribuição do peso para as técnicas no Setor Varejista | 145 |
| Quadro 39 - Distribuição de peso para as técnicas no Setor de Logística..... | 149 |
| Quadro 40 - Distribuição do peso para as técnicas no Setor de Tecnologia..... | 150 |
| Quadro 41 - Técnicas analisadas | 151 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|------------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.1 | OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.1.1 | Objetivo geral..... | 15 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos..... | 15 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA..... | 16 |
| 1.3 | ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 16 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 19 |
| 2.1 | GESTÃO DE INVENTÁRIO..... | 19 |
| 2.2 | HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE INVENTÁRIO..... | 21 |
| 2.3 | SEGMENTAÇÃO DE MERCADO E MODELOS DE PRODUÇÃO..... | 23 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 26 |
| 3.1 | CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA..... | 26 |
| 3.2 | ETAPAS DA PESQUISA..... | 27 |
| 4 | RESULTADOS..... | 29 |
| 4.1 | REVISÃO SISTEMÁTICA..... | 29 |
| 4.1.1 | Mapeamento da literatura..... | 29 |
| 4.2 | TÉCNICAS DE REALIZAÇÃO DE INVENTÁRIO..... | 31 |
| 4.2.1 | Técnicas tradicionais..... | 31 |
| 4.2.1.1 | <i>Inventário baseado na análise ABC.....</i> | <i>31</i> |
| 4.2.1.2 | <i>Inventário FIFO.....</i> | <i>40</i> |
| 4.2.1.3 | <i>Inventário LIFO.....</i> | <i>47</i> |
| 4.2.1.4 | <i>Inventário Periódico.....</i> | <i>53</i> |
| 4.2.1.5 | <i>Inventário Permanente.....</i> | <i>59</i> |
| 4.2.1.6 | <i>Ponto de pedido (Reorder Point)</i> | <i>66</i> |
| 4.2.2 | Técnicas modernas..... | 76 |
| 4.2.2.1 | <i>Just-in-Time (JIT).....</i> | <i>77</i> |
| 4.2.2.2 | <i>Identificação por radiofrequência (RFID).....</i> | <i>84</i> |
| 4.2.2.3 | <i>Inventário com Machine Learning.....</i> | <i>92</i> |
| 4.2.2.4 | <i>Inventário com inteligência artificial (IA).....</i> | <i>102</i> |
| 4.2.2.5 | <i>Inventário com Blockchain.....</i> | <i>111</i> |
| 4.2.2.6 | <i>Inventário com Internet of things (IoT).....</i> | <i>119</i> |
| 4.3 | MAPEAMENTO DAS TÉCNICAS..... | 127 |
| 4.4 | ANÁLISE DAS TÉCNICAS MAPEADAS QUANTO AOS SEGMENTOS DE MERCADO..... | 135 |
| 4.5 | SÍNTESE DA PESQUISA..... | 148 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 151 |
| | REFERÊNCIAS..... | 153 |

1 INTRODUÇÃO

Conforme Bhattacharyya, Chanu e Dutta (2022), o termo inventário assume diferentes conotações conforme o contexto: no âmbito contábil, configura-se como uma lista de bens tangíveis ou mercadorias passíveis de mensuração; na esfera comercial, refere-se primordialmente ao estoque de produtos acabados disponíveis para venda; já na perspectiva produtiva, abrange recursos em estágios variados – desde matérias-primas não processadas até produtos semiacabados e bens finais.

Dentro da visão produtiva, no vasto setor logístico altamente presente no contexto mundial, a realização de inventários é um fator de extrema importância para o controle e condução do estoque. Desta forma, para Shah e Thegar (2021), o controle eficaz de estoques é essencial para a fluidez das operações de produção, permitindo absorver as variações na demanda e na oferta, além de garantir a flexibilidade na programação da produção.

Watters (2008), define a gestão de estoque como um processo essencial que envolve todas as decisões estratégicas para o controle eficiente dos inventários, exercendo um impacto direto sobre a rentabilidade a longo prazo da empresa, de acordo com os objetivos operacionais e financeiros. Assim, para se alcançar crescimento e competitividade no mercado atual, as empresas precisam aderir a realização de inventários de maneira correta e contundente, deste modo, a introdução de técnicas de realização de inventário em resposta à necessidade crescente de se organizar, otimizar e controlar estoques, apresenta uma tendência crescente em todo o mundo.

Historicamente, as técnicas manuais convencionais desenvolvidas no período prévio a segunda guerra mundial, conforme explorado por Madamidola et al. (2024), se tornaram insuficientes à medida que as empresas se tornaram mais complexas, onde após a Segunda Guerra Mundial, ocorreram avanços significativos nas estratégias de gestão de inventário, com destaque para a introdução do método *Just-in-Time* (JIT) pela Toyota nos anos 1950.

No contexto atual com o avanço das inovações tecnológicas, as técnicas de inventário evoluem constantemente para atender às necessidades de um ambiente produtivo em rápida transformação, buscando a otimização e a redução de custos. Com isso tem-se um grande leque de técnicas de realização de inventário, com variadas aplicações e objetivos, com a introdução de tecnologias avançadas, destacando-se a RFID, escaneamento de códigos de barras, internet das coisas e a integração da inteligência artificial, que com alta automação reduziram a possibilidade de erro humano e viabilizaram a coleta automática de dados.

Outrossim, apesar dos avanços recentes, a gestão de inventário eficaz ainda é uma

preocupação para as empresas, que enfrentam desafios no âmbito competitivo do mercado que estão inseridas, e desta maneira, precisam selecionar cuidadosamente a técnica de inventário que melhor se ajuste às suas particularidades e às exigências do mercado em que atuam, assim, a escolha da abordagem pode ser decisiva para o sucesso ou insucesso futuro, uma vez que a decisão deve refletir a demanda, o tipo de produto, o modelo de operação e o contexto competitivo da própria empresa.

Diante disso, considerando a vasta quantidade de informações dispersas sobre técnicas de realização de inventário, este trabalho busca fornecer um mapeamento abrangente das principais técnicas de realização de inventário e suas principais características, identificando os nichos de aplicação específicos, para compreender quais técnicas são mais adequadas para diferentes tipos de empresas, de acordo com seu segmento de mercado e modelo de produção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Mapear e analisar as principais técnicas de realização de inventário, tradicionais e modernas, com base em uma revisão sistemática da literatura, identificando suas características, aplicações setoriais e contribuições para a eficiência na gestão de estoques.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre técnicas de inventário utilizando a base Scopus, com apoio do Portal de Periódicos CAPES;
- Mapear as principais técnicas de realização de inventário, identificando-as em tradicionais e modernas;
- Descrever as principais técnicas de inventário mapeadas, quanto as etapas de implementação, as vantagens, as desvantagens, os setores favoráveis e os cenários desfavoráveis;
- Realizar análise comparativa das técnicas de inventário analisadas, de acordo com critérios como precisão, custo, complexidade, nível de adoção e tecnológico;
- Estruturar e estudar a aplicabilidade das técnicas nos principais segmentos de mercado, saúde, varejo, logística, indústria e tecnologia.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os sistemas de gestão de inventários atuais podem ser aplicados de acordo com necessidades específicas de empresas de diferentes portes e setores, de modo que as necessidades de uma pequena empresa varejista local diferem bastante das necessidades de uma organização de grande porte, ao reconhecer essas diferenças, as empresas devem realizar a escolha do sistema de gestão de inventário mais adequado às suas necessidades particulares (Madamidola et al., 2024).

Para Fatima (2024), uma técnica eficiente de realização de inventário, possibilita para as empresas uma utilização eficiente de recursos, tomadas de decisão mais assertivas, com dados precisos e melhor previsão e planejamento, otimização do fluxo de caixa, redução de custos, satisfação dos clientes e simplificação das operações dentro da cadeia de suprimentos.

Assim, a análise e avaliação das técnicas de inventário, podem fornecer orientações valiosas para futuras pesquisas e decisões empresariais ao identificar as vantagens e limitações dos sistemas atuais, pois assim possibilita o desenvolvimento de soluções de inventário ainda mais eficazes no futuro.

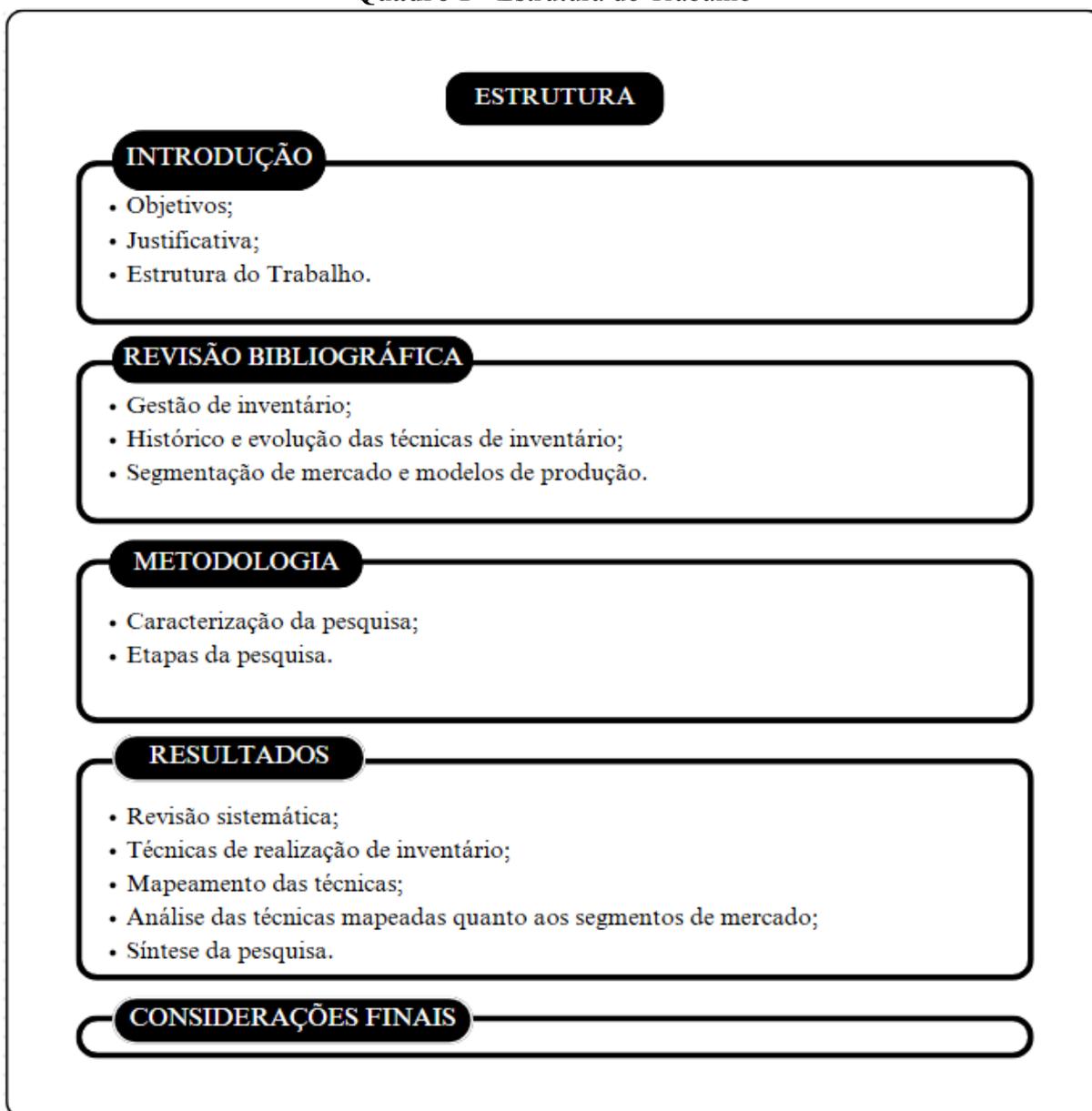
À vista disso, o presente trabalho visa mapear e analisar as principais técnicas existentes no mercado, abrangendo tanto as técnicas tradicionais, quanto as que incorporam automação e tecnologias inovadoras.

Sob a ótica empresarial, o estudo busca auxiliar organizações de diferentes portes na escolha das técnicas de inventário mais adequadas às suas operações, considerando as inovações tecnológicas emergentes em todo o mundo, com o objetivo principal de fornecer às empresas subsídios para uma tomada de decisão mais assertiva e rentável, com base nas análises e informações detalhadas apresentadas. Já sob a perspectiva acadêmica, o trabalho apresenta um mapeamento geral das principais técnicas de realização de inventário estudadas e aplicadas globalmente, fornecendo uma base bibliográfica extensa para estudos futuros e para o desenvolvimento de pesquisas mais aprofundadas na área.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi desenvolvido através de 5 seções, conforme é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Estrutura do Trabalho



Fonte: Autoria própria (2024)

Desta maneira, a primeira seção do estudo é a introdução, onde apresenta-se a contextualização geral sobre o tema e a problemática tratada, trazendo a definição dos objetivos, assim como, a justificativa e estruturação do trabalho.

A seção posterior aborda a revisão bibliográfica do trabalho formada de levantamento bibliográficos que trazem temáticas condizentes para a aplicação do tema, como a conceitualização de gestão de inventário, o histórico e evolução das técnicas de realização de inventário, e os segmentos de mercado e modelos de produção.

A terceira seção, apresenta a formação metodológica do trabalho com os métodos e procedimentos necessários para o estudo, neste tópico tem-se a caracterização da pesquisa

quanto a sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos técnicos, como também as etapas da pesquisa.

A quarta seção demonstra os resultados obtidos durante a pesquisa, com o mapeamento das principais técnicas de realização de inventário existentes, a análise e avaliação das mesmas e a síntese da pesquisa realizada. Por fim, a última seção aborda as considerações finais do estudo apresentando as principais contribuições do mesmo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente Seção aborda o levantamento bibliográfico realizado para fundamentar a base teórica da pesquisa, destacando os principais conteúdos para compreensão do tema. Assim, o capítulo inicia com uma conceituação geral sobre gestão de inventário, com definições e conceitos básicos.

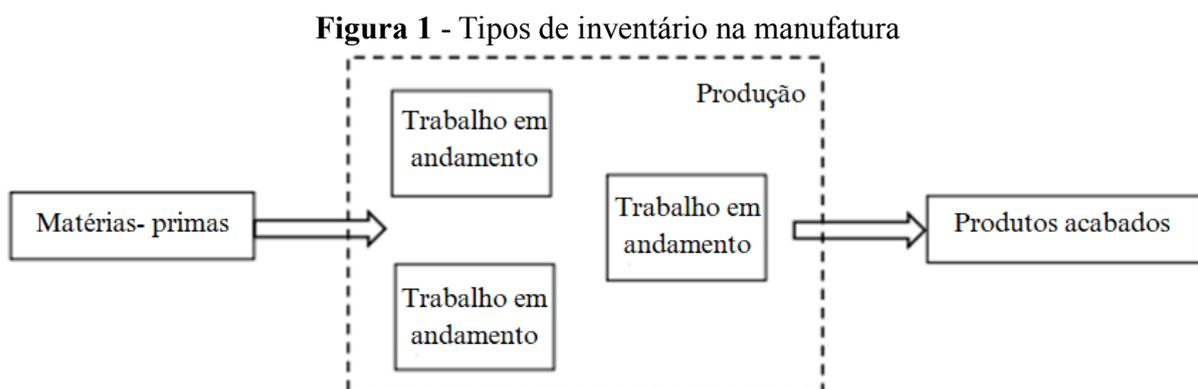
Além disso, explora o histórico e a evolução das técnicas de realização de inventários, destacando seus impactos e contribuições ao longo do tempo. Também são analisados os modelos de produção e os diferentes segmentos de mercado, com o objetivo de compreender como essas variáveis influenciam a escolha e aplicação das técnicas de inventário.

2.1 GESTÃO DE INVENTÁRIO

Para Plinere e Borisov (2015), inventário é o estoque de qualquer item ou recurso utilizado em uma organização. De modo que, existem três tipos de inventários na manufatura, matérias-primas, trabalho em andamento (WIP) e produtos acabados, onde:

- Matérias-primas: Materiais e componentes entregados pelos fornecedores a organização para produção futura;
- Trabalho em andamento (WIP): Materiais que iniciaram o processo de conversão para se tornarem produtos acabados, possuem valor e custos agregados;
- Produtos acabados: Produtos concluídos, armazenados pela organização aguardando despacho para os clientes.

A Figura 1, apresenta os tipos de inventários presentes na manufatura e as ligações entre os mesmos.



Fonte: Adaptado de Plinere e Borisov (2015)

Para Shah e Thegar (2021), existem duas categorias adicionais de inventários, as peças de reposição, que consistem em equipamentos que não participam diretamente do processo de produção, mas são necessários e os Materiais de consumo, cuja sua natureza depende do negócio que estão inseridos, como materiais de limpeza por exemplo.

Sendo assim, conforme apresentado por Kumar e Dave (2023), o inventário de uma empresa trata-se de um de seus ativos mais valiosos, quando se analisa setores que utilizam como base estoque intensivo, os insumos e produtos acabados são o núcleo do negócio, logo uma quebra de estoque se torna extremamente prejudicial. Da mesma maneira, um inventário pode ser um passivo para a organização, pois um grande estoque apresenta riscos de deterioração, roubo, danos ou mudanças na demanda, desta maneira, ao segurar o inventário, se não o soltar a tempo, pode precisar ser liquidado a preços reduzidos ou até mesmo descartado.

Com toda a importância necessária dada aos inventários pelas organizações, controlar o mesmo e coordena-lo é imprescindível para o sucesso as empresas. Desta maneira, Shah e Thegar (2021), definem controle de inventário como a disponibilidade de materiais onde forem necessários, incluindo a coordenação, armazenamento, distribuição, supervisão e registro do movimento dos materiais para manter um nível de estoque adequado.

Outrossim, o controle de inventário se apresenta como uma problemática crucial para a gestão da cadeia de suprimentos em todas as empresas, com o objetivo central de nivelar o nível de estoque, contribuir para o lucro e atender às necessidades de marketing e financeiras de todas as organizações.

Para Shah e Thegar (2021), a gestão de inventário apresenta diversas definições por variados autores, com base em suas impressões e percepções sobre o tema. Assim, para Waters (2008), a gestão de inventário é a responsável por todos os aspectos das decisões no controle de estoques, com o papel crucial de garantir a quantidade correta de cada material armazenado em todos os momentos. Já Benowitz (2001), define a gestão de inventário como o controle administrativo necessário e importante em todos os setores. Para ambos, Waters (2008) e Benowitz (2001), o princípio dos estoques é possuir os materiais corretos, com a quantidade e qualidade corretas, no momento e lugar corretos, com um preço razoável.

Do ponto de vista contemporâneo, a gestão de inventário, é definida como um *framework* usado pelas organizações para controlar os processos de inventário, incluindo a manutenção de registros, observação do nível de estoque para cada material, estimativa da demanda futura, criação de pedidos de compra, emissão de faturas e controle de toda a contabilidade relacionada aos estoques (Muckstadt e Sapro, 2010).

Destaca-se que conforme Aro-Gordon e Gupte (2016), uma tendência crescente na pesquisa sobre gestão de inventário é a aplicação de modelos matemáticos e tecnologia computacional, aumentando a conscientização sobre os benefícios econômicos de uma gestão robusta de estoques. No entanto, o autor apresenta que pesquisas significativas direcionadas à caracterização abrangente das técnicas de gestão de inventário têm sido relativamente escassas, apesar de sua importância.

Aro-Gordon e Gupte (2016), afirmam a necessidade de as organizações modernas abandonarem abordagens qualitativas ou baseadas em julgamento em favor de métodos quantitativos, considerando o ambiente cada vez mais complexo e imprevisível de hoje.

Por conseguinte, dentro da sua conceitualização a gestão de inventário possui dois grandes objetivos a se destacar, o primeiro é atender às necessidades dos clientes na quantidade, qualidade e, mais importante, no momento certo. Já o segundo é manter um nível ideal de estoques para alcançar um custo de inventário razoável, gerando lucros para a organização (Mercado, 2007). Também apoiado por Petterson e Silver (1998), o objetivo da gestão de inventário é manter os estoques no menor nível de custo possível, garantindo o fornecimento contínuo de materiais para a produção em andamento. Muitas empresas perceberam que a gestão de inventário é um dos potenciais vias para aumentar os lucros, minimizando custos e liberando capital escasso.

Desta maneira, segundo Shah e Thegar (2021), uma gestão de inventário eficaz é importante para a operação de qualquer negócio. Logo, torna-se uma estratégia essencial usada pelas empresas para atender às necessidades dos clientes sem riscos de escassez, mantendo um bom nível de serviço, ao tomar decisões sobre inventários, é necessário equilibrar os compromissos entre os diferentes componentes de custo, incluindo custo de fornecimento de estoques, custos de manutenção de estoques e custos resultantes de estoques inadequados.

2.2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE INVENTÁRIO

As técnicas de gerenciamento de inventário desempenham um papel essencial nas operações empresariais, sendo cruciais para o sucesso e a redução de custos nas organizações. Conforme Oluwaseyi, Onifade e Odeyinka (2017), o domínio dessas técnicas contribui para o aprimoramento da cadeia de suprimentos, garantindo maior eficiência operacional.

Segundo Shah e Thegar (2021), existem diversas técnicas de gerenciamento de inventário, cada uma com um papel específico no planejamento e na reposição de estoques, a escolha da técnica mais adequada depende das características e necessidades de cada

organização. Essas técnicas podem ser classificadas em dois modelos principais, conforme Inegbedion et al., (2021), os Modelos determinísticos que presumem que a demanda e o tempo de reposição são previsíveis e constantes, e os Modelos estocásticos onde tanto a demanda quanto o *lead time* possuem algum grau de incerteza associado.

No entanto, com os avanços recentes, observam-se aprimoramentos e combinações desses modelos, incluindo técnicas avançadas para otimizar a gestão de inventário em ambientes de negócios complexos.

Historicamente, o planejamento de estoques utiliza métodos estatísticos e econométricos para prever demandas futuras, como destaca Sahu (2021). No entanto, embora esses métodos ofereçam *insights* valiosos, possuem limitações, especialmente em cenários de alta volatilidade e mudanças rápidas nos padrões de consumo, de modo que, sua dependência de dados históricos, por exemplo, pode torná-los ineficazes diante de eventos inesperados, como crises econômicas ou alterações nas preferências do mercado.

Portanto, para Sahu (2021), tanto os métodos de séries temporais quanto os econométricos enfrentam limitações ao lidar com a crescente complexidade e volatilidade dos ambientes modernos, o que contribui para o crescimento constante de métodos de previsão que se alinhem a evolução tecnológica e evoluam com a introdução de modelos modernos de realização de inventário.

As primeiras técnicas de inventário eram majoritariamente manuais, caracterizadas pela ausência de automação. Desta maneira, estas técnicas tradicionais de gerenciamento de inventário desde a introdução da logística e da gestão de estoque, serviram como base para as operações da cadeia de suprimentos, fornecendo estruturas para equilibrar os níveis de estoque, assim como, otimizar a alocação de recursos (Sahu, 2021).

Outrossim, um marco inicial na realização de inventário, é a teoria da análise baseada em classificação, apresentada pela primeira vez pelo economista do século XIX, Pareto, que demonstrou que 80% da riqueza na Itália era controlada por 20% da população. Através disto, Pareto propiciou a origem da conhecida regra 80/20, onde algum tempo depois foi adaptado aos itens de inventário e resultou na teoria de inventário ABC (Salamie, 2000). Além do método ABC, outras técnicas tradicionais amplamente utilizadas incluem os métodos FIFO (*First In, First Out*), LIFO (*Last In, First Out*), Inventário Periódico, Inventário Permanente e o método baseado no ponto de pedido.

Com o avanço tecnológico, surgiram técnicas modernas e adaptáveis em paralelo com a evolução tecnológica, como o surgimento da aplicação da inteligência artificial (IA) nas cadeias de suprimentos, tal adoção surge pela necessidade de superar as limitações das

abordagens convencionais e aproveitar o poder dos *big data*. Segundo Sahu (2021), este marco representa uma mudança de paradigma em relação às abordagens tradicionais, introduzindo métodos mais precisos e dinâmicos para a gestão e previsão de estoques. Entre essas técnicas modernas destacam-se: *Just-in-Time* (JIT), Identificação por Radiofrequência (RFID), Inventário com Aprendizado de Máquina, Inventário com Inteligência Artificial (IA), Inventário com Blockchain e Inventário com Internet das Coisas (IoT).

Deste modo, o leque de técnicas de realização de inventário abrange desde abordagens tradicionais e manuais, até métodos modernos, automatizados e baseados em aprendizado de máquina. O ponto chave para uma organização torna-se, portanto, a escolha da técnica mais adequada para cada organização.

2.3 SEGMENTAÇÃO DE MERCADO E MODELOS DE PRODUÇÃO

Para Kotler (1996), a segmentação de mercado é definida como o processo de dividir o mercado em grupos distintos de clientes, que possuem diferentes necessidades e respostas às estratégias de marketing. Por sua vez, Stanton (1980) considera a segmentação de mercado como uma forma de tornar um mercado globalizado e heterogêneo mais acessível, dividindo-o em subgrupos menores, onde cada subgrupo tende a apresentar homogeneidade em seus aspectos fundamentais.

Além disso, Stanton (1980) ressalta que a abordagem adota uma filosofia centrada no cliente, identificando as necessidades específicas de um segmento de consumidores e desenvolvendo, a partir disso, produtos ou planos de marketing que atendam de forma eficaz às demandas desse grupo.

Ainda de acordo com Kotler e Armstrong (2007), não há um único método para segmentar um mercado, existem diferentes variáveis, as principais incluem fatores geográficos, demográficos, psicográficos e comportamentais.

Desta maneira, conforme De lima Santin e Costa (2019), a segmentação de mercado pode ser:

- Segmentação demográfica: Nesta segmentação todas as necessidades e os desejos dos consumidores estão ligados diretamente a variáveis demográficas, como idade, tamanho da família, ciclo de vida da família, sexo, renda, entre outras (Kotler e Keller, 2006);
- Segmentação psicográfica: Para Dias (2003), este modelo corta o mercado de acordo com o modo de vivência de cada indivíduo, o modo como as pessoas pensam e levam suas vidas;

- Segmentação comportamental: Neste modelo de segmentação, os clientes são divididos em grupos de acordo com o seu comportamento, com relação a suas atitudes, conhecimentos, uso e resposta aos produtos (Kotler e Keller, 2006).

Com a segmentação de mercado, as empresas passam a atuar dentro de um setor específico. No contexto do mercado global, os setores de maior destaque são o de varejo, saúde, tecnologia e industrial, onde cada um desempenha um papel crucial na economia global. Nesse cenário:

- Varejo: Setor que engloba todas as etapas da comercialização, desde a aquisição dos produtos junto aos fornecedores até a venda e entrega aos clientes, podendo ser realizada por meio de estabelecimentos físicos ou por canais online (Shopify, 2024).
- Saúde: Setor marcado por uma crescente demanda por serviços médicos, tecnologias de saúde e bem-estar (Carvalho, 2024);
- Tecnologia: Um dos pilares do crescimento econômico mundial, com as indústrias de *software*, *hardware* e a introdução da inteligência artificial (Insper, 2024);
- Industrial: É o segmento da economia que se dedica à produção de bens a partir de matérias-primas. É um motor da economia e está presente em vários setores (TOTVS, 2024).

Além da segmentação de mercado, é igualmente importante para as organizações determinar o modelo de produção mais adequado, pois o modelo de produção adotado influencia diretamente a estruturação dos processos produtivos, impactando desde a eficiência operacional até a capacidade de atender às demandas específicas de cada segmento de mercado.

Deste modo, os modelos de produção se dividem em cinco grupos:

- Produção em massa: Modelo de forte destaque dentro do Fordismo, desenvolvido por Henry Ford, em meados do século XX, com a proposta de uma linha de montagem rápida, com a fabricação em grande escala de produtos padronizados a baixo custo, com foco na eficiência, geralmente com mão de obra menos especializada, mantendo um padrão de qualidade consistente (Matias, 2024);
- Produção enxuta: Modelo de produção também conhecido como *Lean production*, popular durante a introdução do sistema de modelagem da Toyota em 1970, destaca-se por garantir um foco na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua da eficiência, buscando identificar e reduzir os desperdícios na linha de produção (Balardim, 2019);

- Produção sob demanda: Produção baseada em pedidos dos clientes, de acordo com a demanda recebida, o que permite alta flexibilidade de personalização, eliminando estoques excessivos e reduzindo desperdícios (Balardim, 2019);
- Produção por lotes: Conhecida também como produção intermitente, neste modelo de produção, os produtos são fabricados em grupos, com interrupções entre os processos (ABC71, 2019);
- Produção contínua: Modelo de produção sem pausas ou interrupções, com processos automáticos e fluxos constantes de produção (ABC71, 2019).

Deste modo, os diferentes segmentos de mercado e modelos de produção adotados pelas empresas vão exercer influência determinante no processo de escolha das técnicas de inventário, pois cada abordagem requer um nível específico de controle e gerenciamento dos estoques.

3 METODOLOGIA

Esta seção aborda o fluxo metodológico, onde são apresentados os métodos e processos utilizados durante a pesquisa. Desta maneira, aborda-se a caracterização da pesquisa, bem como, as etapas efetuadas para atingir o objetivo central do estudo.

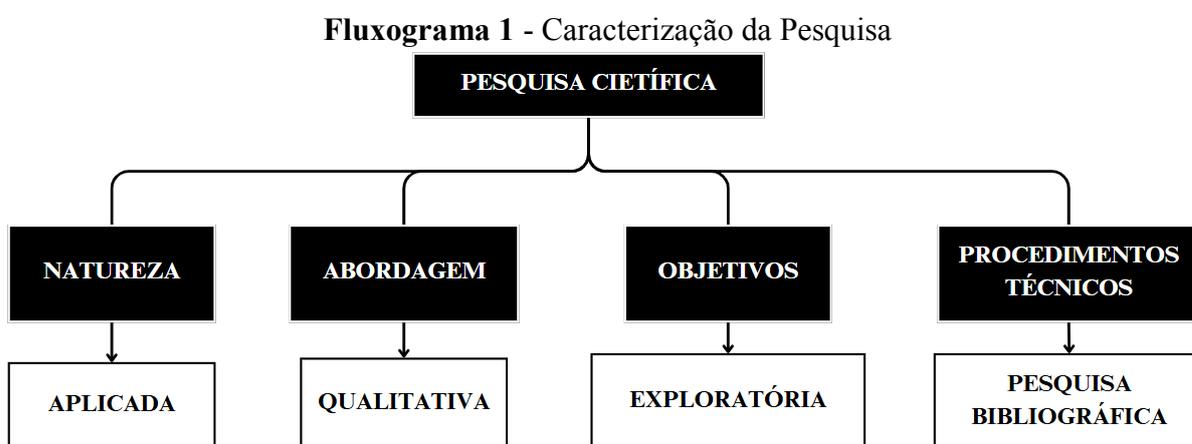
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

As pesquisas científicas têm como objetivo principal alcançar uma compreensão precisa e assertiva, deste modo, podem ser classificadas de acordo com diferentes perspectivas, como a natureza e o propósito do estudo, a abordagem utilizada para tratar o problema e os procedimentos técnicos empregados (Almeida, 2021).

Shitsuka (2018), apresenta a caracterização da pesquisa científica em quatro propriedades:

- Natureza: Classifica-se em básica ou aplicada;
- Abordagem metodológica: Segue uma abordagem qualitativa, quantitativa ou mista;
- Objetivos: Classifica-se em exploratória, descritiva ou explicativa;
- Procedimentos técnicas: Pode ser um Estudo de caso, pesquisa bibliográfica, levantamento, pesquisa experimental, entre outros.

Desta maneira, a partir dos conceitos apresentados, o Fluxograma 1 retrata a caracterização aplicada ao estudo.



Fonte: Autoria própria (2025)

Com relação à natureza, o presente trabalho configura-se como uma pesquisa aplicada. Segundo Nascimento e Sousa (2016), esse tipo de pesquisa envolve a aquisição e geração de conhecimentos, voltados para a solução de uma problemática específica, conectando teoria e

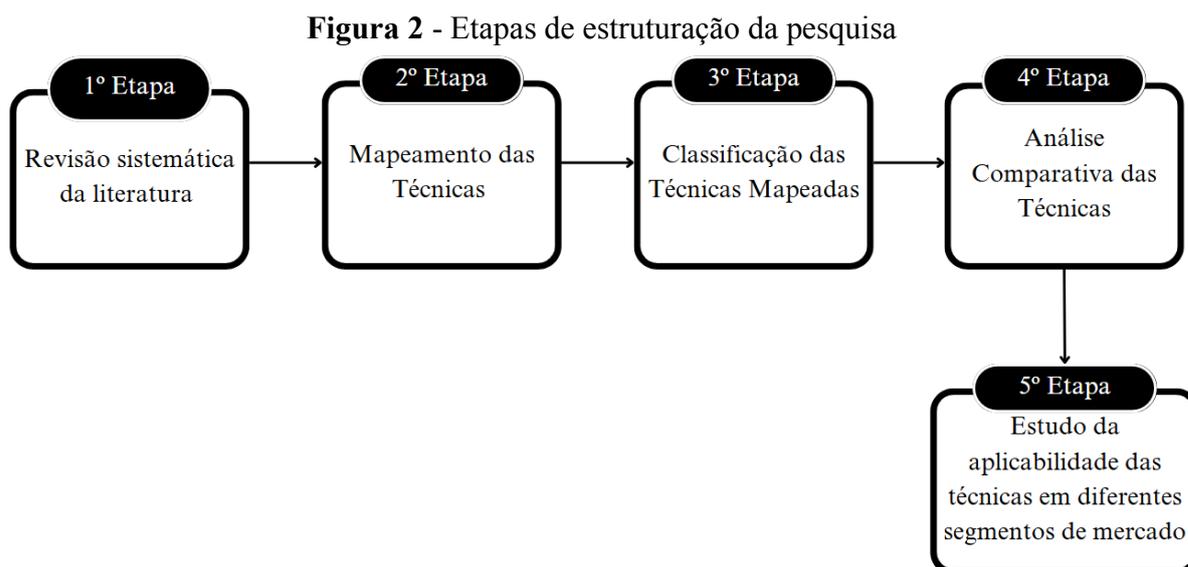
prática. No que tange à abordagem, o estudo adota uma perspectiva qualitativa, de modo incorpora características que oferecem uma compreensão interpretativa e contextual.

As pesquisas exploratórias, por sua vez, são orientadas por objetivos que buscam fornecer ao pesquisador uma compreensão mais aprofundada sobre o objeto de estudo, possibilitando a formulação de hipóteses ou esclarecimentos acerca de questões específicas (Nascimento e Sousa, 2016). Nesse sentido, este trabalho enquadra-se nessa classificação, pois utiliza o levantamento de referenciais bibliográficos para a compreensão do tema abordado e solução da problemática.

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos, este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica. Segundo Marconi e Lakatos (2017), essa abordagem fundamenta-se em materiais já elaborados, como livros, artigos científicos e outros documentos relevantes, que servem como base para a construção teórica e o desenvolvimento da pesquisa.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa foram elencadas 5 etapas elementares, demonstradas na Figura 2.



Fonte: Autoria própria (2025)

A primeira etapa consistiu na realização de uma revisão sistemática da literatura (RSL), com o objetivo de identificar as técnicas de realização de inventário a serem abordadas no estudo. De acordo com Morandi e Camargo (2015), a RSL é uma etapa fundamental para a condução de pesquisas científicas, pois segue etapas estruturadas que garantem a qualidade do levantamento e análise das informações. Esses autores ressaltam que a RSL é indispensável

para explorar o crescente volume de publicações científicas e obter dados relevantes para a pesquisa.

Biolchini et al. (2005) afirmam que a revisão sistemática segue uma sequência específica, para coletar e verificar as evidências que já existem, com o intuito de relacionar com o tema do estudo. Para elaboração da RSL, de acordo com Biolchini et al. (2005), é preciso, selecionar o objetivo da revisão, elaborar uma questão pesquisa, definir os aspectos essenciais do estudo, definir as estratégias de busca e seleção das pesquisas, determinar os *Strings*, estabelecer os critérios de inclusão e exclusão e selecionar trabalhos para sumarização.

Para este estudo, a RSL foi realizada na plataforma *Elsevier*, utilizando o banco de dados *Scopus*, reconhecido por sua abrangência e pela qualidade de seus registros acadêmicos. O acesso foi viabilizado com o auxílio da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por meio do Portal de Periódicos CAPES, que disponibiliza um vasto acervo de artigos científicos de alta relevância. Foram utilizadas palavras-chave como *inventory management techniques* e *inventory optimization techniques*, com foco em publicações nos idiomas inglês, espanhol e português.

O recorte temporal adotado compreendeu o período de 1971 a 2025, ampliado intencionalmente em virtude da limitação de publicações disponíveis sobre o tema na base em questão. A triagem dos artigos ocorreu em duas fases:

- 1º Fator- Título: Os periódicos com a palavra-chave contida em seu título avançaram para a próxima etapa;
- 2º Fator- Resumo: Os periódicos avançados da primeira fase, foram analisados para verificar se traziam informações relevantes à identificação das técnicas de inventário.

Na segunda etapa da pesquisa, foram mapeadas as técnicas identificadas na RSL, classificadas em dois grupos: tradicionais e modernas. Em seguida, foi realizada a classificação de todas as técnicas mapeadas, abordando seus conceitos, etapas de implementação, vantagens, desvantagens, limitações e áreas de aplicação.

A terceira etapa compreendeu a análise comparativa entre as técnicas mapeadas, com base em critérios como precisão, custo, complexidade, nível de adoção e exigência tecnológica. Essa análise possibilitou a construção de quadros comparativos e gráficos visuais, facilitando a interpretação e avaliação crítica das abordagens estudadas.

Por fim, a última etapa consistiu no estudo da aplicabilidade das técnicas em função de diferentes segmentos de mercado, com o objetivo de oferecer uma visão prática e setorial da aplicabilidade das técnicas, considerando suas características específicas e a adequação a distintos modelos produtivos e operacionais.

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da condução da pesquisa. Primeiramente, são expostos os dados provenientes da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que fundamentaram a seleção das 12 técnicas de inventário analisadas. Em seguida, é apresentado o mapeamento dessas técnicas, incluindo as análises realizadas para compreender suas características, vantagens e limitações. Por fim, foi elaborado um comparativo entre as técnicas, destacando sua aplicabilidade em diferentes segmentos de mercado.

4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

Na etapa inicial dos resultados, foi realizada a coleta de dados provenientes da revisão sistemática da literatura, por meio da análise de artigos publicados em periódicos científicos. Este processo envolveu a seleção, revisão e mapeamento das publicações relevantes, de modo a fundamentar a identificação e análise das técnicas de inventário abordadas no estudo.

4.1.1 Mapeamento da literatura

A pesquisa iniciou-se com o mapeamento da literatura para identificar e selecionar estudos relevantes que abordassem técnicas de realização de inventário, guiada pela seguinte questão: “Quais são as técnicas de inventário mais utilizadas?”.

O levantamento foi realizado utilizando o banco de dados *Scopus*, devido à sua ampla cobertura de artigos científicos e alta credibilidade. A busca foi conduzida em português, inglês e espanhol, abrangendo o período de 1971 a 2025, todo o período disponível para análise, com o objetivo de identificar tanto técnicas consolidadas quanto abordagens mais recentes e inovadoras.

As palavras-chave utilizadas incluíram combinações como *inventory techniques*, *inventory management* e *optimization inventory*, buscando cobrir o maior espectro possível de estudos relacionados ao tema.

Durante a seleção, trabalhos que apresentavam relevância direta para o tema foram analisados, enquanto publicações irrelevantes ou fora do escopo foram descartadas. Após o processo de triagem, o número inicial de publicações encontradas foi filtrado, resultando em um conjunto de 107 estudos que serviu como base para a análise das técnicas. O Quadro 2 apresenta as técnicas de realização de inventário citadas e o número de citações.

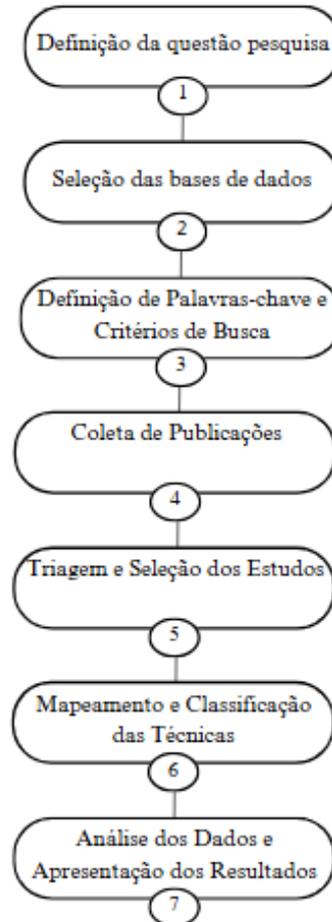
Quadro 2 - Técnicas de realização de inventário citadas

| Técnicas | Citações |
|---|-----------------|
| Análise de inventário ABC | 18 |
| FIFO (<i>First in, First Out</i>) | 3 |
| LIFO (<i>Last in, First Out</i>) | 3 |
| Inventário Periódico | 7 |
| Inventário Permanente | 3 |
| Ponto de pedido (<i>Reorder Point</i>) | 14 |
| <i>Just-in-time (JIT)</i> | 8 |
| RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>) | 3 |
| Inventário com <i>Machine Learning</i> | 32 |
| Inventário com inteligência artificial (IA) | 12 |
| Inventário com <i>Blockchain</i> | 3 |
| Inventário com <i>Internet of things (IoT)</i> | 1 |

Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, o mapeamento possibilitou identificar as principais abordagens adotadas na gestão de inventário, que foram posteriormente analisadas quanto às suas características, vantagens e aplicabilidades em diferentes contextos organizacionais. Logo, essa etapa forneceu os fundamentos necessários para as próximas fases da pesquisa. No fim, foram identificadas as técnicas mais relevantes e embasadas academicamente. A seguir o Fluxograma 2 apresenta resumidamente o passo a passo adotado nesta etapa.

Fluxograma 2 - Passo a passo da revisão sistemática



Fonte: Autoria própria (2025)

4.2 TÉCNICAS DE REALIZAÇÃO DE INVENTÁRIO

4.2.1 Técnicas tradicionais

As técnicas tradicionais de realização de inventários desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento da gestão de estoques em nível global. Apesar de baseadas em processos manuais e menos automatizados, essas práticas ainda são amplamente utilizadas e reconhecidas por sua relevância e eficácia em diversos contextos. Assim, neste tópico, serão exploradas as principais técnicas tradicionais, destacando suas características, aplicações e contribuições.

4.2.1.1 Inventário baseado na análise ABC

A análise ABC, baseada no princípio de Pareto, estabelece que 20% dos itens presentes no inventário contribuem para 80% das vendas da organização, esses itens são categorizados

como classe A, e são os mais críticos e possuem maior impacto financeiro. Por conseguinte, a classe B, abrange itens que representam de 80% a 95% do total e contribuem com aproximadamente 15% das vendas, enquanto a classe C agrupa os itens de menor valor, que corresponde a cerca de 5% da receita (Busola et al., 2020).

Conforme Padya e Thakkar (2016), no contexto acadêmico, um marco importante no surgimento da análise ABC, foi a apresentação do artigo “*The application of multiple criteria ABC analysis*”, publicado em 1987. Neste estudo, foram apresentados os resultados do uso da análise ABC baseada em múltiplos critérios para classificar estoques em armazéns.

Na cadeia de suprimentos, a análise ABC organiza o inventário em três categorias principais, conforme apontado por Kavitha, Kandeepan e Narmadha (2016):

- Categoria A: Itens presentes no estoque mais valiosos;
- Categoria B: Itens que são médios;
- Categoria C: Itens menos valiosos do estoque.

Outrossim, o objetivo desse método é focar nos itens críticos (Categoria A), que representam a maior parte do valor monetário do inventário, ao invés de dispersar esforços em itens de menor relevância (Categoria C).

Para Liu e Wu (2014), no contexto de gerenciamento de estoques, a análise ABC classifica os itens com base na variedade e na proporção cumulativa de recursos investidos nos estoques, em suas respectivas categorias. Desta maneira, as diferentes categorias são controladas e gerenciadas utilizando métodos analíticos específicos.

Padya e Thakkar (2016), apresentam que a análise ABC pode ser detalhada com base no percentual do número de itens e no percentual do consumo anual, facilitando o controle rigoroso sobre as categorias. Desta maneira, o Quadro 3 apresenta a relação do consumo anual com relação aos itens e as ações a serem tomadas em cada classe.

Quadro 3 - Relação do consumo anual com os itens e as ações

| Classe | Porcentagem de itens | Porcentagem do consumo anual | Ações |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Classe A | 5% - 15% | 60% - 80% | Controle rigoroso diário |
| Classe B | 20% - 30% | 20% - 30% | Revisão periódica |
| Classe C | 60% - 80% | 5% - 15% | Revisão infrequente |

Fonte: Baseado em Padya e Thakkar (2016)

Para Kavitha, Kandeepan e Narmadha (2016), a análise ABC determina que uma pequena porção dos itens representa a maior parte do valor monetário total do inventário utilizado no processo de produção, enquanto um número relativamente grande de itens uma pequena parte do valor monetário dos estoques.

Desta maneira, determina-se o valor do consumo anual multiplicando a quantidade demandada de cada item pelo seu custo unitário, conforme apresentado na equação (1).

$$VA = D \cdot CI \quad (1)$$

D = Demanda anual;

CI = Custo por unidade de item;

VA = Valor do consumo anual.

Com o uso da fórmula, torna-se possível para o gerente da cadeia de suprimentos identificar os itens mais fortes do inventário e separá-los do restante dos itens, especialmente daqueles que são numerosos, mas não lucrativos.

Na área de controle de inventário, a análise ABC também determina que os itens de maior valor sejam monitorados por profissionais experientes, com maior rigor, enquanto itens de menor valor podem ter um controle menos rigoroso. Essa abordagem visa otimizar os recursos de gestão e evitar desperdícios (Kavitha, Kandeepan e Narmadha, 2016).

Outrossim, Bussola et al., (2020) enfatizam que, tradicionalmente, a classificação na análise ABC baseia-se no critério de volume de preço. Contudo, ao longo do tempo, houve debates sobre a limitação de utilizar apenas o custo como critério de categorização, assim fatores como durabilidade, velocidade, escassez, substitutibilidade, reparabilidade, prazos de entrega e transporte têm sido considerados relevantes na gestão de inventários.

Deste modo, para Kukkuk (2024), um fator de destaque para a categorização da classificação é a velocidade de vendas dos itens de um inventário, onde considera-se três níveis, o nível H que consiste em alta velocidade, o nível M em média velocidade e o nível L em baixa velocidade.

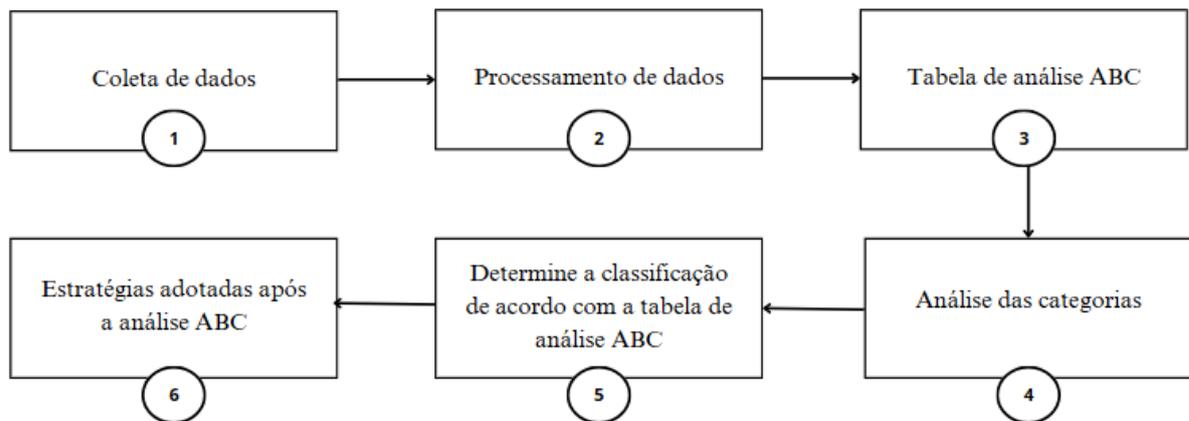
Desta forma, incorporar a velocidade de vendas como parte da matriz de classificação garantirá que as classificações de estoque sejam mais precisas. Assim, um item AH é um item de alto valor e alta velocidade, o que é essencial, pois é um item com valor alto e também rápido

movimento de estoque. Em contraste, um item CL é um item de baixa velocidade e movimento lento, o que diminui sua influência na organização (Kukkuk, 2024).

A evolução da ferramenta ABC resultou no desenvolvimento de análises multicritério, que integram diversos aspectos além do custo para uma gestão mais eficiente e alinhada às necessidades específicas de cada organização. Isso reflete a adaptabilidade e relevância contínua da análise ABC em contextos logísticos e produtivos, tornando-a uma ferramenta útil e aplicável em diversos casos.

A implementação da análise ABC é estruturada em 6 etapas fundamentais, conforme apresentadas na Fluxograma 3.

Fluxograma 3 - Etapas de implementação da técnica ABC



Fonte: Baseado em Liu e Wu (2014)

De modo que cada etapa é descrita por Liu e Wu (2014), conforme detalhadas a seguir:

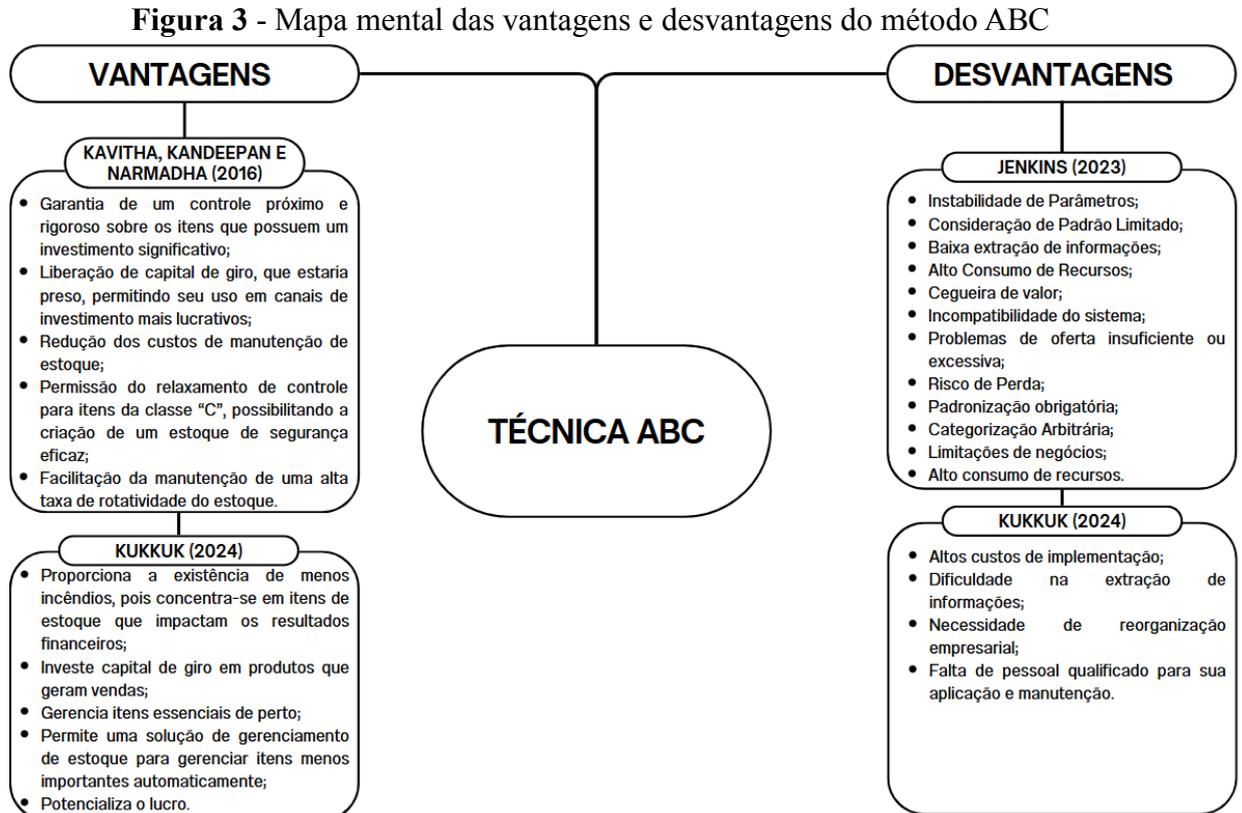
- **Coleta de dados:** A primeira etapa consiste na reunião de todas as informações referentes aos itens presentes no inventário. Esses dados incluem quantidade, preço unitário, frequência de consumo e demanda anual, que serão utilizados nas etapas seguintes;
- **Processamento de dados:** Posterior a coleta de dados, torna-se necessário realizar o processamento das informações obtidas, com a realização dos cálculos exigidos. Esta etapa envolve, o cálculo do valor total de cada item, assim, os itens são classificados em ordem decrescente de acordo com o valor total, o que possibilita a identificação dos itens que têm o impacto financeiro mais significativo. Posteriormente realiza-se o cálculo do valor acumulativo, onde calcula-se a porcentagem de participação financeira total de cada mercadoria e, em seguida, a porcentagem acumulada dessa quantidade.

Por fim, calcula-se o total consumido mensalmente e a respectiva porcentagem do consumo mensal e determina-se a porcentagem acumulada do consumo mensal;

- **Tabela de análise ABC:** Com os dados processados, é confeccionada a tabela de análise ABC, contendo informações como, a quantidade de itens, quantidade consumida mensalmente, preço unitário, valor total, porcentagem do consumo mensal, porcentagem acumulada do consumo mensal, porcentagem do valor e porcentagem acumulada do valor;
- **Determinação da classificação:** A partir da tabela da análise ABC, os itens levantados são classificados em três categorias, A, B ou C, com base em seu valor acumulado. Seguindo os seguintes critérios, os itens da categoria A, apresentam a porcentagem acumulada do consumo mensal é de 5-15%, e a porcentagem acumulada do valor é cerca de 60-80%. Já para os itens da categoria B, a porcentagem acumulada do consumo mensal é de 20-30%, e a porcentagem acumulada do valor é cerca de 20-30%. Por fim, para os itens da categoria C, a porcentagem acumulada do consumo mensal é de 60-80%, e a porcentagem acumulada do valor é de cerca de 5-15%;
- **Análise das categorias:** Após a classificação, avaliam-se as características e implicações de cada categoria, de modo que, para itens da categoria A, concentre-se no controle rígido de estoque e na gestão de fornecedores, onde os itens podem exigir um relacionamento mais próximo com os fornecedores para garantir que os níveis de serviço sejam mantidos. Já os itens da categoria B, podem exigir uma política de pedidos mais dinâmica, com o principal objetivo de estabelecer uma estratégia de pedidos que minimize faltas e excessos de estoque, ao mesmo tempo em que maximiza o giro do inventário. Por fim, para os itens da Categoria C, eficiência é a chave, focando no armazenamento e manuseio, dada a baixa participação no valor total;
- **Estratégias após a análise ABC:** Por fim, são formuladas as políticas a serem adotadas por cada categoria, que exigem a adoção de diferentes medidas para gerenciar os diversos tipos de mercadorias. Desta maneira, cada categoria requer um planejamento específico.

Desta forma, é visto que a realização de inventário com base na análise ABC não apenas auxilia na priorização e gestão de itens no inventário, mas também proporciona uma visão estratégica sobre a utilização de recursos e alocação de esforços. De modo que, a sua implementação sistemática permite que a empresa se concentre nos itens que realmente impactam seu desempenho financeiro, promovendo uma tomada de decisão mais assertiva e alinhada aos objetivos organizacionais.

No que diz respeito às vantagens e desvantagens do método de análise ABC, a Figura 3 apresenta a visão de alguns autores sobre os principais ganhos e perdas deste método.



Fonte: Autoria própria (2025)

Desta maneira, Kavitha, Kandeepan e Narmadha (2016), identificam como principais vantagens na utilização da técnica de realização de inventário ABC:

- Garantia de um controle próximo e rigoroso sobre os itens que possuem um investimento significativo;
- Liberação de capital de giro, que estaria preso, permitindo seu uso em canais de investimento mais lucrativos;
- Redução dos custos de manutenção de estoque;
- Permissão do relaxamento de controle para itens da classe “C”, possibilitando a criação de um estoque de segurança eficaz;
- Facilitação da manutenção de uma alta taxa de rotatividade do estoque.

De forma complementar, Kukkuk (2024) ressalta os seguintes benefícios do método ABC:

- Proporciona a existência de menos incêndios, pois concentra-se em itens de estoque que impactam os resultados financeiros;

- Investe capital de giro em produtos que geram vendas;
- Gerencia itens essenciais de perto;
- Permite uma solução de gerenciamento de estoque para gerenciar itens menos importantes automaticamente;
- Potencializa o lucro.

Jenkins (2023) reforça que, embora a técnica apresente múltiplos benefícios, não se trata de uma solução universal, cada organização possui particularidades que podem afetar diretamente a eficácia do método. Nesse contexto, as desvantagens do método ABC, segundo Jenkins, estão associadas a dois problemas centrais: a ênfase excessiva no valor do estoque e o tempo e esforço necessários para sua aplicação. Entre as principais limitações, destacam-se:

- Instabilidade de Parâmetros: A análise ABC frequentemente leva à realocação de até 50% dos itens para novas categorias a cada trimestre ou ano. Assim, na maioria das vezes, as empresas só percebem essas mudanças quando surgem problemas com a demanda, com isso a necessidade de reavaliação frequente pode consumir tempo valioso e comprometer a satisfação do cliente;
- Consideração de Padrão Limitado: O método ABC tradicional não considera fatores como lançamentos de novos produtos ou sazonalidade. Desta maneira, quando por exemplo, têm-se um novo produto, o mesmo pode apresentar baixo volume de vendas devido à ausência de histórico, o que prejudica a acurácia da análise;
- Baixa extração de informações: As classificações da análise ABC podem não fornecer detalhes estatísticos ou *insights* necessários para decisões estratégicas, o que limita sua utilidade no planejamento de longo prazo;
- Alto Consumo de Recursos: A simplicidade da análise ABC pode levar a um foco desproporcional em questões triviais, conhecido como "*bikeshedding*". O processo, embora simples de entender, pode consumir recursos desnecessariamente, especialmente se a equipe solicitar adaptações ou variantes frequentes;
- Cegueira de valor: A análise ABC atribui importância ao produto com base na receita ou frequência de uso, mas alguns itens podem não se enquadrar nesse paradigma. Por exemplo, na indústria aeroespacial, uma peça específica para um avião pode não ser usada com frequência e ter pouco valor de mercado, mas pode ser uma função de segurança fundamental;
- Incompatibilidade do sistema: A análise ABC pode entrar em conflito com sistemas de custeio tradicionais e os princípios contábeis geralmente aceitos. De modo que, a

implementação de múltiplos sistemas para conciliar discrepâncias pode aumentar os custos de mão de obra e reduzir a eficiência operacional;

- Problemas de oferta insuficiente ou excessiva: Como a análise ABC foca em valores monetários, pode negligenciar o volume de itens no estoque. Isso pode resultar em falta de itens das categorias B e C ou em acúmulo excessivo de produtos de baixo valor, caso as reordenações não sejam revisadas regularmente;
- Risco de Perda: Apesar de os itens das categorias B e C possuírem menor valor, eles possuem importância para a organização. Logo, estoques excedentes desses itens estão mais sujeitos à obsolescência, danos ou roubo, especialmente se não forem monitorados adequadamente;
- Padronização obrigatória: O sucesso da análise ABC depende de uma padronização rigorosa dos materiais, incluindo nomenclatura, armazenamento e monitoramento constante;
- Categorização Arbitrária: A ausência de limites claros ou critérios padronizados para as categorias pode tornar o processo dependente do julgamento subjetivo do gestor, comprometendo a objetividade;
- Limitações de negócios: A análise ABC é pouco útil para empresas com consumo uniforme de estoque, como aquelas que vendem itens padronizados. Nesses casos, o método Pareto perde relevância;
- Alto consumo de recursos: Empresas com grandes volumes de estoque podem precisar contratar mais funcionários ou investir em equipamentos especializados para implementar e manter a análise ABC de forma eficaz.

Outrossim, Pedro, Kengue e Filipe (2011) listam como desvantagens associadas ao método ABC, os altos custos de implementação, a dificuldade na extração de informações, a necessidade de reorganização empresarial e a falta de pessoal qualificado para sua aplicação e manutenção.

Deste modo, conclui-se que, apesar de suas limitações, o método ABC continua sendo uma ferramenta poderosa para a gestão de inventários. Desta forma, a análise adequada de suas vantagens e desvantagens permite uma tomada de decisão mais fundamentada, ajudando as empresas a priorizarem esforços e otimizarem recursos de maneira eficiente e estratégica.

De acordo com as vantagens e desvantagens apresentadas pelo método, o mesmo possui ampla aplicação em setores variados, visando otimizar a gestão de estoques. Os setores mais beneficiados com sua aplicação estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Setores beneficiados com a implementação da técnica ABC

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|--|--|--|
| Varejo e Comércio | Identificação dos produtos mais lucrativos (Classe A) | Otimização de estoques |
| Indústria e Manufatura | Priorização de matérias-primas críticas (Classe A) evitando interrupções na produção | Continuidade na produção e redução de paradas |
| Logística e Cadeia de suprimentos | Priorização de rotas e modos de transporte para itens de alta importância (Classe A) | Aumento da eficiência operacional e redução de custos |
| Saúde | Controle de suprimentos e medicamentos essenciais | Garantir a disponibilidade constante de itens críticos |
| E-commerce | Definição de estoques prioritários visando atender a alta rotatividade de produtos | Ajuste dinâmico do estoque baseado no comportamento de consumo |

Fonte: Elaborado com base em Kavitha, Kandeepan e Narmadha (2016)

Apesar de seus benefícios, a técnica ABC apresenta limitações em cenários e setores onde sua implementação pode ser inadequada ou oferecer resultados limitados, o que pode ser visualizado no Quadro 5.

Quadro 5 - Cenários com limitação da técnica ABC

| Cenários | Justificativa |
|--|---|
| Empresas com baixa variedades de produtos | Com um portfólio pequeno a classificação ABC não agrega valor, pois todos os itens podem ser gerenciados com a mesma atenção. |
| Empresas com itens de valor emocional ou intangível | Neste caso, o valor do item não estar relacionado com o seu volume ou frequência de venda. |
| Produtos com incerteza extrema e alta volatilidade | Com as demandas imprevisíveis, a análise ABC é insuficiente para lidar com as mudanças repentinas. |
| Empresas com foco em sustentabilidade | Com o foco em critérios sustentáveis e não econômicos, a classificação pode precisar de ajustes ou ser substituída por métodos que englobem esse fator. |
| Empresas com abordagem de produção Just-in-time (JIT) | No JIT, a ênfase está na eliminação de estoques, tornando a técnica ABC menos relevante devido à mínima manutenção de inventário. |

Fonte: Elaborado com base em Kukuk (2024)

Por fim, é visto que a técnica de inventário ABC é uma ferramenta valiosa para otimizar a gestão de estoques, oferecendo benefícios significativos para determinados setores. No entanto, sua aplicação deve ser cuidadosamente considerada, buscando compreender tanto suas vantagens quanto limitações, assim como a adequação da técnica a organização analisada.

4.2.1.2 Inventário FIFO

O método FIFO (*First In, First Out*), também conhecido como PEPS (Primeiro a entrar, Primeiro a sair), é amplamente utilizado na gestão de estoques por sua simplicidade e eficiência, essa abordagem baseia-se no princípio de que os itens que entram primeiro no estoque são os primeiros a serem vendidos (Setiawan, Purnamasari e Dianta, 2022).

Por conseguinte, é um método amplamente aplicado tanto em sistemas físicos quanto em sistemas permanentes, garantindo a mesma avaliação de estoque em ambos os casos, considerado uma abordagem realista, sendo adequado para produtos com diferentes características.

O método FIFO é frequentemente empregado para evitar o envelhecimento desuniforme dos itens armazenados e os prejuízos decorrentes disso, onde o critério essencial é a ordem cronológica de entrada dos produtos, garantindo que os itens mais antigos sejam vendidos ou utilizados primeiro. Logo, essa prática é particularmente útil para produtos com prazos de validade, pois ajuda a reduzir desperdícios e maximizar o aproveitamento (Charbel, 2007).

Segundo Zulian (2005), o custo do estoque no método FIFO é calculado considerando que os itens mais antigos serão os primeiros a serem vendidos, enquanto o que permanece no estoque reflete as compras mais recentes. Deste modo, em períodos de inflação ou aumento de preços, o método tende a atribuir custos menores às mercadorias vendidas, enquanto o estoque final é avaliado com base nos preços mais recentes e elevados, o que pode impactar positivamente os ativos da empresa.

Sari (2018), observa que o método FIFO é aplicável a todos os tipos de produtos, pois reflete o comportamento realista de movimentação de estoques. Esse método tende a gerar estoques com valores mais altos, especialmente em contextos de aumento de preços, o que pode ser vantajoso do ponto de vista contábil e financeiro.

No contexto de alimentos ou produtos perecíveis, o FIFO segue uma lógica de organização em que os itens recebidos primeiro são posicionados à frente ou no topo dos locais de armazenamento. Este fator facilita a retirada prioritária dos produtos mais antigos, e para monitorar e controlar o estoque, utilizam-se ferramentas como os cartões de controle de

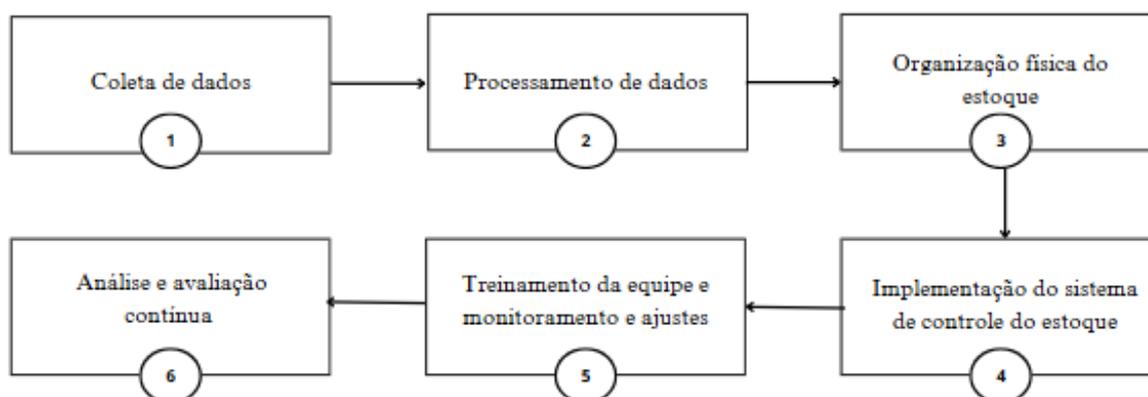
estoque, conhecidos como *bincards*, que registram as entradas, saídas e saldos dos produtos, além das datas de movimentação (Sudiara, 2010).

Jusup (2005) ressalta que os custos dos bens comprados e vendidos primeiro serão registrados como custo das mercadorias vendidas. No contexto de contabilização contínua, o cálculo do custo das mercadorias vendidas é realizado no momento da venda, proporcionando maior precisão na avaliação de estoque.

O método FIFO segue o fluxo natural das mercadorias, onde os itens adquiridos primeiro quando removidos do estoque, são vendidos ao preço de aquisição original, garantindo uma correspondência lógica entre a movimentação física dos itens e a avaliação contábil do estoque (Mulyadi, 2001).

A implementação do método FIFO é estruturada em 6 etapas fundamentais, conforme apresentadas na Fluxograma 4.

Fluxograma 4 - Etapas de implementação do método FIFO



Fonte: Baseado em Faster Capital (2024)

Desta maneira, conforme Faster Capital (2024), cada etapa é detalhada a seguir:

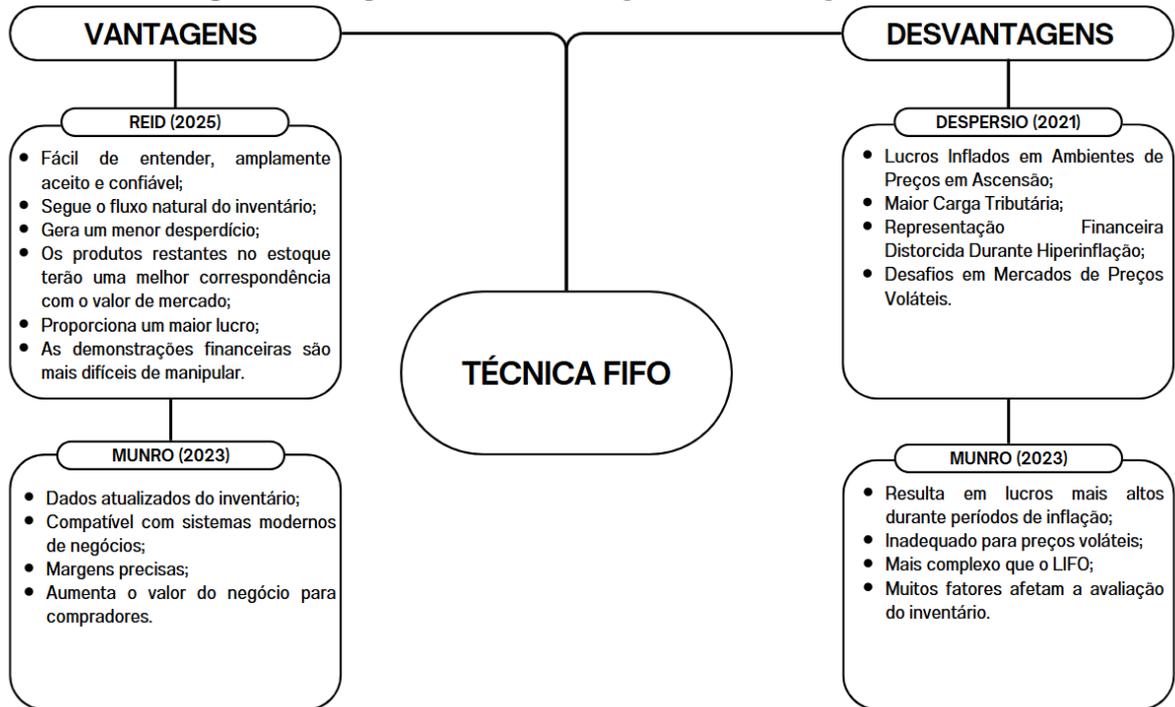
- **Coleta de dados:** A primeira etapa para implementação do método FIFO é coletar os dados com todas as informações necessárias sobre os itens em estoque, como data de entrada, quantidade de cada item, preço unitário e demanda;
- **Processamento de dados:** Após a coleta de dados, a etapa seguinte é processá-los corretamente para garantir que o método FIFO seja aplicado, o que envolve a ordenação dos itens pela data de entrada, cálculo do valor total do estoque e o cálculo do consumo e demanda dos itens;

- **Organização física do estoque:** O layout físico do estoque precisa ser adaptado para seguir o método FIFO de forma eficiente, com as ações de posicionar os itens mais antigos na frente ou no topo, para ficar mais acessível a retirada inicial;
- **Implementação do sistema de controle de estoque:** Com a organização física ajustada, é necessário garantir que um sistema de controle de estoque possa acompanhar todas as entradas e saídas de itens, por meio da utilização de um sistema automatizado como ERP ou WMS, ou pelo controle manual, com ferramentas como *bincards*;
- **Treinamento da equipe:** A equipe responsável precisa ser treinada para entender e aplicar o método FIFO de forma consistente, com capacitação contínua e instruções claras para o método ser seguido corretamente;
- **Monitoramento e ajustes:** Após a implementação inicial, é essencial monitorar continuamente o desempenho do método FIFO, com auditorias periódicas e ajustes e melhorias;
- **Análise e avaliação contínua:** Por fim, a última etapa de implementação do método envolve a análise do desempenho contínuo do método FIFO, com a análise de relatórios, e a avaliação de custos e eficiências.

Assim, a implementação do método FIFO envolve etapas interdependentes, desde a coleta de dados até a análise contínua do desempenho. Seguindo essas etapas, as empresas podem otimizar a gestão de seus estoques, reduzir desperdícios e melhorar o controle financeiro. Além disso, a organização física do estoque e a adoção de sistemas de controle eficientes garantem que o FIFO seja seguido corretamente, assegurando que os itens mais antigos sejam utilizados ou vendidos primeiro.

Em relação ao método FIFO (*First In, First Out*), a Figura 4 apresenta as principais vantagens e desvantagens desse método na visão de alguns autores.

Figura 4 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do FIFO



Fonte: Autoria própria (2025)

Deste modo, para Reid (2025), as principais vantagens na utilização da técnica são:

- O método é fácil de entender, amplamente aceito e confiável;
- O método segue o fluxo natural do inventário (os produtos mais antigos são vendidos primeiro, com a contabilidade baseando-se nesses custos inicialmente). Isso torna a escrituração contábil mais simples, com menos chance de erros;
- Gera um menor desperdício (uma empresa que realmente segue o método FIFO estará sempre movimentando primeiro os itens mais antigos do estoque);
- Os produtos restantes no estoque terão uma melhor correspondência com o valor de mercado (isso ocorre porque os produtos não vendidos foram produzidos mais recentemente);
- Proporciona um maior lucro;
- As demonstrações financeiras são mais difíceis de manipular.

Já, para Munro (2023), as vantagens do método FIFO são as seguintes:

- Dados atualizados do inventário: O FIFO oferece a análise mais precisa sobre o custo que o inventário representa para o seu negócio a qualquer momento. Alinhando os custos do negócio de forma mais precisa ao fluxo real de inventário, o FIFO proporciona uma contabilidade mais eficiente e uma avaliação em tempo real da posição do negócio especialmente se os inventários possuírem grandes volumes;

- Compatível com sistemas modernos de negócios: O FIFO é compatível com softwares, já que a maioria dos programas de contabilidade é projetada especificamente para o método FIFO de controle de inventário, sendo fácil de usar e aplicar. Esse método permite gerenciar custos de inventário utilizando e registrando suas compras ou produções mais recentes na ordem em que ocorrem;
- Margens precisas: O FIFO mostra os lucros brutos e líquidos reais em tempos de aumento de preços do inventário. Ele elimina a ambiguidade nos relatórios financeiros, pois os valores usados nas figuras de custo de vendas são mais representativos no demonstrativo de resultados;
- Aumenta o valor do negócio para compradores: O FIFO calcula um lucro maior porque o custo dos bens tende a aumentar com o tempo. Isso significa que o negócio terá maior valor para potenciais compradores ou investidores, comparando o preço de venda atual de um produto com o custo do inventário antigo para o negócio, logo, é provável que se veja lucros aumentados em relação ao inventário adquirido em tempo real.

Ainda, Munro (2023), ressalta que a principal desvantagem de usar o método de avaliação FIFO é que ele resulta em lucros mais altos durante períodos de inflação, o que significa uma maior carga tributária, já que as obrigações fiscais estão vinculadas aos lucros do negócio. Outras desvantagens ainda destacadas são:

- Inadequado para preços voláteis: O método FIFO não é adequado quando há compras ou produções de inventário com preços flutuantes. Lucros incorretamente declarados podem aparecer para o mesmo período, já que terá custos diferentes registrados para os mesmos produtos durante o período correspondente;
- Mais complexo que o LIFO: Embora o método FIFO seja fácil de entender, ele pode se tornar difícil de usar ao tentar extrair os custos dos bens vendidos. Isso ocorre porque o método exige uma quantidade significativa de dados, o que pode resultar em erros contábeis;
- Muitos fatores afetam a avaliação do inventário: Assim como outros métodos de precificação ou contabilidade de inventário, o FIFO é influenciado pelas taxas contemporâneas de inflação. Consequentemente, ele pode simplificar em excesso os cálculos de custos de inventário, esses custos podem absorver os efeitos de variáveis, tornando a avaliação do inventário dependente de diversos fatores, como flutuações na oferta e demanda ou atividades de câmbio.

Para Depersio (2021), embora seja robusto, o método FIFO apresenta algumas desvantagens, particularmente durante períodos de inflação significativa ou prolongada, são elas:

- **Lucros Inflados em Ambientes de Preços em Ascensão:** No método FIFO, as empresas relatam o Custo das Mercadorias Vendidas (CMV) com base no estoque mais antigo e de menor custo. Isso significa que os custos relatados podem não refletir com precisão as despesas reais de produção e materiais no momento em que as demonstrações financeiras são preparadas. Como resultado, o estoque mais recente e mais caro permanece no balanço patrimonial, inflando a receita líquida e os lucros;
- **Maior Carga Tributária:** Como o FIFO pode aumentar os lucros relatados ao usar estoques de menor custo para calcular as despesas, isso frequentemente resulta em uma maior base tributável. Isso cria uma obrigação fiscal maior, já que a Receita Federal calcula os impostos com base nos lucros declarados;
- **Representação Financeira Distorcida Durante Hiperinflação:** O FIFO enfrenta dificuldades para refletir com precisão os custos quando os preços dos materiais aumentam de forma acentuada ou excessiva. Durante esses períodos, associar os custos de estoque mais antigo com as vendas atuais leva a uma superestimação dos lucros, apresentando uma visão financeira distorcida;
- **Desafios em Mercados de Preços Voláteis:** Durante períodos de flutuação de preços, o método pode não representar adequadamente os custos reais do estoque. O custo mais baixo do estoque mais antigo sendo associado às vendas atuais pode levar a uma má interpretação financeira.

Assim, o método FIFO, apesar de apresentar algumas limitações, permanece como uma solução eficiente e confiável para a gestão de estoques, com sua abordagem lógica permite um controle mais transparente e alinhado ao fluxo natural dos produtos, de modo que, contribui para reduzir desperdícios e reflete valores mais atualizados dos estoques, proporcionando maior precisão contábil. No entanto, é importante que as empresas considerem os desafios associados ao método, como o impacto em períodos de inflação ou preços instáveis, e busquem adaptações conforme necessário. Dessa forma, a aplicação do FIFO, quando ajustada às necessidades específicas da organização, pode oferecer uma base sólida para a otimização de recursos, melhoria da eficiência e suporte a decisões estratégicas.

A técnica FIFO, encontra ampla aplicação em diversos setores, especialmente em organizações que buscam um controle mais eficiente de estoques e a minimização de

desperdícios, ao longo do tópico foi visto que sua lógica de utilização privilegia a saída dos itens mais antigos, logo o torna o método ideal para setores que lidam com produtos perecíveis ou sujeitos à obsolescência. Deste modo, o Quadro 6 apresenta os principais setores beneficiados pela implementação do método FIFO, destacando seus objetivos e benefícios para cada setor.

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|-------------------------------|---|--|
| Alimentos e bebidas | Garantir o consumo dos produtos mais antigos, evitando possíveis perdas | Redução de desperdícios e conformidade regulatória |
| Saúde | Controle do estoque de medicamentos com validade próxima | Segurança no consumo e redução de produtos vencidos |
| Varejo e Supermercados | Rotatividade de produtos perecíveis e com alta demanda | Otimização do espaço de armazenamento |
| Manufatura | Gestão eficiente de matérias-primas e insumos | Minimização de custos de produção e perdas |
| Armazéns e logística | Garantir que os itens armazenados mais antigos sejam despachados primeiro | Melhoria no giro de estoque e eficiência operacional |

Fonte: Elaborado com base em Munro (2023) e Matias (2024)

Apesar de ser amplamente utilizado, o método FIFO apresenta limitações em determinados cenários, principalmente em setores com preços altamente voláteis ou com baixos volumes de estoque. Assim, o Quadro 7 apresenta os principais cenários onde o método pode encontrar restrições.

| Cenários | Justificativa |
|---|--|
| Ambientes de alta volatilidade de preços | Pode gerar distorções nos lucros devido a custos diferentes para itens similares. |
| Empresas com estoques mínimos | Quando o inventário é reduzido ao essencial, a aplicação do FIFO torna-se menos relevante. |
| Setores com foco em inovação constante | Produtos rapidamente obsoletos podem demandar métodos alternativos de gestão. |
| Indústrias de commodities | Preços de compra muito variáveis podem levar a inconsistências contábeis. |

Fonte: Elaborado com base em Munro (2023) e Matias (2024)

Por fim, o método FIFO destaca-se como uma ferramenta essencial para o gerenciamento de estoques, trazendo benefícios significativos para setores específicos. No

entanto, sua implementação deve ser avaliada caso a caso, considerando as particularidades do segmento e as características do inventário.

4.2.1.3 Inventário LIFO

Conforme Watters (2003), o método de inventário LIFO (*Last in, First Out*), conhecido também como UEPS (Último a entrar, primeiro a sair), trata-se de um método oposto ao FIFO, pois baseia-se no fato que os itens adquiridos por último serão vendidos primeiro. Desta maneira, o LIFO é menos aceito que o FIFO, e constitui a desvantagem direta de assumir que o estoque sempre consiste nas unidades compradas primeiro, logo se os preços estiverem subindo, o valor do estoque é subestimado, além disso, o estoque pode ficar com uma ala “obscurecida”, onde os produtos mais velhos ficam alocados. No entanto, em algumas circunstâncias, o método pode ser uma alternativa atraente, geralmente reduzindo as obrigações fiscais e aumentando o retorno sobre os ativos.

Para Fosbre e Kraft (2010), o método LIFO surgiu e evoluiu a partir do método de inventário conhecido como estoque-base. O método de estoque-base vinha sendo utilizado na Inglaterra desde a década de 1880, apesar de não desenvolvido por contadores, mas sim, pelas empresas para evitar o pagamento de impostos sobre a renda, a principal utilização deste método era realizada por empresas cujo inventário seria afetado por variações nos preços dos estoques (Lessard, 2007).

O *Revenue Act* de 1938 foi promulgado com a primeira aceitação oficial do método LIFO, no entanto, seu uso a partir de dezembro de 1938, foi restrito a indústrias específicas que defendiam sua adoção há anos (Carson, 1952). Posterior a isto, devido ao grande interesse de outras indústrias, o *Revenue Act* de 1939 foi criado para permitir uma ampliação do LIFO a qualquer contribuinte que optasse por adotá-lo, após descartar o imposto sobre lucros não distribuídos. Nota-se que, sob o governo Roosevelt, a adoção do método de valorização de inventário LIFO permitiu que as empresas pagassem menos imposto de renda, resultando em mais de setenta anos de redução fiscal para as empresas desde sua implementação.

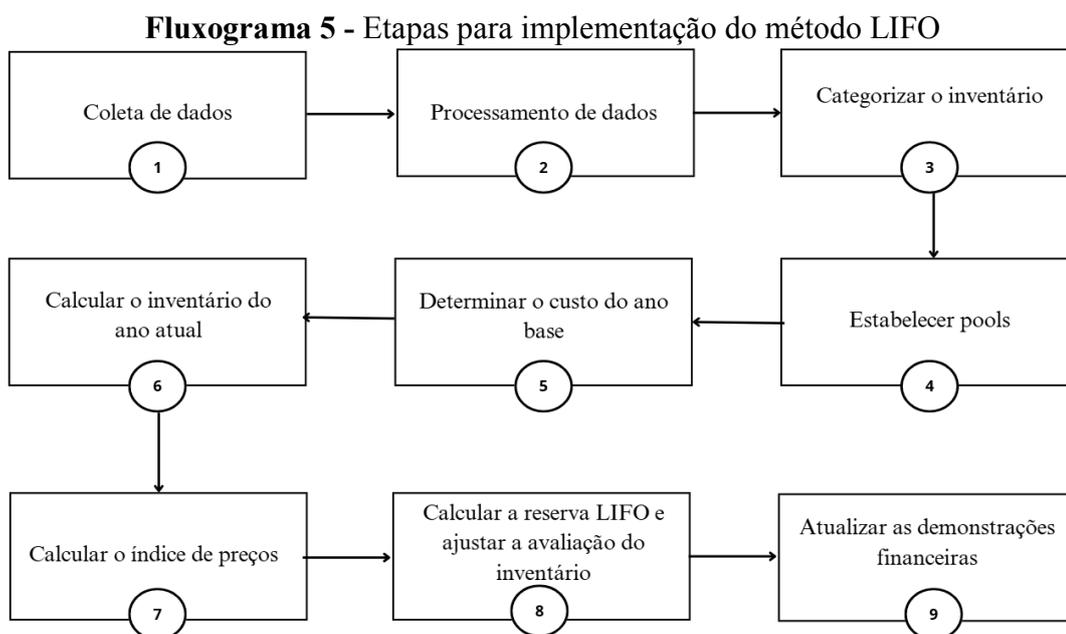
Harris et al.,(2011) destacam que muitos têm argumentado contra o LIFO por não o considerarem um método contábil viável. White, Sondhi e Fried (2008) afirmam que a resistência ao LIFO pode estar relacionada à gestão empresarial, que muitas vezes não adere à hipótese do mercado eficiente como justificativa para suas decisões contábeis.

No mundo atual, devido às exigências das Normas Internacionais de Relatórios Financeiros (IFRS), a avaliação de inventário pelo método LIFO pode ser eliminada, este fato

provavelmente ocorrerá por pressões políticas. O Congresso, ao considerar o aumento na arrecadação de impostos resultante da eliminação do LIFO, a redução da dívida devido ao aumento da receita tributária e a melhoria na comparabilidade dos relatórios financeiros em nível global, pode remover essa barreira política ao extinguir o LIFO.

Dessa forma, a escolha entre LIFO e FIFO deve levar em consideração não apenas os impactos financeiros e tributários, mas também aspectos regulatórios e estratégicos específicos de cada empresa e setor.

A implementação do método LIFO é formulada em etapas fundamentais abordadas por Allers (2024), apresentadas na Fluxograma 5.



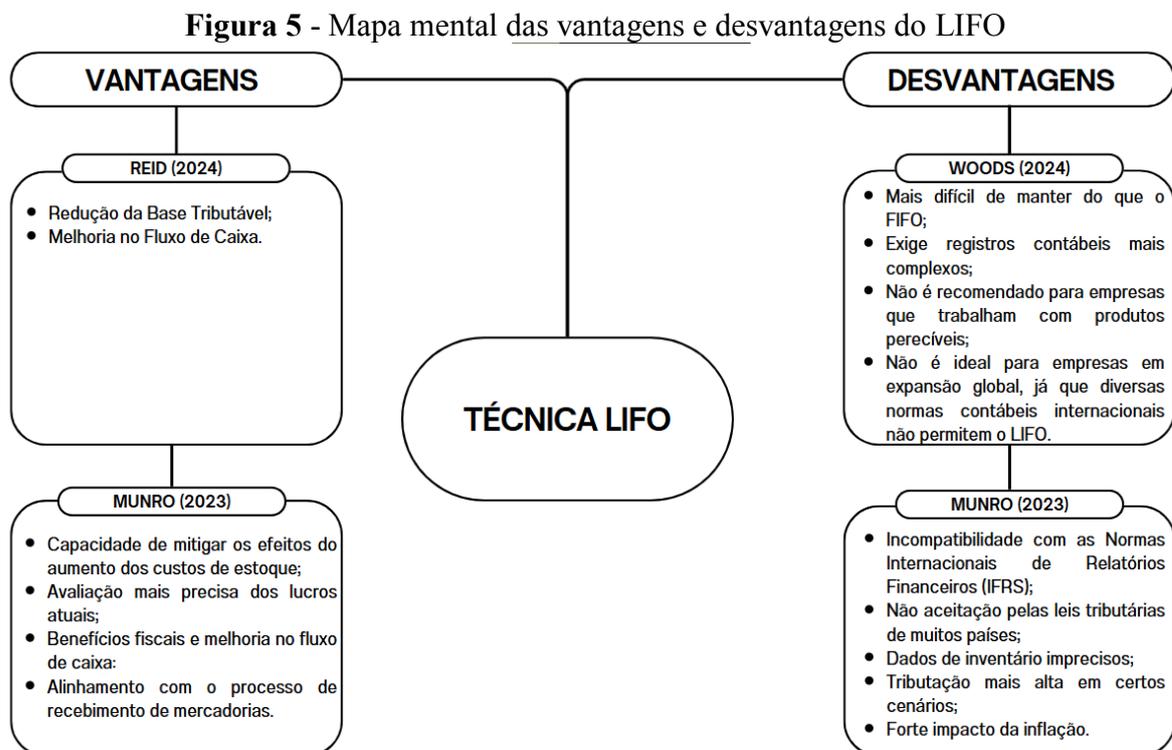
Fonte: Baseado em Allers (2024)

- **Coleta de dados:** Inicialmente para implementação deve-se coletar os dados com todas as informações sobre os itens presentes no estoque, como data de entrada, quantidade de cada item, preço unitário e demanda;
- **Processamento de dados:** Após a coleta de dados, a etapa seguinte é processá-los corretamente para garantir a aplicação do método;
- **Categorizar o inventário:** Agrupar os itens do inventário em categorias;
- **Estabelecer *pools*:** Se estiver utilizando o LIFO de valor em dólar, criar *pools* de LIFO;
- **Determinar o custo do ano-base:** Definir o custo do inventário do ano-base para cada *pool*;
- **Calcular o inventário do ano atual:** Determinar o inventário do ano atual tanto pelo custo do ano-base quanto pelo custo atual;

- **Calcular o índice de preços:** Determinar o índice de preços para cada pool.
- **Calcular a reserva LIFO:** Calcular a reserva LIFO;
- **Ajustar a avaliação do inventário:** Ajuste com base na reserva LIFO;
- **Atualizar as demonstrações financeiras:** Atualizar o custo dos bens vendidos (COGS) e o inventário final nas demonstrações financeiras.

Desta maneira, a adoção do método LIFO requer uma abordagem estruturada, desde a organização inicial do inventário até a atualização dos relatórios financeiros, onde ao aplicar corretamente esse método, as empresas podem alinhar a gestão de estoques às flutuações de preços, reduzindo a carga tributária em períodos de alta de custos. Além disso, a implementação eficiente do LIFO depende de um controle rigoroso dos registros contábeis e de um sistema bem definido para assegurar que os itens mais recentes sejam considerados prioritariamente na apuração dos custos.

O método LIFO contém pontos positivos e negativos, desta maneira, a Figura 5 apresenta esses pontos de acordo com alguns autores.



Fonte: Autoria própria (2025)

Reid (2024) destaca que este método pode oferecer diversas vantagens para as empresas, especialmente em períodos de aumento dos custos de inventário. Ao considerar que os itens

mais recentes e de maior custo são vendidos primeiro, o LIFO geralmente resulta em um Custo dos Bens Vendidos (COGS) mais alto em comparação com o FIFO. Isso pode gerar:

- Redução da Base Tributável: Um COGS mais elevado reduz o lucro tributável, levando a possíveis economias fiscais significativas. Esse benefício se destaca especialmente em períodos de inflação, quando os custos de reposição do estoque aumentam continuamente;
- Melhoria no Fluxo de Caixa: A diminuição da carga tributária libera recursos financeiros que podem ser reinvestidos no crescimento e expansão do negócio.

Ademais, Munro (2023), aborda que uma das principais vantagens do método LIFO na contabilidade de inventário é sua capacidade de mitigar os efeitos do aumento dos custos de estoque. Durante períodos de redução econômica nos preços, os lucros registrados sob o LIFO podem ser mais atrativos para investidores. Detalha ainda, como benefícios adicionais do método os seguintes fatores:

- Avaliação mais precisa dos lucros atuais: O LIFO aumenta o Custo dos Bens Vendidos (COGS) e reduz o lucro, proporcionando uma mensuração mais realista dos ganhos da empresa. Isso evita a superavaliação dos lucros ao combinar os custos mais recentes com as receitas atuais;
- Benefícios fiscais e melhoria no fluxo de caixa: Durante períodos inflacionários, o LIFO assegura que as compras recentes e de maior custo sejam consideradas no cálculo dos lucros, evitando sua superavaliação. Isso reduz a carga tributária e, conseqüentemente, melhora o fluxo de caixa da empresa;
- Alinhamento com o processo de recebimento de mercadorias: Em alguns casos, o método LIFO se ajusta perfeitamente à movimentação física do inventário. Por exemplo, quando paletes de estoque são empilhados verticalmente ao serem recebidos, o último paleta colocado (no topo) é sempre o primeiro a ser utilizado, refletindo a lógica do LIFO.

Ainda Munro (2023), apresenta que a principal desvantagem do método de avaliação de inventário LIFO é sua incompatibilidade com as Normas Internacionais de Relatórios Financeiros (IFRS) e sua não aceitação pelas leis tributárias de muitos países. Além disso, há o risco de que itens de estoque mais antigos sejam danificados ou tornem-se obsoletos. Outras desvantagens destacadas pelo autor são:

- Dados de inventário imprecisos: O LIFO geralmente subestima o valor do estoque no balanço patrimonial, pois sua avaliação se baseia nos custos mais antigos. Isso pode dar a impressão de que a posição do capital de giro da empresa é pior do que realmente é;
- Tributação mais alta em certos cenários: Em determinados períodos financeiros, o LIFO pode inflacionar a renda reportada, resultando em maiores despesas com impostos. Para evitar esses pagamentos elevados, algumas empresas podem adotar a prática de adquirir grandes volumes de estoque, o que pode levar a decisões de compra ineficientes;
- Forte impacto da inflação: Durante períodos inflacionários, o LIFO reduz os lucros reportados, o que pode prejudicar a atratividade da empresa para investidores e levar à desvalorização das ações. Além disso, o método LIFO é complexo e pode ser difícil de compreender, tornando mais desafiador para investidores avaliarem com precisão o impacto da inflação sobre os ganhos da empresa.

Woods (2024) destaca que o método LIFO é mais difícil de manter do que o FIFO, pois pode resultar na permanência de itens mais antigos no estoque sem serem vendidos ou enviados. Além disso, o LIFO exige registros contábeis mais complexos, uma vez que os custos do estoque não vendido permanecem no sistema contábil. Por conseguinte, o método não é recomendado para empresas que trabalham com produtos perecíveis, pois esses itens podem expirar antes de serem vendidos ou despachados. Além disso, esse método não é ideal para empresas em expansão global, já que diversas normas contábeis internacionais não permitem a avaliação de estoques pelo LIFO.

Desta maneira, o método LIFO, embora traga vantagens significativas em determinados cenários, também apresenta desafios que exigem uma gestão cuidadosa, onde sua aplicação pode ser benéfica em períodos de inflação, reduzindo a carga tributária e melhorando o fluxo de caixa. No entanto, a complexidade dos registros contábeis e o risco de obsolescência de produtos são fatores que devem ser considerados. Além disso, a incompatibilidade do LIFO com normas contábeis internacionais pode representar um obstáculo para empresas que buscam expansão global. Portanto, a escolha pelo LIFO deve ser feita com base em uma análise criteriosa das necessidades do negócio, garantindo que sua adoção esteja alinhada às estratégias operacionais e financeiras da organização.

A técnica de realização de inventário LIFO é aplicável a diversos setores, com foco em empresas que buscam a otimização da tributação e o alinhamento dos custos de estoque às variações de preços do mercado, conforme apresentado, esta técnica contém uma lógica de utilização que prioriza a saída dos itens adquiridos por último, logo torna-se um método ideal para setores que lidam com custos crescentes e necessitam reduzir o impacto da inflação sobre

os resultados financeiros. Deste modo, o Quadro 8 apresenta os principais setores que se beneficiam com a aplicação do LIFO:

Quadro 8 - Setores beneficiados com a implementação do LIFO

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|------------------------------------|---|---|
| Indústria de petróleo e gás | Ajustar os custos de estoque às oscilações de preços do mercado | Redução da carga tributária e melhor gestão de custos |
| Comércio atacadista | Gerenciar estoques de alto custo e demanda flutuante | Maior controle sobre margens de lucro e fluxo de caixa |
| Setor automotivo | Considerar custos recentes de peças e componentes | Avaliação mais precisa dos custos e menor impacto inflacionário |
| Indústria química | Controlar estoques de insumos sujeitos a variação de preços | Mitigação do impacto de custos crescentes sobre a lucratividade |
| Metalurgia e siderurgia | Ajustar os custos de matérias-primas altamente voláteis | Redução de impostos e maior previsibilidade financeira |

Fonte: Elaborado com base em Munro (2023) e Matias (2024)

No entanto, apesar de vantajoso para diversos cenários, o método LIFO apresenta diversas restrições com relação a alguns segmentos, principalmente em locais onde a rotatividade de produtos é essencial ou onde há a necessidade de conformidade com normas contábeis internacionais. Desta maneira, o Quadro 9 apresenta os principais cenários onde o método enfrenta limitações.

Quadro 9 - Cenários com restrições para o LIFO

| Cenários | Justificativa |
|--|---|
| Empresas que seguem IFRS | LIFO não é permitido pelas Normas Internacionais de Contabilidade |
| Setores com produtos perecíveis | Itens mais antigos podem nunca ser vendidos, gerando perdas |
| Empresas em expansão global | Dificuldade na padronização contábil em diferentes países |
| Negócios com baixa volatilidade de preços | FIFO pode refletir melhor a realidade financeira |

Fonte: Elaborado com base em Munro (2023) e Matias (2024)

Por fim, destaca-se que o método LIFO é uma estratégia eficiente para determinadas indústrias, especialmente aquelas impactadas pela inflação e por oscilações de preços. No entanto, sua implementação deve ser analisada de acordo com as necessidades e

regulamentações do setor, garantindo que sua aplicação traga os benefícios esperados sem comprometer a transparência contábil e a conformidade fiscal.

4.2.1.4 Inventário Periódico

O inventário periódico, também conhecido como inventário físico, consiste na contagem manual dos itens de estoque com o objetivo de comparar as quantidades registradas nos sistemas com os volumes reais disponíveis. Segundo Peinado e Graeml (2007), esse processo é realizado em intervalos regulares, como semestres ou anos, geralmente ao final do exercício fiscal, mas também pode ser executado em ocasiões específicas, conforme a necessidade da organização.

No entanto, apesar de amplamente utilizado por empresas devido à sua simplicidade, este método apresenta desafios significativos, sendo uma das principais dificuldades a necessidade de interromper operações essenciais, como produção em indústrias ou vendas no varejo, durante a realização do inventário. Deste modo, para minimizar impactos, é comum que o processo seja agendado para períodos de menor atividade, como finais de semana ou feriados, e que tenha uma duração reduzida, geralmente entre dois e três dias (Peinado e Graeml, 2007).

A execução do inventário periódico, para Peinado e Graeml (2007), exige uma força-tarefa composta por colaboradores designados exclusivamente para essa atividade, o que gera custos operacionais consideráveis, incluindo horas extras, alimentação, transporte, e despesas relacionadas à geração de etiquetas, conferências e registro de dados. Além disso, sua execução requer planejamento e organização detalhados, especialmente em estoques com milhares de itens distintos, variando em tamanhos, formatos e nomenclaturas.

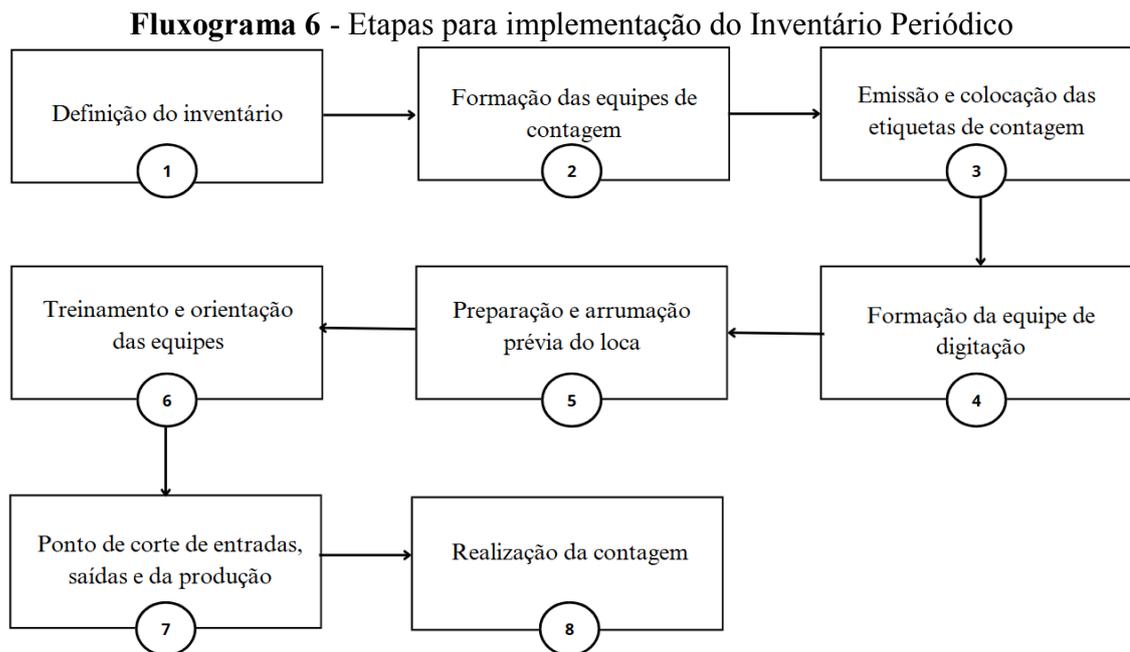
Dias (2015) utiliza o termo "inventário geral" para se referir a esse método, destacando que ele é realizado ao final do exercício fiscal e engloba todos os itens do estoque simultaneamente, e embora seja útil para consolidar informações contábeis, sua execução prolongada dificulta a identificação precisa de falhas e inconsistências no controle de estoques.

A necessidade de interrupção completa das operações, incluindo produção, recebimentos e expedições, torna o inventário periódico especialmente desafiador em empresas de grande porte, podendo resultar em atrasos e prejuízos operacionais (Pozo, 2007).

Sendo assim, embora à primeira vista pareça ser um processo simples de contagem, o inventário periódico demanda um planejamento cuidadoso, onde a organização e o treinamento da equipe são essenciais para garantir a precisão do processo, que pode envolver centenas de colaboradores em empresas de grande porte.

Em suma, o inventário periódico é uma ferramenta fundamental para alinhar os dados de estoque registrados com os volumes reais, fornecendo informações valiosas para a tomada de decisões e a elaboração de relatórios contábeis. Contudo, seu uso requer uma análise cuidadosa de custos e impactos operacionais, buscando maximizar a eficiência e a eficácia do processo em cada contexto organizacional.

Para a implementação do inventário periódico, são destacadas 8 etapas elementares, apresentadas na Fluxograma 6.



Fonte: Baseado em Peinado e Graeml (2007)

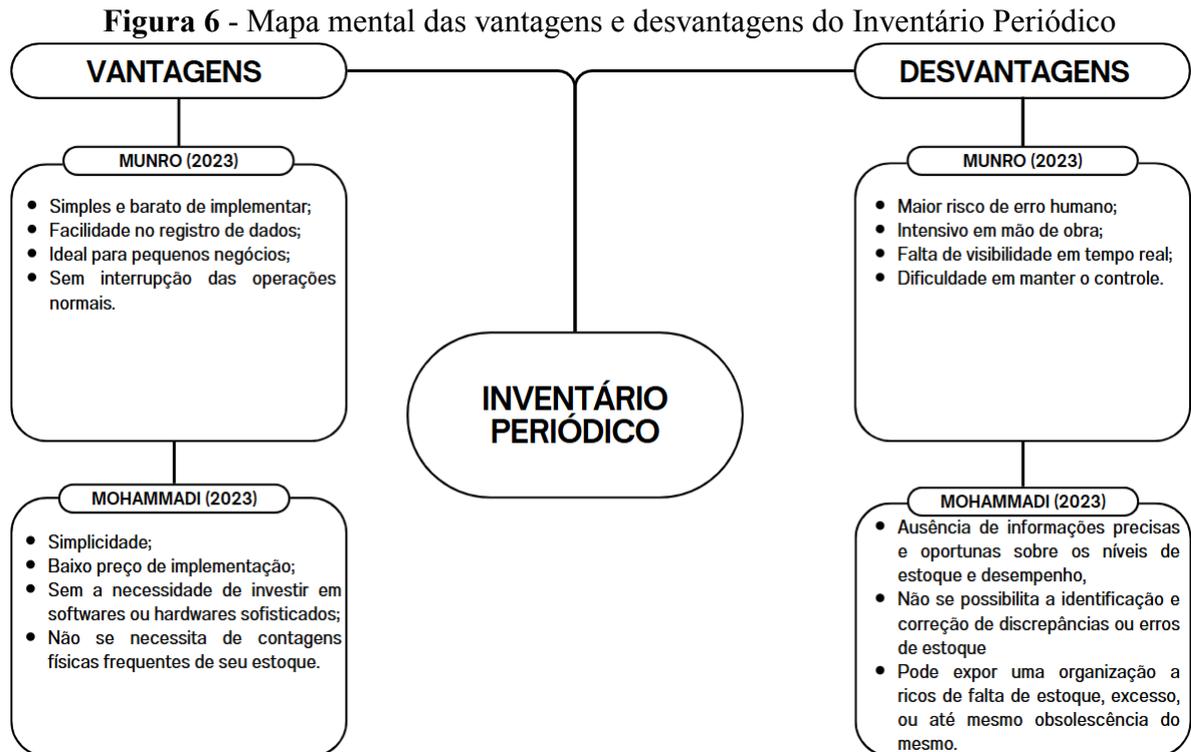
Desta maneira, Peinado e Graeml (2007), listam como etapas essenciais:

- **Definição do inventário:** Onde define-se a data, quais itens serão contados, se será uma contagem geral, a duração, o coordenador ou responsável pela contagem e a forma de auditoria. No geral, para estoques controlados necessita-se de um a dois meses de preparação;
- **Formação das equipes de contagem:** Nesta etapa, se realiza a classificação dos funcionários mais experientes para realizar as contagens;
- **Emissão e colocação das etiquetas de contagem:** Emissão das etiquetas que possibilitam a identificação dos produtos, em estoques automatizados, é comum o uso das etiquetas de códigos de barras e RFID;

- **Formação da equipe de digitação:** Forma-se a equipe dos colaboradores que farão a comparação entre a primeira e segunda contagem, apontando as divergências para a realização de uma terceira contagem;
- **Preparação e arrumação prévia do local:** Nesta etapa, tem-se a arrumação do estoque para realização da contagem, colocando os itens em seus devidos lugares a fim de prevenir confusões em quem irá realizar a contagem;
- **Treinamento e orientação das equipes:** Aqui informa-se as equipes e a maneira como funcionará a contagem do inventário, a função de cada um e a arrumação;
- **Ponto de corte de entradas, saídas e da produção:** Esta etapa trata-se do congelamento temporário de toda movimentação no estoque para não causar divergências no resultado final;
- **Realização da contagem:** Por fim, na etapa final realiza-se efetivamente a contagem do estoque.

Deste modo, a organização e execução de um inventário periódico, embora demandem planejamento e coordenação rigorosos, são fundamentais para garantir a precisão das informações sobre os estoques e a tomada de decisões estratégicas. Seguindo as etapas definidas, é possível minimizar erros, dessa forma, o inventário periódico não apenas auxilia no controle eficiente do estoque, mas também contribui para a melhoria contínua dos processos logísticos da organização.

O sistema de inventário periódico apresenta diversas vantagens e desvantagens que o tornam mais ou menos adequado dependendo do contexto empresarial. A Figura 6 apresenta o mapa mental com a visão de dois autores sobre o método.



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, segundo Munro (2023), um dos principais benefícios desse sistema são:

- **Simples e barato de implementar:** O inventário periódico é simples e econômico para implementar, pois a contagem é realizada manualmente, sem necessidade de investimento em software de inventário;
- **Facilidade no registro de dados:** O gerenciamento de registros pode ser feito usando uma planilha física ou baseada em computador. Os três parâmetros básicos do inventário periódico são a quantidade atual de itens em estoque, o número de itens comprados e o número de itens vendidos, registrar essas três informações em sua planilha facilita a análise dos dados e permite fazer ajustes necessários;
- **Ideal para pequenos negócios:** Este método pode ser usado por empresas de qualquer tamanho. No entanto, é ideal para pequenas empresas com tipos específicos de inventário ou baixos níveis de estoque;
- **Sem interrupção das operações normais:** As contagens físicas de inventário podem ser programadas a qualquer momento, o que significa que podem ser realizadas fora do horário comercial normal, com custos mínimos para o negócio.

Mohammadi (2023), complementa que as principais vantagens na utilização de um sistema de inventário periódico são a sua simplicidade e o baixo preço de implementação, sem a necessidade de investir em *softwares* ou *hardwares* sofisticados para acompanhar suas

movimentações de estoque em tempo real. Ademais, também não se necessita de contagens físicas frequentes de seu estoque. Desta maneira, este sistema torna-se uma ótima opção para pequenas empresas que lidam com mercadorias de baixo volume ou alto valor, ou possuem demanda estável e previsível por seus produtos.

No entanto, o sistema de inventário periódico também apresenta limitações significativas, Mohammadi (2023) cita como contras para esse método, a ausência de informações precisas e oportunas sobre os níveis de estoque e desempenho, impossibilitando a monitoração do giro de estoque, da margem de lucro bruto ou do encolhimento até o final do período. Além disso, não se possibilita a identificação e correção de discrepâncias ou erros de estoque à medida que ocorrem. Deste modo, o inventário periódico pode expor uma organização a riscos de falta de estoque, excesso, ou até mesmo obsolescência do mesmo.

Para Munro (2023), os principais contras deste método são:

- Maior risco de erro humano: Trata-se de um sistema com potencial de ser altamente impreciso, porque os registros contábeis só são atualizados no final do ano ou ao término de um período contábil pré-estabelecido para refletir a contagem física do inventário;
- Intensivo em mão de obra: O sistema de inventário periódico torna-se desafiador pois pode ser desafiador, pois as contagens físicas de inventário tornam-se mais trabalhosas à medida que a empresa aumenta, especialmente se houver grandes volumes de transações de inventário;
- Falta de visibilidade em tempo real: Este sistema provoca uma sensação de cegueira para as organizações, sem o conhecimento de informações de inventário em tempo real ou dados de lucro bruto, é difícil otimizar as operações para obter maior sucesso nos negócios. Além disso, sem dados significativos de inventário, há o risco de enfrentar falta de estoque, que pode ser onerosa, ou, por outro lado, custos elevados de manutenção de estoque;
- Dificuldade em manter o controle: Como o inventário só é contado em momentos específicos, torna-se impossível identificar situações de roubo, especialmente se as contagens forem realizadas apenas uma vez por ano.

Desta maneira, o sistema de inventário periódico se destaca como uma solução acessível e prática para empresas de menor porte, mas suas limitações devem ser cuidadosamente avaliadas para garantir sua eficiência em contextos mais complexos.

A técnica de inventário periódico é amplamente utilizada em empresas que buscam simplicidade no controle de estoques e redução de custos iniciais de implementação. Sendo uma

abordagem ideal para organizações com menor volume de operações ou que não necessitam de dados em tempo real.

Deste modo, o Quadro 10 apresenta os principais setores beneficiados pela implementação do inventário periódico, destacando seus objetivos e benefícios:

Quadro 10 - Setores beneficiados pelo Inventário Periódico

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|---|--|---|
| Pequenos negócios | Reduzir custos e simplificar o controle de estoques | Baixo investimento inicial e facilidade de operação |
| Varejo de baixo volume | Gerenciar estoques sazonais ou de baixa rotatividade | Redução de esforço operacional e foco em períodos específicos |
| Restaurantes e cafés | Atualizar estoques de insumos alimentares periodicamente | Controle básico suficiente para necessidades de curto prazo |
| Educação | Gerenciar materiais de escritório e suprimentos | Simplicidade no acompanhamento de itens não críticos |
| Organizações sem fins lucrativos | Controle de doações e suprimentos recebidos | Facilita a gestão de recursos de forma periódica |

Fonte: Baseado em Watters (2003)

Embora amplamente aplicado, o inventário periódico também apresenta desafios, principalmente em cenários que demandam maior controle e precisão. O Quadro 11 apresenta os principais contextos em que o método encontra restrições:

Quadro 11 - Cenários com restrições para o Inventário Periódico

| Cenários | Justificativa |
|---|---|
| Empresas com alta rotatividade de estoque | Dificuldade em manter a precisão entre as contagens periódicas |
| Setores que exigem conformidade regulatória rigorosa | Necessidade de atualizações frequentes e dados em tempo real |
| Grandes organizações | Volume elevado de transações torna o método ineficiente |
| Indústrias tecnológicas | Necessidade de controle contínuo devido à rápida obsolescência |
| Negócios com estoques perecíveis | Risco de perdas significativas devido à ausência de monitoramento em tempo real |

Fonte: Baseado em Watters (2003)

Assim, o sistema de inventário periódico oferece simplicidade e baixo custo, sendo indicado para setores com menor complexidade operacional. No entanto, sua implementação deve ser analisada cuidadosamente, considerando as demandas específicas de cada empresa e a natureza do estoque gerenciado.

4.2.1.5 Inventário Permanente

O método de inventário permanente é um modelo econômico utilizado para calcular estoques com base nos fluxos de investimento relacionados, de modo que, funciona acumulando as aquisições passadas de ativos ao longo de suas vidas úteis estimadas, permitindo assim a estimativa do estoque bruto de capital. Diante disso, a principal fonte de dados para o método são os investimentos em capital, expressos em termos de preços constantes, além disso, é essencial dispor de informações sobre a vida útil dos ativos, a fim de assegurar que a medida do estoque bruto de capital resultante não inclua ativos que já não possuam utilidade econômica (Dey-Chowdhury, 2008).

Para Yitayew (2014), o sistema de inventário permanente mantém um registro contínuo das quantidades físicas de estoque, registrando cada compra de item em tempo real, logo esse método permite um acompanhamento mais eficiente e preciso do estoque em comparação com outros sistemas. No entanto, sua eficácia depende de um registro e monitoramento consistentes.

O inventário permanente é fundamental para o planejamento adequado e o controle eficaz da gestão de estoques, bem como para a prevenção de rupturas de estoque. Além disso, esse sistema atualiza continuamente os registros do estoque, contabilizando entradas e saídas sempre que itens são recebidos, vendidos, transferidos entre locais, retirados ou descartados (Mbanugo e Uzoka, 2022).

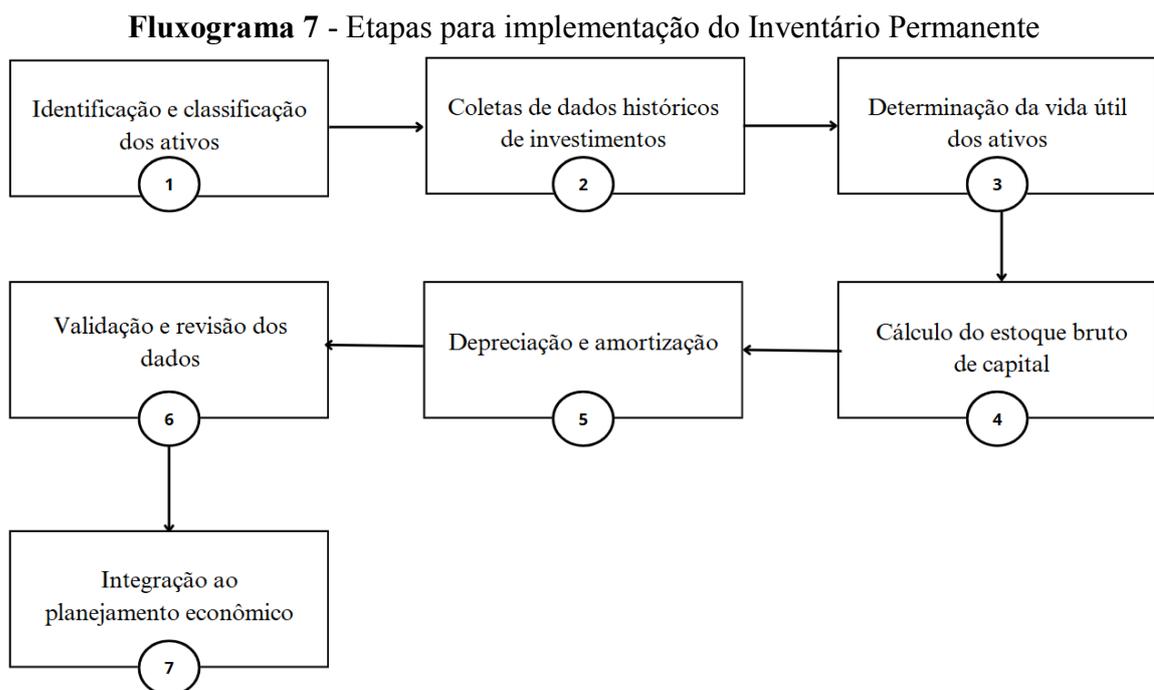
De acordo com Yunis (2019), muitas organizações optam por sistemas de controle de inventário permanente porque esses sistemas fornecem informações atualizadas sobre o estoque, facilitando a realização de contagens físicas mínimas. Além disso, eles são amplamente preferidos para rastreamento de inventário, pois oferecem resultados precisos de forma contínua, desde que sejam gerenciados de maneira adequada.

Segundo Chopra (2015), esse tipo de sistema é ainda mais eficiente quando integrado a um banco de dados que registra em tempo real as quantidades de estoque e as localizações dos itens, com atualizações feitas por trabalhadores do armazém utilizando scanners de código de barras. Deste modo, o controle de inventário permanente é amplamente adotado em

organizações devido à sua capacidade de fornecer informações atualizadas e confiáveis, reduzindo a necessidade de contagens físicas frequentes.

Ainda, o inventário permanente, permite saber o saldo na conta de estoque a qualquer momento, logo empresas de grande porte geralmente utilizam esse sistema no lugar de sistemas de inventário periódico (Khan, Faisal e Aboud, 2018).

Para a implementação do método de inventário permanente, necessita-se de 7 etapas estruturadas para garantir que o modelo seja aplicado corretamente e gere resultados confiáveis, apresentadas na Fluxograma 7.



Fonte: Adaptado de Schreiber Jr (1958).

Desta maneira, Schreiber Jr (1958), lista como etapas essenciais:

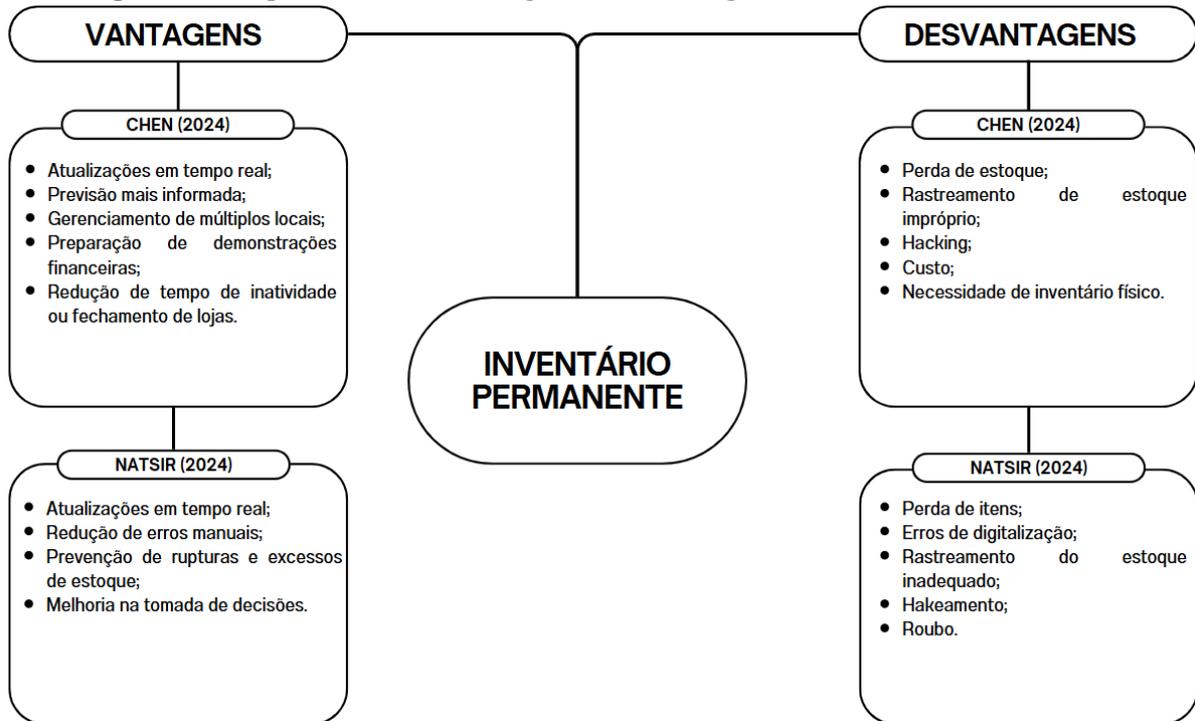
- **Identificação e classificação dos ativos:** Identificar os ativos a serem incluídos no cálculo do estoque de capital bruto, classificando-os por tipos, como equipamentos, infraestrutura e edificações;
- **Coleta de dados históricos de investimento:** Reunir dados históricos sobre os investimentos realizados, preferencialmente em valores ajustados pela inflação (preços constantes), para evitar distorções;
- **Determinação da vida útil dos ativos:** Estimar a vida útil econômica dos ativos, considerando aspectos como desgaste físico, obsolescência técnica e mudanças econômicas;

- **Cálculo do estoque bruto de capital:** Aplicar a fórmula do método para acumular investimentos passados ao longo da vida útil estimada dos ativos, ajustando por depreciação;
- **Depreciação e amortização:** Escolher um método de depreciação, como linear ou geométrico, para reduzir o valor dos ativos ao longo do tempo;
- **Validação e revisão dos dados:** Validar os resultados obtidos, verificando inconsistências nos dados de entrada ou nas suposições feitas durante o cálculo;
- **Integração ao planejamento econômico:** Utilizar os resultados do inventário permanente para informar decisões estratégicas, como planejamento de investimentos, avaliação de ativos e análise de produtividade.

Sendo assim, a organização e execução de um inventário permanente, embora exijam planejamento, tecnologia adequada e treinamento contínuo, são fundamentais para assegurar a precisão das informações sobre os estoques e embasar decisões estratégicas, onde ao seguir as etapas definidas, é possível reduzir erros e otimizar processos, garantindo um controle de estoque em tempo real. Dessa forma, o inventário permanente não apenas aprimora a gestão de estoques, mas também contribui significativamente para a eficiência operacional e a melhoria contínua dos processos logísticos da organização.

O sistema de inventário permanente apresenta diversas vantagens e desvantagens, assim, a Figura 7 apresenta o mapa mental com a visão de dois autores sobre o tema.

Figura 7 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do Inventário Permanente



Fonte: Autoria própria (2025)

Desta maneira, conforme Chen (2024), as principais vantagens a se citar são:

- **Atualizações em tempo real:** Um sistema perpétuo, como o nome indica, fornece atualizações contínuas sobre compras e vendas, onde gerentes e funcionários podem monitorar esses dados e usá-los conforme necessário em tempo real;
- **Previsão mais informada:** A capacidade de rastrear padrões de compra do cliente e flutuações sazonais, e as oportunidades que essas informações fornecem, são vantagens importantes de um sistema de inventário perpétuo, já que, conhecer e atualizar os padrões de compra do cliente permite um plano de estoque que minimiza o excesso ou estoque inadequado;
- **Gerenciamento de múltiplos locais:** Um dos maiores desafios do gerenciamento de estoque é o monitoramento do estoque em múltiplos locais. Um sistema de estoque perpétuo conectado cria uma série de oportunidades de atendimento, incluindo mover estoque de um local para outro e gerenciar níveis de estoque para todos os locais internamente;
- **Preparação de demonstrações financeiras:** Este sistema facilita a preparação de relatórios financeiros, um dos componentes das demonstrações financeiras é o valor do estoque, logo, ter a quantidade e o valor do estoque disponível registrados diretamente

no sistema pode acelerar a preparação de relatórios financeiros e evitar erros de cálculos manuais;

- Redução de tempo de inatividade ou fechamento de lojas: Empresas que dependem exclusivamente de inventários físicos periódicos têm decisões difíceis a tomar, elas ocupam o tempo dos funcionários, até mesmo fecham lojas com frequência, para conduzir inventários e ganhar precisão, ou optam por contagens de estoque menos frequentes e sacrificam dados atualizados, já um sistema de inventário perpétuo elimina esses problemas.

Complementar a isto, Natsir (2024) cita como benefícios do método de inventário permanente os seguintes fatores:

- Atualizações em tempo real: O sistema registra automaticamente cada venda, reposição ou ajuste no estoque, proporcionando uma visão precisa e atualizada dos níveis de inventário;
- Redução de erros manuais: A automação dos processos de controle de estoque minimiza a possibilidade de erros humanos, garantindo maior precisão nos registros;
- Prevenção de rupturas e excessos de estoque: Com informações atualizadas, as empresas podem evitar a falta ou o excesso de produtos, otimizando o espaço de armazenamento e os custos operacionais;
- Melhoria na tomada de decisões: Dados precisos sobre o inventário permitem decisões mais informadas relacionadas a compras, vendas e gestão de estoque.

Chen (2024) apresenta como contras desse método:

- Perda de estoque: Devido a danos, deterioração e roubo, entre outros motivos. Quando o estoque perpétuo estimado não corresponde a um estoque físico subsequente, essa discrepância equivale a uma perda;
- Rastreamento de estoque impróprio: Erros de digitalização, extravio de produtos, mau funcionamento de software ou erros do operador podem degradar a eficiência de um sistema de estoque perpétuo. Quando isso acontece, rastrear os bens e o estoque da empresa no depósito ou loja prejudicará as operações comerciais;
- *Hacking*: Os sistemas de computador, apesar de sua velocidade e eficiência, são suscetíveis a atos ilícitos na forma de *hacking*. O *hacking* ameaça à segurança e a precisão de todos os dados e informações e força a implementação de medidas de segurança cibernética que podem ser caras;

- **Custo:** Os sistemas de inventário perpétuo são caros, especialmente no *front-end*, devido ao custo de equipamento, software e treinamento. Atualizações para todos os itens acima são parte do custo contínuo de manutenção de um sistema perpétuo, assim, para uma pequena empresa com inventário limitado e margens pequenas, um sistema perpétuo pode não ser acessível ou mesmo necessário;
- **Necessidade de inventário físico:** Devido à eventual necessidade de “contar coisas”, um inventário físico, pelo menos anualmente, é prudente, mas o número de realizações deste tipo de inventário pode ser reduzido.

Ainda Natsir (2024), acrescenta como desvantagens desse método:

- **Perda de itens:** A principal desvantagem é a vulnerabilidade à perda de itens, esse sistema tem uma função para garantir um registro de inventário rápido e fácil. No entanto, a ausência de verificações físicas neste sistema tem o potencial para a perdas para a empresa;
- **Erros de digitalização:** Cada item em um inventário permanente deve possuir um código de barras, a presença deste código de barras ou etiqueta é usada para facilitar a digitalização de todos os itens, caso ocorra um erro de digitalização, a empresa não registrará o item no sistema;
- **Rastreamento do estoque inadequado:** O principal problema no sistema de inventário é o rastreamento inadequado do inventário, caso ocorra, rastrear os bens o inventário da empresa, prejudicará suas operações comerciais;
- **Hakeamento:** Hakeamento irresponsável ameaçará a segurança de todos os dados e informações da empresa. Portanto, deve-se certificar de proteger os dados e informações da empresa, caso o vazamento ocorra, a empresa será considerada sem credibilidade e o sistema não ideal;
- **Roubo:** A última fraque é a vulnerabilidade a roubos, este sistema não garante que o estoque de mercadorias em sua empresa permanecerá seguro a roubos, se os itens forem perdidos devido ao roubo, afetará os registros no sistema de inventário permanente.

Embora o inventário permanente apresente diversas vantagens, como atualizações em tempo real e maior eficiência na gestão de múltiplos locais, é crucial considerar suas limitações, especialmente os custos iniciais, riscos cibernéticos e vulnerabilidades relacionadas à perda de itens e roubo. Empresas interessadas em adotar esse sistema devem avaliar cuidadosamente sua estrutura e necessidades operacionais para garantir que os benefícios superem os desafios.

Assim, a implementação desse método pode se traduzir em um diferencial competitivo significativo.

O método de inventário permanente é amplamente utilizado por empresas que necessitam de um controle contínuo dos estoques, garantindo informações atualizadas sobre a movimentação de mercadorias. Esse método permite que todas as entradas e saídas de produtos sejam registradas em tempo real, proporcionando maior precisão nos relatórios financeiros e na tomada de decisões estratégicas. Assim, o Quadro 12 apresenta os principais setores beneficiados pela implementação do inventário permanente, destacando seus objetivos e benefícios.

Quadro 12 - Setores beneficiados com o Inventário Permanente

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|---------------------------------|--|---|
| Comércio varejista | Monitoramento contínuo da reposição de mercadorias | Evita rupturas de estoque e melhora a gestão de compras |
| Indústria manufatureira | Controle detalhado de matérias-primas e insumos | Redução de desperdícios e otimização do processo produtivo |
| Setor farmacêutico | Gerenciamento rigoroso de medicamentos | Cumprimento de normas sanitárias e minimização de perdas |
| Logística e distribuição | Rastreamento preciso de movimentação de produtos | Maior eficiência operacional e redução de custos de armazenagem |
| Comércio eletrônico | Atualização imediata dos estoques nas plataformas de venda | Evita vendas de produtos indisponíveis e melhora a experiência do cliente |

Fonte: Elaborado com base em Chen (2024) e Natsir (2024)

Embora o inventário permanente traga benefícios significativos, sua implementação pode apresentar desafios em determinados cenários. Empresas que lidam com grandes volumes de itens de baixo custo ou que possuem estrutura limitada para registros contínuos podem encontrar dificuldades nesse método. Assim, o Quadro 13 apresenta as principais limitações do inventário permanente.

Quadro 13 - Cenários com restrições para o Inventário Permanente

| Cenários | Justificativa |
|--|---|
| Pequenos negócios com recursos limitados | Requer investimentos em sistemas de controle de estoque |
| Estoques de baixo valor e alta rotatividade | O controle contínuo pode ser mais caro do que os benefícios obtidos |
| Empresas sem sistemas automatizados | A atualização manual dos registros pode gerar erros e inconsistências |
| Setores que utilizam inventário periódico | A contagem frequente de estoque pode não ser viável |
| Pequenos negócios com recursos limitados | Requer investimentos em sistemas de controle de estoque |

Fonte: Elaborado com base em Chen (2024) e Natsir (2024)

Por fim, o método de inventário permanente é uma ferramenta essencial para o gerenciamento eficiente dos estoques, proporcionando maior controle, transparência e precisão contábil. No entanto, sua implementação deve ser avaliada caso a caso, considerando as particularidades da empresa e a viabilidade de manter registros atualizados em tempo real.

4.2.1.6 Ponto de pedido (*Reorder Point*)

O Ponto de Pedido (*Reorder Point*- ROP), se conceitua como uma estratégia essencial utilizada pelas empresas afim de se determinar o momento ideal para reabastecer os estoques e realizar novas compras (Mittal, 2024). Assim, Para Ivan e Oetama (2024), o ROP garante que os produtos serão reordenados ou reabastecidos no momento certo, evitando a falta de estoque e mantendo o inventário em níveis adequados, para isso a estratégia considera dois fatores-chave, o tempo de entrega (*lead time*) dos produtos pelos fornecedores e o valor do estoque de segurança.

Onde, conforme Ivan e Oetama (2024):

- Tempo de Entrega: Refere-se ao período necessário para que os produtos sejam entregues pelos fornecedores ao armazém ou ponto de venda da empresa (Vasilev e Milkova, 2022). Destaca-se que ao considerar esse tempo, a empresa pode estimar o período necessário para receber um novo pedido após sua realização, essa informação é fundamental para determinar o momento certo de iniciar o processo de reposição;
- Estoque de segurança: Representa o nível de inventário mantido como reserva para lidar com flutuações inesperadas na demanda ou atrasos na cadeia de suprimentos (Goli et al., 2020). Este tipo de estoque protege contra incertezas, como picos inesperados de

demanda dos clientes ou atrasos na entrega pelos fornecedores, assim o valor do estoque de segurança assegura que a empresa tenha estoque suficiente para atender à demanda até a chegada de um novo pedido.

O gerenciamento de estoque é um fator essencial para se determinar o momento ideal de reabastecimento e mantê-lo no nível certo. Neste caso, na política do ponto de reabastecimento, o reabastecimento ocorre quando o nível de estoque atinge o ponto de pedido, denominado ponto ROP (Hung, 2011).

Para Ivan e Oeatama (2024), o cálculo correto do ponto ROP, possibilita para as empresas um planejamento proativo de seus estoques, minimizando a falta de produtos e garantindo que a quantidade adequada de mercadorias esteja disponível quando necessário.

Assim, conforme Umry e Singgih (2019), o ponto de pedido é determinado pela quantidade de demanda em um determinado período e pelo tempo necessário para receber o pedido (*lead time*).

Deste modo, para a determinação do ponto de pedido sem a presença de estoque de segurança, normalmente para organizações que seguem práticas de estoque enxuto ou uma estratégia de gerenciamento *just-in-time*. Nesses casos, ponto ROP deve ser calculado pela multiplicação das vendas médias diárias pelo o *lead time*. Destaca-se que, normalmente, quando não se tem estoque de segurança, o nível de reposição e a frequência de seus pedidos tendem a ser maiores (Kesavan, 2024). Assim, conforme Umry e Singgih (2019), a fórmula do ponto de pedido é expressa pela equação (2).

$$\text{ROP} = d.L \quad (2)$$

d = Número de pedidos médio;

L = *Lead time*.

Desta maneira, para a determinação do ROP com uso do estoque de segurança, que ocorre para empresas que mantêm estoque extra em mãos em caso de circunstâncias inesperadas. Assim, para calcular o ponto de pedido neste cenário, multiplica-se o uso médio diário pelo lead time e adiciona a quantidade de estoque de segurança definida (Rafliana e Suteja, 2018). Segundo Umry e Singgih (2019) levando em consideração o estoque de segurança, tem-se a equação (3).

$$ROP = d.L.S \quad (3)$$

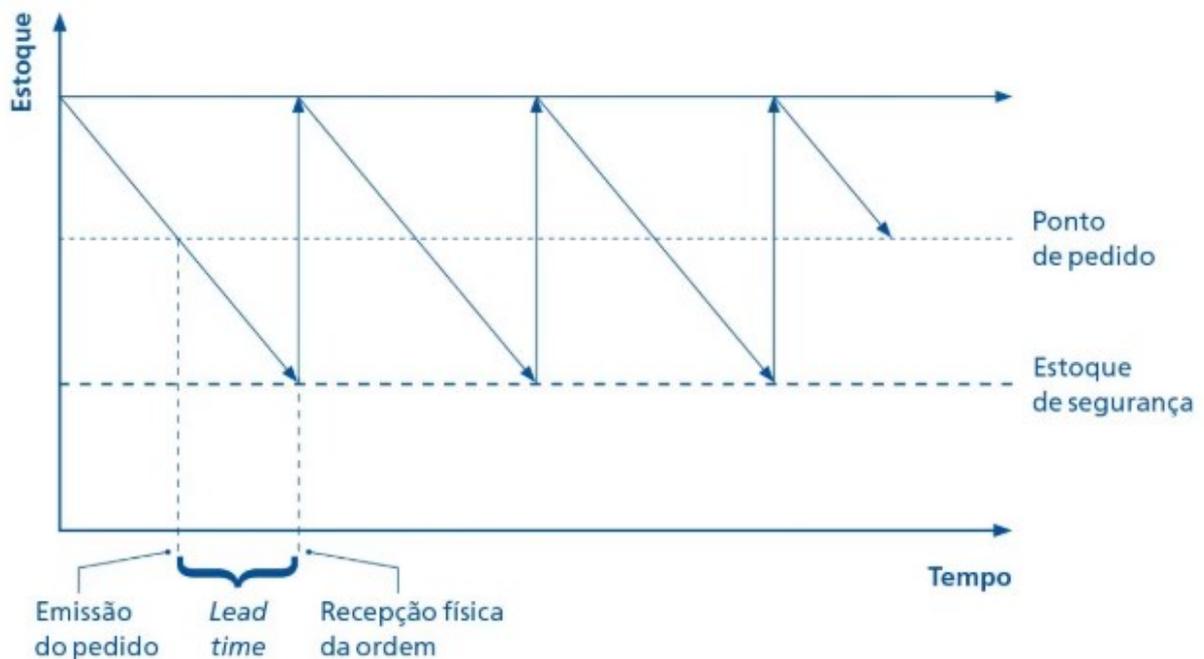
d = Número de pedidos médio;

L = *Lead time*;

S = Estoque de segurança.

Outrossim, a Figura 8 apresenta o gráfico simplificado do ponto de pedido, onde demonstra a relação entre o ponto de pedido, o nível de estoque e o estoque de segurança ao longo de um período de tempo. Assim, torna-se possível visualizar como o ponto de pedido baseia-se nas tendências de vendas.

Figura 8 - Gráfico do ponto de pedido



Fonte: Butta (2022)

Ademais, destaca-se que a fórmula do Ponto de Reposição (ROP) é válida apenas se o tempo de entrega do pedido for menor que o tempo do ciclo de estoque, onde o tempo do ciclo de estoque refere-se à quantidade de pedidos feitos anualmente para atender à demanda. Deste modo, o número de pedidos por ano pode ser calculado com base na quantidade de pedido mais econômica em cada requisição, conhecida como quantidade econômica de pedido (Q), apresentado na equação (4) (Umry e Singgih, 2019).

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad (4)$$

Q = Quantidade Econômica de Pedido (EOQ);

R = Demanda anual;

C = Custo de pedido por solicitação;

H = Custos de manutenção de estoque por unidade por período.

Já o tempo de ciclo do inventário segundo Umry e Singgih (2019) é determinado pela equação (5).

$$t = T.N \quad (5)$$

t = Tempo do ciclo;

T = Período (ano);

N = Número de pedidos por ano.

Desta maneira, tem-se que o número de demandas e o tempo de entrega influenciam o ponto de reposição. Quando a demanda é conhecida, a determinação do ponto de reposição pode ser feita com base no próprio tempo de entrega do pedido. No entanto, quando o tempo de entrega é conhecido, mas a demanda varia de forma flutuante e não pode ser determinada com precisão, a fórmula do ROP precisa considerar o estoque de segurança para lidar com essas flutuações na demanda, assim, utiliza-se a seguinte equação (6) (Umry e Singgih, 2019).

$$R = dL + S - \frac{L}{t}Q^* \quad (6)$$

R = Ponto de Reposição (ROP);

d = Demanda em um determinado período;

L = *Tempo* de entrega (Lead time);

S = Estoque de segurança;

T = Tempo do ciclo de estoque;

Q^* = Quantidade Econômica de Pedido (EOQ).

O estoque de segurança para Umry e Singgih (2019) é determinado pela equação (7).

$$SS = z\alpha \times \sigma D \times \sqrt{\frac{LT}{T}} \quad (7)$$

α = Nível de serviço;

$z\alpha$ = Função de distribuição inversa de uma distribuição normal padrão com probabilidade acumulada;

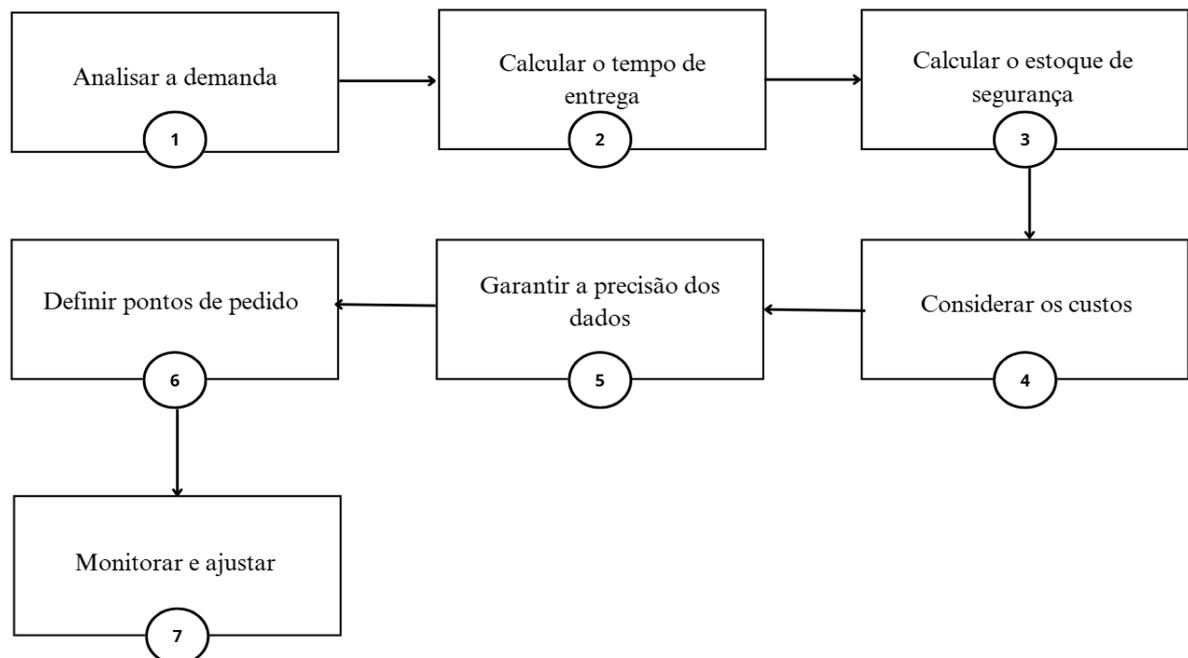
σD = Desvio padrão da demanda;

LT = Tempo total de entrega (lead time);

T = Unidade de tempo da demanda.

Umry e Singgih (2019) e Rodríguez (2024), definem que a implementação do sistema de ponto de pedido (ROP), necessita de sete etapas apresentadas no Fluxograma 8.

Fluxograma 8 - Etapas para implementação do ROP



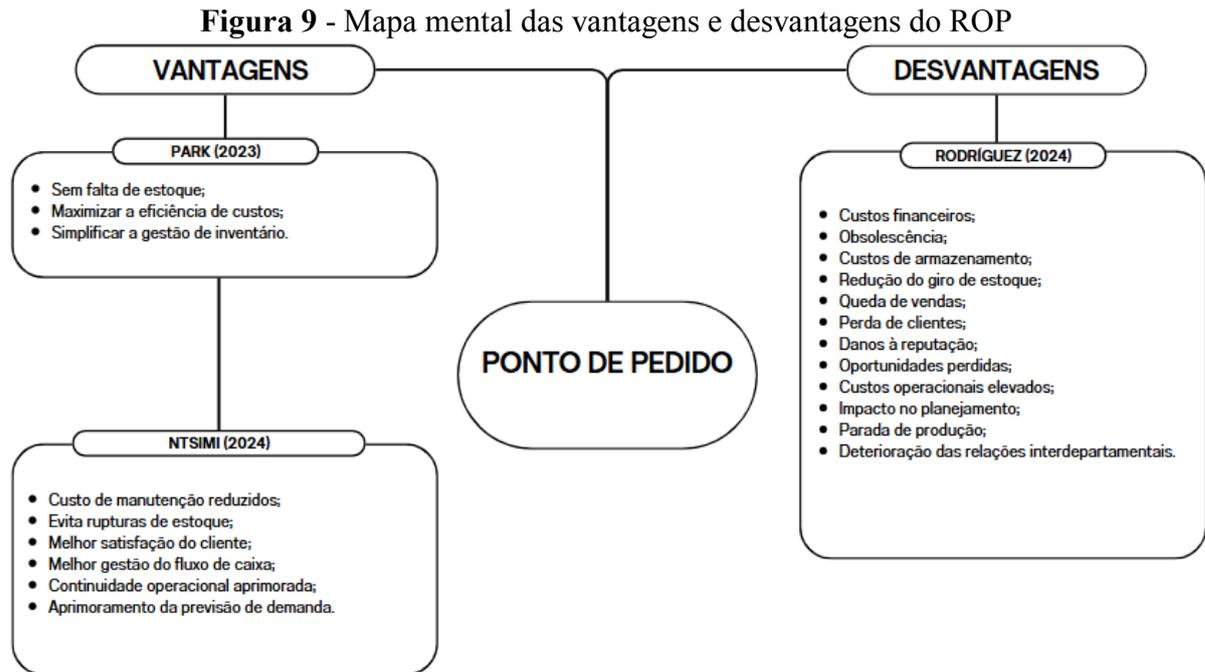
Fonte: Baseado em Umry e Singgih (2019) e Rodríguez (2024)

Para Umry e Singgih (2019) e Rodríguez (2024), cada etapa define-se da seguinte maneira:

- **Analisar a demanda:** Prever a demanda do item para os próximos dias, semanas ou meses, e determinar a quantidade econômica de pedido;
- **Calcular o tempo de entrega:** Determinar o tempo necessário para receber os suprimentos do fornecedor, assim determinando o tempo de ciclo;
- **Calcular o estoque de segurança:** Adicionar o estoque de segurança para lidar com flutuações na demanda e atrasos na entrega;
- **Considerar os custos:** Levar em conta os custos de armazenamento, pedidos e possíveis faltas de estoque;
- **Garantir a precisão dos dados:** Utilizar dados precisos e atualizados sobre demanda, prazos de entrega e tendências de mercado;
- **Definir pontos de pedido:** Estabelecer diferentes estratégias de ponto de reposição para diferentes categorias de produtos. Por exemplo, produtos de alto valor podem ter pontos de reposição mais elevados;
- **Monitorar e ajustar:** Acompanhar continuamente e ajustar os pontos de reposição para otimizar a gestão de estoque.

Logo, a definição e aplicação do ponto de pedido, embora demandem análise criteriosa da demanda, monitoramento contínuo dos prazos de entrega e estratégias eficazes de reposição, são essenciais para evitar rupturas de estoque e garantir a disponibilidade dos produtos no momento certo. Ao estabelecer critérios bem definidos e ajustar os parâmetros conforme as variações de consumo, é possível minimizar perdas, otimizar os níveis de estoque e manter um fluxo operacional eficiente. Dessa forma, o ponto de pedido não apenas aprimora a gestão de suprimentos, mas também contribui diretamente para a redução de custos e para a melhoria do desempenho logístico da empresa.

O ROP envolve diferentes vantagens, assim como desvantagens, sendo assim, a Figura 9 apresenta um mapa mental com a perspectiva de três autores sobre esta questão.



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, para Park (2023), as principais vantagens na aplicação do ponto de pedido é:

- Sem falta de estoque: Os pontos de reposição ajudam a garantir um reabastecimento a tempo antes de acabar, enquanto a quantidade de reposição garante que o pedido seja o suficiente para durar até o próximo pedido. Essas equações e processos não precisam ser manuais, pois o *software* de gerenciamento de estoque pode calcular a quantidade de reposição, permitir a definição de pontos de reposição e fornecer relatórios de estoque;
- Maximizar a eficiência de custos: Ao calcular a quantidade de reposição e os pontos de reposição, pode-se manter estoque suficiente para atender à demanda sem comprometer muito capital, também conhecido como estoque *just-in-time*, que é projetado para cortar custos, aumentar a eficiência e diminuir o desperdício ao receber mercadorias quando elas são necessárias;
- Simplificar a gestão de inventário: Com pontos de reordenação e quantidade de reordenação, é possível saber exatamente quanto reordenar e quando precisar reordenar. Conforme Ntsimi (2024), os principais benéficos na utilização do ponto de pedido na

gestão de inventário, são:

- Custo de manutenção reduzidos: Ao evitar excesso de estoque, as empresas economizam em espaço de armazenamento, seguros, juros e perdas por danos;

- Evita rupturas de estoque: Ao realizar pedidos no momento certo, as empresas evitam a falta de produtos, mantendo os clientes satisfeitos e reduzindo perdas de vendas;
- Melhor satisfação do cliente: Garantindo a disponibilidade dos produtos quando necessário, as empresas evitam perda de vendas e a migração de clientes para a concorrência;
- Melhor gestão do fluxo de caixa: Liberando capital imobilizado em estoques excessivos, as empresas podem investir em outras áreas estratégicas;
- Continuidade operacional aprimorada: Ao evitar interrupções causadas pela falta de materiais ou mercadorias, as empresas mantêm a fluidez das operações;
- Aprimoramento da previsão de demanda: Ajustando regularmente o ROP com base em dados reais de vendas, as empresas melhoram a previsão de demanda e o planejamento de estoques.

Para Rodríguez (2024), os maiores contras para a implementação do ponto de pedido são divididos em relação a um ponto de pedido mal definido muito alto, que são:

- Custos financeiros: A manutenção do estoque em excesso significa amarrar capital em produtos que não estão saindo, o que pode ter um impacto negativo na liquidez e nos custos de armazenagem;
- Obsolescência: Produtos armazenados por muito tempo podem se tornar obsoletos, especialmente em indústrias onde a tecnologia ou as tendências mudam rapidamente. Isso leva a perdas de produtos que não são mais procurados ou, no caso de alimentos, não podem mais ser consumidos porque suas datas de validade expiraram;
- Custos de armazenamento: Manter estoque excedente requer espaço de armazenamento adicional, o que aumenta os custos associados, como aluguel de depósito, seguro, segurança e mão de obra;
- Redução do giro de estoque: O excesso de estoque pode dificultar a introdução de novos produtos ou versões aprimoradas, bem como a adaptação às mudanças na demanda do mercado.

Já para o ponto de pedido mal definido para muito baixo, Rodríguez (2024) cita como desvantagens:

- Queda de vendas: A falta de disponibilidade do produto pode impactar diretamente as vendas, ao não conseguir capitalizar a demanda existente;
- Perda de clientes: Além de realizar uma venda única, os clientes podem mudar para os concorrentes se não encontrarem o produto que desejam na oferta da sua empresa;

- Danos à reputação: A falta de disponibilidade consistente pode prejudicar a reputação da empresa, levando a uma percepção negativa de sua capacidade de atender às necessidades dos clientes;
- Oportunidades perdidas: Se a demanda não puder ser atendida, oportunidades de gerar receita e alcançar novos mercados ou segmentos de clientes serão perdidas;
- Custos operacionais elevados: A falta de disponibilidade pode forçar compras "emergenciais", produção acelerada ou remessas expressas, o que pode aumentar os custos operacionais;
- Impacto no planejamento: A escassez de produtos pode desestabilizar os planos de distribuição e marketing, afetando o planejamento de longo prazo da empresa.

Rodríguez (2024), ainda cita como outros riscos associados ao ponto de pedido os seguintes fatores:

- Parada de produção: Em empresas de manufatura, uma falha no momento do pedido de um item da lista de materiais pode significar que, mesmo que o restante da operação esteja funcionando sem problemas, o processo de produção é forçado a parar;
- Deterioração das relações interdepartamentais: Um ponto de reordenamento inapropriado não afeta apenas o serviço ao cliente, mas também pode prejudicar os relacionamentos interdepartamentais. A falta de produto, sem dúvida, desagradará a equipe de vendas, assim como desagradará a equipe financeira se ocorrer excesso de estoque desnecessário.

Diante das vantagens e desvantagens apresentadas, fica evidente que a definição adequada do ponto de pedido é essencial para a eficiência da gestão de estoques, quando bem implementado, o ponto de pedido possibilita um equilíbrio entre a disponibilidade de produtos e a redução de custos operacionais, otimizando o fluxo de caixa e aprimorando a satisfação dos clientes. No entanto, se mal dimensionado, pode acarretar impactos negativos significativos, como excesso ou falta de mercadorias, aumento de custos financeiros e até mesmo prejuízos à reputação da empresa. Assim, para que o ponto de pedido seja eficaz, é fundamental um monitoramento contínuo, aliado a estratégias dinâmicas de reabastecimento e previsão de demanda.

A aplicação do ponto de pedido é amplamente vantajosa em diversos setores que necessitam de um controle eficiente de estoque para evitar excessos ou rupturas. Empresas que operam com grande volume de vendas e precisam garantir a disponibilidade de produtos sem comprometer capital excessivo encontram nessa técnica um importante aliado na gestão de

inventário. Abaixo, são apresentados alguns setores que se beneficiam da implementação do ponto de pedido, destacando seus objetivos e os benefícios dessa abordagem, no Quadro 14.

Quadro 14 - Setores beneficiados pelo ROP

| Setor | Objetivo da Aplicação | Benefícios |
|----------------------------------|---|---|
| Varejo | Manter níveis de estoque ideais para atender à demanda do consumidor. | Evita rupturas de estoque, melhora a satisfação do cliente e otimiza o fluxo de caixa. |
| Indústria Automobilística | Garantir a disponibilidade contínua de peças sem excesso de estoque. | Redução de custos de manutenção, continuidade operacional aprimorada e melhor previsão de demanda. |
| Saúde e Farmacêutico | Evitar a falta de medicamentos essenciais e suprimentos médicos. | Garantia de disponibilidade de produtos críticos e redução de desperdício por validade vencida. |
| Alimentício | Controlar estoques de produtos perecíveis, minimizando perdas. | Minimização de desperdícios, melhor gestão de fluxo de caixa e maior eficiência operacional. |
| E-commerce | Atender rapidamente os pedidos dos clientes sem manter estoques excessivos. | Redução de custos de armazenamento, melhora da experiência do cliente e aumento do giro de estoque. |

Fonte: Elaborado com base em Park (2023) Rodríguez (2024)

Por outro lado, a aplicação do ponto de pedido pode enfrentar desafios em alguns cenários específicos. Definir um ponto de pedido muito alto ou muito baixo pode gerar problemas financeiros, operacionais e estratégicos para a empresa. Além disso, determinados setores possuem particularidades que dificultam a implementação eficaz dessa técnica. O Quadro 15 apresenta alguns dos principais cenários com restrições para o ponto de pedido e suas justificativas.

Quadro 15 - Cenários com restrições para o ROP

| Cenários | Justificativa |
|--|--|
| Estoque excessivo devido a ponto de pedido muito alto | Impacta negativamente a liquidez, aumenta custos de armazenamento e pode levar à obsolescência dos produtos. |
| Baixa rotatividade de estoque | O estoque acumulado reduz a capacidade de adaptação às mudanças de mercado e dificulta a introdução de novos produtos. |
| Indústria de tecnologia e eletrônicos | Produtos podem se tornar obsoletos rapidamente, tornando estoques elevados um risco financeiro significativo. |
| Ponto de pedido muito baixo em alta demanda | Pode levar à perda de vendas, insatisfação do cliente e danos à reputação da empresa. |
| Setores com grande variação sazonal de demanda | A aplicação rígida do ponto de pedido pode gerar excesso de estoque em períodos de baixa e falta em picos de demanda. |
| Produção Just-in-Time mal planejada | Se o reabastecimento falhar, pode interromper a produção e causar paradas operacionais. |
| Custos elevados de emergência | Baixos estoques podem gerar compras emergenciais, transporte expresso e custos operacionais elevados. |

Fonte: Elaborado com base em Park (2023) Rodríguez (2024)

Desta forma, a implementação do ponto de pedido deve ser cuidadosamente planejada, considerando as particularidades de cada setor e suas necessidades específicas. Embora a técnica traga inúmeros benefícios, sua aplicação inadequada pode gerar desafios operacionais e financeiros. A definição estratégica do ponto de pedido, aliada a um monitoramento contínuo, permite que as empresas aproveitem suas vantagens enquanto minimizam riscos e restrições.

4.2.2 Técnicas modernas

As técnicas modernas de realização de inventário representam uma evolução significativa na gestão de estoques, impulsionadas pelos avanços tecnológicos e pela crescente complexidade dos mercados. Com a integração de ferramentas automatizadas, algoritmos avançados e inteligência artificial, essas técnicas oferecem soluções mais precisas e dinâmicas para otimizar o controle de estoque e atender às demandas do mercado. Neste tópico, serão abordados as principais técnicas modernas, suas características inovadoras, aplicações práticas e os benefícios que proporcionam às organizações no cenário atual.

4.2.2.1 *Just-in-Time (JIT)*

O método de inventário *Just-in-Time* (JIT), conhecido no Brasil como “no momento certo”, consiste em uma filosofia da indústria de manufatura que busca eliminar desperdícios, visando o fato que, qualquer ação que aumente os custos do processo produtivo sem agregar valor ao item produzido é considerada desperdício (Madanhire e Mbohwa, 2016).

Além disso, segundo Heizer e Render (2014), o JIT é uma estratégia desenvolvida para garantir a quantidade exata de bens em estoque no momento exato em que são necessários, desse fato deriva a ideia do nome dado ao método. Com base nisso, torna-se essencial manter o estoque no nível mínimo necessário para assegurar o funcionamento contínuo da linha de produção.

Por conseguinte, a estratégia adotada pelo JIT, potencializa a eficiência da empresa e mantém o desperdício em níveis mínimos, o que resulta na redução dos custos de estoque, uma vez que os produtos chegam apenas quando são necessários no processo produtivo. Ainda para Harrison e Hoek (2011), o *Just-in-Time* é uma filosofia de gestão de estoque que reduz os níveis de desperdício e aumenta a qualidade dentro de uma empresa.

No método JIT, o principal objetivo é manter a vantagem competitiva da organização, alcançado ao focar nos clientes e fornecer um desempenho superior, mantendo os custos de produção de bens e serviços no menor nível possível, potencializando assim a qualidade (Cheng, 1996). Essa característica explica por que o JIT se tornou uma das ferramentas mais utilizadas na gestão de estoques e tem sido bem-sucedido ao longo dos anos.

Destaca-se que as implicações financeiras do JIT são significativas, conforme observado por Juárez et al., (2017), o JIT contribui para a otimização dos processos empresariais por meio da aplicação de modelos de tomada de decisão, pesquisa operacional e diversas metodologias relacionadas a processos e operações. Logo, a prática do JIT nas organizações possui alta relevância, uma vez que sua aplicação está diretamente associada à melhoria dos resultados financeiros da administração, avaliados regularmente por meio de indicadores de desempenho econômico (Juárez et al., 2017).

Ao longo dos anos, a aplicação do *Just-in-Time* tem sido eficaz e eficiente dentro das empresas de manufatura em todo o mundo, o que levou à adoção e implementação da filosofia também no setor de serviços (Hay, 1988).

Segundo Mukwakungu et al., (2019), a implementação bem-sucedida do JIT permite que as empresas de manufatura enfrentem as vulnerabilidades decorrentes das constantes mudanças no cenário financeiro, onde estudos indicam que a técnica tem desempenhado um

papel crucial e gerado um impacto significativo em organizações que precisaram otimizar a gestão financeira, especialmente no controle de custos.

Ademais, Suzaki (1989), cita três objetivos principais na aplicação do JIT, são:

1. Aumentar a capacidade da organização de competir com empresas rivais e manter sua competitividade a longo prazo, conquistando vantagem competitiva;
2. Elevar o nível de eficiência dentro do processo produtivo e reduzir o desperdício de materiais;
3. Diminuir o tempo e o esforço envolvidos no processo de produção e na gestão de estoques.

Ainda Mukwakungu et al., (2019), destacam que ao longo dos anos, o método evoluiu da sua aplicação tradicional na indústria de manufatura para se tornar uma filosofia aplicável a todos os setores, tanto no setor de serviços quanto no setor produtivo. O Quadro 16 demonstra esse contraste.

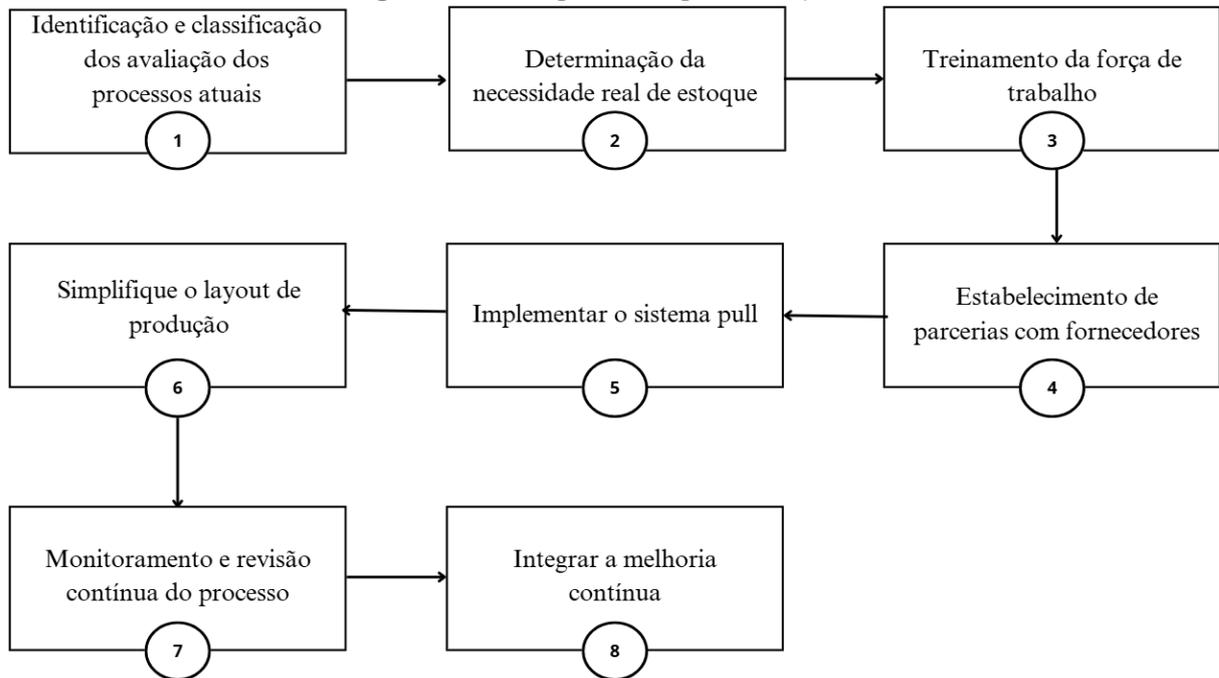
Quadro 16 - Contraste entre aplicação tradicional e o atual

| Tradicional | JIT |
|---|---|
| Sistema de empurrar | Sistema de puxar |
| Estoques significativos | Estoques insignificantes ou zero estoques |
| Estrutura de processos | Células de manufatura (centros de trabalho) |
| Mão de obra especializada | Mão de obra multifuncional |
| Nível de qualidade aceitável (AQL) | Gestão da Qualidade Total (TQM) |

Fonte: Baseado em Mukwakungu et al., (2019)

A implementação do JIT, constitui-se de 8 etapas, apresentadas na Fluxograma 9.

Fluxograma 9 - Etapas de implementação do JIT



Fonte: Baseado em Cohen (2023)

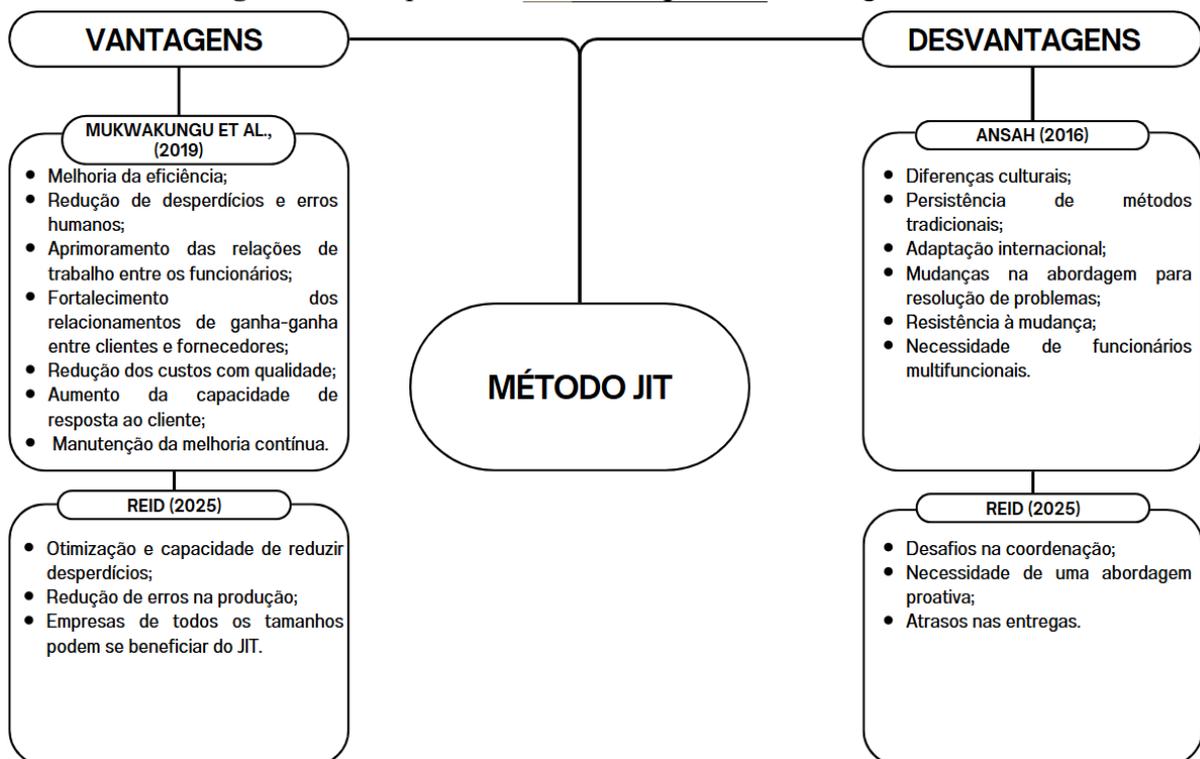
Desta maneira, segundo Cohen (2023), cada etapa a ser seguida define-se como:

- **Identificação e classificação dos processos atuais:** Nesta etapa, a empresa deve identificar e classificar os insumos, matérias-primas e produtos necessários para a produção, garantindo um mapeamento detalhado do fluxo de materiais, assim como, reunir dados históricos sobre o consumo de materiais, demanda dos produtos e tempo de reposição, permitindo um planejamento preciso;
- **Determinação da necessidade real de estoque:** Com base nos dados coletados, define-se a quantidade mínima necessária de materiais e produtos, eliminando excessos e garantindo um fluxo contínuo de suprimentos;
- **Treinamento da força de trabalho:** Para que o JIT seja bem-sucedido, é fundamental envolver seus funcionários, incutindo uma cultura de melhoria contínua em que cada membro seja proativo na identificação de ineficiências;
- **Estabelecimento de parcerias com fornecedores:** Para o sucesso do JIT, é essencial firmar parcerias estratégicas com fornecedores confiáveis que possam atender às demandas de forma ágil e eficiente;
- **Implementar o sistema *pull*:** Transição para um sistema *pull* onde a produção é conduzida pela demanda real, não por previsões. Isso não apenas reduz a superprodução, mas também destaca problemas prontamente quando eles surgem, permitindo remediação imediata;

- **Simplificar o layout de produção:** Otimize o fluxo do seu chão de produção para permitir movimentação perfeita de materiais e produtos. Considere mudanças de layout que reduzam os tempos de transporte e espera;
- **Monitoramento e revisão contínua do processo:** O desempenho do sistema JIT deve ser monitorado constantemente para ajustes e melhorias, garantindo que o abastecimento ocorra sem interrupções e que os custos sejam mantidos sob controle;
- **Integrar a melhoria contínua:** Por fim, o JIT deve ser incorporado à estratégia global da organização, promovendo uma cultura de melhoria contínua e eficiência operacional.

Esse fluxo de etapas permite uma implementação eficiente do JIT, e embora demande um planejamento rigoroso, tecnologia adequada e uma cultura organizacional voltada para a melhoria contínua, é essencial para otimizar a gestão de estoques e elevar a eficiência operacional. Dessa forma, o JIT não apenas aprimora o controle de estoque em tempo real, mas também se torna um diferencial estratégico, promovendo competitividade, qualidade e sustentabilidade nos processos produtivos da organização. Com relação as vantagens e desvantagens da técnica *Just-in-Time*, a Figura 10 com o mapa mental apresenta o ponto de vista de alguns autores.

Figura 10 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do JIT



Fonte: Autoria própria (2025)

Deste modo, alguns dos benefícios destacados por Mukwakungu et al., (2019), incluem a melhoria da eficiência, a redução de desperdícios e erros humanos, o aprimoramento das relações de trabalho entre os funcionários e o fortalecimento dos relacionamentos de ganha-ganha entre clientes e fornecedores. Ademais, com o aumento constante da concorrência no mercado, as empresas foram pressionadas a reavaliar e modificar os métodos que utilizam para conduzir seus negócios, tornando o método uma ótima opção. Além dos benefícios mencionados, o *Just-in-Time* também resulta na redução dos custos com qualidade, no aumento da capacidade de resposta ao cliente e na manutenção da melhoria contínua.

Reid (2025) cita como benefícios principais do método JIT os seguintes fatores:

- Otimização e capacidade de reduzir desperdícios: Ao utilizar o JIT para alinhar as operações de manufatura ou armazenagem com os níveis de demanda, onde o método oferece um grande potencial para a criação de uma cadeia de suprimentos enxuta, especialmente quando combinado com outras práticas de redução de desperdício, como o uso de embalagens reutilizáveis e de alta eficiência, além do design personalizado de embalagens para eliminar ineficiências;
- Redução de erros na produção: Pedidos de estoque menores e mais frequentes permitem identificar defeitos nos produtos mais rapidamente, antes que grandes quantidades sejam adquiridas ou fabricadas. Isso reduz o número de devoluções e reembolsos a serem processados, além disso, os clientes recebem produtos de maior qualidade, o que aumenta as chances de fidelização e recompra;
- Empresas de todos os tamanhos podem se beneficiar do JIT: Outra grande vantagem do JIT é sua aplicabilidade em diferentes escalas de negócios, onde pequenas empresas apreciam esse sistema, pois ele proporciona agilidade para reagir às mudanças do mercado, além de reduzir significativamente os custos iniciais de capital. Por outro lado, grandes empresas também utilizam o JIT com sucesso, como Amazon e Walmart.

Apesar dos grandes benefícios associados ao *Just-in-Time* (JIT), essa filosofia também apresenta algumas limitações. De acordo com Jenkins (2024), essas limitações incluem:

- Falta de preparação: Empresas que adotam o JIT sem uma infraestrutura bem planejada podem enfrentar dificuldades operacionais, especialmente em momentos de alta demanda ou instabilidade no fornecimento;
- Riscos de interrupção da cadeia de suprimentos: Como os estoques são mantidos no nível mínimo, qualquer atraso no fornecimento pode interromper a produção, impactando prazos de entrega e satisfação do cliente;

- Oportunidades perdidas: A falta de estoque pode impedir que a empresa aproveite picos de demanda ou negociações vantajosas para compra em grandes volumes;
- Mudanças de preços inesperadas: A ausência de estoques de segurança expõe a empresa a variações bruscas nos preços dos insumos, dificultando o controle de custos;
- Desafios trazidos por mudanças repentinas: Alterações inesperadas na demanda ou problemas de produção podem comprometer a eficiência do JIT, pois não há margem de segurança para ajustes imediatos;
- Dependência do fornecedor: O modelo exige que fornecedores sejam extremamente confiáveis e capazes de entregar materiais com precisão, o que pode ser um risco se houver falhas logísticas ou instabilidade econômica;
- Falhas de previsão: A precisão nas previsões de demanda é essencial para o JIT, e erros nesse processo podem resultar tanto em falta de insumos quanto em atrasos na produção;
- Maiores ameaças de interrupção devido a desastres naturais: Como o JIT não mantém estoques de segurança, eventos inesperados como pandemias, terremotos ou crises logísticas podem interromper totalmente a cadeia de suprimentos, causando grandes prejuízos.

Reid (2025) também lista desafios significativos na aplicação do método. Destacando:

- Desafios na coordenação: A implementação do JIT exige uma comunicação eficiente entre diferentes departamentos e parceiros externos, como fornecedores de matérias-primas, fábricas, equipes de armazém, TI, profissionais da cadeia de suprimentos e varejistas físicos. Deste modo, caso a empresa tenha dificuldades de comunicação, esses problemas devem ser resolvidos antes da adoção do JIT;
- Necessidade de uma abordagem proativa: Embora o JIT possa parecer um método reativo de gerenciamento de estoque, sua implementação exige uma mentalidade altamente proativa. Para que o JIT funcione de forma eficiente, é essencial investir em previsão de demanda precisa e uma rede logística ágil, capaz de lidar com remessas frequentes e menores, assim, trabalhar com parceiros especializados em logística *Just-in-Time* pode ser uma alternativa estratégica;
- Atrasos nas entregas: O sucesso do JIT depende de entregas pontuais, se houver interrupções em qualquer etapa da cadeia de suprimentos, a empresa pode enfrentar problemas como falta de estoque e atrasos na entrega para os clientes, aumentando os custos com atendimento ao cliente. Para minimizar esse risco, é essencial manter uma

comunicação clara e eficiente com fornecedores, fabricantes e parceiros logísticos, garantindo um fluxo contínuo e previsível de materiais e produtos.

Deste modo, o JIT é um método eficiente em diversas situações trazendo inúmeros benefícios, como redução de custos e desperdícios, otimização da produção e do fluxo de caixa. No entanto, exige alta coordenação, previsões precisas e uma cadeia de suprimentos confiável, assim, empresas dispostas a aplicar este método, devem analisar todos os pontos destacados, para garantir que os prós superem os contras e a implementação agregue um diferencial competitivo.

Com relação aos setores favoráveis para a aplicação da técnica JIT, Mukwakungu et al., (2019) destacam que é amplamente adotado por empresas que buscam reduzir custos operacionais, minimizar estoques e otimizar a cadeia de suprimentos, uma vez que, sua aplicação permite um fluxo contínuo de produção e distribuição, garantindo maior eficiência e evitando desperdícios.

O Quadro 17 apresenta os principais setores beneficiados pela implementação do JIT, destacando seus objetivos e benefícios.

Quadro 17 - Setores beneficiados pelo JIT

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|----------------------------------|--|---|
| Indústria Automobilística | Produção sincronizada com a demanda | Redução de estoques e maior eficiência produtiva |
| Eletrônicos e Tecnologia | Produção sob demanda e inovação constante | Minimização de produtos obsoletos e redução de custos |
| Varejo de Moda | Estoque dinâmico para acompanhar tendências | Agilidade na renovação de produtos e menor desperdício |
| Indústria Alimentícia | Redução do estoque de perecíveis | Evita desperdícios e melhora a frescura dos produtos |
| Saúde e Farmacêutico | Fornecimento sob demanda de medicamentos e insumos | Evita excessos e garante disponibilidade dos itens essenciais |

Fonte: Elaborado com base em Mukwakungu et al., (2019) e Reid (2025)

Apesar de suas vantagens, o JIT pode apresentar desafios em determinados setores, como em empresas que enfrentam oscilações imprevisíveis na demanda, dificuldades logísticas ou exigem estoques de segurança. Assim, o Quadro 18 apresenta as principais limitações do JIT em alguns cenários.

Quadro 18 - Cenários com restrições para o JIT

| Cenários | Justificativa |
|--|---|
| Setores com demanda altamente volátil | Dificuldade em ajustar rapidamente a produção às flutuações |
| Empresas com cadeia de suprimentos instável | Dependência de fornecedores pode gerar atrasos e rupturas |
| Produtos de longa produção ou personalização | Necessidade de estoque mínimo para evitar gargalos |
| Negócios em regiões com infraestrutura precária | Riscos logísticos podem comprometer entregas a tempo |
| Indústrias de bens de baixo valor agregado | O custo do controle contínuo pode superar os benefícios |

Fonte: Elaborado com base em Mukwakungu et al., (2019) e Reid (2025)

Por fim, o JIT demonstra ser um modelo eficiente de realização de inventário, com foco na redução de desperdícios e aumento da competitividade, mas sua implementação deve ser cuidadosamente analisada de acordo com o cenário ao qual a organização esteja inserida, pois empresas que lidam com incertezas na demanda ou restrições logísticas podem enfrentar desafios, tornando necessária a adaptação da metodologia para garantir um fluxo produtivo sustentável.

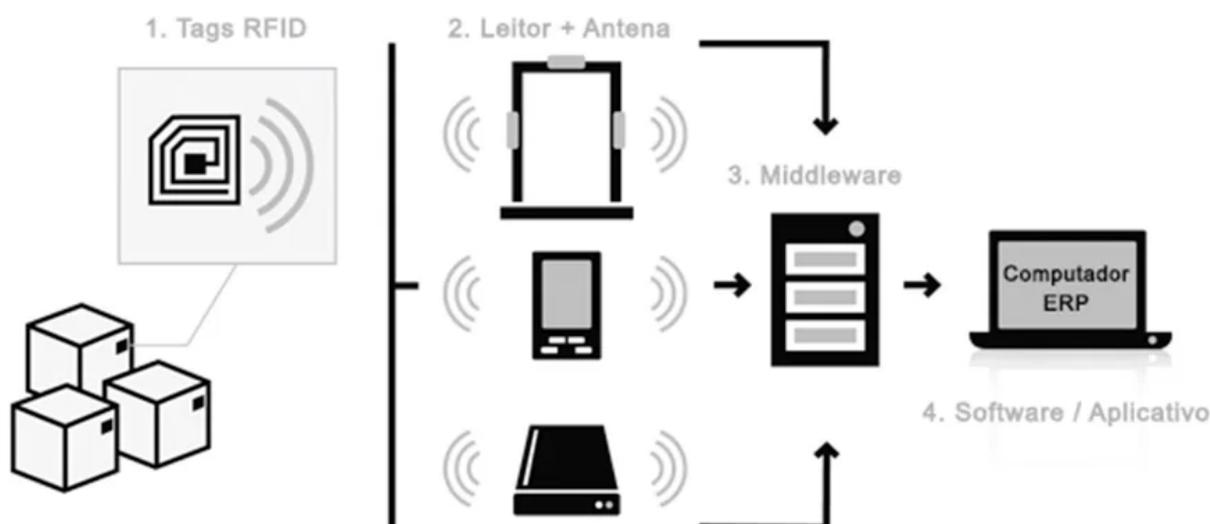
4.2.2.2 Identificação por radiofrequência (RFID)

A técnica de realização de inventário com o uso da ferramenta de identificação por radiofrequência (RFID), consiste em uma tecnológica que transmite a identidade de um item utilizando ondas de rádio. Conforme Hsieh et al., (2005), as etiquetas RFID foram inventadas em 1969 e patenteadas em 1973, assim, a tecnologia existe há algum tempo, mas apenas recentemente sua importância para a melhoria do desempenho da cadeia de suprimentos foi reconhecida e cada vez mais aplicada.

O RFID é concebido como o principal meio de captura de dados para sistemas de "sensoriamento e resposta" e cadeias de suprimentos autônomas e autorreparáveis (Capone et al., 2004). O RFID proporciona melhoras as operações da cadeia de suprimentos, pois o inventário pode ser rastreado com mais precisão em tempo real, resultando em menor tempo de processamento e redução de mão de obra (Lee et al., 2004).

Outrossim, o sistema RFID é composto por algumas partes, uma etiqueta, que identifica os dados, um leitor e um *middleware* responsável por interpretar as informações da etiqueta e assim, gerar a comunicação direta com o *software* de aplicação (Alwadi et al., 2017). A Figura 11, demonstra cada parte dessa estrutura.

Figura 11 - Partes da estrutura do RFID



Fonte: Oda, 2024.

Dentre essas partes, Alwadi et al., (2017), destacam que o sistema de redes RFID se dividem em três grupos principais com base nos tipos de etiquetas ou *tags*, são o RFID passivo, RFID ativo e o RFID semi-passivo, os três tipos possuem um circuito próprio integrado responsável pelo o armazenamento de informações da etiqueta. Onde:

- Etiquetas passivas: São chamadas de passivas devido à ausência de uma fonte de energia e dependem da energia transmitida pelo sinal de radiofrequência da antena do leitor para serem ativadas. Destaca-se que possuem um alcance de leitura menor, menor capacidade de memória e geralmente são programadas apenas uma vez;
- Etiquetas ativas: Contêm uma pequena bateria que fornece ao circuito integrado a energia necessária para operar a circuitaria da etiqueta. Por essa razão, as etiquetas ativas possuem melhor cobertura, maior capacidade de armazenamento e, muitas vezes, são programáveis;
- Etiquetas semi-passivas: Tipo de etiqueta RFID que combina características das etiquetas passivas e ativas, e utiliza sua fonte de energia interna somente para energizar o circuito responsável por responder as informações.

Já a antena do leitor RFID é responsável pela transmissão de sinais na forma de ondas eletromagnéticas chamadas ondas de radiofrequência. Assim, as antenas podem ser classificadas em dois tipos principais com base nas características do sinal transmitido segundo Alwadi et al., (2017):

- Polarização Linear: A onda eletromagnética se propaga em uma única direção, seja vertical ou horizontal, dependendo da orientação. Esse tipo de antena é recomendado

quando a etiqueta RFID possui uma orientação fixa, por essa razão, é comumente utilizado em leitores portáteis em armazéns e estoques. No entanto, para que essa antena funcione corretamente, o leitor e a etiqueta devem estar alinhados, o que representa uma grande desvantagem desse tipo de antena;

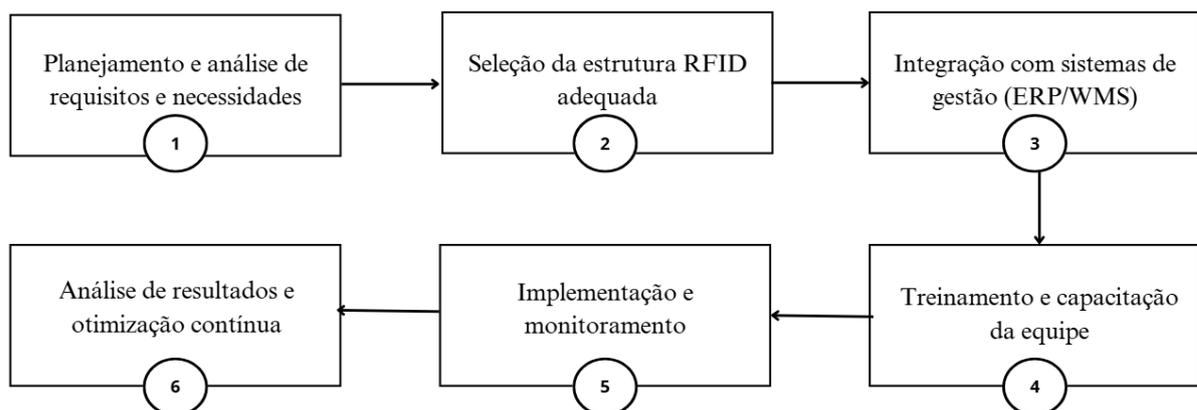
- Polarização Circular: A onda eletromagnética cobre os dois planos durante a propagação, em um movimento circular semelhante ao de um parafuso, logo este tipo de antena mais eficiente que a de polarização linear por dois motivos principais: a ampla área de cobertura e a ausência da necessidade de alinhamento entre a etiqueta e a antena para uma leitura bem-sucedida. Entretanto, uma desvantagem desse tipo de antena é a perda de energia, pois a maior parte da energia do sinal transmitido está concentrada nas primeiras ondas.

Por conseguinte, o *middleware* é o *software* para o tratamento de dados capturados, pois diferentemente do processo para uma etiqueta de código de barras, no caso do RFID são capturados dados de várias etiquetas simultaneamente. Para garantir uma identificação bem-sucedida das etiquetas RFID, conforme Alwadi et al., (2017) o *middleware* deve atender dois requisitos: O processamento em tempo real dos eventos transacionais gerados pelos componentes de *hardware*; O fornecimento de uma interface comum para acessar diferentes tipos de hardware com funcionalidades variadas.

Ademais, o *software* é responsável pelo processamento dos dados enviados pela etiqueta RFID, agregando inteligência ao processo e facilitando a gestão e automação de atividades como controle de estoque e rastreamento de produtos (Oda, 2024).

Diante do exposto, a implementação do inventário com RFID constitui-se de sete etapas, apresentadas na Fluxograma 10.

Fluxograma 10 - Etapas de implementação do RFID



Fonte: Baseado em Peeples (2024) e Walzuwayyid (2023)

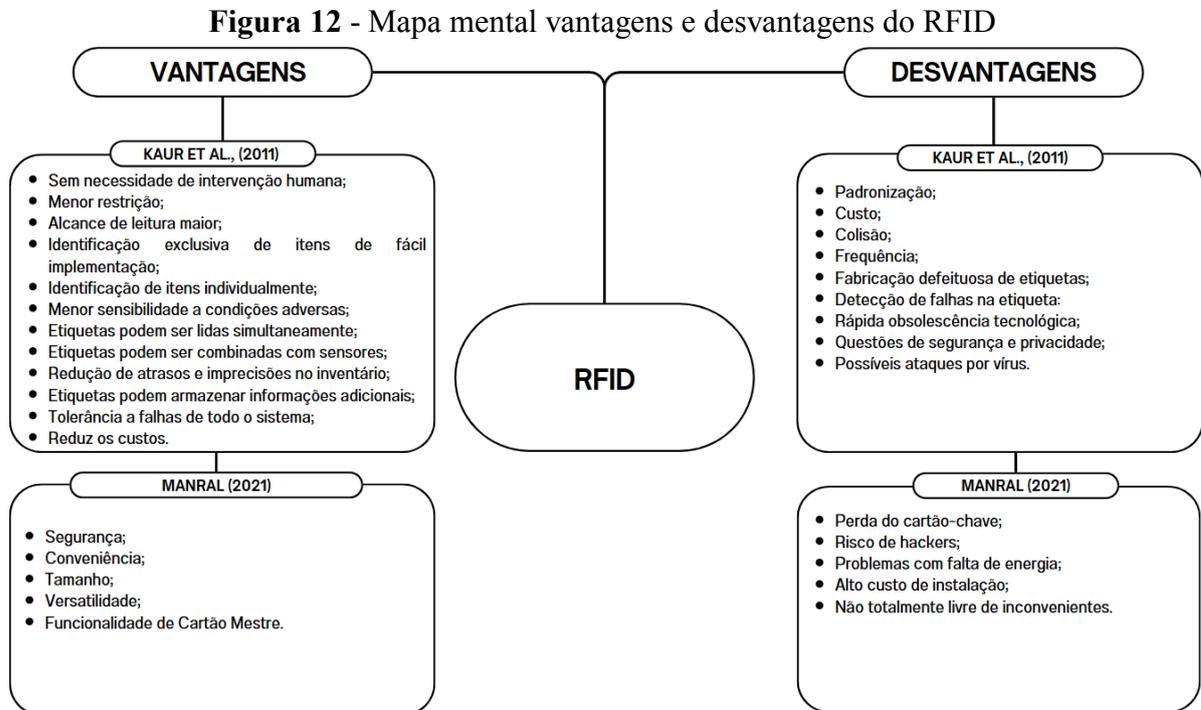
Deste modo, Peeples (2024) e Walzuwayyid (2023), exemplificar cada etapa do seguinte modo:

- **Planejamento e análise de requisitos e necessidades:** Nesta etapa, a empresa deve definir os objetivos do sistema RFID, avaliando os desafios operacionais, infraestrutura existente e benefícios esperados. Além disso, é essencial analisar o ambiente de leitura para evitar interferências e escolher a frequência RFID mais adequada;
- **Seleção da estrutura RFID adequada:** A escolha dos componentes tecnológicos é fundamental para garantir o sucesso do inventário. Deste modo, esta etapa inclui a seleção de etiquetas RFID (passivas, ativas ou semi-passivas), leitores RFID (fixos ou móveis) e *middleware* para processar os dados capturados pelo sistema;
- **Integração com sistemas de gestão (ERP/WMS):** Para garantir a eficiência da gestão do inventário, o RFID deve ser integrado a sistemas como ERP (*Enterprise Resource Planning*) e WMS (*Warehouse Management System*). Isso permite atualização automática dos estoques, sincronização com pedidos e reposição de mercadorias, reduzindo erros e divergências;
- **Treinamento e capacitação da equipe:** O sucesso do sistema RFID depende da capacitação dos colaboradores responsáveis pela operação. Nesta etapa, são abordados temas como manuseio correto dos leitores, solução de problemas e interpretação dos dados coletados;
- **Implementação e monitoramento:** Com o sistema instalado e os operadores treinados, inicia-se a execução do inventário, a leitura dos itens pode ser realizada por meio de leitores manuais ou portais RFID automatizados e os dados coletados são comparados com os registros do sistema para identificar eventuais discrepâncias;
- **Análise de resultados e otimização contínua:** Por fim, os resultados do inventário RFID devem ser monitorados regularmente, indicadores como tempo de contagem, precisão do estoque e redução de perdas são analisados para aprimorar o sistema e garantir a máxima eficiência operacional.

Esse fluxo permite uma implementação eficiente do inventário RFID, onde a adoção do RFID, embora demande um planejamento rigoroso, tecnologia adequada e treinamento contínuo, é essencial para modernizar a gestão de inventário e elevar a eficiência operacional. Ao seguir essas etapas, as empresas podem minimizar erros, reduzir desperdícios e garantir um fluxo de suprimentos ágil e seguro. Dessa forma, o RFID não apenas aprimora o controle de

estoque em tempo real, mas também se torna um diferencial estratégico, promovendo competitividade, inovação e sustentabilidade nos processos logísticos da organização.

Dentro da utilização da ferramenta RFID existem diversos pros e contras, deste modo, a Figura 12 apresenta o mapa mental com a visão de alguns autores sobre o tema.



Fonte: Autoria própria (2025)

Kaur et al., (2011) destacam como principais vantagens os seguintes fatores:

- A detecção de etiquetas sem necessidade de intervenção humana reduz custos com mão de obra e elimina erros humanos na coleta de dados;
- Como não é necessária linha de visão, a colocação das etiquetas é menos restrita;
- Etiquetas RFID possuem um alcance de leitura maior do que, por exemplo, os códigos de barras;
- As etiquetas podem ter capacidade de memória para leitura/gravação, enquanto os códigos de barras não possuem essa funcionalidade;
- Uma etiqueta RFID pode armazenar grandes quantidades de dados, além de um identificador único;
- A identificação exclusiva de itens é mais fácil de implementar com RFID do que com códigos de barras;
- Possibilidade de identificar itens individualmente, em vez de genericamente;

- As etiquetas são menos sensíveis a condições adversas (poeira, produtos químicos, danos físicos etc.);
- Muitas etiquetas podem ser lidas simultaneamente;
- Etiquetas RFID podem ser combinadas com sensores;
- A leitura automática em vários locais reduz atrasos e imprecisões no inventário;
- As etiquetas podem armazenar localmente informações adicionais;
- O armazenamento distribuído de dados pode aumentar a tolerância a falhas de todo o sistema;
- Reduz os custos de controle de estoque e provisionamento;
- Reduz os custos de processamento de reclamações de garantia.

Para Manral (2021), os maiores benefícios na utilização do RFID são:

- Segurança: Os dados em sistemas RFID geralmente são seguros, pois a leitura das informações requer equipamentos especializados. Isso ajuda a manter a segurança do sistema de bloqueio;
- Conveniência: Basta uma fração de segundo para aproximar uma chave RFID e desbloquear o sistema de segurança. O procedimento é extremamente rápido e conveniente;
- Tamanho: O tamanho do cartão é prático, sendo equivalente ao de um cartão bancário comum. Isso facilita o armazenamento e reduz as chances de os usuários esquecerem o cartão ao se dirigirem a locais onde precisam de acesso;
- Versatilidade: Fechaduras RFID possuem diferentes variações de câmeras e comprimentos de fuso, permitindo a adaptação a uma ampla gama de portas e móveis, tornando-as adequadas para diversos negócios e aplicações;
- Funcionalidade de Cartão Mestre: Diferentes tipos de fechaduras podem ser programados para usar um único cartão RFID. Isso evita que os usuários precisem carregar vários cartões para diferentes fechaduras, ao mesmo tempo que permite que cada fechadura tenha políticas de acesso independentes.

Apesar de oferecer diversas vantagens, o sistema RFID também apresenta algumas desvantagens, conforme Manral (2021), listado abaixo:

- Perda do cartão-chave: Ao contrário das fechaduras tradicionais, esquecer ou perder um cartão-chave moderno causa uma dor de cabeça dupla, encontrar uma maneira de abrir a fechadura ou rastrear o cartão para recuperar o acesso aos dispositivos.

- Risco de hackers: O sistema RFID pode ser alvo de ataques por hackers experientes em tecnologia, representando uma preocupação de segurança;
- Problemas com falta de energia: Cartões-chave RFID elétricos podem falhar durante quedas de energia, o que pode resultar em bloqueios inesperados ou até mesmo deixar armários e portas destrancados, gerando insegurança para os usuários;
- Alto custo de instalação: A implementação do sistema RFID é cara e complexa. A configuração exige que as fechaduras sejam conectadas a um sistema seguro que possa ser acessado, controlado e monitorado por meio de um computador;
- Não totalmente livre de inconvenientes: Os usuários precisam alterar manualmente o relógio do computador duas vezes por ano, caso o servidor não esteja conectado à internet ou se houver restrições de acesso baseadas no horário.

Ainda como principais limitações alinhadas a aplicação do RFID, Kaur et al., (2011), citam as seguintes:

- Padronização: Embora as características da aplicação e o ambiente de uso determinem a etiqueta apropriada, os padrões ainda escassos deixam grande liberdade na escolha dos protocolos de comunicação, bem como no formato e na quantidade de informações armazenadas na etiqueta;
- Custo: O custo das etiquetas depende do seu tipo, mas é considerado um alto preço por item;
- Colisão: A tentativa de ler várias etiquetas ao mesmo tempo pode resultar em colisão de sinais e, conseqüentemente, na perda de dados. Para evitar isso, algoritmos anti-colisão (a maioria patenteados ou com patentes pendentes) podem ser aplicados, embora com um custo adicional;
- Frequência: A escolha ideal da frequência é complexa pois depende de vários fatores;
- Fabricação defeituosa de etiquetas: A fabricação de etiquetas ainda não é totalmente livre de falhas, aproximadamente 20–30% das etiquetas utilizadas nos primeiros testes piloto de RFID apresentaram defeitos;
- Rápida obsolescência tecnológica: Uma das preocupações comuns entre as empresas que implementam RFID hoje é a rápida obsolescência da tecnologia, especialmente considerando o alto custo do investimento;
- Questões de segurança e privacidade: Dependendo do campo de aplicação, pode ser necessário impedir que pessoas não autorizadas leiam ou escrevam dados armazenados ou transmitidos pelas etiquetas;

- Possíveis ataques por vírus: A vulnerabilidade potencial do software RFID quando usado em conjunto com um banco de dados *backend*.

Assim, o RFID se destaca como uma solução inovadora para diversas aplicações, proporcionando vantagens como a automação de processos, maior eficiência na gestão de estoques e redução de falhas manuais. Contudo, sua adoção demanda um investimento significativo, infraestrutura adequada e medidas de segurança reforçadas. Por isso, as empresas que desejam implementar essa tecnologia devem considerar todos os aspectos envolvidos para garantir que os benefícios compensam os desafios, tornando o uso do RFID um fator estratégico e competitivo.

Com relação aos setores mais favoráveis para a aplicação do RFID, a tecnologia é amplamente adotada por empresas que buscam aprimorar o controle de estoque, otimizar a logística e aumentar a segurança na identificação de produtos e ativos. Sua implementação possibilita a automação de processos, a rastreabilidade em tempo real e a redução de erros operacionais, garantindo maior eficiência e precisão. Dessa forma, o Quadro 19 apresenta os principais setores beneficiados pelo uso do RFID, destacando seus objetivos e vantagens.

Quadro 19 - Setores beneficiados pelo RFID

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|--|---|--|
| Logística e Cadeia de Suprimentos | Monitoramento e rastreamento de mercadorias | Redução de perdas, otimização de estoques e maior eficiência no transporte |
| Varejo | Controle de inventário e gestão de estoque | Redução de furtos, aumento da precisão de dados e reposição eficiente |
| Saúde e Farmacêutico | Identificação de pacientes e rastreamento de medicamentos | Segurança, redução de erros médicos e controle rigoroso de insumos |
| Manufatura | Automação de processos e controle de qualidade | Agilidade na produção, minimização de falhas e melhor gestão de recursos |
| Transporte e Mobilidade | Controle de acesso e bilhetagem eletrônica | Facilidade de pagamento, redução de fraudes e maior comodidade ao usuário |

Fonte: Elaborado com base em Kaur et al., (2011) e Manral (2021)

Além das inúmeras vantagens, a implementação do RFID pode apresentar desafios em determinados cenários, como em setores com altos custos de implantação, infraestrutura limitada ou dificuldades na padronização dos sistemas. O Quadro 20 ilustra os principais desafios do uso da tecnologia RFID em algumas aplicações.

Quadro 20 - Cenários com restrições para o RFID

| Cenários | Justificativa |
|--|--|
| Pequenas empresas com orçamento limitado | Alto custo inicial de implementação pode ser um entrave |
| Ambientes com forte interferência eletromagnética | Redução na precisão da leitura dos sinais RFID |
| Produtos metálicos ou líquidos em grande volume | Dificuldade na transmissão dos sinais pode comprometer a eficiência |
| Regiões com infraestrutura precária | Conectividade limitada pode impactar o funcionamento do sistema |
| Empresas que operam com tecnologias antigas | Dificuldade de integração com sistemas antigos pode gerar incompatibilidades |

Fonte: Elaborado com base em Kaur et al., (2011) e Manral (2021)

Por fim, o RFID se mostra uma tecnologia essencial para otimizar processos, melhorar a rastreabilidade e reduzir custos operacionais. No entanto, sua implementação deve ser cuidadosamente analisada, levando em conta as particularidades de cada setor. Empresas que enfrentam restrições tecnológicas ou orçamentárias devem avaliar alternativas e adaptações para garantir que a adoção do RFID traga benefícios sustentáveis a longo prazo.

4.2.2.3 *Inventário com Machine Learning*

O *Machine learning* (ML), ou aprendizado de máquina trata-se de um subcampo da inteligência artificial que permite que os sistemas de computador aprendam a partir de dados sem serem explicitamente programados. Desta maneira, no contexto da gestão de estoque, os algoritmos de aprendizado de máquina podem ser utilizados para analisar grandes volumes de dados e identificar padrões e tendências, o que pode ajudar as empresas a fazer previsões mais precisas e otimizar os níveis de estoque, levando a um aumento da lucratividade (Chaudhary et al., 2023).

Owczarek (2024) destaca que o ML aprimora significativamente o gerenciamento de estoque ao melhorar a precisão da previsão de demanda, permitindo a tomada de decisões em tempo real e permitindo que as empresas se adaptem rapidamente às mudanças do mercado. Destaca-se também como técnicas avançadas de ML, como *Deep Learning*, incluindo Redes

Neurais Recorrentes (RNNs) e Redes Neurais Convolucionais (CNNs), oferecem previsões de demanda mais sofisticadas ao lidar com padrões e sequências de dados complexos.

Assim, a implementação do ML na gestão de estoque exige um investimento substancial em coleta de dados, pessoal qualificado, como cientistas de dados, e custos potencialmente altos, mas oferece benefícios substanciais em eficiência operacional e satisfação do cliente (Owczarek, 2024)

Diante disso, dentro da área de realização de inventário existem algoritmos do *machine learning* que são comumente utilizados, com isso o Quadro 21 apresenta uma visão geral dos algoritmos conforme Chaudhary et al., (2023).

Quadro 21 - Visão geral dos algoritmos de aprendizado de máquina

| Algoritmo | Tarefa | Pontos fortes | Fraquezas |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Regressão linear | Previsão de demanda | Simple, fácil de interpretar, funciona bem para relações lineares | Pode não capturar padrões complexos ou sazonalidade nos dados |
| Análise de séries temporais | Previsão de demanda | Especificamente projetado para dados de séries temporais, pode capturar tendências e sazonalidade | Pode não funcionar bem para relações não lineares ou mudanças bruscas na demanda |
| Floresta aleatória | Otimização de estoque | Reduz o sobreajuste, pode lidar com grandes volumes de dados | Pode não funcionar bem para conjuntos de dados altamente desbalanceados ou relações não lineares |
| Redes neurais artificiais | Previsão de demanda, otimização de estoque | Pode capturar padrões complexos nos dados que outros algoritmos podem não detectar | Pode ser computacionalmente caro e difícil de interpretar |
| Máquinas de vetores de suporte | Previsão de demanda, otimização de estoque | Pode lidar com relações lineares e não lineares, funciona bem para pequenos | Pode não funcionar bem para conjuntos de dados altamente desbalanceados ou muito grandes |

| | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| | | conjuntos de dados | |
| Aprendizado por reforço | Otimização da cadeia de suprimentos | Pode aprender por tentativa e erro para identificar ações ideais | Pode ser computacionalmente caro e exigir uma grande quantidade de dados |

Fonte: Adaptado Chaudhary et al., (2023)

Deste modo, no geral, a visão apresentada fornece um resumo útil das forças e fraquezas dos diferentes algoritmos de aprendizado de máquina na gestão de estoque, proporcionando auxílio as empresas na escolha do algoritmo mais adequado para suas necessidades e contexto específicos.

Chaudhary et al., (2023) também apresentam a comparação dos métodos tradicionais de gestão de inventário com aqueles que incorporam aprendizado de máquina, conforme apresentado no Quadro 22.

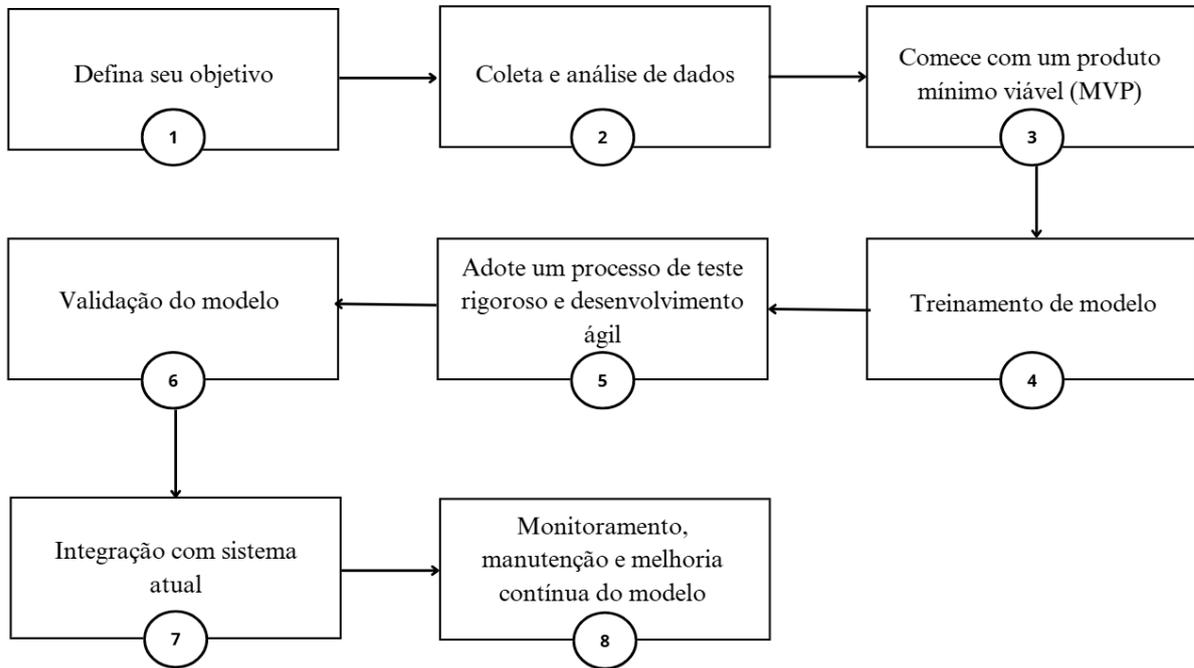
Quadro 22 - Comparação entre gestão tradicional e gestão com aprendizado de máquina

| Gestão Tradicional de Estoque | Gestão de Estoque com Aprendizado de Máquina |
|--|--|
| Abordagem reativa para a gestão de estoque, baseada em dados históricos e intuição | Abordagem proativa para a gestão de estoque, baseada em dados em tempo real e análise preditiva |
| Depende da entrada e análise manual de dados anuais | Automatiza a coleta e análise de dados, reduzindo erros e economizando tempo |
| Visibilidade limitada da cadeia de suprimentos e das flutuações da demanda | Fornecer visibilidade em tempo real da cadeia de suprimentos e das flutuações da demanda, permitindo uma resposta rápida |
| Níveis de estoque fixos e pontos de reabastecimento | Níveis de estoque dinâmicos e pontos de reabastecimento baseados na demanda em tempo real e nos dados de fornecimento |
| Capacidade limitada para otimizar o estoque em várias localidades | Otimiza o estoque em múltiplas localidades e parceiros da cadeia de suprimentos, maximizando a lucratividade |
| Depende de regras estáticas e heurísticas para a tomada de decisão | Utiliza algoritmos avançados de aprendizado de máquina para identificar tendências e padrões nos dados, melhorando a tomada de decisão |
| Capacidade limitada para prever a demanda e as necessidades de estoque | Previsão precisa da demanda e das necessidades de estoque, reduzindo rupturas de estoque e excesso de produtos |
| Uso ineficiente de recursos e altos custos de armazenamento | Uso eficiente de recursos e menores custos de armazenamento, maximizando a lucratividade |

Fonte: Adptado de Chaudhary et al., (2023)

Para a implementação do *machine learning* na realização de inventário, deve-se seguir as 8 etapas fundamentais apresentadas na Fluxograma 11.

Fluxograma 11 - Etapas para implementação do ML



Fonte: Adaptado de Vyas (2025) e Protsenko (2024)

Deste modo, segundo Vyas (2025) e Protsenko (2024), cada etapa conceitua-se da seguinte maneira:

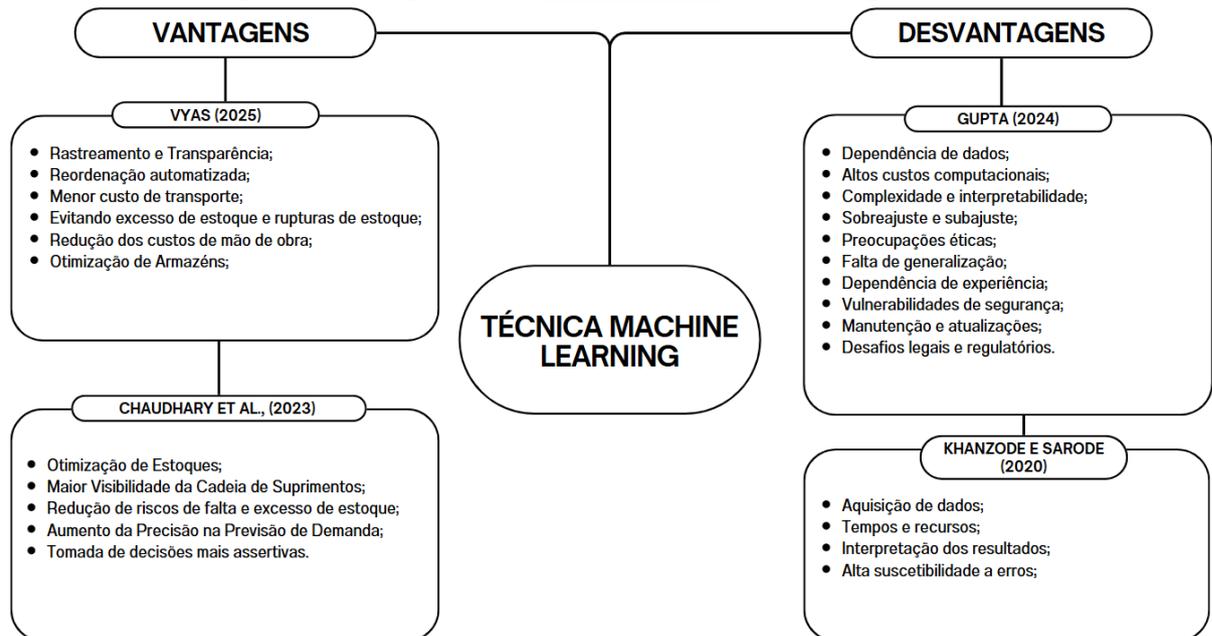
- **Defina seu objetivo:** Nesta etapa, define-se os objetivos antes de iniciar o *machine learning*. Deve-se ter objetivos claros, seja o objetivo melhorar a previsão de demanda, minimizar o excesso de estoque, evitar falhas no inventário ou otimizar as cadeias de suprimentos (Vyas, 2025);
- **Coleta e análise de dados:** Posteriormente, a coleta de dados é essencial, dados são necessários para o aprendizado de máquina, um conjunto de dados abrangente que inclua registros de inventário passados, tendências de demanda, desempenho do fornecedor, prazos de entrega e qualquer outra informação pertinente é necessário. Pois o modelo de aprendizado de máquina é construído sobre esses dados, deve-se certificar de que os dados são de alta qualidade, sabendo que o sucesso do *machine learning* depende de ter dados limpos, precisos e atuais (Vyas, 2025);
- **Comece com um produto mínimo viável (MVP):** Iniciar com um MVP em vez de lançar-se em uma implementação em larga escala, mantendo a concentração em uma

área específica, essa abordagem reduz riscos, permite ajustes com base em feedbacks e evita investimentos desnecessários (Vyas, 2025);

- **Treinamento de modelo:** Nesta fase, ocorre a seleção do algoritmo certo para processar os dados. Dentro do *machine learning*, diferentes tipos de algoritmos de machine learning são geralmente usados para fornecer resultados melhores e mais precisos (Protsenko, 2024);
- **Adote um processo de teste rigoroso e desenvolvimento ágil:** O desenvolvimento ágil é crucial porque o aprendizado de máquina muda com o tempo e testar com dados históricos e ao vivo garante que seu sistema funcionará de forma confiável depois de ser colocado em uso (Vyas, 2025);
- **Validação do modelo:** Engenheiros de dados devem testar o modelo em treinamento com os dados aos quais ele não foi exposto, isso mostrará como ele se sairá em novos ambientes. Normalmente, esse estágio mostra as falhas do modelo e a necessidade de ajuste fino (Protsenko, 2024);
- **Integração com sistema atual:** Neste ponto, ocorre a incorporação do modelo de *machine learning* ao sistema de gerenciamento de inventário, após o treinamento quando estiver operando efetivamente. Normalmente, isso exige cooperação entre os especialistas de domínio, especialistas em TI e cientistas de dados da sua organização, certifique-se de que a saída do modelo seja compatível com seus procedimentos atuais e seja simples de usar ao tomar decisões (Vyas, 2025);
- **Monitoramento, manutenção e melhoria contínua do modelo:** Os modelos de *machine learning* precisam de manutenção e observação regulares porque são dinâmicos. Sendo assim, deve ocorrer o retreinamento do modelo com novos dados regularmente para acomodar tendências de demanda e condições de mercado em mudança, assim como a correção de quaisquer problemas que possam surgir, como mudanças na distribuição de dados ou deterioração do modelo (Vyas, 2025).

Ademais, o sistema *machine learning* (ML) na gestão de inventário, possui suas vantagens e desvantagens de acordo com a organização e cenário de aplicação. A Figura 13 apresenta o mapa mental destacando as vantagens e desvantagens do ML.

Figura 13 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do ML



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, Vyas (2025) lista como principais benefícios do ML os seguintes fatores:

- Rastreamento e Transparência: O monitoramento de estoque demorado pode ser substituído por uma cadeia de suprimentos eficaz usando IA e aprendizado de máquina no gerenciamento de estoque;
- Reordenação automatizada: Quando o estoque atinge níveis predefinidos, os sistemas orientados por IA iniciam automaticamente os pedidos de compra, levando em conta os prazos de entrega, as tendências de demanda e as limitações do fornecedor. O erro humano é reduzido, os procedimentos manuais de aquisição são eliminados e as quantidades e o tempo ideais dos pedidos são garantidos por essa automação;
- Menor custo de transporte: Os sistemas ML reduzem o custo de armazenamento de estoque excedente ao otimizar os níveis de inventário por meio de pedidos automatizados e previsão precisa da demanda;
- Evitando excesso de estoque e rupturas de estoque: Para manter níveis de estoque ideais, algoritmos de IA rastreiam continuamente variáveis da cadeia de suprimentos, tendências de vendas e níveis de estoque. Ao antecipar possíveis cenários de falta de estoque ou excesso de estoque antes que eles se materializem, o sistema permite ajustes proativos para evitar vendas perdidas ou despesas excessivas de estoque;
- Redução dos custos de mão de obra: A necessidade de trabalho manual diminui muito quando tarefas de inventário de rotina, como pedidos, contagens e geração de relatórios,

são automatizadas. Os sistemas de ML reduzem o tempo e os recursos necessários para o gerenciamento de inventário enquanto lidam com cálculos repetitivos e complexos, liberando os membros da equipe para se concentrarem em tarefas estratégicas;

- Otimização de Armazéns: Táticas de coleta, locais de armazenamento e layouts de depósito podem ser melhorados por algoritmos de ML. Algoritmos podem recomendar o melhor posicionamento de produtos e rotas de coleta examinando dados passados e padrões de pedidos.

Com isso, o ML na gestão de estoque desempenha um papel crucial na otimização da logística, aumentando a precisão da previsão de demanda, cortando despesas, aumentando a eficácia operacional e facilitando a tomada de decisões proativas para satisfazer com sucesso as demandas dos clientes.

Chaudhary et al., (2023) também lista quais os principais benefícios do ML aplicado a realização de inventário.

- Otimização de Estoques: Outro benefício do ML na gestão de inventário é a otimização do estoque em tempo real. Os algoritmos de machine learning podem analisar continuamente os dados da cadeia de suprimentos e ajustar os níveis de estoque e os pontos de reabastecimento em tempo real, com base nas mudanças na demanda e no fornecimento;
- Maior Visibilidade da Cadeia de Suprimentos: O ML também pode ajudar as empresas a otimizar o inventário em várias localizações e entre parceiros da cadeia de suprimentos. Os métodos tradicionais de gestão de inventário geralmente têm visibilidade limitada das flutuações da cadeia de suprimentos e da demanda, resultando em estoques subótimos e custos elevados. No entanto, os algoritmos de ML podem fornecer visibilidade em tempo real sobre os dados da cadeia de suprimentos, permitindo que as empresas otimizem os níveis de inventário e os pontos de reabastecimento em várias localizações e entre parceiros;
- Redução de riscos de falta e excesso de estoque: Ao prever a demanda com precisão e ajustar os níveis de estoque e os pontos de reabastecimento em tempo real, as empresas podem garantir que tenham os produtos certos disponíveis quando os clientes precisarem, isso reduz o risco de falta de produtos, o que pode afetar a satisfação do cliente e resultar em perdas de vendas. Ao mesmo tempo, os algoritmos de ML também podem ajudar a evitar o excesso de estoque, que pode imobilizar capital e aumentar os custos de manutenção;

- Aumento da Precisão na Previsão de Demanda: Um dos benefícios mais significativos é a melhoria na previsão de demanda. Os algoritmos de ML podem analisar dados históricos de vendas, tendências de mercado e outras variáveis para prever a demanda com precisão;
- Tomada de decisões mais assertivas: Os métodos tradicionais frequentemente dependem de regras fixas e heurísticas, que podem ser limitadas na previsão precisa da demanda e na otimização dos níveis de estoque, assim os algoritmos de ML, por outro lado, podem analisar grandes volumes de dados e identificar padrões e tendências que podem não ser imediatamente perceptíveis para os analistas humanos.

Já com relação as desvantagens, Gupta (2024) destaca os seguintes fatores:

- Dependência de dados: Os sistemas de ML dependem muito da qualidade, quantidade e relevância dos dados, se os dados forem insuficientes, desatualizados ou contiverem vieses, as previsões e decisões do modelo podem ser falhas. Além disso, preparar dados exige esforço substancial, tornando esta etapa um processo crítico, mas demorado;
- Altos custos computacionais: O treinamento e a implementação de ML exigem *hardware* avançado, como GPUs e TPUs, que são caros para adquirir e manter. Esses sistemas também consomem energia significativa, aumentando as despesas operacionais, logo para organizações menores, esses custos podem atuar como uma barreira para a adoção de ML, limitando a acessibilidade e a escalabilidade;
- Complexidade e Interpretabilidade: Muitos modelos de ML, particularmente algoritmos de aprendizado profundo, operam como “caixas pretas”, onde seu processo de tomada de decisão é opaco. Essa falta de transparência dificulta a interpretação de resultados, a solução de problemas de erros ou a construção de confiança com as partes interessadas, assim em aplicações críticas como assistência médica, a incapacidade de explicar decisões pode dificultar uma aceitação mais ampla;
- Sobreajuste e subajuste: O sobreajuste ocorre quando um modelo de ML aprende os dados de treinamento muito bem, capturando ruído e detalhes irrelevantes, o que leva a um desempenho ruim em novos dados. O subajuste, por outro lado, acontece quando um modelo falha em capturar padrões subjacentes, resultando em previsões imprecisas. Ambos os problemas podem impactar significativamente a confiabilidade dos sistemas de ML;
- Preocupações éticas: O viés em conjuntos de dados é um problema generalizado que pode levar a resultados antiéticos, como práticas discriminatórias de contratação ou

aprovações tendenciosas de empréstimos. Sem abordar esses vieses, os sistemas de ML correm o risco de perpetuar as desigualdades sociais;

- Falta de generalização: Diferentemente dos humanos, os modelos de ML são específicos para cada tarefa. Essa falta de transferibilidade limita o escopo e a flexibilidade dos sistemas de ML, exigindo recursos adicionais para se adaptar a novas tarefas;
- Dependência de experiência: Desenvolver, treinar e manter sistemas de ML demandam profissionais qualificados com expertise em algoritmos, programação e ciência de dados;
- Vulnerabilidades de segurança: Os sistemas de ML são suscetíveis a ataques adversários, onde atores maliciosos manipulam entradas para enganar o modelo;
- Manutenção e atualizações: Os modelos de ML exigem monitoramento e retreinamento contínuos para permanecerem precisos e relevantes. Mudanças nos padrões de dados ou comportamentos do usuário podem tornar um modelo obsoleto, necessitando de atualizações regulares, essas atividades de manutenção podem exigir muitos recursos, principalmente para organizações sem equipes dedicadas de ML;
- Desafios legais e regulatórios: O uso de ML em setores regulamentados, como finanças, saúde e aplicação da lei, traz preocupações legais e éticas. As organizações devem cumprir com regulamentações rigorosas que regem o uso de dados, processos de tomada de decisão e responsabilidade, onde a não conformidade pode resultar em multas pesadas e danos à reputação, tornando a adesão regulatória uma consideração crucial. Deste modo, para Khanzode e Sarode (2020), as principais desvantagens do ML são:
 - Aquisição de dados: A coleta, limpeza e preparação dos dados podem ser trabalhosas e exigem grande quantidade de informações para que os modelos sejam eficazes. Além disso, a qualidade dos dados impacta diretamente no desempenho do modelo;
 - Tempo e recursos: O treinamento de modelos de ML pode ser demorado e exigir alto poder computacional, especialmente para algoritmos complexos e grandes volumes de dados, isso pode resultar em custos elevados com infraestrutura e energia;
 - Interpretação dos resultados: Muitos modelos, especialmente redes neurais profundas, funcionam como "caixas-pretas", dificultando a interpretação dos resultados e a compreensão dos fatores que influenciam as previsões, isso pode comprometer a transparência e a confiabilidade do sistema;

- Alta suscetibilidade a erros: Modelos de ML podem apresentar vieses e erros devido a dados incompletos, enviesados ou de baixa qualidade, pequenas variações nos dados de entrada podem gerar previsões imprecisas, afetando a tomada de decisão e exigindo constante monitoramento e ajustes.

Sendo assim, o *machine learning* não só oferece uma maior lucratividade, mas também soluciona problemas e beneficia empresas e organizações, fazendo previsões e ajudando-as a tomar melhores decisões. Para saber claramente onde ele será utilizado e onde não, é necessário analisar as vantagens e desvantagens do ML em relação ao contexto e setor da organização.

Deste modo, com relação aos setores mais favoráveis para a aplicação do Machine Learning na gestão de inventário, o Quadro 23 apresenta os principais setores beneficiados pelo uso do método, destacando seus objetivos e vantagens.

Quadro 23 - Setores beneficiados pelo ML

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|--|--|---|
| Logística e Cadeia de Suprimentos | Otimização do monitoramento e rastreamento de estoques | Redução de perdas, melhor controle da cadeia de suprimentos |
| Varejo | Previsão de demanda e automação de reposição | Minimização de rupturas de estoque, aumento da eficiência |
| Saúde e Farmacêutico | Controle inteligente de medicamentos e insumos | Redução de desperdícios, segurança no armazenamento |
| Manufatura | Gestão de matérias-primas e produtos finalizados | Redução de falhas operacionais, planejamento otimizado |
| E-commerce | Gestão preditiva de pedidos e estoque | Atendimento mais rápido, diminuição de custos logísticos |

Fonte: Elaborado com base em Chaudhary et al., (2023)

Por outro lado, o Quadro 24 apresenta os cenários restritivos para a aplicação do *Machine Learning* na gestão de inventário, destacando as principais justificativas para essas limitações.

Quadro 24 - Cenários com restrição para o ML

| Cenários | Justificativa |
|--|---|
| Pequenos negócios com orçamento limitado | Alto custo inicial e necessidade de infraestrutura |
| Ambientes sem acesso a grandes volumes de dados | Dados insuficientes para treinar modelos preditivos |

| | |
|---|--|
| Empresas com resistência à transformação digital | Barreiras culturais e dificuldades na adoção da tecnologia |
| Sistemas de gestão legados e não integráveis | Incompatibilidade com novas plataformas de IA |
| Necessidade de personalização excessiva | Modelos genéricos podem não atender necessidades específicas |

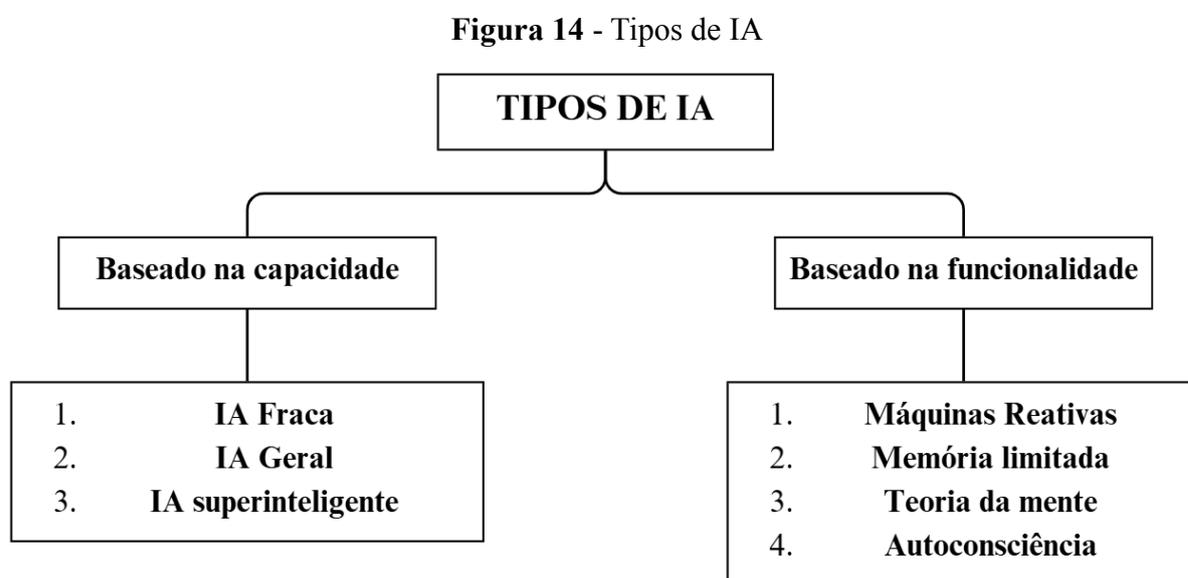
Fonte: Elaborado com base em Chaudhary et al., (2023)

Por fim, o ML se apresenta como uma ferramenta poderosa para otimizar a gestão de inventário, proporcionando maior eficiência operacional e redução de custos. No entanto, sua implementação deve ser analisada, considerando os desafios específicos de cada setor, logo empresas com restrições orçamentárias ou estruturais devem explorar soluções adaptativas para garantir que a adoção dessa tecnologia gere benefícios sustentáveis a longo prazo.

4.2.2.4 Inventário com inteligência artificial (IA)

Apesar de não existir uma única definição para o conceito de Inteligência artificial (IA), basicamente refere-se ao desenvolvimento de sistemas computacionais para compreender e imitar o comportamento humano (Russell e Norvig 2020). Segundo Dinh (2020), a IA é um termo usado para definir a inteligência de uma máquina, simulada por humanos, para programá-la a pensar como os seres humanos e imitar suas ações.

Por conseguinte, existem diversos métodos para classificar os tipos de inteligência artificial. Conforme DataFlair Team (2019), os tipos de IA podem ser divididos com base em suas capacidades e funcionalidades, a Figura 14 apresenta essa divisão.



Fonte: Adaptado de DataFlair Team (2019)

Desta maneira, para DataFlair Team (2019), a IA fraca (ANI) refere-se à capacidade de executar apenas um conjunto restrito e bem definido de tarefas específicas. Nessa fase, a máquina funciona apenas em situações treinadas com precisão, sem qualquer habilidade de raciocínio, um exemplo dessa aplicação é a Siri (Apple) e a Alexa (Amazon), operando por meio de aprendizado de máquina, reconhecimento de padrões, mineração de dados e processamento de linguagem natural. Por outro lado, a IA geral (AGI) e a IA superinteligente (ASI) são classificadas como IA forte, pois envolvem máquinas que podem operar com uma inteligência real.

A AGI é uma máquina capaz de pensar e executar qualquer tarefa com eficiência equivalente à de um ser humano (*Element of AI course*, Universidade de Helsinque, 2019). Já a ASI representa uma capacidade da IA que supera a inteligência humana em todos os campos.

Em contraponto, o aspecto da funcionalidade, envolve as categorias de máquinas reativas, memória limitada, teoria da mente e autoconsciência. Onde, as máquinas reativas são um tipo de IA que opera apenas com base nos dados presentes, tomando decisões no momento sem recorrer a memórias ou experiências passadas.

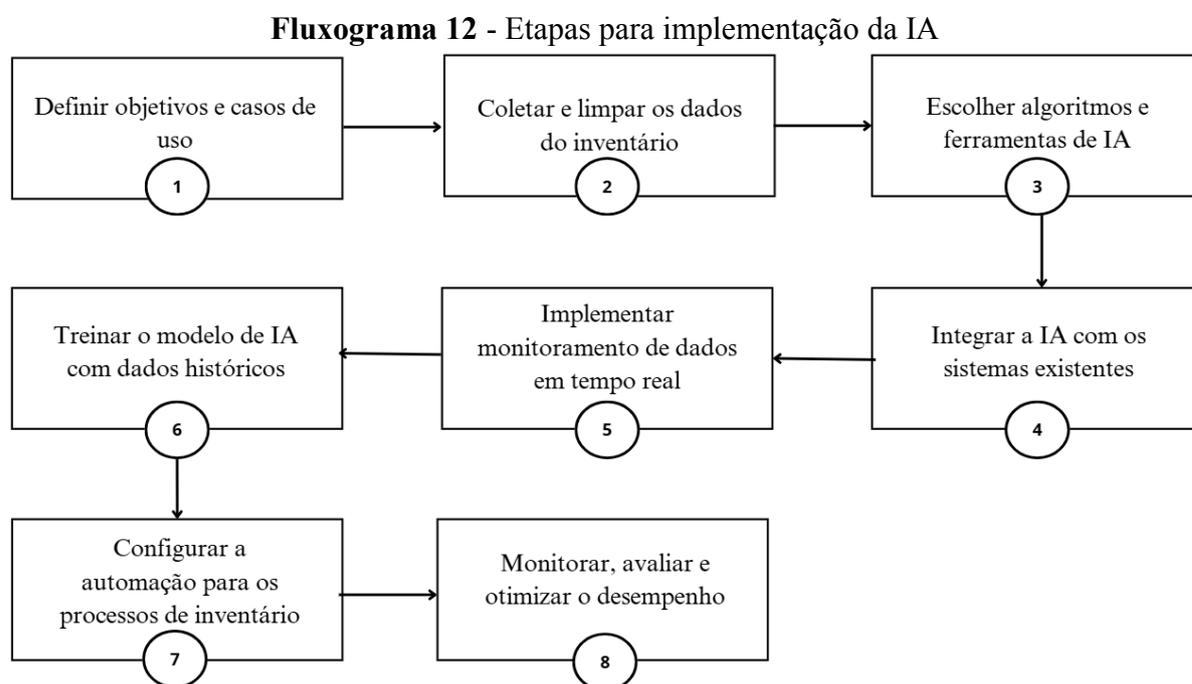
Já a IA com memória limitada, é semelhante às máquinas reativas, mas tem a capacidade de armazenar pequenas quantidades de memória para avaliar situações e melhorar suas decisões futuras (DataFlair Team, 2019). A funcionalidade teoria da mente (ToM), trata-se de um estágio avançado de inteligência artificial onde o sistema pode entender e prever os estados mentais de si mesmo e dos outros. Nos seres humanos, a ToM nos permite atribuir crenças, desejos, objetivos e intenções aos outros, permitindo-nos prever seus comportamentos e trabalhar de forma colaborativa.

Outrossim, o próximo estágio evolutivo da IA é a autoconsciência, nesse estágio, uma IA não apenas estaria ciente dos estados mentais dos outros, mas também teria um senso de sua própria existência, emoções, desejos e objetivos. Destaca-se que esse nível de autoconsciência nas máquinas é em grande parte hipotético e apresenta riscos éticos e existenciais significativos.

Haenlein e Kaplan (2019) caracterizam a IA como a capacidade de um sistema de interpretar corretamente dados externos, aprender a partir desses dados e usar esses aprendizados para alcançar objetivos e tarefas específicas por meio de uma adaptação flexível.

Com relação a aplicabilidade, além das aplicações como carros autônomos e reconhecimento de voz, a IA também possui uma ampla gama de usos na gestão da cadeia de suprimentos, como previsão de demanda, roteirização, seleção de fornecedores e gestão de estoque, entre outros (Preil e Krapp, 2021).

Desta maneira, com base nos fatos citados, para a implementação do método com utilização da IA na realização de inventário, tem-se as seguintes etapas apresentadas na Fluxograma 12.



Fonte: Baseado em Bennet (2024)

Assim, conforme, Bennet (2024):

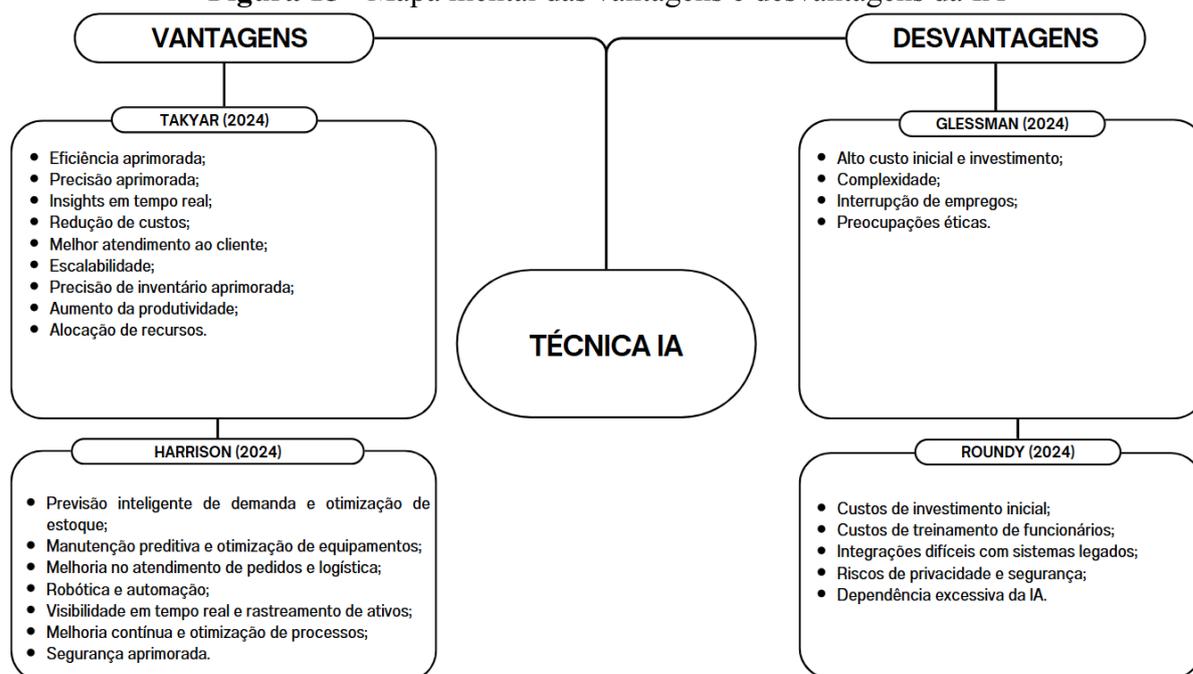
- **Definir objetivos e casos de uso:** Antes de iniciar a implementação da IA, é essencial definir claramente os objetivos do sistema, isso pode incluir a previsão de demanda, otimização de estoque, detecção de anomalias, redução de desperdícios ou automação de processos, assim compreender os casos de uso ajudará a escolher a abordagem correta para a IA;
- **Coletar e limpar os dados de inventário:** A IA depende de dados de qualidade. É necessário coletar informações do inventário, como histórico de vendas, movimentação de produtos, níveis de estoque e tempos de reposição, depois, os dados devem ser limpos, eliminando erros, duplicatas e inconsistências, para garantir que os modelos de IA funcionem corretamente;
- **Escolher algoritmos e ferramentas de IA:** Com os dados prontos, o próximo passo é selecionar os algoritmos e ferramentas apropriados. Isso pode incluir ML, redes neurais, análise preditiva e outras tecnologias. Também é necessário escolher plataformas adequadas, ou soluções prontas de IA em nuvem;

- **Integrar a IA com os sistemas existentes:** A IA precisa se conectar aos sistemas atuais da empresa, como ERP (*Enterprise Resource Planning*), WMS (*Warehouse Management System*) e CRM (*Customer Relationship Management*). Isso permite que os modelos de IA utilizem dados em tempo real e automatizem decisões sem interromper os fluxos de trabalho existentes;
- **Implementar monitoramento de dados em tempo real:** O monitoramento em tempo real permite que a IA analise continuamente o inventário e faça ajustes automáticos para evitar rupturas de estoque ou excessos. Sensores, IoT (Internet das Coisas) e *dashboards* analíticos podem ser usados para acompanhar as métricas de estoque em tempo real;
- **Treinar o modelo de IA com dados históricos:** A IA precisa aprender com dados históricos para fazer previsões precisas. O modelo é treinado utilizando informações passadas sobre vendas, sazonalidade, tendências de mercado e padrões de consumo, isso permite que ele identifique padrões e faça recomendações assertivas;
- **Configurar a automação para os processos de inventário:** Depois de treinada, a IA pode ser usada para automatizar tarefas, como pedidos automáticos de reposição, ajustes de preços dinâmicos e previsão de demanda, isso reduz erros humanos e melhora a eficiência da gestão do estoque;
- **Monitorar, avaliar e otimizar o desempenho:** Após a implementação, o desempenho do sistema de IA deve ser monitorado constantemente. Indicadores como precisão das previsões, redução de custos e eficiência operacional precisam ser avaliados. Se necessário, ajustes podem ser feitos para melhorar a performance do modelo.

Deste modo, a implementação da IA no sistema de inventário, seguindo as etapas corretamente, aumentam a eficiência e a competitividade, logo a adoção dessa tecnologia é um passo estratégico para todas as organizações.

Ademais, como todos os métodos de realização de inventário, o inventário baseado em IA também possui seus prós e contras, apresentados segundo a visão de dois autores alguns na Figura 15.

Figura 15 - Mapa mental das vantagens e desvantagens da IA



Fonte: Autoria própria (2025)

Segundo Takyar (2024), os principais benefícios da integração da IA no sistema de inventário são:

- **Eficiência aprimorada:** A IA simplifica os processos de gerenciamento de inventário ao automatizar tarefas repetitivas, como entrada de dados, análise e tomada de decisão. Ao eliminar o esforço manual, as empresas podem alocar recursos de forma mais eficiente, liberando tempo para os funcionários se concentrarem em atividades de maior valor, como planejamento estratégico e atendimento ao cliente;
- **Precisão aprimorada:** Algoritmos alimentados por IA alavancam técnicas avançadas de análise de dados e aprendizado de máquina para processar grandes quantidades de dados de inventário com precisão e rapidez. Isso reduz o risco de erro humano associado à entrada e análise manual de dados, levando a previsões de inventário mais precisas, recomendações de pedidos e rastreamento de inventário;
- **Insights em tempo real:** A IA dá às empresas visibilidade em tempo real sobre os níveis de estoque, movimentos e tendências em vários canais e locais. Isso permite que as empresas tomem decisões informadas sobre reposição de estoque, alocação e preços, garantindo que possam atender efetivamente à demanda do cliente e evitar faltas de estoque ou situações de excesso de estoque;
- **Redução de custos:** Ao otimizar os níveis de estoque e minimizar os custos de transporte, a IA ajuda as empresas a reduzir as despesas operacionais associadas à gestão de

estoque. Algoritmos de previsão de demanda e otimização de estoque orientados por IA permitem que as empresas mantenham níveis de estoque ideais, reduzindo a necessidade de armazenamento de estoque em excesso e os custos associados;

- Melhor atendimento ao cliente: a IA permite que as empresas antecipem e respondam à demanda do cliente de forma mais eficaz, fornecendo previsões precisas de estoque e recomendações personalizadas de produtos. Ao garantir a disponibilidade do produto e entregar um atendimento de pedidos mais rápido, as empresas podem aprimorar a experiência do cliente, levando a maior satisfação e fidelidade;
- Escalabilidade: Soluções de gerenciamento de inventário orientadas por IA podem escalar com o crescimento do negócio e se adaptar às necessidades e complexidades em mudança sem exigir intervenção manual significativa. Essa flexibilidade permite que as empresas expandam suas operações, entrem em novos mercados ou introduzam novas linhas de produtos com confiança, sabendo que seu sistema de gerenciamento de inventário pode dar suporte aos seus requisitos de negócios em evolução;
- Precisão de inventário aprimorada: algoritmos orientados por IA melhoram significativamente a precisão do inventário, reduzindo a necessidade de verificações e auditorias manuais. Isso leva a decisões de alocação de recursos mais precisas, pois as empresas podem confiar em dados de inventário precisos para determinar níveis de estoque ideais, alocar recursos de forma eficiente e minimizar o risco de faltas de estoque ou situações de excesso de estoque;
- Aumento da produtividade: sistemas de gerenciamento de inventário com tecnologia de IA aumentam a produtividade ao automatizar tarefas demoradas e fornecer insights acionáveis. Ao lidar com operações de rotina, como previsão de demanda, recomendações de reposição e rastreamento de inventário, a IA permite que os funcionários se concentrem em atividades de maior valor, contribuindo para o crescimento e a inovação dos negócios;
- Alocação de recursos: Insights gerados por IA permitem melhor tomada de decisão em relação à alocação de recursos no gerenciamento de estoque. Ao analisar tendências, padrões e dinâmicas de mercado, as empresas podem alocar recursos de forma mais estratégica, como ajustar níveis de estoque, otimizar processos da cadeia de suprimentos e implementar estratégias de marketing direcionadas, levando a melhores resultados de negócios e lucratividade.

Harrison (2024) apresenta como principais vantagens do método os seguintes fatores:

- Previsão inteligente de demanda e otimização de estoque: As empresas podem usar algoritmos de IA para analisar dados históricos, tendências de mercado e outros fatores de influência para gerar previsões de demanda precisas. A previsão de demanda alimentada por IA permite que os armazéns refinem os processos da cadeia de suprimentos, antecipem mudanças na demanda e tomem decisões bem informadas sobre aquisição, transporte e gerenciamento de estoque;
- Manutenção preditiva e otimização de equipamentos: A IA pode prever com precisão quebras de equipamentos e necessidades de manutenção utilizando dados em tempo real de sensores e sistemas de monitoramento. Adotar estratégias de manutenção preditiva é uma ferramenta poderosa para operadores de armazém minimizarem o tempo de inatividade, cortarem custos de manutenção e garantirem o desempenho máximo de máquinas e infraestrutura críticas;
- Melhoria no atendimento de pedidos e logística: Aproveitando algoritmos baseados em IA, armazéns inteligentes podem aumentar a eficiência das rotas de coleta de pedidos ao levar em consideração variáveis como atributos do produto, frequência de coleta e prioridades de pedidos em tempo real. Esse sequenciamento inteligente de pedidos e otimização do caminho de viagem resulta em maior precisão dos pedidos, maior produtividade e redução dos custos de mão de obra;
- Robótica e automação: Robótica orientada por IA e tecnologias de automação, como robôs móveis autônomos (AMRs) e soluções de coleta de peças robóticas, estão transformando as operações de depósito. Esses sistemas inteligentes podem navegar pelos corredores do depósito, localizar itens específicos e executar rapidamente tarefas como coleta, classificação e embalagem. Incorporar robótica alimentada por IA em fluxos de trabalho de depósito pode aumentar a produtividade, melhorar a segurança do depósito e minimizar erros humanos;
- Visibilidade em tempo real e rastreamento de ativos: Tecnologias de rastreamento e sensores, como visão computacional, identificação por radiofrequência (RFID) e dispositivos de IoT, aproveitam o poder da IA para fornecer visibilidade em tempo real das operações do armazém. Usando essas ferramentas digitais, os armazéns podem monitorar localizações de ativos, níveis de inventário e obter *insights* valiosos sobre gargalos de processo;
- Melhoria contínua e otimização de processos: Os sistemas baseados em IA mantêm a capacidade de conduzir análises contínuas de dados, monitorar indicadores-chave de

desempenho (KPIs) e identificar áreas para melhoria de processos. Além disso, ao aproveitar os *insights* gerados pela IA, os armazéns podem otimizar fluxos de trabalho, identificar ineficiências operacionais e promover uma cultura de melhoria contínua;

- Segurança aprimorada: A automação alimentada por IA aprimora o gerenciamento de depósito, melhorando a segurança dos trabalhadores e o manuseio de materiais.

No entanto, Glessman (2024) lista como principais desvantagens desse método, os seguintes pontos:

- Alto custo inicial e investimento: Uma das barreiras mais significativas para implementar IA em cadeias de suprimentos pode ser os custos iniciais associados à aquisição e integração dessa tecnologia. Embora o uso de IA a longo prazo possa ser incrivelmente econômico para as empresas, ele pode apresentar desafios financeiros iniciais. Além disso, o processo de integração de IA em operações existentes da cadeia de suprimentos pode ser demorado. As empresas podem enfrentar longos prazos para instalação do sistema, integração de dados e personalização de processos para atender a necessidades operacionais específicas;
- Complexidade: A integração de IA em cadeias de suprimentos pode introduzir um nível de complexidade que representa desafios para as organizações. Por exemplo, os sistemas de IA podem exigir ampla personalização para se alinharem às necessidades exclusivas de um negócio e também precisam ser integrados aos sistemas atuais;
- Interrupção de empregos: À medida que a IA continua a ser integrada às cadeias de suprimentos, há preocupações sobre seu impacto potencial nas interrupções de empregos. Embora a IA possa automatizar tarefas repetitivas, otimizar processos e aprimorar a tomada de decisões, ela também traz o risco potencial de deslocamento de empregos;
- Preocupações éticas: À medida que a IA se torna mais integrada à gestão da cadeia de suprimentos, é importante entender a relevância das preocupações e vieses éticos. Essa falta de transparência pode criar preocupações éticas em torno da responsabilidade e da tomada de decisões, para cenários como preços, seleção de fornecedores ou avaliações de funcionários.

Roundy (2024), destaca como contras para utilização da IA os seguintes fatores:

- Custos de investimento inicial: Implementar IA é um grande investimento de tempo e dinheiro. A IA também pode exigir uma quantidade significativa de manutenção no

início, à medida que a TI integra aplicativos e fontes de dados e treina modelos de IA, entre outras tarefas necessárias;

- Custos de treinamento de funcionários: Os funcionários devem possuir a expertise adequada para usar IA ou problemas podem surgir;
- Integrações difíceis com sistemas legados: A infraestrutura legada pode não ser adequada para uma integração de IA resultando em problemas técnicos, para evitar esses problemas potenciais, os líderes da cadeia de suprimentos devem trabalhar com outros líderes em sua empresa para decidir como aplicar melhor a IA, como extrair dados limpos de todas as fontes relevantes e se uma revisão completa do sistema é necessária;
- Riscos de privacidade e segurança: Os potenciais problemas de privacidade e segurança de dados da IA podem colocar os dados da empresa em risco de várias maneiras se os líderes organizacionais não considerarem os possíveis problemas antes de implementar a tecnologia;
- Dependência excessiva da IA: A IA pode afetar negativamente tanto o conjunto de habilidades dos funcionários quanto a experiência do cliente. Uma lacuna de habilidades pode resultar se os funcionários usarem IA para executar certas tarefas e não souberem como fazê-las eles mesmos.

Assim, a inteligência artificial se destaca como uma solução inovadora para a realização de inventário, proporcionando diversas vantagens como a automação de processos, maior precisão no controle de estoque e redução de falhas manuais. No entanto, também possui algumas limitações, onde exige um investimento significativo, infraestrutura tecnológica adequada e integração eficiente com os sistemas existentes. Desta forma, as empresas que desejam implementar essa tecnologia devem considerar todos os aspectos envolvidos para garantir que os benefícios superem os desafios, tornando a IA um diferencial estratégico e competitivo.

Com relação aos setores mais favoráveis para a aplicação da IA, o Quadro 25 apresenta os principais setores beneficiados pelo uso do método, destacando seus objetivos e vantagens.

Quadro 25 - Setores beneficiados pela a IA

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|--|---|---|
| Logística e Cadeia de Suprimentos | Automação do monitoramento e rastreamento de estoques | Redução de perdas, otimização de armazenagem e transporte |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Varejo | Controle inteligente de inventário | Redução de rupturas de estoque e melhoria na reposição |
| Saúde e Farmacêutico | Rastreabilidade de medicamentos e insumos | Segurança na distribuição, redução de desperdícios |
| Manufatura | Gerenciamento de matéria-prima e produtos acabados | Minimização de falhas, melhor planejamento produtivo |
| E-commerce | Precisão no controle de pedidos e estoque | Atendimento ágil, redução de erros e custos operacionais |

Fonte: Elaborado com base Takyar (2024) e Roundy (2024)

Com relação aos cenários restritivos para a aplicação do método o Quadro 26 destaca-os e apresenta a justificativa para esse fator.

Quadro 26 - Cenários com restrições para a IA

| Cenários | Justificativa |
|---|---|
| Pequenas empresas com recursos limitados | Alto custo inicial de implementação pode ser um entrave |
| Ambientes com baixa conectividade | Falta de infraestrutura pode comprometer o funcionamento do sistema |
| Empresas com resistência à inovação | Cultura organizacional pode dificultar a adoção da tecnologia |
| Integração com sistemas antigos | Dificuldade de compatibilidade com tecnologias legadas |
| Necessidade de alta personalização | Modelos padronizados podem não atender demandas específicas |

Fonte: Elaborado com base Takyar (2024) e Roundy (2024)

Sendo assim, a Inteligência artificial se mostra como uma tecnologia essencial para otimizar a gestão de inventário, melhorar a rastreabilidade e reduzir custos operacionais. No entanto, sua implementação deve ser cuidadosamente planejada, levando em conta as particularidades de cada setor. Empresas que enfrentam restrições tecnológicas ou orçamentárias devem avaliar alternativas e adaptações para garantir que a adoção da IA traga benefícios sustentáveis a longo prazo.

4.2.2.5 Inventário com Blockchain

Blockchain é uma estrutura de dados transacional distribuída que armazena registros e outras informações gerenciadas pelo mecanismo de consenso e protegidas por criptografia. Em um sistema *blockchain*, os registros de dados são chamados de blocos, e os livros-razão

distribuídos são chamados de cadeias, assim vários blocos e cadeias são conectados para criar uma rede computacional *blockchain*, e as transações do livro-razão são processadas e verificadas autonomamente pela criptografia (Zhai et al., 2019).

Desta maneira, um sistema *blockchain* completo pode ser classificado como público (ou seja, sem permissão) ou privado (ou seja, com permissão) (Falazi et al., 2019). De modo que, a diferença entre os dois está na natureza da participação, na qual é necessária autorização para integrar a rede *blockchain*, em uma *blockchain* pública, qualquer pessoa pode se registrar e participar do sistema sem necessidade de permissão. O mecanismo de consenso também fornece um algoritmo para validar transações, garantir segurança e solucionar problemas nas operações da rede ponto a ponto com base nas regras acordadas (Nakamoto, 2008).

Conforme Lakshmi et al., (2021), o ponto central de um arranjo *Blockchain* é o fato inegável de que os dados fluem perfeitamente entre as partes em tempo real. Dessa forma, os fabricantes podem obter *insights* instantâneos sobre a demanda em nível de consumidor, como resultado, eles poderão prever a demanda com mais precisão e planejar proativamente a produção e o reabastecimento, em vez de simplesmente reagir a faltas de estoque, isso garante que eles sempre tenham os tipos adequados de produtos e quantidades de estoque para atender à demanda, com excesso limitado, reconhecendo isso, as empresas poderão aumentar a receita e a lucratividade enquanto eliminam o risco de perda de vendas e reduzem os custos de entrega. Assim, a *Blockchain* foi projetada para operar de maneira descentralizada, enquanto os bancos de dados tradicionais são sempre centralizados, essa característica única da *blockchain* lhe confere a influência necessária para se tornar a próxima geração de tecnologia (Lakshmi et al., 2021).

A *blockchain* oferece diversas oportunidades para a gestão de inventário, conforme Lakshmi et al., (2021), do ponto de vista de solução para problemas frequentes, tem-se os seguintes cenários:

| Quadro 27 - Possíveis soluções com blockchain para problemas identificados | |
|---|--|
| Problema identificado | Solução com <i>blockchain</i> |
| Mesma mercadoria financiada por diferentes bancos sem o conhecimento deles | O banco de dados compartilhado da blockchain pode evitar problemas de gastos duplos |
| Registros de estoque imprecisos, obscuros ou fraudulentos | O registro de atividades baseado em blockchain conecta uma ampla rede de usuários para manter a integridade dos dados do armazém e recibos |

Dificuldade no rastreamento da propriedade dos produtos

A transferência de titularidade usando blockchain e contratos inteligentes promove transparência e reduz riscos financeiros

Fonte: Adaptado de Lakshmi et al., (2021)

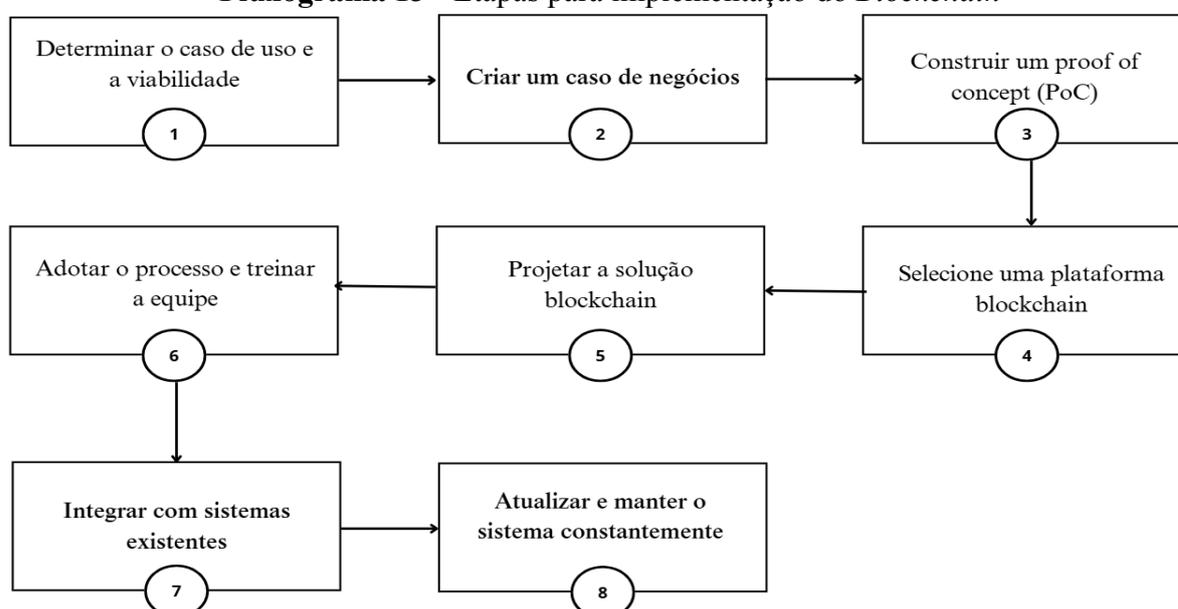
Para Louw (2024) o gerenciamento de inventário de *blockchain* é um sistema que utiliza a tecnologia *blockchain* para rastrear e supervisionar o inventário, ele registra toda a jornada de cada produto, desde a produção até a entrega ao consumidor final. Da mesma forma, esse sistema aproveita a tecnologia subjacente para garantir transparência, segurança e imutabilidade no gerenciamento de inventário.

Outrossim, com o gerenciamento de inventário de *blockchain*, o grau de precisão e segurança é superior ao que os sistemas tradicionais oferecem, pois este método não apenas simplifica as operações de inventário, mas também minimiza o risco de erros e fraudes para otimizar a eficiência da sua cadeia de suprimentos.

Com isso, conforme relatório anual da MHI (2018), a adoção do sistema *blockchain* na cadeia de Suprimentos era de apenas 5% em 2018, mas o crescimento projetado foi de até 54% nos próximos cinco anos. Assim, ao longo dos anos o método para a realização de inventário com o uso do *blockchain* tem crescimento constante sendo cada vez mais adotado pelas organizações.

Desta maneira, para a implementação da *blockchain* na realização de inventário, deve-se seguir 8 etapas fundamentais, apresentadas na Fluxograma 13.

Fluxograma 13 - Etapas para implementação do *Blockchain*



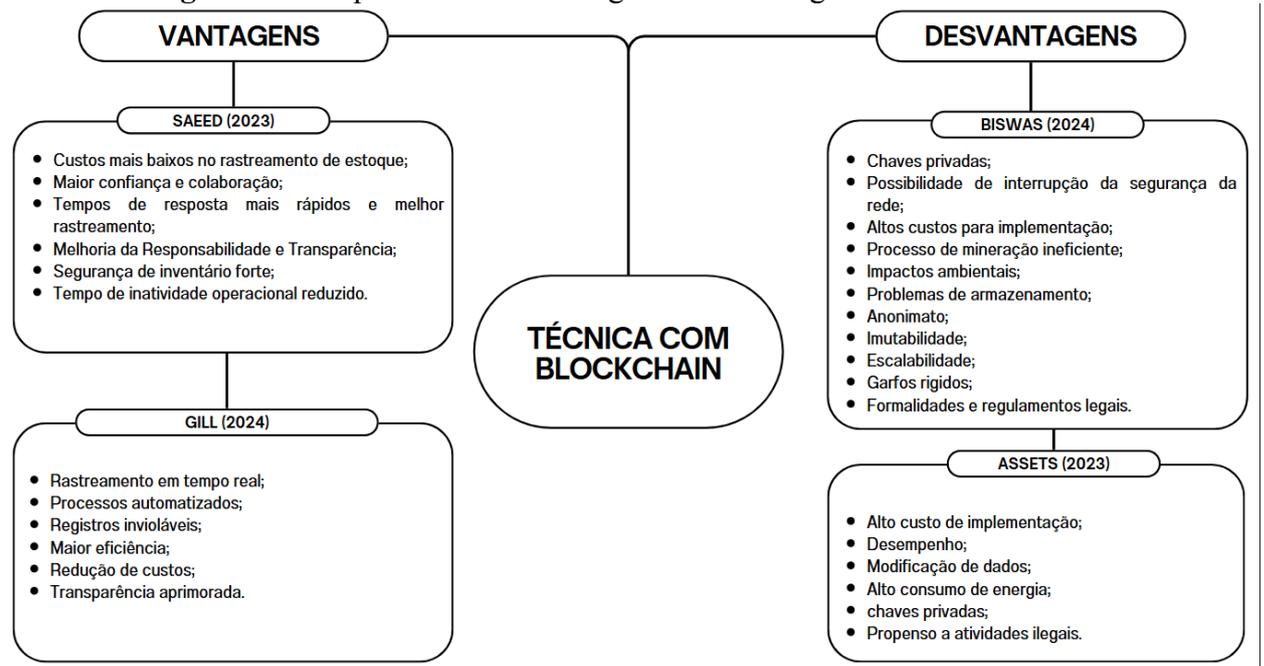
Fonte: Adaptado de Louw (2024) e Troy (2019)

De modo que:

- **Determinar o caso de uso e viabilidade:** Inicialmente, deve-se identificar as necessidades e desafios do negócio que a blockchain pode solucionar (Padeiro, 2019);
- **Criar um caso de negócios:** Nesta etapa, desenvolva um argumento sólido para justificar o uso da *blockchain* (Troy, 2019);
- **Construir um *proof of concept* (PoC):** Crie um protótipo para avaliar se a blockchain é viável para o seu negócio (Troy, 2019);
- **Selecionar uma plataforma *blockchain*:** A escolha de plataforma deve estar alinhada com os requisitos exclusivos do seu negócio. Para uma implementação mais direta, deve-se considerar suas capacidades em relação à escalabilidade, segurança de dados e compatibilidade com sua infraestrutura existente. Além disso, selecionar um blockchain que se integre perfeitamente com seus processos de gerenciamento de inventário para uma transição suave para soluções baseadas em blockchain (Louw, 2024);
- **Projetar a solução *blockchain*:** Determinar o melhor algoritmo de consenso e a pilha tecnológica (Louw, 2024);
- **Adotar o processo e treinar a equipe:** Nesta fase, deve-se familiarizar a equipe com o novo sistema por meio de sessões de treinamento com foco no uso eficaz do sistema de gerenciamento de inventário de blockchain (IMS). Em um IMS baseado em blockchain, o gerenciamento de dados é vital para informações precisas e em tempo real relevantes para seu inventário. Portanto, deve-se treinar os funcionários sobre entrada e validação adequadas de dados, bem como compartilhar protocolos para obter precisão e evitar erros dispendiosos (Louw, 2024).
- **Integrar com sistemas existentes:** Conectar a solução blockchain aos sistemas já em uso (Padeiro, 2019);
- **Atualizar e manter o sistema constantemente:** A implementação bem-sucedida do gerenciamento de inventário de blockchain requer atualizações e manutenção regulares para manter o sistema funcionando sem problemas. A manutenção de rotina pode incluir correção de vulnerabilidades, atualização da rede e garantia da integridade dos dados. A melhoria contínua garante que o IMS baseado em blockchain permaneça eficiente e seguro (Louw, 2024).

Por conseguinte, como todos os métodos do mercado, a adoção da *blockchain* possui seus prós e contras, onde deve-se analisar o contexto de cada organização, apresentados na Figura 16.

Figura 16 - Mapa mental das vantagens e desvantagens do *Blockchain*



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, para Saeed (2023), as principais vantagens deste método são:

- Custos mais baixos no rastreamento de estoque: Os métodos tradicionais de rastreamento de estoque podem ser trabalhosos e propensos a erros humanos. Assim, automatizar essas tarefas com *blockchain* pode reduzir muito os custos, economiza em despesas de mão de obra e minimiza erros como erros de cálculo ou discrepâncias de estoque;
- Maior confiança e colaboração: Em um sistema *blockchain*, todos têm acesso aos mesmos dados, reduzindo mal-entendidos e disputas que podem ser custosos em tempo e recursos;
- Tempos de resposta mais rápidos e melhor rastreamento: Os sistemas de gerenciamento de inventário baseados em *blockchain* fornecem atualizações em tempo real, permitindo a identificação e resolução rápida de problemas críticos, como escassez de matéria-prima;
- Melhoria da Responsabilidade e Transparência: Cada transação é registrada no *blockchain*, facilitando o rastreamento e a atribuição à parte responsável;
- Segurança de inventário forte: No mundo atual de violações de dados frequentes e ameaças cibernéticas, a segurança de alto nível é crucial, com isso os sistemas baseados em *blockchain* protegem seus dados com sua natureza descentralizada, exigindo consenso dos nós antes de confirmar as transações;

- Tempo de inatividade operacional reduzido: Diferentemente dos sistemas tradicionais que dependem de uma autoridade central, o *blockchain* opera em uma rede de nós, essa abordagem descentralizada torna o sistema mais resiliente e confiável.

Gill (2024), cita como os benefícios da *blockchain* na gestão de inventário:

- Rastreamento em tempo real: As empresas podem monitorar entregas em tempo real, ajudando a reduzir atrasos;
- Processos automatizados: Contratos inteligentes podem acionar automaticamente ações, como pagamentos, quando determinadas condições são atendidas;
- Registros invioláveis: O livro-razão imutável da *blockchain* cria um registro permanente de todas as transações;
- Maior eficiência: A *blockchain* ajuda a otimizar operações e reduzir ineficiências causadas por erro humano;
- Redução de custos: A tecnologia permite economia ao minimizar erros e aumentar a eficiência;
- Transparência aprimorada: A *blockchain* oferece transparência de ponta a ponta em toda a cadeia de suprimentos.

Outrossim, Biswas (2024), lista como principais desvantagens de método os seguintes fatores:

- Chaves privadas: A rede *blockchain* mantém seu alto nível de segurança por meio de chaves privadas, diferentemente de uma senha de mídia social ou e-mail, alterar uma chave privada uma vez gerada é impossível;
- Possibilidade de interrupção da segurança da rede: A tecnologia blockchain é conhecida mundialmente por sua segurança de alto nível. No entanto, há uma brecha em sua armadura, o processo de validação em um *blockchain* é feito por mineradores com muito poder de computação, no entanto, novos *blockchains* podem sofrer danos massivos, além disso, também há casos de fraude em várias criptomoedas;
- Altos custos de implementação: Custa muito dinheiro implementar *blockchain* em uma empresa, esse investimento intensivo em capital impede a maioria das empresas de adotar essa tecnologia;
- Processo de mineração ineficiente: Cada bloco em um *blockchain* é minerado por meio de um mecanismo chamado *Proof-of-Work*. Onde cada minerador precisa de um computador de alta potência para competir no processo de mineração, muitos mineradores podem competir para minerar um bloco, assim há um enorme desperdício de energia e recursos;

- Impactos ambientais: Mineração, cunhagem e validação de transações exigem sistemas de alta potência para rodar 24/7. Além de investimentos pesados, esses processos exigem muita energia, o que pode levar a sérias consequências ambientais;
- Problemas de armazenamento: Em um *blockchain*, todas as informações são compartilhadas entre diferentes nós na rede. Nesse sentido, todos os dados em um *blockchain* específico são armazenados no disco rígido do sistema de um minerador, logo, pode chegar um momento em que a quantidade total de dados de um *blockchain* pode exceder os tamanhos de disco rígido disponíveis;
- Anonimato: O anonimato é o principal ponto de venda da tecnologia blockchain, com isso, as investigações frequentemente descobriram que os criminosos cibernéticos estavam usando *blockchains* como plataformas de lavagem de dinheiro;
- Imutabilidade: As informações inseridas em um blockchain, se tornam imutáveis, se algum erro ou necessidade de atualização, é simplesmente impossível fazê-lo. Por outro lado, esse recurso é uma vantagem do blockchain, pois os dados não podem ser violados de forma alguma;
- Escalabilidade: Cada bloco tem uma capacidade específica para armazenar dados, isso torna a validação de transações muito lenta e tediosa;
- Garfos rígidos: *Hard forks* ocorrem quando a maioria dos membros do *blockchain* querem implementar novas regras. Neste caso, as criptomoedas antigas e novas operam como entidades separadas, com isso, muitos usuários enfrentam dificuldades, pois a nova moeda não está prontamente disponível em plataformas de câmbio após seu lançamento;
- Formalidades e regulamentos legais: O *blockchain* ainda enfrenta desafios regulatórios em várias partes do mundo. Além disso, formalidades legais em vários países e regiões proíbem o uso e a aplicação da tecnologia, a tecnologia ainda está em estágio de desenvolvimento e está em constante transformação.

Por fim, Assets (2023) destaca os contras para a implementação do *blockchain* na realização de inventário, são:

- Alto custo de implementação: *Blockchain* é uma faca de dois gumes, embora a tecnologia *blockchain* reduza os custos para os usuários, ela exige altos custos para as empresas implementarem, o que pode dificultar a adoção em massa;
- Desempenho: Como a tecnologia *blockchain* realiza mais operações do que bancos de dados convencionais ou tradicionais, ela é vista como muito mais lenta;

- **Modificação de Dados:** A imutabilidade dos dados na rede *blockchain* também pode ser um grande obstáculo quando modificações necessárias são necessárias ou quando ocorrem erros;
- **Alto consumo de energia:** Embora a tecnologia *blockchain* tenha contribuído para o avanço em várias áreas no reino da execução de transações P2P seguras, um obstáculo primário ao uso dessa tecnologia é seu consumo significativo de energia;
- **Chaves Privadas:** *Blockchains* são projetados para fornecer o mais alto nível de segurança, mas isso também pode ser o calcanhar de aquiles da tecnologia, perder a chave privada pode ter repercussões severas porque, uma vez perdida, é quase impossível recuperá-la;
- **Propenso a atividades ilegais:** Os elementos fundamentais do *blockchain* garantem privacidade e confidencialidade. No entanto, isso também pode tornar a rede mais suscetível a negociações ilegais e atividades ilícitas.

Ademais, a tecnologia *blockchain* apresenta vantagens significativas para a gestão de inventário, como rastreamento em tempo real, maior transparência e redução de fraudes. No entanto, sua implementação exige investimentos, infraestrutura tecnológica adequada e integração com sistemas existentes.

Com relação aos setores mais favoráveis para a aplicação da *blockchain*, o Quadro 28 apresenta os principais setores beneficiados pelo uso desse método, destacando seus objetivos e vantagens.

Quadro 28 - Setores beneficiados pelo *Blockchain*

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|--|---|--|
| Cadeia de suprimentos complexa e global | Rastreabilidade e autenticidade de produtos | Redução de falsificações e perdas |
| Setores com exigência de conformidade | Garantia de segurança e transparência | Conformidade regulatória e mitigação de riscos |
| Ambientes com alto risco de fraudes | Registro descentralizado e imutável | Maior confiabilidade dos dados |
| Empresas com múltiplos fornecedores | Integração e sincronização de dados | Eficiência operacional e redução de erros |
| Necessidade de automação de processos | Uso de contratos inteligentes | Redução de custos e tempo de processamento |

Fonte: Elaborado com base em Saeed (2023) e Biswas (2024)

Além disso, o Quadro 29 destaca os cenários que apresentam restrições para a aplicação da blockchain, bem como as justificativas para essas limitações.

Quadro 29 - Cenários com restrições para o *Blockchain*

| Cenários | Justificativa |
|--|---|
| Pequenas empresas com orçamento limitado | Alto custo inicial de implementação |
| Ambientes sem infraestrutura tecnológica | Falta de conectividade e digitalização |
| Setores com resistência à digitalização | Cultura organizacional contrária à inovação |
| Necessidade de compatibilidade com sistemas legados | Dificuldade de integração com tecnologias antigas |
| Alto volume de transações com necessidade de processamento rápido | Limitações de escalabilidade e latência |

Fonte: Elaborado com base em Saeed (2023) e Biswas (2024)

Sendo assim, a blockchain pode ser uma tecnologia essencial para aprimorar a gestão de inventário, desde que sua implementação seja planejada estrategicamente, considerando os desafios e oportunidades em cada setor.

4.2.2.6 *Inventário com Internet of things (IoT)*

A Internet das coisas (IoT), refere-se à rede de dispositivos interconectados que se comunicam e trocam dados, estendendo a conectividade da internet para além dos dispositivos tradicionais, como computadores e smartphones, para uma ampla variedade de objetos (Yadav, Shankar e Singh, 2020).

No campo da gestão de inventário, a integração da IoT com a Inteligência artificial (IA) oferece um alto potencial, já que conforme citado anteriormente a IA atua diretamente na análise de dados e modelagem, neste caso a IoT proporciona uma rede de sensores e dispositivos que permite o monitoramento e rastreamento em tempo real do inventário. Deste modo, para Mishra (2019), a sinergia presente proporciona uma gestão de inventário mais eficiente e precisa, reduzindo desperdícios e melhorando a capacidade de resposta da cadeia de suprimentos.

Já para Tejesh e Neeraja (2018), a IoT é uma visão que permite a conexão perfeita entre indivíduos e objetos, utilizando qualquer meio ou serviço disponível. No contexto da gestão de inventário em armazéns, a necessidade desse sistema surge devido aos desafios de rastrear e

identificar produtos ou objetos em grandes indústrias. A localização precisa de um item dentro de um curto espaço de tempo pode ser uma tarefa complexa, tornando essencial a adoção de tecnologias avançadas para otimizar esse processo.

Conforme Stravoskoufos et al., (2016), a associação de objetos físicos e virtuais ocorre por meio do processo de aquisição de dados e da competência de comunicação, nesta situação a IoT facilita a conexão de sensores, possibilitando a expansão de serviços e aplicações independentes.

Assim, para Tejesh e Neeraja (2018), IoT é classificada em três camadas: a camada de percepção (ou sensível ao contexto), a camada de rede e a camada de serviço, onde:

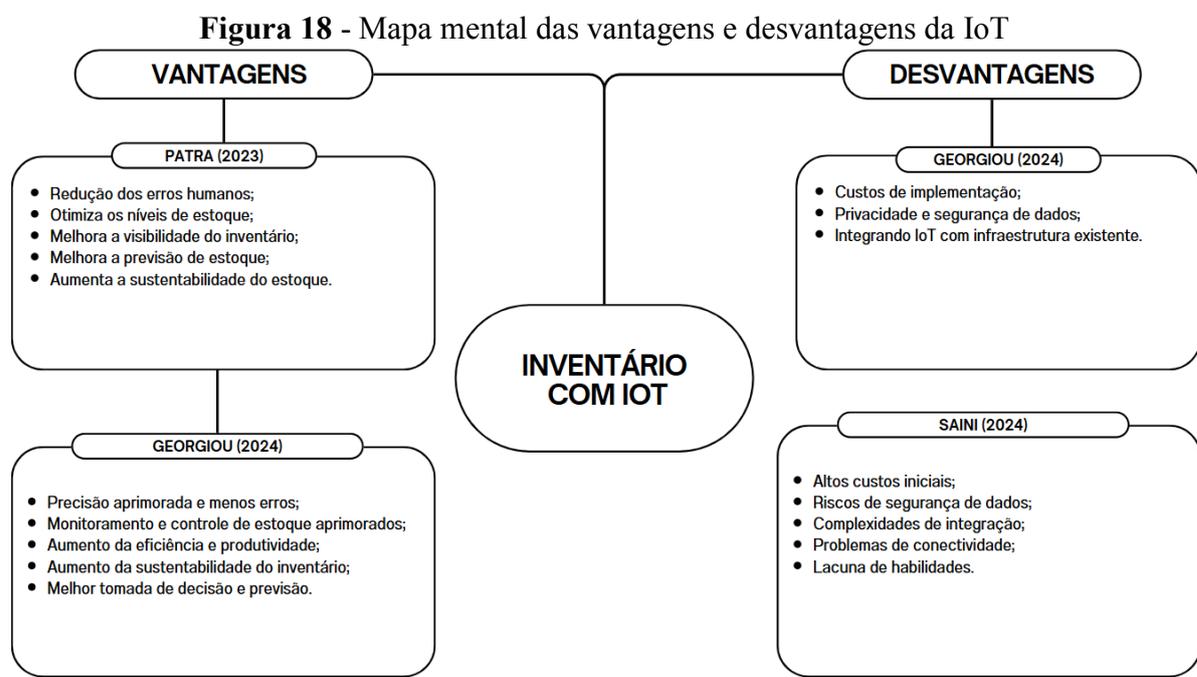
- Camada de percepção: Nesta camada os dados do mundo físico são percebidos e coletados por meio do uso de redes de sensores sem fio (WSN), sensores e sistemas RFID;
- Camada de rede: Nesta camada ocorre a transmissão transparente dos dados, garantindo uma comunicação eficiente e confiável para as camadas superiores. Tecnologias como GSM, WSN, GPRS e Ethernet são responsáveis por transferir os dados da camada de percepção para a camada superior;
- Camada de serviço: Nesta camada estão incluídas a *sublayer* de gerenciamento de dados e a *sublayer* de aplicação. O gerenciamento de dados permite o processamento de informações complexas, enquanto a *sublayer* de aplicação oferece uma interface intuitiva ao usuário para diferentes aplicações, como logística, gestão agrícola e gerenciamento de produtos. Além disso, a camada de aplicação facilita o roteamento de dados de forma eficiente da origem ao destino.

Assim, a integração da IoT na gestão de inventário tem sido amplamente pesquisada, refletindo um crescente interesse no uso dessas tecnologias para aumentar a eficiência e a precisão dos processos. A Figura 17 apresenta um resumo das diversas aplicações emergentes no escopo da IoT.

- **Identificar problemas específicos a serem resolvidos com IoT:** O primeiro passo é diagnosticar o problema que a IoT no gerenciamento de inventário resolva. A abordagem correta garantirá que a solução de IoT implementada impacte diretamente os objetivos da empresa;
- **Avaliar os requisitos de infraestrutura e recursos:** Realizar uma avaliação completa da infraestrutura, pois é a base sobre a qual a solução de IoT em gerenciamento de inventário será construída, de modo que, entender as limitações presentes antecipadamente ajudará com o planejamento estratégico para atualizações ou recursos adicionais necessários para integração perfeita;
- **Escolher as tecnologias e fornecedores de IoT corretos:** A diversidade de tecnologias de IoT e um grande número de fornecedores podem sobrecarregar e dificultar a escolha, logo, deve-se procurar por opções que atendam às necessidades e orçamento específicos da organização;
- **Projetar a solução de IoT:** A arquitetura do sistema é o projeto da sua solução, é a responsável por definir os componentes de *hardware* necessários (sensores, etiquetas RFID, *gateways*), os protocolos de comunicação (*Wi-Fi*, *Bluetooth*) e a plataforma de gerenciamento de dados onde as informações serão coletadas e analisadas;
- **Desenvolver e testar um protótipo:** Construir uma prova de conceito é uma excelente maneira de testar a funcionalidade da solução antes da implantação em larga escala;
- **Reunir *feedback* e realizar ajustes:** Os usuários finais de sistemas de IoT de gerenciamento de inventário devem ser os principais juízes da solução que construída. Logo, é importante ouvir sugestões e assim realizar os ajustes necessários no design;
- **Implantação em grande escala:** A implementação da solução de IoT na empresa é o próximo grande passo. Deve ser planejado cuidadosamente para minimizar a interrupção de suas operações existentes;
- **Monitorar e manter:** A fase ativa de desenvolvimento e implantação do sistema terminou, mas não é o fim. Manter o *software* é extremamente importante, precisa de atualizações periódicas para corrigir problemas, melhorar recursos e garantir a compatibilidade com novas tecnologias;
- **Analisar o ROI e identificar áreas para melhoria:** Deve-se quantificar o valor obtido do investimento, a análise inicial na janela pós-implantação (3-6 meses) permite que se avalie o impacto imediato do sistema nas principais métricas e sirva como uma linha de base para comparações futuras;

- **Planejar futuras expansões e atualizações:** Mantendo-se atualizado sobre as tendências tecnológicas, informado sobre os últimos avanços em sensores, plataformas de gerenciamento de dados e ferramentas analíticas.

Por conseguinte, o método de realização de inventário com a utilização da IoT, possui vantagens e desvantagens, assim, a Figura 18 apresenta o mapa mental com estes fatores na visão de dois autores para cada vertente.



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, conforme Patra (2023), os principais benefícios da IoT são:

- **Redução dos erros humanos:** Utilizando dispositivos e sensores inteligentes, as empresas podem automatizar a coleta e a análise de dados de estoque, como quantidade, localização, condição e data de validade;
- **Otimiza os níveis de estoque:** Otimizar os níveis de estoque e evitar excesso ou falta de estoque, utilizando dados e análises em tempo real, com isso as empresas podem monitorar a demanda e a oferta de seus produtos e ajustar seu estoque de acordo;
- **Melhora a visibilidade do inventário:** Melhora a visibilidade e a rastreabilidade do estoque em toda a cadeia de suprimentos, por meio do uso de plataformas e aplicativos baseados em nuvem, as empresas podem acessar e compartilhar dados de inventário de qualquer dispositivo, local ou horário, permitindo uma visão holística e em tempo real do status do estoque, desempenho e tendências;

- Melhora a previsão de estoque: Ao usar inteligência artificial e aprendizado de máquina, as empresas podem aproveitar os grandes e diversos dados gerados por dispositivos e sensores de IoT para criar modelos preditivos e algoritmos, o que permite para as empresas, antecipar a demanda e a oferta futuras de seus produtos e planejar seu estoque conforme os dados;
- Aumenta a sustentabilidade do estoque: Aumenta sustentabilidade e a compatibilidade ambiental do inventário, com o uso de dispositivos e sensores de IoT, as empresas podem monitorar e controlar o consumo de energia, a geração de resíduos e a pegada de carbono de seu inventário;

Georgiou (2024), cita como principais vantagens da aplicação da IoT, os seguintes fatores:

- Precisão aprimorada e menos erros: A IoT na gestão de inventário melhora significativamente a precisão e reduz erros ao automatizar a coleta de dados. Além disso, suporta monitoramento em tempo real e integração com outros sistemas para operações contínuas;
- Monitoramento e controle de estoque aprimorados: Implementar IoT na gestão de inventário pode agilizar e aprimorar o monitoramento e o controle de estoque;
- Aumento da eficiência e produtividade: A tecnologia IoT na gestão de inventário ajudará com o aumento da eficiência e produtividade, focando em fornecer dados em tempo real, automatizar processos e otimizar operações;
- Aumento da sustentabilidade do inventário: A IoT na gestão de inventário apoia a sustentabilidade ao otimizar o uso de recursos, diminuir o desperdício e aumentar a eficiência da cadeia de suprimentos;
- Melhor tomada de decisão e previsão: A integração da tecnologia de IoT ao gerenciamento de estoque melhora significativamente a tomada de decisões e os recursos de previsão, fornecendo dados em tempo real, análises preditivas e melhor visibilidade em toda a cadeia de suprimentos.

Já com relação as desvantagens, Georgiou (2024) cita:

- Custos de implementação: As soluções de IoT trarão benefícios de longo prazo, que incluem experiências aprimoradas do cliente, eficiência e maior visibilidade. No entanto, o investimento inicial em *hardware*, como sensores, etiquetas RFID e *gateways*, pode ser substancial. Além disso, configurar e manter uma infraestrutura de

comunicação robusta e uma plataforma de gerenciamento de dados aumentam a despesa;

- Privacidade e segurança de dados: Dispositivos de IoT geram grandes quantidades de dados, tornando a proteção de dados crítica para manter a confiança do cliente e cumprir com regulamentações como o GDPR. Entretanto, sistemas de IoT são frequentemente vulneráveis a facetas de violações de dados, que podem expor informações sensíveis e inaugurar acesso não autorizado;
- Integrando IoT com infraestrutura existente: Integrar um sistema de IoT à sua infraestrutura atual, como sistemas de gerenciamento de armazém (WMS) ou sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP).

Para Saini (2024), as principais desvantagens da IoT são os seguintes fatores:

- Altos custos iniciais: A implementação de soluções de IoT envolve um investimento inicial substancial. As empresas devem comprar dispositivos habilitados para IoT, como sensores, etiquetas RFID, rastreadores GPS e *gateways*, além disso, os custos para desenvolver ou comprar software de IoT, configurar infraestrutura e treinar pessoal podem aumentar a despesa. Logo, para pequenas empresas ou *startups* com orçamentos limitados, esses altos custos podem ser uma barreira significativa à entrada, apesar da economia de longo prazo que a IoT pode trazer, o investimento inicial pode impedir a adoção;
- Riscos de segurança de dados: Os sistemas de IoT geram e transmitem grandes quantidades de dados, incluindo detalhes de inventário confidenciais, análises de negócios e informações de clientes. Esses sistemas podem se tornar alvos atraentes para criminosos cibernéticos que buscam explorar vulnerabilidades;
- Complexidades de integração: Integrar soluções de IoT com sistemas de gerenciamento de inventário existentes pode ser um desafio técnico. Muitas empresas usam *software* legado que pode não ser compatível com tecnologias modernas de IoT, preencher essa lacuna geralmente requer desenvolvimento personalizado;
- Problemas de conectividade: Os sistemas de IoT dependem de uma conexão de internet estável e contínua para funcionar efetivamente. Em áreas remotas ou durante interrupções de rede, problemas de conectividade podem interromper a transmissão de dados, levando a atrasos no rastreamento de inventário ou na tomada de decisões em tempo real;

- **Lacuna de habilidades:** Implementar e manter sistemas de IoT requer conhecimento especializado. De modo que, muitas empresas não têm as habilidades técnicas necessárias para operar e solucionar problemas desses sistemas de forma eficaz. Treinar funcionários existentes ou contratar especialistas em IoT pode incorrer em custos adicionais, além disso, a rápida evolução das tecnologias de IoT requer aprendizado contínuo, aumentando a complexidade do gerenciamento da força de trabalho.

Assim, diante do exposto da realização de inventário com o uso da IoT, é visto que a implementação apresenta diversos benefícios, assim como exige investimentos e infraestrutura tecnológica, além de uma análise para entender em quais cenários sua aplicação se torna favorável e assertiva. Com relação a isto, o Quadro 30 mostra os principais setores beneficiados pelo uso desse método, destacando seus objetivos e vantagens.

Quadro 30 - Setores beneficiados pela IoT

| Setor | Objetivo da aplicação | Benefícios |
|--|---|--|
| Varejo | Controle preciso do estoque e redução de perdas | Otimização dos níveis de estoque, melhora da visibilidade do inventário e melhor previsão de demanda |
| Indústria | Gestão eficiente de matéria-prima e insumos | Monitoramento aprimorado, redução de erros humanos e aumento da eficiência e produtividade |
| Logística e cadeia de suprimentos | Rastreabilidade e eficiência na distribuição | Precisão aprimorada no controle de estoque, melhor integração entre fornecedores e distribuidores e melhor tomada de decisão |
| Saúde | Controle rigoroso de medicamentos e equipamentos | Aumento da sustentabilidade do inventário, redução de perdas e desperdícios e monitoramento em tempo real |
| Agronegócio | Gestão de insumos agrícolas e previsão de demanda | Maior sustentabilidade, melhor previsão de estoques e redução de desperdícios |
| E-commerce | Gestão automatizada e ágil do estoque | Precisão aprimorada e menos erros, melhor visibilidade da cadeia de suprimentos e |

redução de custos operacionais.

Fonte: Elaborado com base em Georgiou (2024)

Outrossim, o Quadro 31 seguinte destaca os cenários com restrições para aplicação da IoT na realização de inventário.

| Quadro 31 - Cenários com restrições para a IoT | |
|---|--|
| Cenários | Justificativa |
| Pequenas empresas e comércio local | Alto custo de implementação e manutenção |
| Regiões com conectividade limitada | Dependência de internet estável para monitoramento |
| Setores com alta regulamentação (Saúde, finanças...) | Riscos à privacidade e segurança dos dados |
| Infraestruturas legadas e empresas tradicionais | Dificuldade de integração com sistemas antigos |
| Negócios em ambientes de alto risco | Condições adversas podem afetar dispositivos IoT |

Fonte: Elaborado com base em Georgiou (2024)

Desta maneira, a realização de inventário com o uso da tecnologia IoT apresenta fatores extremamente favoráveis para alguns cenários, no entanto, sua implementação deve ser analisada e planejada, levando em consideração também os cenários que apresentam pontos restritivos.

4.3 MAPEAMENTO DAS TÉCNICAS

Este tópico apresenta uma visão geral das técnicas estudadas por meio de uma abordagem comparativa e visual. Assim, serão utilizados quadros comparativos para destacar aspectos essenciais, e será desenvolvido um fluxograma visando auxiliar no processo de tomada de decisão da técnica mais adequada, considerando critérios influentes, por fim, serão empregados gráficos estatísticos para ilustrar comparativamente fatores que atuam sobre as técnicas analisadas. Destaca-se que os fatores analisados foram avaliados de acordo com o estudo realizado de cada técnica anteriormente.

Desta maneira, o Quadro 32 apresenta uma comparação entre as técnicas tradicionais abordadas, considerando os fatores complexidade de implementação, custo e necessidade tecnológica.

Quadro 32 - Comparativo entre as técnicas tradicionais analisadas

| Técnica | Complexidade | Custo | Necessidade tecnológica |
|--|---------------------|--------------|--------------------------------|
| Inventário baseado na análise ABC | Média | Média | Baixo |
| Inventário FIFO | Baixa | Baixo | Baixo |
| Inventário LIFO | Baixa | Baixo | Baixo |
| Inventário periódico | Média | Médio | Média |
| Inventário permanente | Alta | Alto | Alta |
| Inventário com ponto de pedido | Média | Média | Média |

Fonte: Autoria própria (2025)

Por meio do Quadro 32 apresentado, é possível analisar o contexto de cada técnica, avaliando seus principais aspectos para a implementação em uma organização. Observa-se que as técnicas FIFO e LIFO apresentaram baixa complexidade, já a técnica de Inventário Permanente possui alta complexidade quando comparada as outras técnicas tradicionais, as demais técnicas possuem um nível de complexidade médio. Proporcionalmente, as técnicas LIFO e FIFO apresentam baixo custo de implementação, e a técnica de Inventário Permanente alto custo, e as outras também apresentam um custo considerado médio em comparação as citadas.

Já com relação a necessidade tecnológica as técnicas ABC, FIFO e LIFO possuem baixa necessidade, enquanto a técnica de inventário permanente apresenta alta necessidade tecnológica, as outras duas técnicas, inventário periódico e com ponto de pedido possuem necessidade considerada média. Logo, destaca-se que a avaliação destes fatores essenciais elencados para cada técnica, devem ser cuidadosamente considerados para um processo de escolha mais assertivo da abordagem mais adequada de acordo com a necessidade e situação de cada organização.

O Quadro 33 mostra o comparativo realizado para as técnicas modernas estudadas.

Quadro 33 - Comparativo entre as técnicas modernas analisadas

| Técnica | Complexidade | Custo | Necessidade tecnológica |
|---|---------------------|--------------|--------------------------------|
| Inventário com JIT | Alta | Alta | Muito Alta |
| Inventário com RFID | Alta | Alta | Muito Alta |
| Inventário com <i>machine learning</i> | Alta | Alta | Muito Alta |
| Inventário com IA | Muito Alta | Muito Alta | Muito Alta |

| | | | |
|---|------------|------------|------------|
| Inventário com <i>blockchain</i> | Alta | Alta | Alta |
| Inventário com IoT | Muito Alta | Muito Alta | Muito Alta |

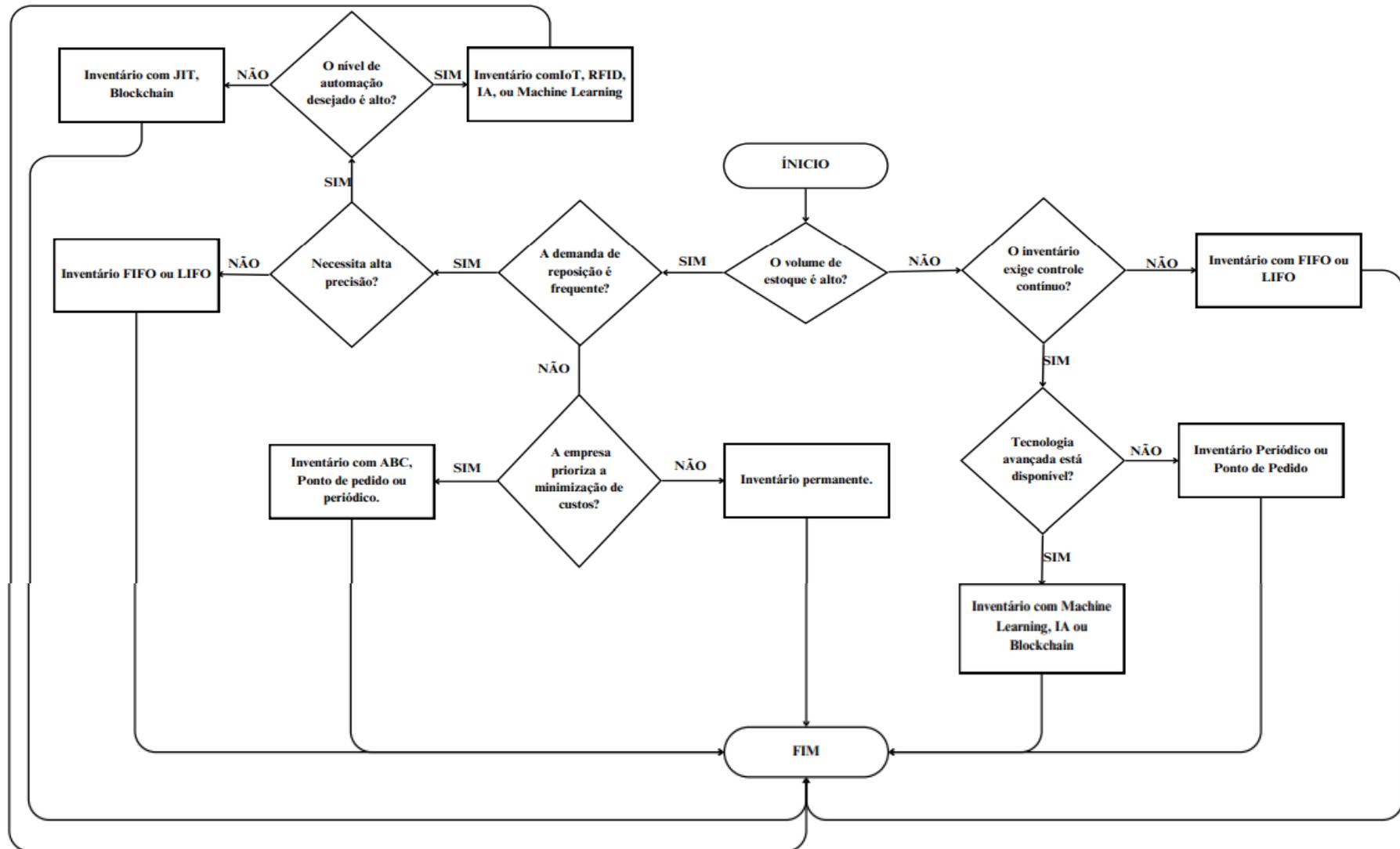
Fonte: Autoria própria (2025)

Deste modo, é visto que todas as técnicas apresentam uma complexidade, um custo e uma necessidade tecnológica acima da média, onde destaca-se que a técnica de realização de inventário com IA e com IoT apresentam complexidade e custo muito alto. Já para a necessidade tecnológica ainda as técnicas Ia e IoT, juntamente com JIT, RFID e *machine learning*, apresentam necessidade de um grau muito alto de tecnológica, com apenas o inventário com *blockchain* com uma necessidade considerada apenas alta.

Logo, observa-se que as técnicas modernas quando em comparação com as técnicas tradicionais, apresentam um grau mais alto para os fatores estabelecidos, logo deve-se analisar todo o contexto de aplicação, para a definição da abordagem mais apropriada e quais fatores impactam diretamente cada organização.

Outrossim, visando auxiliar uma tomada de decisão mais assertiva das organizações, o Fluxograma 15 demonstra o processo de escolha da técnica mais adequada, com base em critérios como volume de estoque, necessidade de precisão e nível de automação.

Fluxograma 15 - Escolha da técnica de inventário ideal



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, o Fluxograma inicia com a verificação do volume de estoque, estabelecendo um primeiro critério de segmentação entre estoques elevados e não elevados, caso o volume de estoque seja baixo, o modelo direciona a decisão para a necessidade de controle contínuo, se o controle contínuo for dispensável, técnicas tradicionais como FIFO ou LIFO são recomendadas, já para o caso contrário, a disponibilidade de tecnologia avançada é verificada, permitindo a adoção de métodos mais modernos como *Machine Learning*, Inteligência artificial ou *Blockchain*, em caso não aplicável de tecnologia avançada tem-se as técnicas de Inventário Periódico ou Ponto de Pedido.

Ademais, indo para a outra ponta do Fluxograma, se o volume de estoque for considerado alto, o modelo de decisão segue por um caminho mais detalhado, onde a frequência da demanda de reposição é considerada, em caso da demanda baixa, o Fluxograma questiona a priorização de minimização de custos da empresa, em caso de prioridade sugere-se Inventário com ABC, Ponto de Pedido ou Periódico, caso contrário tem-se as técnicas de Inventário Permanente.

Outrossim, para estoques de alta demanda de reposição, considera-se a alta precisão, em caso de não necessidade sugere os métodos de inventário FIFO e LIFO. Já para a alta precisão, a automação do processo é considerada, e, caso seja um requisito elevado, são indicadas tecnologias avançadas como IoT, RFID e *Machine Learning*, caso contrário, indica-se o inventário com JIT e *Blockchain*.

Desta forma, o fluxograma representa uma abordagem estruturada para a escolha de técnicas de inventário, e assim as organizações podem identificar a abordagem que melhor se alinha às suas necessidades operacionais, com um suporte à decisão baseado em fatores operacionais e estratégicos relevantes para a gestão eficiente de estoques.

O Quadro 34 apresenta a distribuição de pesos para os critérios analisados com base no material abordado sobre as técnicas de realização de inventário e o Gráfico 1 apresenta a relação entre o custo, a complexidade e a adoção das técnicas analisadas, o peso estipulado para custo e complexidade foi de 0 a 10, sendo critérios de minimização e a adoção no mercado de 0 a 100%, como um critério de maximização.

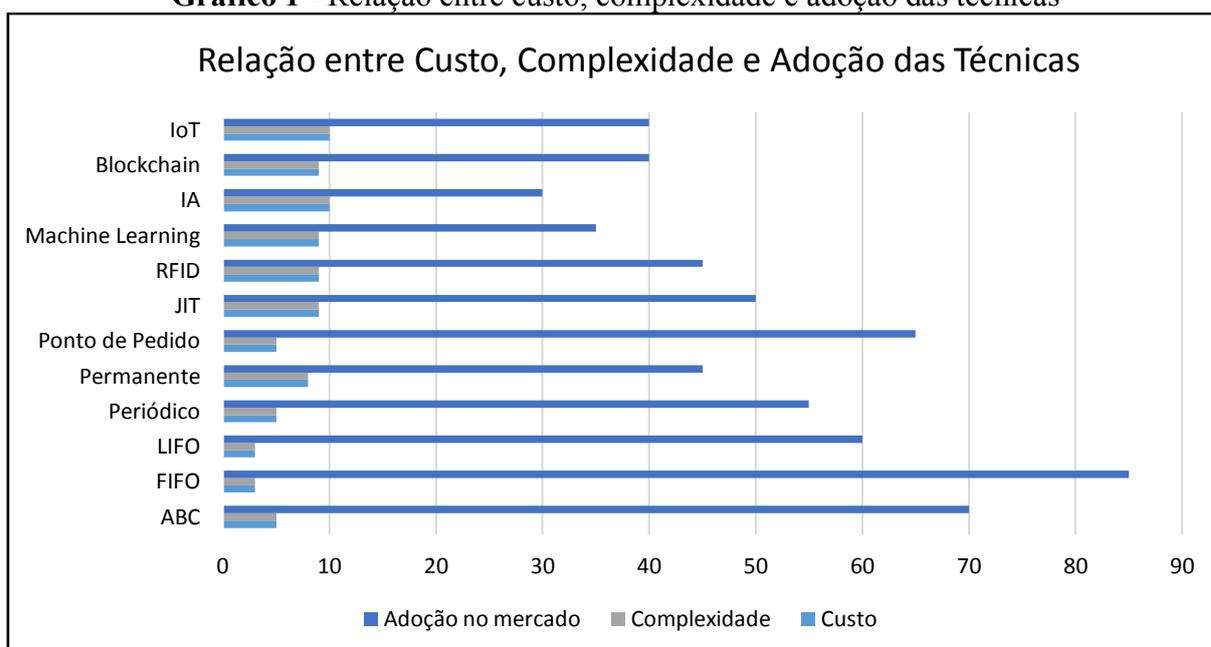
Quadro 34 - Distribuição de pesos para custo, complexidade e adoção das técnicas

| Técnica | Custo | Complexidade | Adoção no mercado |
|------------------|--------------|---------------------|--------------------------|
| ABC | 5 | 5 | 70 |
| FIFO | 3 | 3 | 85 |
| LIFO | 3 | 3 | 60 |
| Periódico | 5 | 5 | 55 |

| | | | |
|-------------------------|----|----|----|
| Permanente | 8 | 8 | 45 |
| Ponto de Pedido | 5 | 5 | 65 |
| JIT | 9 | 9 | 50 |
| RFID | 9 | 9 | 45 |
| Machine Learning | 9 | 9 | 35 |
| IA | 10 | 10 | 30 |
| Blockchain | 9 | 9 | 40 |
| IoT | 10 | 10 | 40 |

Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 1 - Relação entre custo, complexidade e adoção das técnicas



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, observa-se que as técnicas tradicionais, como FIFO e LIFO, possuem custos reduzidos devido a simplicidade de implementação e operação. Já as técnicas modernas, como IA, IoT e *machine learning*, apresentam altos custos, pois exigem investimentos iniciais maiores, nas áreas de tecnologia, treinamento e manutenção contínua. Destaca-se que as técnicas de Inventário Permanente (tradicional) e o JIT (moderna), também possuem custos mais altos devido à necessidade de monitoramento contínuo e integração de sistemas.

Com relação ao critério de complexidade, ligado à sofisticação da técnica e ao nível de expertise necessário para sua implementação, métodos mais convencionais, como FIFO e LIFO, são de fácil aplicação e possuem baixa complexidade, tornando-se acessíveis para empresas de todos os portes. Já técnicas mais avançadas, como IA, IoT e *Machine Learning*, apresentam a maior complexidade, pois demandam infraestrutura tecnológica robusta, conhecimento especializado e integração com sistemas inteligentes. E as técnicas

intermediárias, como ABC, Ponto de Pedido e Periódico, possuem complexidade moderada, exigindo um equilíbrio entre controle manual e automação.

A análise de adoção no mercado, reflete a popularidade e a aceitação de cada técnica entre as empresas, onde métodos tradicionais, como FIFO (85%) e ABC (70%), possuem alta adoção devido à sua simplicidade e confiabilidade, assim como o Inventário Periódico (55%) e o Ponto de Pedido (65%) também apresentam um nível significativo de uso, sendo amplamente empregados em operações que não exigem atualização contínua dos estoques. Já técnicas mais sofisticadas, como IA (30%), *Machine Learning* (35%) e *Blockchain* (40%), ainda possuem uma adoção mais restrita, pois exigem investimentos elevados e conhecimento técnico avançado. Já o JIT (50%), o RFID (45%) e a técnica tradicional de Inventário Permanente (45%) apresentam uma adoção moderada.

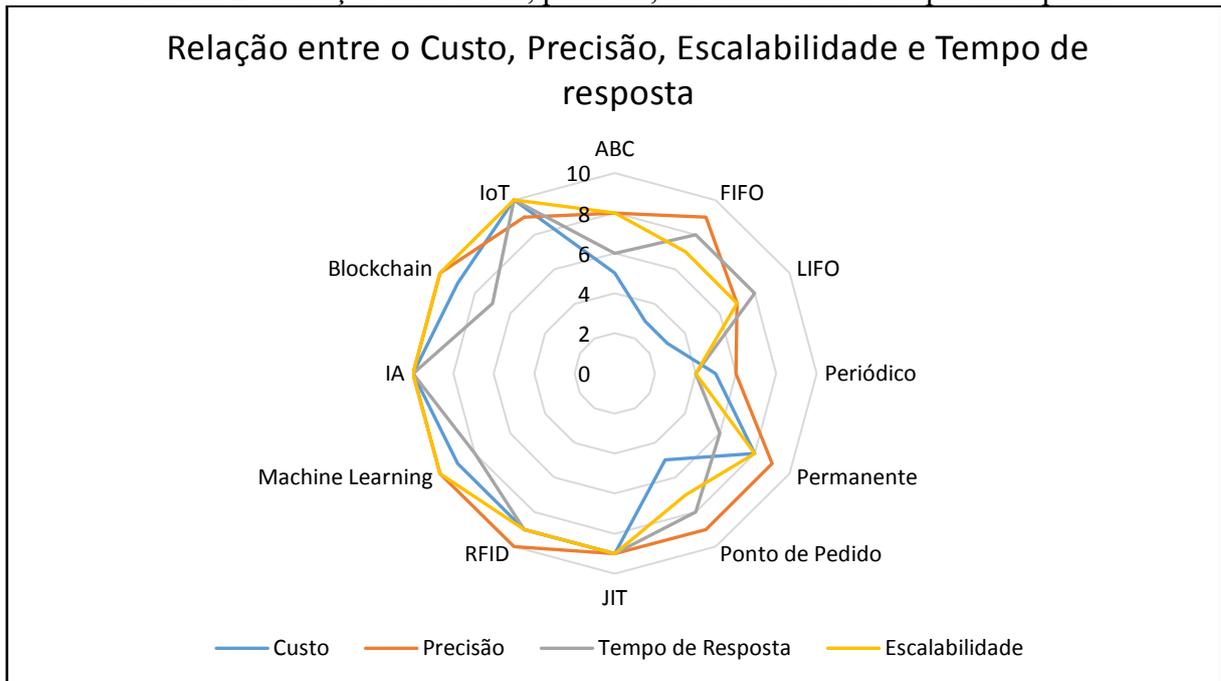
Desta maneira, essa análise evidencia que, as técnicas tradicionais de inventário, como FIFO, LIFO e ABC, continuam sendo amplamente utilizadas devido ao seu baixo custo, fácil aplicação e alta adoção no mercado. Em contrapartida, apesar do alto custo e da complexidade, as técnicas modernas tendem a ganhar espaço devido aos benefícios proporcionados em termos de automação e eficiência operacional.

O Quadro 35 apresenta a distribuição de pesos para os critérios e o Gráfico 2 apresenta uma visualização das técnicas com relação ao custo, precisão, escalabilidade e tempo de resposta, os pesos foram estipulados de 0 a 10, com o critério custo de minimização, e os demais critérios de maximização.

Quadro 35 - Distribuição de peso para Custo, precisão e tempo de resposta

| Técnica | Custo | Precisão | Tempo de Resposta | Escalabilidade |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| ABC | 5 | 8 | 6 | 8 |
| FIFO | 3 | 9 | 8 | 7 |
| LIFO | 3 | 7 | 8 | 7 |
| Periódico | 5 | 6 | 4 | 4 |
| Permanente | 8 | 9 | 6 | 8 |
| Ponto de Pedido | 5 | 9 | 8 | 7 |
| JIT | 9 | 9 | 9 | 9 |
| RFID | 9 | 10 | 9 | 9 |
| Machine Learning | 9 | 10 | 8 | 10 |
| IA | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Blockchain | 9 | 10 | 7 | 10 |
| IoT | 10 | 9 | 10 | 10 |

Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 2 - Relação entre custo, precisão, escalabilidade e tempo de resposta

Fonte: Autoria própria (2025)

Neste cenário de avaliação, observa-se que técnicas tradicionais, como FIFO e LIFO, possuem custos reduzidos devido à simplicidade de aplicação, enquanto todas as técnicas modernas apresentaram alto custo, com destaque para IA e IoT, com os custos mais elevados, principalmente pelo investimento em infraestrutura e tecnologia. Destaca-se que o inventário permanente, técnica tradicional, também tem um custo significativo, pois exige sistemas integrados para garantir a atualização contínua das informações.

Já com relação ao critério de precisão, destacam-se as soluções baseadas em automação e inteligência artificial, com RFID, *Machine Learning*, IA e *Blockchain* alcançam a pontuação máxima, pois garantem rastreamento detalhado e minimizam erros humanos, resultados altos alcançados também para as demais técnicas modernas. Neste caso, as técnicas mais tradicionais, como FIFO e Ponto de Pedido, também apresentam alto grau de precisão, mas podem ser mais suscetíveis a falhas operacionais, já o inventário periódico, por sua vez, tende a ter menor precisão, pois a contagem ocorre em intervalos definidos, aumentando o risco de divergências.

Outrossim, a variável tempo de resposta é um fator essencial para garantir agilidade na gestão de estoques. Com isso, a IA e IoT lideram nesse quesito, pois oferecem atualizações em tempo real e permitem ações imediatas, as técnicas RFID, JIT e *Machine Learning* também apresentam tempos de resposta rápidos, proporcionando controle eficiente dos estoques. Já o inventário periódico tem o pior desempenho nesse aspecto, pois a atualização das informações depende da realização de contagens físicas. Outro ponto é que o Blockchain, apesar de garantir

segurança e transparência nos registros, tem um tempo de resposta moderado devido à necessidade de validação dos dados na rede.

O critério da escalabilidade representa a capacidade de adaptação das técnicas ao crescimento da operação, e neste quesito, a IA, *Machine Learning*, *Blockchain* e IoT possuem o maior potencial de escalabilidade, pois conseguem processar grandes volumes de dados sem comprometer a eficiência, destaca-se que as técnicas JIT e RFID também apresentam boa escalabilidade, sendo amplamente utilizados em cadeias de suprimentos de grande porte. Em contrapartida, as técnicas tradicionais apresentaram escalabilidade mais baixa, com os maiores potenciais para as técnicas de inventário ABC e Permanente, já o Inventário Periódico possui o menor nível de escalabilidade, pois o aumento da demanda exige mais recursos humanos e operacionais para a realização das contagens.

Em síntese, as técnicas tradicionais de inventário, como FIFO, LIFO e Periódico, são mais acessíveis e fáceis de implementar, porém podem apresentar limitações em termos de precisão, tempo de resposta e escalabilidade. Já as técnicas modernas, como IA, *Machine Learning*, RFID e IoT, oferecem maior controle, rapidez e capacidade de adaptação, mas exigem investimentos elevados. Desta maneira, a escolha da técnica mais adequada deve considerar as características da empresa, seus recursos disponíveis e a necessidade de eficiência na gestão de estoques, dependendo do perfil da empresa e da necessidade operacional.

4.4 ANÁLISE DAS TÉCNICAS MAPEADAS QUANTO AOS SEGMENTOS DE MERCADO

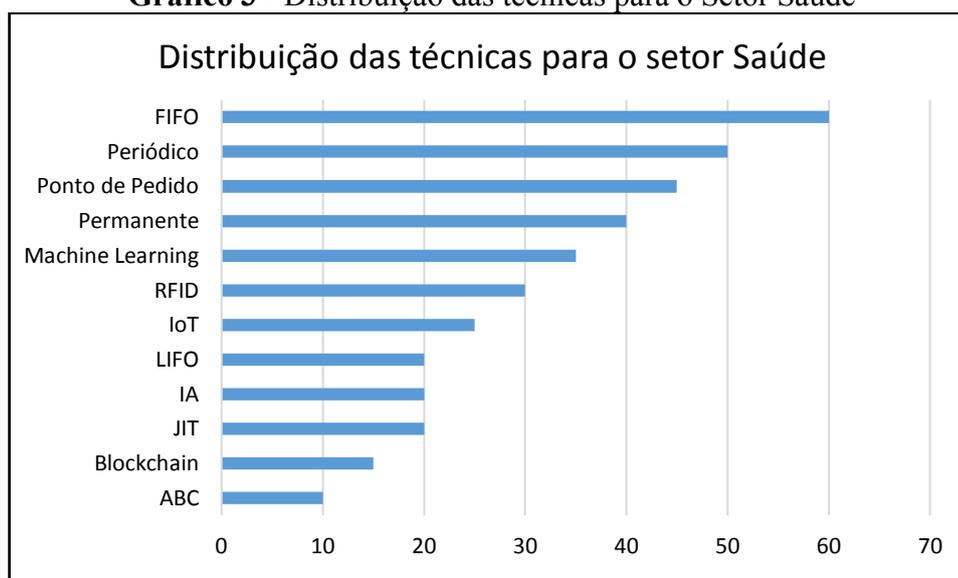
Neste tópico, com base no material estudado e abordado durante os tópicos das técnicas de realização de inventário, será apresentado a análise das mesmas em relação aos segmentos de mercado, visando compreender a adequação de cada abordagem a diferentes setores. Assim, esta seção busca correlacionar as técnicas mapeadas com os setores que mais se beneficiam de sua aplicação, para isso, serão utilizados quadros e gráficos para cinco setores principais, a saúde, a indústria, o varejo, a logística e a tecnologia.

Assim, o Quadro 36 apresenta a divisão dos pesos atribuídos ao setor da saúde, utilizando uma escala de 0 a 100 como critério de maximização — ou seja, quanto maior o valor do peso, maior a aderência da técnica ao setor. O Gráfico 3 ilustra visualmente esses dados.

Quadro 36 - Distribuição de peso para as técnicas no Setor Saúde

| Técnica | Peso | Justificativa |
|-------------------------|-------------|---|
| FIFO | 60 | Muito utilizado para garantir o controle da validade de medicamentos e evitar perdas |
| Periódico | 50 | Importante para reabastecimento regular de estoques médicos e suprimentos hospitalares. |
| Ponto de Pedido | 45 | Essencial para evitar a falta de itens críticos como medicamentos e equipamentos. |
| Permanente | 40 | Utilizado para monitoramento contínuo e cumprimento de normas sanitárias. |
| Machine Learning | 35 | Aplicado para otimizar previsões de demanda e reduzir desperdícios. |
| RFID | 30 | Utilizado para rastrear a movimentação de medicamentos e equipamentos hospitalares. |
| IoT | 25 | Sensores e rastreamento para controle preciso da armazenagem de insumos médicos. |
| JIT | 20 | Pouco utilizado, mas pode ser aplicado na reposição sob demanda para reduzir estoques excessivos em hospitais. |
| IA | 20 | Apesar da baixa utilização, pode ser aplicada para otimizar a logística de medicamentos e prever necessidades hospitalares. |
| LIFO | 20 | Menos comum, mas pode ser usado para insumos que não possuem data de validade crítica. |
| Blockchain | 15 | Baixo uso, mas útil para o controle de autenticidade e rastreabilidade de medicamentos |
| ABC | 10 | Com baixa utilização, mas pode auxiliar na classificação de medicamentos e insumos conforme criticidade e demanda |

Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 3 - Distribuição das técnicas para o Setor Saúde

Fonte: Autoria própria (2025)

Observa-se, a predominância de métodos que atuam no controle de validade e disponibilidade, como a técnica de realização de inventário *First in, First out* (FIFO) sendo a mais relevante no topo do *ranking*, este fator ocorre, pois, garante que medicamentos e insumos médicos sejam utilizados dentro do prazo de validade, minimizando perdas e riscos ao paciente. Ademais, o Inventário Periódico também possui grande importância no setor, com foco no reabastecimento regular, assegurando que hospitais e clínicas nunca fiquem sem suprimentos essenciais, já o inventário com Ponto de Pedido torna-se extremamente útil, pois complementa a estratégia, garantindo a reposição de itens críticos no momento certo.

Outrossim, no setor da saúde, técnicas baseadas no monitoramento e rastreamento de estoques, apresentaram potencial abaixo da média, mas ainda considerável, o inventário permanente se destaca nesta área para o controle contínuo, atendendo às rígidas normas sanitárias impostas ao setor. Já, as técnicas modernas com *machine learning*, Identificação por radiofrequência (RFID) e Internet das coisas (IoT), possuem um potencial de crescimento no setor, podendo ser aplicado na rastreabilidade de medicamentos, equipamentos e na previsão de demanda, reduzindo desperdícios.

Por conseguinte, tecnologias modernas mais inovadoras como *blockchain*, IA e JIT, possuem uma adoção ainda baixa apesar do potencial de garantir autenticidade e rastreabilidade de medicamentos, otimização e reposição sob demanda.

As técnicas tradicionais LIFO e ABC possuem os menores potenciais dentro do setor da saúde, isto ocorre, pois, a técnica LIFO tem uma lógica que pode comprometer o uso de medicamentos com prazos de validade, e por último a técnica ABC, com aplicação bastante

limitada, sendo a menos vantajosa para este setor, isso se dá principalmente pela baixa necessidade de categorização dos itens com base no valor agregado, uma vez que, no setor de saúde, a prioridade está na gestão de vencimentos e na disponibilidade contínua dos insumos essenciais. Além disso, a rotatividade dos produtos é alta, tornando a análise ABC menos relevante para o controle eficaz dos estoques.

Desta forma, percebe-se que a escolha da técnica de inventário no setor de saúde está fortemente ligada às exigências regulatórias, à perecibilidade dos produtos e à necessidade de reposição ágil, fatores que favorecem métodos como FIFO e dificultam a adoção de técnicas que não possuem foco nestes critérios.

Outrossim, o Quadro 37 apresenta a distribuição das técnicas para o setor Indústria com base no material estudado, utilizando uma escala de 0 a 100 como critério de maximização — ou seja, quanto maior o valor do peso, maior a aderência da técnica ao setor. O Gráfico 4 mostra a visualização desses dados.

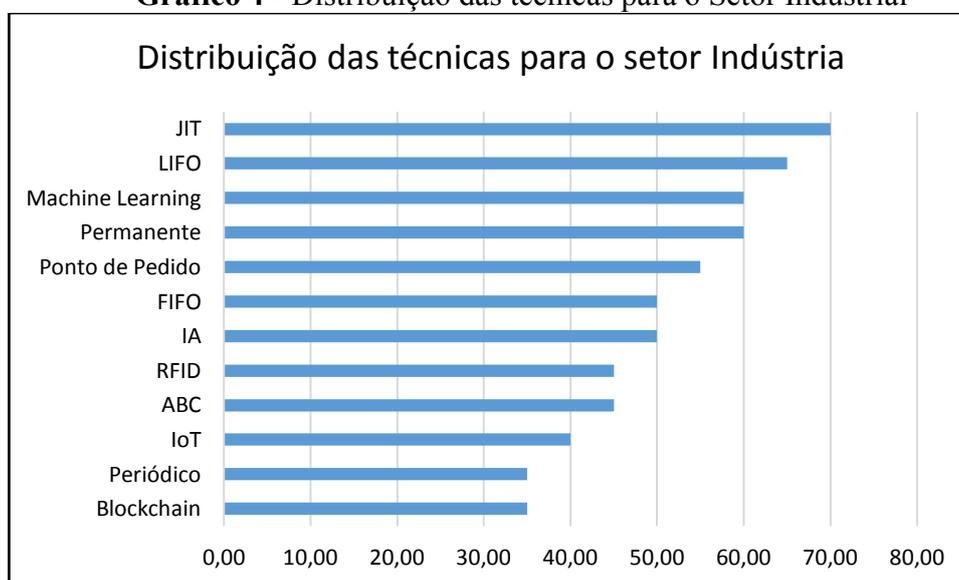
Quadro 37 - Distribuição de peso para as técnicas do Setor Indústria

| Técnica | Peso | Justificativa |
|-------------------------|-------------|---|
| JIT | 70 | Essencial na indústria automobilística e eletrônica para reduzir estoques e alinhar produção à demanda. |
| LIFO | 65 | Aplicado na indústria química, petróleo e siderurgia para melhor gestão de custos diante da variação de preços. |
| Permanente | 60 | Controle contínuo de matérias-primas e insumos, reduzindo desperdícios e otimizando o processo produtivo. |
| Machine Learning | 60 | Auxilia na previsão de demanda, reduz falhas operacionais e melhora a eficiência produtiva. |
| Ponto de Pedido | 55 | Garante a disponibilidade contínua de peças e insumos sem estoques excessivos. |
| IA | 50 | Automação e otimização na gestão de estoques, reduzindo desperdícios e melhorando a tomada de decisão. |
| FIFO | 50 | Importante para setores que lidam com insumos perecíveis ou com validade controlada. |

| | | |
|-------------------|----|--|
| ABC | 45 | Aplicado para priorizar matérias-primas críticas e otimizar a produção. |
| RFID | 45 | Rastreabilidade e controle na manufatura, otimizando processos e evitando perdas. |
| IoT | 40 | Monitoramento em tempo real de insumos, reduzindo falhas humanas e melhorando a produtividade. |
| Blockchain | 35 | Rastreabilidade e segurança na cadeia produtiva, prevenindo fraudes e otimizando auditorias. |
| Periódico | 35 | Utilizado em setores menores ou onde estoques podem ser revisados em ciclos fixos. |

Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 4 - Distribuição das técnicas para o Setor Industrial



Fonte: Autoria própria (2025)

É visto que neste setor se existe o controle rigoroso de estoques, juntamente com a eficiência na gestão e redução dos desperdícios, desta maneira, técnicas que possuem um grau maior de precisão e automação apresentam maior potencial de aplicação. Assim, a técnica *Just-in-Time* (JIT) apresenta o maior potencial de aplicabilidade, especialmente para setores como a indústria automobilística e eletrônica, onde a produção enxuta e o alinhamento à demanda são fundamentais, já que a mesma fornece a possibilidade de redução de estoques intermediários e sincronização da produção com a demanda, mantendo o estoque em níveis ideais.

As técnicas baseadas em tecnologias emergentes também apresentaram potenciais altos, que são a Inteligência Artificial (IA), *Machine Learning*, Identificação por radiofrequência (RFID) e Internet das coisas (IoT), estão sendo adotadas para otimizar o controle de estoques, reduzir desperdícios e melhorar a eficiência produtiva, o que evidencia a crescente digitalização no setor, isso ocorre pela capacidade das mesmas de prever demandas, otimizar estoques e reduzir possíveis falhas.

Os métodos de gestão de custos e controle contínuo, possuem uma taxa de adesão acima da média, a técnica *Last in, First Out* (LIFO) possui um papel relevante na indústria química e de petróleo devido à necessidade de gestão eficiente de custos diante da volatilidade dos preços, já a *First in, First Out* (FIFO) continua sendo uma escolha estratégica para setores que lidam com produtos perecíveis ou com validade controlada. O inventário permanente e o ponto de pedido, emergem como essenciais para manter um controle rigoroso de matérias-primas e insumos dentro do setor, evitando paralisações da produção.

As técnicas mais tradicionais, com um menor impacto a análise ABC que apesar de importante para a priorização de matérias-primas críticas, tem um impacto menor em comparação com técnicas mais automatizadas, e o inventário periódico, que, por sua vez, é menos utilizado em grandes indústrias, sendo mais adequado para empresas menores ou com menor variabilidade na demanda. Ainda se destaca, a adoção gradual de tecnologias inovadoras, a técnica *blockchain* apresenta grande potencial para revolucionar a rastreabilidade e segurança na cadeia produtiva, mas sua adoção ainda é limitada. Já o RFID e a IoT demonstram crescimento na manufatura inteligente, proporcionando maior controle e monitoramento em tempo real.

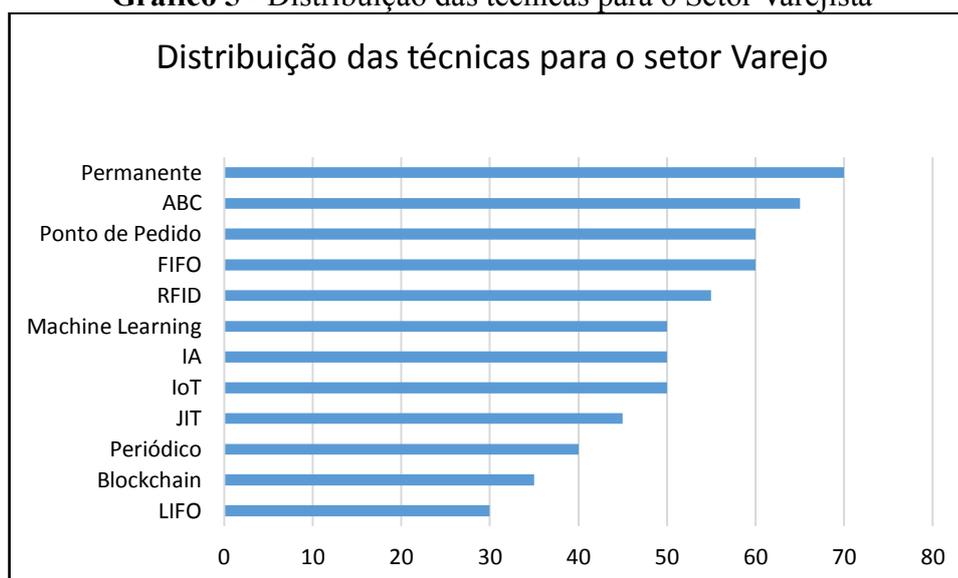
Assim, observa-se que o setor industrial prioriza técnicas que garantam eficiência operacional, redução de desperdícios e alinhamento com a demanda. A combinação de métodos tradicionais e modernos sugere um cenário de transição, onde a tecnologia desempenha um papel crescente, mas métodos já consolidados ainda são fundamentais para a gestão dos estoques.

Outrossim, o Quadro 38 apresenta a distribuição das técnicas para o setor de Varejo com base no material estudado, utilizando uma escala de 0 a 100 como critério de maximização — ou seja, quanto maior o valor do peso, maior a aderência da técnica ao setor. O Gráfico 5 mostra a visualização desses dados.

Quadro 38 - Distribuição do peso para as técnicas no Setor Varejista

| Técnica | Peso | Justificativa |
|-------------------------|-------------|--|
| Permanente | 70 | Essencial para monitoramento contínuo da reposição de mercadorias, evitando rupturas de estoque. |
| ABC | 65 | Permite a categorização dos produtos para priorizar os mais lucrativos e otimizar a gestão de estoques. |
| FIFO | 60 | Importante para garantir a saída de produtos mais antigos primeiro, reduzindo perdas e respeitando prazos de validade. |
| Ponto de Pedido | 60 | Mantém níveis ideais de estoque para atender à demanda dos consumidores sem excesso de armazenagem. |
| RFID | 55 | Melhora o controle de inventário, reduz furtos e aumenta a precisão de dados na reposição de mercadorias. |
| IoT | 50 | Permite monitoramento em tempo real dos estoques e reduz perdas por falhas operacionais. |
| IA | 50 | Automatiza o controle de inventário e melhora a reposição com base em padrões de consumo. |
| Machine Learning | 50 | Auxilia na previsão de demanda e na automação da reposição, evitando excessos e faltas de produtos. |
| JIT | 45 | Aplicado principalmente no varejo de moda para estoques dinâmicos e reposição eficiente. |
| Periódico | 40 | Utilizado em pequenos negócios e lojas de baixo volume, onde o controle não precisa ser contínuo. |
| Blockchain | 35 | Ainda em implementação no setor, pode ajudar na rastreabilidade de produtos e segurança na cadeia de suprimentos. |
| LIFO | 30 | Menos utilizado no varejo, pois pode causar acúmulo de produtos antigos e impactar a experiência do cliente. |

Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 5 - Distribuição das técnicas para o Setor Varejista

Fonte: Autoria própria (2025)

Sabe-se que o setor varejista demanda da necessidade de agilidade na reposição, precisão no controle de estoque e minimização de rupturas e excessos. Deste modo, é visto que para técnicas com foco na reposição contínua e priorização de produtos, a técnica com maior potencial de aplicação é o inventário permanente, destacando a necessidade de um controle rigoroso para evitar rupturas de estoque e garantir que os produtos estejam sempre disponíveis para os consumidores. Seguida pela técnica ABC, que permite a categorização dos produtos, priorizando os itens mais lucrativos e otimizando o investimento em estoques.

Ademais, visando uma gestão de estoques para minimizar perdas, a técnica FIFO é essencial para este setor, pois lida com produtos perecíveis ou com validade controlada, a utilização do ponto de pedido também se destaca por que contribui para manter níveis ideais de estoque, evitando excessos ou faltas de mercadorias.

Já com relação a adoção crescente de tecnologias para eficiência e precisão, métodos tecnológicos como RFID, IoT, IA e *machine learning*, possuem aplicação acima da média, e estão cada vez mais ganhando espaço, otimizando a gestão de inventário, reduzindo perdas e melhorando a experiência do consumidor. A realização de inventário com uso de RFID tem um papel fundamental na prevenção de furtos e no aumento da precisão da reposição e a IA e o *machine learning* automatizam a previsão de demanda e ajustam estoques com base em padrões de consumo.

Para as técnicas com aplicação abaixo da média no setor varejista, tem-se a técnica *Just-In-Time* (JIT) que é aplicada principalmente em segmentos específicos, como o varejo de moda,

onde estoques dinâmicos são necessários. O inventário periódico, que ainda é considerado bastante relevante para pequenos negócios, onde o controle não precisa ser contínuo, já o inventário com *blockchain* tem potencial para melhorar a rastreabilidade e segurança, mas sua implementação no varejo ainda é limitada. Por último a técnica LIFO possui aplicação bem baixa no setor, pois pode levar ao acúmulo de produtos antigos, impactando a experiência do cliente.

Por fim, observa-se que o setor varejista prioriza técnicas que garantam reposição eficiente, minimização de perdas e automação do inventário. A tecnologia tem um papel crescente, permitindo maior precisão na gestão de estoques. No entanto, métodos tradicionais, como FIFO, Ponto de Pedido e ABC, continuam essenciais para otimizar o fluxo de mercadorias e a lucratividade.

O Quadro 39 e o Gráfico 6 apresentam os pesos e a distribuição das técnicas analisadas para o setor de logística e cadeia de suprimentos, utilizando uma escala de 0 a 100 como critério de maximização — ou seja, quanto maior o valor do peso, maior a aderência da técnica ao setor.

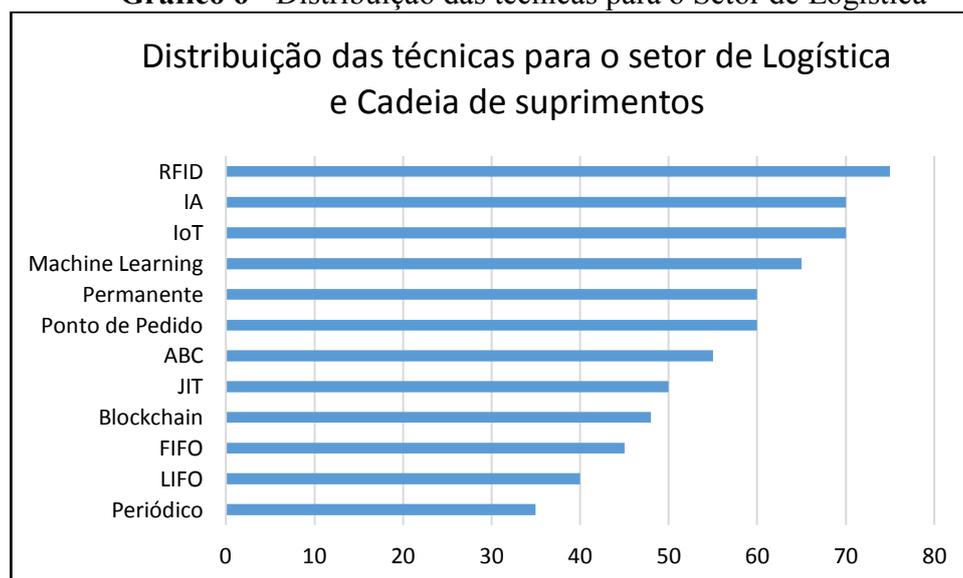
Quadro 39 - Distribuição de peso para as técnicas no Setor de Logística

| Técnica | Peso | Justificativa |
|-------------------------|-------------|---|
| RFID | 75 | Rastreabilidade e monitoramento eficiente de mercadorias, reduzindo perdas e otimizando a movimentação de cargas. |
| IoT | 70 | Monitoramento em tempo real do estoque, localização de cargas e eficiência no transporte. |
| IA | 70 | Automação na gestão de estoques, otimização de rotas e previsão de demandas, aumentando a eficiência logística. |
| Machine Learning | 65 | Otimização de estoque e rastreamento, auxiliando na previsão de falhas e gargalos na cadeia de suprimentos. |
| Ponto de Pedido | 60 | Garante reposição eficiente de estoques, evitando falta de produtos críticos no transporte e armazenagem. |
| Permanente | 60 | Monitoramento contínuo da movimentação de cargas e controle rigoroso de estoques. |
| ABC | 55 | Permite priorizar produtos de maior importância na logística, |

| | | |
|-------------------|----|--|
| | | otimizando a alocação de recursos. |
| JIT | 50 | Aplicado para reduzir estoques intermediários e sincronizar entregas com a demanda real. |
| Blockchain | 48 | Segurança na rastreabilidade da cadeia de suprimentos, reduzindo fraudes e garantindo conformidade regulatória. |
| FIFO | 45 | Importante para a gestão de estoques perecíveis e garantir que itens mais antigos sejam despachados primeiro. |
| LIFO | 40 | Menos utilizado em logística, mas pode ser aplicado para armazenagem de itens não perecíveis e controle de custos. |
| Periódico | 35 | Aplicado em empresas com menor giro de estoque ou controle mais simples de movimentação. |

Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 6 - Distribuição das técnicas para o Setor de Logística



Fonte: Autoria própria (2025)

Destaca-se que a logística e a cadeia de suprimentos necessitam de rastreamento eficiente, automação e previsibilidade, visando otimizar a movimentação e armazenagem de produtos. Deste modo, técnicas com tecnologias para rastreamento e monitoramento possuem potencial de destaque, a técnica com uso de RFID lidera a distribuição, pois permite rastreamento preciso de mercadorias, otimizando a movimentação e reduzindo perdas, seguida

pela técnica com uso da Internet das Coisas (IoT), que possui um papel crucial ao fornecer monitoramento em tempo real de cargas, estoques e transporte, garantindo maior eficiência na gestão logística, já as técnicas com uso de Inteligência Artificial (IA) e o *machine learning* estão sendo cada vez mais utilizadas para otimizar estoques, prever falhas e gargalos e melhorar a tomada de decisão estratégica.

Técnicas tradicionais como Ponto de pedido e Inventário Permanente, continuam sendo amplamente utilizadas para garantir que os produtos estejam sempre disponíveis nos centros de distribuição e no transporte. Assim, como a técnica de análise ABC relevante para priorização de produtos de maior valor ou criticidade, otimizando a alocação de recursos.

As técnicas modernas *Just-In-Time* (JIT) e *Blockchain* possuem aplicação dentro da média, o JIT é aplicado para minimizar estoques intermediários e sincronizar entregas com a demanda real, mas requer um alto nível de coordenação na cadeia de suprimentos, o inventário com *blockchain* vem ganhando espaço ao garantir segurança, transparência e rastreabilidade, reduzindo fraudes e garantindo conformidade regulatória.

Já as técnicas tradicionais FIFO, LIFO e inventário periódico, são utilizados apenas para aplicação específica, o FIFO é importante para garantir que produtos perecíveis sejam movimentados de maneira eficiente, o LIFO tem menos aplicação, mas pode ser útil para armazenagem de itens não perecíveis e controle de custos e o Inventário periódico é menos utilizado, sendo empregado em empresas com menor giro de estoque ou quando o controle de movimentação é mais simples.

Por fim, nota-se que o setor de logística e cadeia de suprimentos está fortemente voltado para tecnologias de rastreamento, monitoramento e automação. Técnicas tradicionais como Ponto de Pedido, Permanente e ABC ainda desempenham um papel importante, mas há uma transição para soluções tecnológicas avançadas como RFID, IoT, IA e *Blockchain* para aumentar a eficiência, reduzir perdas e otimizar fluxos logísticos.

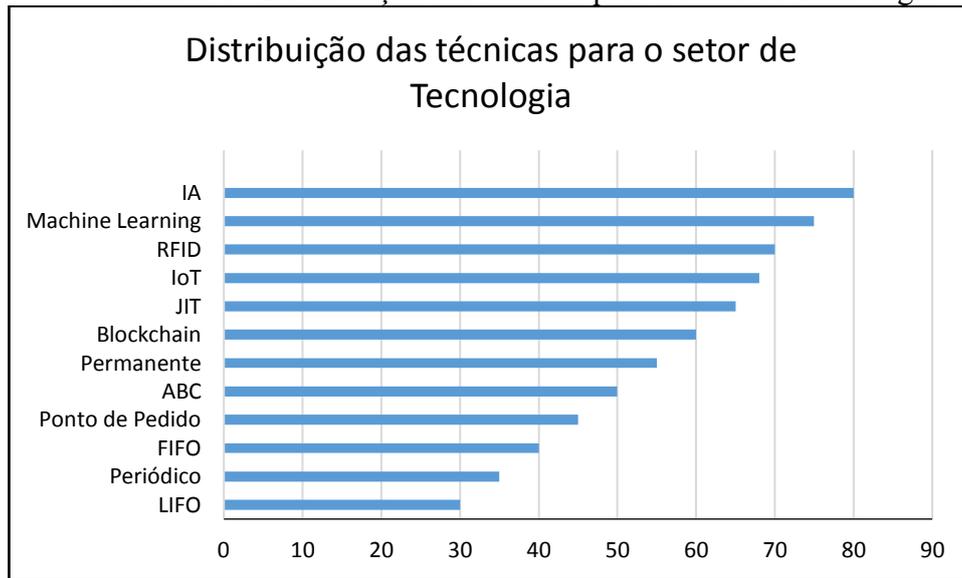
O Quadro 40 e o Gráfico 7 apresentam a distribuição de peso e a representação visual para as técnicas no setor de tecnologia, utilizando uma escala de 0 a 100 como critério de maximização — ou seja, quanto maior o valor do peso, maior a aderência da técnica ao setor.

Quadro 40 - Distribuição do peso para as técnicas no Setor de Tecnologia

| Técnica | Peso | Justificativa |
|----------------|-------------|---|
| IA | 80 | Automação e otimização do gerenciamento de estoque e previsão de demanda, reduzindo falhas e melhorando a eficiência. |

| | | |
|-------------------------|----|--|
| Machine Learning | 75 | Utilizado para prever consumo de componentes, ajustar níveis de estoque e evitar excessos ou rupturas. |
| RFID | 70 | Essencial para rastreamento preciso de componentes e produtos de alto valor na cadeia produtiva e de distribuição. |
| IoT | 68 | Monitoramento em tempo real de equipamentos, insumos e estoques, reduzindo riscos de obsolescência e perdas. |
| JIT | 65 | Amplamente utilizado para reduzir estoques excessivos e alinhar a produção de tecnologia à demanda do mercado. |
| Blockchain | 60 | Utilizado para garantir a rastreabilidade de componentes e a autenticidade de peças e dispositivos eletrônicos. |
| Permanente | 55 | Controle rigoroso e contínuo dos estoques, especialmente em fábricas e centros de distribuição de tecnologia. |
| ABC | 50 | Aplicado para priorizar componentes de alto custo ou criticidade na produção e distribuição de produtos eletrônicos. |
| Ponto de Pedido | 45 | Mantém os níveis de estoque controlados para atender demandas pontuais sem excesso de armazenagem. |
| FIFO | 40 | Aplicado em setores onde há risco de obsolescência rápida, garantindo que os itens mais antigos sejam utilizados primeiro. |
| Periódico | 35 | Menos utilizado em tecnologia, pois esse setor exige controle mais dinâmico e preciso de estoques. |
| LIFO | 30 | Pouco utilizado, pois pode levar à obsolescência de componentes, impactando a qualidade e a inovação. |

Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 7 - Distribuição das técnicas para o Setor de Tecnologia

Fonte: Autoria própria (2025)

O setor de tecnologia demanda controle de componentes, inovação e previsibilidade na cadeia de suprimentos, com isso, as técnicas com tecnologias de automação e previsão possuem destaque com relação ao potencial, a técnica com IA é a técnica mais aplicada, devido à sua capacidade de automatizar o gerenciamento de estoques e prever a demanda, o que reduz falhas e aumenta a eficiência. Seguida do *Machine Learning*, que complementa a IA permitindo prever o consumo de componentes e ajustar os níveis de estoque para evitar excessos ou rupturas, sendo altamente relevante para o setor tecnológico. As tecnologias para rastreamento e monitoramento também possuem alta relevância no setor tecnológico, a técnica com utilização de RFID tem alta presença devido à necessidade de rastrear componentes e produtos de alto valor, garantindo o controle preciso na cadeia produtiva e de distribuição, assim como a realização de inventário com IoT, que é fundamental para o monitoramento em tempo real de equipamentos, insumos e estoques, permitindo a redução de riscos relacionados à obsolescência e perdas.

A estratégia da técnica JIT, se mantém como uma abordagem eficaz para empresas do setor tecnológico, pois busca alinhar a produção à demanda real do mercado, reduzindo estoques excessivos e otimizando recursos. Já o *Blockchain* vem sendo utilizado para garantir a rastreabilidade e autenticidade de componentes eletrônicos, um fator essencial em setores que exigem alta transparência e segurança na cadeia de suprimentos.

Outrossim, entre as técnicas tradicionais, o inventário permanente ainda é amplamente utilizado em fábricas e centros de distribuição, pois permite um controle contínuo dos estoques,

essencial para garantir a disponibilidade de insumos e componentes críticos. Enquanto, o método ABC se destaca por sua aplicação na priorização de componentes de alto custo ou criticidade, garantindo que os recursos sejam alocados estrategicamente e o Ponto de Pedido como uma abordagem útil para empresas que precisam manter níveis de estoque controlados para atender demandas pontuais sem o risco de excesso de armazenagem.

Já o FIFO é empregado em setores onde há um alto risco de obsolescência, garantindo que os componentes mais antigos sejam utilizados primeiro, algo essencial em um mercado dinâmico e inovador como o de tecnologia, e o inventário periódico e LIFO apresentam as menores pontuações, pois não são adequadas ao setor tecnológico, o inventário periódico, por depender de contagens esporádicas, não atende à necessidade de controle dinâmico e preciso, enquanto o LIFO pode levar à acumulação de componentes obsoletos, impactando a qualidade e inovação dos produtos.

Em suma, as técnicas modernas, baseadas em inteligência artificial e conectividade, lideram a gestão de estoques no setor tecnológico, garantindo maior automação, previsibilidade e rastreabilidade, destaca-se que métodos tradicionais ainda são utilizados e relevantes, mas sua aplicabilidade depende das necessidades específicas de cada operação, assim a escolha da técnica ideal deve considerar a velocidade das inovações tecnológicas, a demanda do mercado e a necessidade de um controle rigoroso sobre os estoques, já que o setor de tecnologia se caracteriza pela adaptação contínua e inovação nas metodologias de controle de estoques para lidar com a rápida evolução tecnológica.

Assim, a análise comparativa das técnicas de inventário nos diferentes setores evidencia a importância da escolha estratégica dos métodos conforme as necessidades operacionais. Enquanto técnicas tradicionais ainda desempenham um papel essencial, observa-se um crescimento significativo do uso de tecnologias modernas, impulsionando maior eficiência, rastreabilidade e automação, essa evolução demonstra que a gestão de estoques deve ser continuamente adaptada às inovações, garantindo maior precisão, redução de custos e melhor atendimento às demandas do mercado.

4.5 SÍNTESE DA PESQUISA

Desta maneira, a presente pesquisa teve como objetivo mapear e analisar técnicas de realização de inventários, classificando-as em dois grandes grupos: técnicas tradicionais e técnicas modernas. Com essa divisão pôde-se compreender como os processos de controle e gestão de estoques evoluíram ao longo do tempo, adaptando-se às necessidades dos mais

diversos setores. Assim o Quadro 41, apresenta as técnicas abordadas divididas em tradicionais e modernas.

Quadro 41 - Técnicas analisadas

| Técnicas tradicionais | Técnica modernas |
|--|--|
| Análise de inventário ABC | <i>Just-in-time (JIT)</i> |
| FIFO (<i>First in, First Out</i>) | RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>) |
| LIFO (<i>Last in, First Out</i>) | Inventário com <i>Machine Learning</i> |
| Inventário Periódico | Inventário com inteligência artificial (IA) |
| Inventário Permanente | Inventário com <i>Blockchain</i> |
| Ponto de pedido (<i>Reorder Point</i>) | Inventário com <i>Internet of things (IoT)</i> |

Fonte: Autoria própria (2025)

Como resumo geral, têm-se que as técnicas tradicionais de inventário, amplamente utilizadas devido à sua confiabilidade e à consolidação ao longo do tempo, com métodos estabelecidos e fomentados ao longo do tempo. Deste modo, as técnicas abordadas foram:

- ABC: Técnica baseada na categorização dos itens em classes de importância (A, B e C), permitindo uma gestão mais eficiente dos produtos mais relevantes;
- FIFO (*First In, First Out*): Método que prioriza a saída dos itens mais antigos, evitando obsolescência e perdas;
- LIFO (*Last In, First Out*): Estrutura oposta ao FIFO, na qual os itens mais recentes são os primeiros a serem utilizados, comum em determinados contextos fiscais e contábeis;
- Inventário Periódico: Contagem de estoques realizada em intervalos pré-definidos, oferecendo um panorama geral da situação dos produtos;
- Inventário Permanente: Monitoramento contínuo do estoque, permitindo maior precisão e controle em tempo real;
- Ponto de Pedido: Técnica que define um nível mínimo de estoque para acionar automaticamente a reposição, evitando rupturas no abastecimento.

Por conseguinte, com os avanços tecnológicos e a crescente necessidade de eficiência logística, novas abordagens foram desenvolvidas para otimizar os processos de inventário. Assim, as técnicas modernas analisadas neste estudo são:

- *Just in Time (JIT)*: Estratégia de reposição baseada na demanda, minimizando estoques e reduzindo custos operacionais;
- RFID (*Radio Frequency Identification*): Uso de etiquetas eletrônicas para rastrear estoques de maneira automatizada e precisa;

- *Machine Learning*: Aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina para prever demandas e otimizar a gestão de estoques;
- Inteligência Artificial (IA): Utilização de sistemas inteligentes para automação e tomada de decisões estratégicas na gestão de inventários;
- *Blockchain*: Tecnologia de registros descentralizados que proporciona maior transparência e segurança nas transações de estoque;
- Internet das Coisas (IoT): Integração de dispositivos conectados para monitoramento em tempo real e automação de processos de inventário.

Por fim, conclui-se que a categorização das técnicas evidencia as diferenças entre as abordagens, ressaltando como cada técnica atende a diferentes demandas empresariais e setoriais. A análise dessas metodologias permite compreender suas vantagens, desvantagens e aplicabilidades, fornecendo uma visão ampla sobre a gestão eficiente de estoques.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo mapear e analisar as principais técnicas de realização de inventários, abrangendo tanto os métodos tradicionais quanto as abordagens modernas e tecnológicas. A motivação para este estudo surgiu da escassez de pesquisas que comparassem essas técnicas de forma sistemática, o que reforça a relevância da investigação realizada, além disso, a pesquisa permitiu compreender como essas técnicas são aplicadas em diferentes setores, considerando variáveis como custo, complexidade e nível de adoção no mercado.

Para fundamentar o estudo, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, utilizando a base de dados *Scopus* pelo o acesso ao portal de periódicos CAPES, e os termos-chave: *inventory techniques*, *inventory management* e *optimization inventory*. Após um processo de triagem, foram selecionados artigos que abordavam a aplicação prática das técnicas de inventário, resultando na definição de 12 técnicas a serem analisadas, divididas em seis tradicionais e seis modernas.

Com base nesse levantamento, foi realizado um estudo detalhado de cada técnica, abordando seus conceitos, características, etapas de implementação, vantagens, desvantagens, setores favorecidos e cenários com restrições. A análise revelou que as técnicas tradicionais, como FIFO, LIFO, inventário periódico e permanente, continuam sendo amplamente utilizadas devido à sua simplicidade e baixo custo. No entanto, com os avanços tecnológicos e a necessidade crescente de otimização na gestão de estoques, métodos mais avançados, como *Machine Learning*, IoT e *Blockchain*, vêm ganhando espaço, em todos setores.

Ademais, a análise dos gráficos gerados a partir do mapeamento das técnicas permitiu uma visão comparativa clara entre os métodos tradicionais e modernos, destacando suas aplicações predominantes e seus impactos nos diferentes segmentos de mercado. O cruzamento dos dados evidenciou que técnicas mais estruturadas, como o método ABC, FIFO e o ponto de pedido, possuem alta adoção devido à sua confiabilidade e adaptabilidade a diversos setores. Já métodos mais inovadores, como IA e *machine learning*, ainda enfrentam desafios de implementação, especialmente devido ao custo e à *complexidade* tecnológica envolvida.

Além disso, os gráficos que relacionam a aplicação das técnicas nos diferentes setores demonstraram que a escolha do método de inventário está fortemente ligada às características operacionais de cada área. No setor industrial, por exemplo, técnicas como JIT apresentam maior aderência devido à necessidade de otimização contínua dos insumos e ao impacto dos custos de armazenamento. No varejo, por outro lado, abordagens como Inventário Permanente,

ABC, FIFO, Ponto de Pedido e RFID são mais eficazes para evitar perdas e garantir a rotatividade dos produtos. Já na área da saúde, a priorização do FIFO e do ponto de pedido se mostrou essencial para garantir o abastecimento contínuo e a validade dos insumos hospitalares.

Durante a condução da pesquisa, no entanto, algumas limitações foram identificadas, a principal delas foi a restrição na disponibilidade de artigos sobre o tema da base Scopus na Plataforma CAPES, o que tornou necessário ampliar o recorte temporal da busca, contemplando o período de 1971 a 2025, para garantir uma amostragem relevante. Além disso, houve dificuldade em localizar materiais específicos para cada técnica abordada, especialmente com o nível de detalhamento proposto neste estudo, o que exigiu um esforço adicional na análise e na interpretação dos dados disponíveis.

Diante dessas limitações, abre-se espaço para pesquisas futuras que possam aprofundar a investigação da aplicação prática das técnicas de inventário em contextos organizacionais reais, por meio de estudos de caso, assim como, explorar modelos híbridos que integrem técnicas tradicionais e modernas, visando maior adaptabilidade operacional e ainda, avaliar a efetividade de tecnologias emergentes, como IA e IoT, na realidade de empresas de diferentes portes e setores.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a evolução das técnicas de inventário é um processo contínuo e tende a se intensificar com a digitalização e automação dos processos logísticos. Assim, empresas que buscam maior eficiência na gestão de estoques devem avaliar constantemente suas estratégias e adotar soluções que equilibrem custo, precisão e flexibilidade para atender às novas demandas do mercado. A adoção de tecnologias emergentes, como IoT e IA, ainda enfrentam desafios, mas seu potencial de transformar a gestão de estoques é inegável, especialmente à medida que se tornam mais acessíveis e integradas aos processos empresariais.

REFERÊNCIAS

ABC71. **Sistema de produção:** como implantar na indústria? ABC71, 2019. Disponível em: <https://abc71.com.br/sistema-de-producao-como-implantar-na-industria>. Acesso em: 10 jan. 2025.

ALLERS, Tanique. **LIFO method.** Intuendi, 2024. Disponível em: <https://intuendi.com/resource-center/lifo-method/>. Acesso em: 02 fev. 2025.

ALWADI, Ali et al. **Smart solutions for RFID based inventory management systems: A survey.** Scalable Computing: Practice and Experience, v. 18, n. 4, p. 347-360, 2017.

ARMSTRONG, Gary. KOTLER, Philip. **Princípios de Marketing.** 12. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2007. 600 p.

ARO-GORDON, Stephen; GUPTE, Jaideep. **Review of modern inventory management techniques.** Global Journal of Business & Management, v. 1, n. 2, p. 1-22, 2016.

BALARDIM, Eduardo. **Lean Manufacturing:** O que é, Objetivos e Princípios. FIA, 2019. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/lean-manufacturing/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

BENNETT, Simmons. **Impact of AI on inventory management.** Invensis, 2024. Disponível em: <https://www.invensis.net/blog/impact-of-ai-on-inventory-management>. Acesso em: 22 fev. 2025.

BENOWITZ, Ellen. **Cliffs quick review principles of management.** Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2001.

BHATTACHARYYA, Archana; CHANU, A. Ibemcha; DUTTA, Subit. A Study On Inventory Management Practices: A Review. **Journal of Positive School Psychology**, v. 6, n. 2s, p. 587-601, 2022.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; TRAVASSOS, G. H. **Systematic review in software engineering.** System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES, v. 679, n. 05, p. 45, 2005.

BISWAS, Sujaini. **Disadvantages of blockchain.** ClearTax, 2024. Disponível em: <https://cleartax.in/s/disadvantages-of-blockchain>. Acesso em: 20 mar. 2025.

BUTTA, Filipe. **Ponto de pedido.** Sac Logística, 2022. Disponível em: https://saclogistica.com.br/ponto-de-pedido/#google_vignette. Acesso em: 02 fev. 2025.

CAPONE, GD, COSTLOW D, GRENOBLE WA, NOVACK RA. **The RFID-Enabled Warehouse.** Working Paper, Center for Supply Chain Research, Smeal College of Business, Pennsylvania State University at University Park, 2004.

CARSON, E G. **The Base Stock and LIFO Inventory Methods.** The National Association of Cost Accountants, 349, 1952.

CARVALHO, E, M. **O crescimento do setor de bem-estar e as oportunidades nas profissões da Saúde**. Uniube, 2024. Disponível em: <https://blog.uniube.br/graduacao/crescimento-do-setor-de-bem-estar-e-saude>. Acesso em: 10 jan. 2025.

CHARBEL, Antonio Atalla. **FIFO/PEPS no Estoque/Almoxarifado**. 2007.

CHAUDHARY, Vijesh et al. **Exploring the Use of Machine Learning in Inventory Management for Increased Profitability**. A Journal for New Zealand Herpetology. BioGecko, v. 12, n. 01, 2023.

CHEN, James. **Perpetual inventory**. Investopedia, 2024. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/p/perpetualinventory.asp>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CHENG, T.C.E. AND S. PODOLSKY. **Just-In-Time Manufacturing**, 2nd e., New York, NY: Chapman and Hall USA, 1996.

CHOPRA, A. **Innovative state: How new technologies can transform government**. New York: Atlantic Monthly Press, 2015.

COHEN, Asaf. **How to implement Just-in-Time (JIT) production: a beginner's guide**. Nextplus, 2023. Disponível em: <https://nextplus.io/lean-manufacturing/how-to-implement-just-in-time-jit-production-a-beginners-guide/>. Acesso em: 14 fev. 2025.

DATAFLAIR TEAM. **AI and machine learning**. Data Flair, 2019. Disponível em: <https://data-flair.training/blogs/ai-and-machine-learning/>. Acesso em: 22 fev. 2025.

DE LIMA SANTIN, Bruno Germano; COSTA, Marlon Wender Pinheiro. A segmentação de mercado como um diferencial competitivo: caso topetinho–corte de cabelo infantil. **Revista do COMINE**, v. 3, n. 1, p. 48-60, 2019.

DELOITTE, M. H. I. The 2015 MHI Annual Industry Report. **Supply chain innovation–Making the impossible possible**, p. 1-45, 2015.

Depersio, Greg. **What Are the Disadvantages of the FIFO Accounting Method?** Investopedia, 2021. Disponível em: <https://www.investopedia.com/ask/answers/040715/what-are-disadvantages-fifo-accounting-method.asp>. Acesso em: 25 jan. 2025.

DEY-CHOWDHURY, Sumit. **Methods explained: Perpetual inventory method (PIM)**. Economic & Labour Market Review, v. 2, p. 48-52, 2008.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 544 p.

DIAS, Sérgio Robertos Org. **Gestão de Marketing**. São Paulo: Saraiva, 2003.

DIGITAL ASSETS. **Pros and cons of blockchain technology**. Cfte, 2023. Disponível em: <https://blog.cfte.education/pros-and-cons-blockchain-technology/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

DINH, Hieu. **The Revolution of Warehouse Inventory Management by Using Artificial Intelligence: Case Warehouse of Company X.** Theseus, 2020. Disponível em: <https://www.theseus.fi/handle/10024/346144>. Acesso em: 22 fev. 2025.

EQUIPE TOTVS. **Setor industrial: entenda o panorama e principais expoentes.** Totvs, 2024. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/setor-industrial/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

FALAZI, Ghareeb et al. **Modeling and execution of blockchain-aware business processes.** SICS Software-Intensive Cyber-Physical Systems, v. 34, p. 105-116, 2019.

FASTER CAPITAL. **FIFO method:** Contrasting LIFO Reserve and FIFO Valuation. Faster Capital, 2024. Disponível em: <https://fastercapital.com/content/FIFO-method--Contrasting-LIFO-Reserve-and-FIFO-Valuation.html#Implementation-of-FIFO-Method>. Acesso em: 25 jan. 2025.

FATIMA, Rida. **Importance of inventory management in an organization.** Ezo, 2023. Disponível em: <https://ezo.io/ezofficeinventory/blog/importance-of-inventory-management-in-an-organization/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

FOSBRE, Anne B.; FOSBRE, Paul B.; KRAFT, Ellen M. A roadblock to US adoption of IFRS is LIFO inventory valuation. **Global Journal of Business Research**, v. 4, n. 4, p. 41-49, 2010.

GEORGIU, Michael. **IoT in inventory management.** 2024. Disponível em: <https://imaginovation.net/blog/iot-in-inventory-management/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GILL, Michael. **Optimizing logistics and inventory management with blockchain.** Fundz, 2024. Disponível em: <https://www.fundz.net/blog/optimizing-logistics-and-inventory-management-with-blockchain>. Acesso em: 20 mar. 2025.

GLESMANN, Curtis. **Disadvantages of AI in supply chain.** Stock Iq, 2024. Disponível em: <https://stockiqtech.com/blog/disadvantages-ai-supply-chain/>. Acesso em: 22 fev. 2025.

GOLI, A., TIRKOLAEI, E. B., WEBER, G.-W. **A perishable product sustainable supply chain network design problem with lead time and customer satisfaction using a hybrid whale-genetic algorithm.** Logistics Operations and Management for Recycling and Reuse, 99–124. Gordon, S., Crager, J., Howry, C., Barsdorf, A. I., Cohen, J., Crescioni, M., Dahya, B., Delong, P., Knaus, C., Reasner, D. S., Vallow, S., Zarzar, K., & Eremenco, S. (2022).

GUPTA, Mayank. **Advantages and disadvantages of machine learning.** Applied Roots, 2024. Disponível em: <https://www.appliedaicourse.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-machine-learning/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

HAENLEIN, M., KAPLAN, A. **A brief history of artificial intelligence:** On the past, present, and future of artificial intelligence. California Management Review, 61(4), 5–14, 2019.

HARRIS, Peter *et al.* Should last in first out inventory valuation methods be eliminated. **Global journal of business research**, v. 5, n. 4, p. 53-67, 2011.

HARRISON, A. AND HOEK, R. V. **Logistics Management and Strategy: Competing Through the Supply Chain**, 4th e., Harlow, England: Prentice Hall, 2011.

HARRISON, Gavin. **Seven powerful benefits of AI in warehouse operations**. Element Logic, 2024. Disponível em: <https://www.elementlogic.net/uk/insights/seven-powerful-benefits-of-ai-in-warehouse-operations/>. Acesso em: 22 fev. 2025.

HAY, E., **The just-in-time breakthrough: Implementing the new manufacturing basics**. New York: Wiley, 1988.

HEIZER, J., RENDER, B. **Principles of operations management**, 9 th Edition, Pearson, England, 2014.

HSIEH C-T, SHARP T, LIN B. **RFID and its values as perceived by college-age consumers**. Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Decision Sciences Institute 13841–13846, 2005.

INEGBEDION, Henry et al. **Inventory management and organisational efficiency**. The Journal of Social Sciences Research, v. 5, n. 3, p. 756-763, 2019.

INSPEER. **Mercado de tecnologia em constante evolução: tendências e oportunidades de carreira**. Insper, 2024. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/pt/conteudos/tecnologia/mercado-de-tecnologia>. Acesso em: 10 jan. 2025.

IVAN, Ignatius; OETAMA, Raymond Sunardi. Inventory Management System Using Economic Order Quantity And Reorder Point. **G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan**, v. 8, n. 4, p. 2168-2177, 2024.

JENKINS, Abby. **ABC Inventory Analysis & Management**. NetSuite, 2023. Disponível em: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/abc-inventory-analysis.shtml>. Acesso em: 20 jan. 2025.

JENKINS, Abby. **Just-in-Time Inventory: What It Is and How It Works**. NetSuite, 2024. Disponível em: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/just-in-time-inventory.shtml>. Acesso em: 14 fev. 2025.

JUÁREZ, F., PÉREZ, C.H., AND USECHE, A. **Just in Time Strategy and Profitability Analysis in Financial Statements**. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Bogota, Columbia, October 25 – 26, 2017.

JUSUP, Al Haryono. **Dasar-Dasar Akuntansi**. 6. ed. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi YKPN, 2005.

KAUR, Mandeep et al. **RFID technology principles, advantages, limitations & its applications**. International Journal of Computer and Electrical Engineering, v. 3, n. 1, p. 151-157, 2011.

KAVITHA, S.; KANDEEPAN, A.; NARMADHA, N. **ABC analysis, an inventory management technique at a manufacturing company**. International Journal of Operations Management and Services, v. 19, n. 3, p. 167-170, 2016.

KEHINDE BUSOLA, E.; OGUNNAIKE OLALEKE, O.; ADEGBUYI, Omotayo. **Analysis of inventory management practices for optimal economic performance using ABC and EOQ models.** *International Journal of Management (IJM)*, v. 11, n. 7, p. 835-848, 2020.

KESAVAN, Smuruthi. **What is a reorder point?** ZohoInventory, 2024. Disponível em: <https://www.zoho.com/inventory/academy/inventory-management/what-is-a-reorder-point.html>. Acesso em: 10 fev. 2025.

KHAN, Ahmad Khalid; FAISAL, Syed Mohammad; ABOUD, Omar Abdullah Al. **An analysis of optimal inventory accounting models—pros and cons.** *European Journal of Accounting, Auditing and Finance Research*, v. 6, n. 3, p. 65-77, 2018.

KHANZODE, Ku Chhaya A.; SARODE, Ravindra D. **Advantages and disadvantages of artificial intelligence and machine learning: A literature review.** *International Journal of Library & Information Science (IJLIS)*, v. 9, n. 1, p. 3, 2020.

KOTLER, Philip et al. **Marketing management-trženjsko upravljanje: analysis, planning, implementation, and control.** Slovenska knjiga, 1996.

KOTLER, PHILIP, and GARY ARMSTRONG. **Principles of Marketing.** 12th ed., Pearson, 2007.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de marketing.** 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. 750 p.

KOTLER, PHILLIP; KELLER, KEVIN LANE. **Identifying market segments and targets.** *Marketing management*, 12th edition, Pearson Education Singapore, v. 234, 2006.

KUKKUK, B. **The advantages of an effective ABC analysis.** NetStock, 2024. Disponível em: <https://www.netstock.com/blog/the-advantages-of-an-effective-abc-analysis/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

KUKKUK, Barry. **The advantages of an effective ABC analysis.** Netstock, 2024. Disponível em: <https://www.netstock.com/blog/the-advantages-of-an-effective-abc-analysis/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

KUMAR, ARUN; DAVE, DR SUMITA. **A Study of Inventory Management at ‘Shrinanda Industries Raipur’.** 2023.

LAKSHMI, G. Vidhya et al. **BlockChain based inventory management by QR code using open CV.** In: 2021 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). IEEE, 2021. p. 1-6.

LEE Y, CHENG MF, LEUNG YT. **Exploring the impact of RFID on supply chain dynamics.** In Ingalls, RG., Rossetti, MD, Smith, JS, Peters BA, *Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference* 1145–1152, 2004.

LESSARD, S. (2007). **Giving Life to LIFO: Adoption of the LIFO Method of Inventory Valuation By the Income Tax Code.** *Tax Lawyer*, 60(3), 781-805, 2007.

LIU, Ji Chang; WU, Yue. **Application of ABC analysis in inventory management.** *Advanced Materials Research*, v. 1030, p. 2515-2518, 2014.

LOUW, Liz. **Inventory management with the use of blockchain.** 2024. Disponível em: <https://bsvblockchain.org/guide-inventory-management-with-the-use-of-blockchain/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MADAMIDOLA, Olugbenga Ayomide et al. **A Review of Existing Inventory Management Systems.** *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)*, v. 12, n. 9, p. 40-50, 2024.

MADANHIRE, I., MBOHWA, C., **Application of just in time as a total quality management tool: the case of an aluminum foundry manufacturing.** *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 27, no. 1-2, pp. 184-197, 2016

MANRAL, Kavita. **RFID: what are its advantages and disadvantages?** SE, 2021. Disponível em: <https://blog.se.com/industry/machine-and-process-management/2021/06/20/rifd-what-are-its-advantages-and-disadvantages/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MATIAS, Átila. **Fordismo: o que é, surgimento, características.** *Brasil Escola*, 2024. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/fordismo.htm?> Acesso em: 10 jan. 2025.

MATIAS, Sanon. **FIFO.** *Web Mais Sistemas*, 2024. Disponível em: https://webmaissistemas.com.br/blog/fifo/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 25 jan. 2025.

MBANUGO, Cyriacus Izuchukwu; UZOKA, Obioma Agatha. **Perpetual inventory management practice applied by stores officers in public tertiary educational institutions in South-East Nigeria.** *Unizik Journal of Educational Research and Policy Studies*, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2022.

MERCADO, Ed C. **Hands-on inventory management.** Boca Raton: CRC Press, 2007.

MITTAL, S. **Framework for Optimized Sales and Inventory Control: A Comprehensive Approach for Intelligent Order Management Application.** *International Journal of Computer Trends and Technology*, 72(3), 61–65, 2024.

MOHAMMADI. **What are the advantages and disadvantages of the periodic inventory system?** *Linkedin*. Disponível em: https://www.linkedin.com/advice/3/what-advantages-disadvantages-periodic-inventory?_l=pt_BR. Acesso em: 05 fev. 2025.

MORANDI, Maria Isabel W. Motta; CAMARGO, Luis F. Riehs. **Revisão sistemática da literatura.** In: DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel P.; ANTUNES JR, José A. Valle. *Design*

science research: método e pesquisa para avanço da ciência e da tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MUCKSTADT, John A.; SAPRA, Amar. **Principles of inventory management: when you are down to four, order more.** Berlin: Springer Science & Business Media, 2010.

MULYADI. **Sistem Akuntansi.** 3. ed. Jakarta: Salemba Empat, 2001.

MUNRO, Oliver. **FIFO vs LIFO: Advantages & Disadvantages.** Unleashed Software, 2023. Disponível em: <https://www.unleashedsoftware.com/blog/fifo-vs-lifo/>. Acesso em: 25 jan. 2025.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,** 2008.

NASCIMENTO, F. P. do; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC.** Brasília Df: Thesaurus Editora, 2016

NATSIR, Chandra. **Advantages and disadvantages of perpetual inventory system.** HashMicro, 2024. Disponível em: <https://www.hashmicro.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-perpetual-inventory-system/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

NTSIME, Lesego. **Reorder Point: Calculation, Importance and Strategies.** Intuendi. 2024. Disponível em: <https://intuendi.com/resource-center/reorder-point/>. Acesso em: 02 fev. 2025.

ODA, Orlando. **Descubra como funciona a etiqueta RFID.** AfixGraf, 2024. Disponível em: <https://www.afxigraf.com.br/blog/descubra-como-funciona-etiqueta-rfid/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

OLUWASEYI, Joseph Afolabi; ONIFADE, Morakinyo Kehinde; ODEYINKA, Olumide F. **Evaluation of the role of inventory management in logistics chain of an organisation.** LOGI–Scientific Journal on Transport and Logistics, v. 8, n. 2, p. 1-11, 2017.

OWCZAREK, Dorota. **Inventory optimization with machine learning.** NexoCode, 2024. Disponível em: <https://nexocode.com/blog/posts/inventory-optimization-machine-learning/#additional-benefits-of-applying-machine-learning-to-inventory-optimization-problem>. Acesso em: 26 fev. 2025.

PANDYA, Bijal; THAKKAR, Hemant. **A review on inventory management control techniques: ABC-XYZ analysis.** REST Journal on Emerging trends in Modelling and Manufacturing, v. 2, n. 3, p. 2016, 2016.

PARK, Philip Ryan. **Unlocking operational efficiency: advantages of implementing a reorder point system in inventory.** Medium, 2023. Disponível em: <https://medium.com/@theguidedcage/unlocking-operational-efficiency-advantages-of-implementing-a-reorder-point-system-in-inventory-96dfc11f4a58>. Acesso em: 02 fev. 2025.

PATEL, Raman C. **A note on inventory reorder point determination.** Journal of Accounting Education, v. 4, n. 2, p. 131-140, 1986.

PATRA. **What benefits iot inventory managment**. LinkedIn, 2023. Disponível em: https://www.linkedin.com/advice/1/what-benefits-iot-inventory-management-skills-inventory-management-dwhle?_l=pt_BR. Acesso em: 10 mar. 2025.

PEDRO, Maria Isabel; KENGUE, Meliciana; FILIPE, José António. **Implementação proposta do método ABC em uma indústria de aço estrutural**. Revista Internacional de Últimas Tendências em Ciências Financeiras e Econômicas , n. 3, pág. 130-136, 2011.

PEEPLS, Lou. **5 steps to building an effective RFID system**. CamCode, 2024. Disponível em: <https://www.camcode.com/blog/5-steps-to-building-an-effective-rfid-system/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção**. Operações industriais e de serviços. Unicenp, p. 201-202, 2007.

PETERSON, R.; SILVER, E. A. **Decision Systems for Inventory Management and Production Planning**. New York: John Wiley and Sons, 1998.

PLINERE, Darya; BORISOV, Arkady. **Case study on inventory management improvement**. Information Technology and Management Science, v. 18, n. 1, p. 91-96, 2015.

POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: um abordagem logística**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 210p.

PREIL, Deniz; KRAPP, Michael. **Artificial intelligence-based inventory management: a Monte Carlo tree search approach**. Annals of Operations Research, v. 308, n. 1, p. 415-439, 2021.

PROTSENKO, Vitali. **Machine learning application use cases in the manufacturing industry**. Mobidev, 2024. Disponível em: <https://mobidev.biz/blog/machine-learning-application-use-cases-manufacturing-industry>. Acesso em: 26 fev. 2025.

RAFLIANA, Trian; SUTEJA, Bernard Renaldy. **Penerapan Metode EOQ dan ROP untuk Pengembangan Sistem Informasi Inventory Bengkel MJM berbasis Web**. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, v. 4, n. 2, p. 349–358-349–358, 2018.

REID, Hadleigh. **Pros and cons of Just-in-Time (JIT) inventory management**. DCL Corp, 2025. Disponível em: <https://dclcorp.com/blog/inventory/pros-and-cons-just-in-time-jit-inventory-management/>. Acesso em: 14 fev. 2025.

REID, Hadleigh. **Understanding LIFO: Definition, Advantages and Tips**. DCL, 2024. Disponível em: <https://dclcorp.com/blog/inventory/lifo/#:~:text=By%20assuming%20the%20most%20recent,leading%20to%20significant%20tax%20savings>. Acesso em: 02 fev. 2025.

REID, Hadleigh. **What is First in First Out (FIFO)? Definition, Pros and Cons**. DCL Logistics, 2025. Disponível em: <https://dclcorp.com/blog/inventory/fifo/>. Acesso em: 25 jan. 2025.

RODRÍGUEZ, Luís. **How Can You Leverage The Reorder Point to Enhance Supply Chain Efficiency?** SlimStock, 2025. Disponível em: <https://www.slimstock.com/blog/reorder-point>. Acesso em: 02 fev. 2025.

ROUNDY, Jacob. **Advantages and disadvantages of using AI in supply chain.** Tech target, 2024. Disponível em: <https://www.techtarget.com/searcherp/tip/Advantages-disadvantages-of-using-AI-in-supply-chain>. Acesso em: 22 fev. 2025.

RUSSELL, S., NORVIG, P. **Artificial intelligence: A modern approach.** 4th ed. Saddle River, NJ:Pearson, 2020.

SAEED, Faisal. **Blockchain technology for inventory management.** Blox Bytes, 2023. Disponível em: <https://bloxbytes.com/blockchain-technology-for-inventory-management/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SAHU, Mohit Kumar. **Advanced AI Techniques for Optimizing Inventory Management and Demand Forecasting in Retail Supply Chains.** Journal of Bioinformatics and Artificial Intelligence, v. 1, n. 1, p. 190-224, 2021.

SAINI, Nikhil. **IoT in inventory management: benefits, challenges, and best practices.** 2024. Disponível em: <https://www.hashstudioz.com/blog/iot-in-inventory-management-benefits-challenges-and-best-practices/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SALAMIE, Dann. **Modern inventory analysis techniques.** American journal of health-system pharmacy, v. 57, n. 4, p. 351-367, 2000.

SARI, D. I. **Analisis Perhitungan Persediaan dengan Metode FIFO dan Average pada PT. Harapan.** Jurnal Perspektif, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2018. Disponível em: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/perspektif/article/view/2902>. Acesso em: 25 jan. 2025.

SCHREIBER JR, Charles Harry. **A study of perpetual inventory systems.** 1958. Tese de Doutorado. Boston University.

SETIAWAN, D.; PURNAMASARI, A. N. R.; DIANTA, I. A. **Web-based inventory management system utilizing the First In First Out (FIFO) Method: A Case Study Of Cv Berkah Foam Furniture.** Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi, v. 14, n. 2, p. 370-383, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.51903/jtikp.v14i2.774>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SHAH, Satya; THEGAR, Yamunah. **Exploratory Study of Inventory Management Techniques on Organisational Performance.** International Journal of Economics and Management Systems, v. 6, 2021.

SHOPIFY. **O que é varejo? Definição e guia.** Shopify, 2024. Disponível em: <https://www.shopify.com/br/blog/o-que-e-varejo?> Acesso em: 10 jan. 2025.

STANTON, William John. **Fundamentos de marketing.** São Paulo: Pioneira, 1980.

STRUK, Vadim. **IoT in inventory management.** 2024. Disponível em: <https://relevant.software/blog/iot-in-inventory-management/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SUDIARA, I. M. **Manajemen operasional jasa boga**. Yogyakarta: Andi, 2010.

SUZAKI, K.,. **The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement**. New York: The Free Press, 1989.

TAKYAR, Akash. **AI in inventory management**. Lee Way, 2024. Disponível em: <https://www.leewayhertz.com/ai-in-inventory-management/>. Acesso em: 22 fev. 2025.

TEJESH, B. Sai Subrahmanya; NEERAJA, SJA EJ. **Warehouse inventory management system using IoT and open source framework**. Alexandria engineering journal, v. 57, n. 4, p. 3817-3823, 2018.

TROY, Sue. **Step-by-step guide to a blockchain implementation**. TechTarget, 2019. Disponível em: <https://www.techtarget.com/searchcio/feature/Step-by-step-guide-to-a-blockchain-implementation>. Acesso em: 24 fev. 2025.

UMRY, Teuku Faisal; SINGGIH, Moses Laksono. **Inventory management and reorder point (ROP) strategy using ABC analysis methods in textile manufacture**. IPTEK Journal of Proceedings Series, n. 5, p. 1-7, 2019.

VASILEV, J., MILKOVA, T. **Optimisation Models for Inventory Management with Limited Number of Stock Items**. Logistics, 6(3), 54, 2022.

VYAS, Ishan. **Machine learning in inventory management**. CitrusBug, 2025. Disponível em: <https://citrusbug.com/blog/machine-learning-in-inventory-management/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

WALZUWAYYID. **What are the steps for implementing RFID technology in inventory?** LinkedIn, 2023. Disponível em: https://www.linkedin.com/advice/1/what-steps-implementing-rfid-technology-inventory-u8ggf?_l=pt_BR. Acesso em: 20 fev. 2025.

WATERS, Donald J. **Inventory Control and Management**. 2ª ed, 2003.

WATERS, Donald. **Inventory control and management**. John Wiley & Sons, 2008.

WHITE, G.I.; SONDH, A.C.; FRIED, D. **The Analysis and Use of Financial Statements**. 3. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2008.

WOODS, Mike. **FIFO vs. LIFO: Understanding the differences**. Camcode, 2025. Disponível em: <https://www.camcode.com/blog/fifo-vs-lifo/#:~:text=due%20to%20LIFO,-,Disadvantages%20of%20Using%20LIFO,do%20not%20allow%20LIFO%20valuation>. Acesso em: 02 fev. 2025.

YADAV, Neeraj; SHANKAR, Ravi; SINGH, Surya Prakash. **Impact of Industry4. 0/ICTs, Lean Six Sigma and quality management systems on organisational performance**. The TQM Journal, v. 32, n. 4, p. 815-835, 2020.

YITAYEW, A. **Inventory management practice in case of Arba Minch University**, Minch, GRIN Verlag. 2014.

YUNIS, O. **An analysis of the management of inventory control system in Tanzania higher education institutions: A case of the Open University of Tanzania Headquarters.** Dissertation submitted to the College of Business Education in Partial Fulfillment of the Degree of Master of Supply Chain Management (MSCM) of the College of Business Education, 2019.

ZHAI, Sheping et al. **Research on the Application of Cryptography on the Blockchain.** In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2019. p. 032077.

ZULIAN, Patrick. **Parallel surface and volume projections for FEM simulations on unstructured meshes.** Master's thesis, University of Zurich, 2005. Disponível em: https://www.inf.usi.ch/phd/zulian/profile/publications/master/patrick_zulian_master_thesis_2012.pdf. Acesso em: 25 jan. 2025.