
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “Ministro Ralph Biasi”
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial**

Giulia Maschietto de Souza

**OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA COM ESTOQUE VERTICAL
AUTOMATIZADO**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “Ministro Ralph Biasi”
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial**

Giulia Maschietto de Souza

**OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA COM ESTOQUE VERTICAL
AUTOMATIZADO**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial sob a orientação do Prof. Esp. José William Pinto Gomes.

Área de concentração: Gestão de Operações e Logística.

Americana, SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana
Ministro Ralph Biasi- CEETEPS Dados Internacionais de
Catalogação-na-fonte

SOUZA, Giulia Maschietto de

Otimização logística com estoque vertical automatizado. /
Giulia Maschietto de Souza – Americana, 2025.

29f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Gestão
Empresarial) - - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro
Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Esp. José William Pinto Gomes

1. Administração de empresas 2. Armazenagem 3. Logística.
I. SOUZA, Giulia Maschietto de II. GOMES, José William Pinto III.
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade
de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi

CDU: 658
658785
658.7

Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de
ficha catalográfica da Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.

Giulia Maschietto de Souza

OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA COM ESTOQUE VERTICAL AUTOMATIZADO

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Empresarial pelo Centro Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi.
Área de concentração: Gestão de Operações e Logística

Americana, 26 de junho de 2025

Banca Examinadora:



Prof. Esp. José William Pinto Gomes (Presidente)
Especialista
Fatec Americana Ministro Ralph Biasi



Prof. Dr. Marcos de Carvalho Dias
Doutor
Fatec Americana Ministro Ralph Biasi



Prof. Esp. Fábio Perreira de Queiroz
Especialista
Fatec Americana Ministro Ralph Biasi

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus, que me sustentou com força e sabedoria em todos os momentos. À minha família, pelo amor incondicional e pelo apoio constante. E aos professores, pela orientação e por serem fonte de conhecimento ao longo dessa jornada.

RESUMO

Este trabalho analisa os impactos da implementação de um sistema de armazenagem vertical automatizado na gestão de estoques. O estudo teve como ponto de partida a identificação de falhas no modelo anterior de armazenamento, como perdas de materiais, desorganização, baixa rastreabilidade e uso ineficiente do espaço físico. Por meio de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa e quantitativa, foi realizado um estudo de caso em uma empresa de grande porte, localizada no interior do estado de São Paulo. Os dados foram coletados por visitas técnicas, entrevistas semiestruturadas e observação direta das rotinas operacionais. A implementação do novo sistema envolveu a instalação de um armazém automatizado, a adoção de um software WMS integrado ao ERP SAP, o uso de coletores de códigos de barras e a aplicação de ferramentas de gestão PDCA, Kanban e FIFO. Os resultados demonstraram melhorias expressivas, como a redução na área ocupada para estocagem, o aumento da capacidade de armazenamento, e redução na perda de materiais. Além disso, a ergonomia no trabalho foi aprimorada, o tempo de reposição diminuiu e a acuracidade do inventário aumentou. Conclui-se que a automatização do sistema de armazenagem promoveu ganhos operacionais, econômicos e estratégicos, contribuindo para a eficiência e sustentabilidade da empresa analisada.

Palavras-chave: Logística; Gestão de Estoques; Armazenagem Automatizada.

ABSTRACT

This study analyzes the impacts of implementing an automated vertical storage system on inventory management. The study began by identifying failures in the previous storage model, such as material losses, disorganization, low traceability, and inefficient use of physical space. Through exploratory research with a qualitative and quantitative approach, a case study was conducted in a large company located in the interior of the state of São Paulo. Data were collected through technical visits, semi-structured interviews, and direct observation of operational routines. The implementation of the new system involved the installation of an automated warehouse, the adoption of WMS software integrated with the SAP ERP system, the use of barcode scanners, and the application of management tools such as PDCA, Kanban, and FIFO. The results showed significant improvements, such as a reduction in the storage area occupied, an increase in storage capacity, and a decrease in material losses. Furthermore, workplace ergonomics were improved, restocking time was reduced, and inventory accuracy increased. It is concluded that the automation of the storage system generated operational, economic, and strategic gains, contributing to the efficiency and sustainability of the analyzed company.

Keywords: *Logistics; Inventory Management; Automated Storage.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Prateleiras utilizadas para armazenagem de peças.	17
Figura 2 - Visão geral das prateleiras de armazenagem de peças.	17
Figura 3 - Armazém vertical adquirido.	19
Figura 4 - Software WMS.....	20
Figura 5 - Coletor de código de barras.....	21
Figura 6 – Gráfico comparativo de perdas de materiais antes e depois da armazenagem vertical	24

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
1.1 Logística.....	11
1.2 Gestão de Estoques	11
1.3 Armazenagem Automatizada.....	12
1.4 Melhoria Contínua	13
2 DESENVOLVIMENTO	15
2.1 Análise do cenário antigo	15
2.1.1 Apresentação do antigo <i>layout</i> do espaço utilizado para armazenagem de peças	16
2.2 Processo de implementação do armazém vertical automatizado	18
2.2.1 Implantação da solução de gestão de armazéns	19
2.2.2 Coletores de código de barras.....	20
2.2.3 Uso de ferramentas de gestão	21
2.2.4 Funcionamento	22
2.3 Análise dos resultados	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	27

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ambiente organizacional tem sido marcado por mudanças impulsionadas pela globalização, avanços tecnológicos e pelo aumento da competitividade em diversos setores produtivos. Nesse cenário, a gestão de estoques passou a ocupar uma posição estratégica nas empresas, visto que exerce influência direta sobre a eficiência operacional.

A armazenagem vertical automatizada representa uma transformação significativa na maneira como os materiais são organizados, acessados e geridos, especialmente em indústrias que lidam com um grande volume de itens pequenos e de alta rotatividade.

A importância desse estudo se justifica pela necessidade crescente de inovação nos processos logísticos, especialmente em setores industriais onde a gestão de estoques representa uma parcela significativa dos custos operacionais. A armazenagem inadequada, impacta negativamente no inventário, abastecimento da produção e na qualidade do produto final. Por esse motivo, torna-se essencial investigar soluções tecnológicas capazes de gerar eficiência, economia e vantagem competitiva. Além disso, esse trabalho contribui com a disseminação de boas práticas de gestão de estoques e reforça a integração entre teoria e prática.

Este trabalho é viável pela disponibilidade de acesso a dados reais por meio de visitas técnicas à empresa estudada, pela colaboração dos profissionais envolvidos nos processos logísticos e pelo tempo destinado à pesquisa. A análise foi facilitada pela documentação técnica, entrevistas com os colaboradores e acompanhamento das rotinas operacionais.

Diante desse contexto, define-se o seguinte problema de pesquisa: como a armazenagem vertical automatizada impacta a gestão de estoques, em uma indústria?

O objetivo do trabalho é demonstrar os impactos da implementação de um sistema de armazenagem vertical automatizado na gestão de estoques de uma indústria de máquinas e equipamentos pesados.

Como hipóteses tem-se, a adoção da armazenagem vertical automatizada atingindo melhora significativa, a eficiência da gestão de estoques, redução na perda de materiais, otimização do espaço físico e o aumento da produtividade. A tecnologia

permite maior capacidade de armazenamento em área reduzida, controle mais rigoroso e rastreabilidade aprimorada dos itens, especialmente aqueles de pequeno porte e alta rotatividade, além de proporcionar melhores condições ergonômicas e maior agilidade nos processos logísticos. Assim, a implementação do sistema automatizado contribui para a eficiência, acuracidade e sustentabilidade da gestão de estoques, gerando impactos positivos econômicos e operacionais para a empresa.

O percurso metodológico deste trabalho é uma pesquisa exploratória, desenvolvida por meio de um estudo de caso único, realizado em uma empresa de grande porte, identificada neste estudo como Empresa A, localizada no interior do estado de São Paulo e atuante no setor de máquinas e equipamentos pesados. O universo da pesquisa abrange os setores de logística e produção, com foco específico na área de armazenagem de materiais de pequeno porte.

A amostra é composta por doze colaboradores que atuam ou atuaram diretamente nos processos logísticos, especialmente nas atividades de recebimento, armazenamento e abastecimento da produção. Os dados foram coletados por meio de visitas técnicas, entrevistas semiestruturadas e observação direta do ambiente de trabalho, o que possibilitou uma análise prática das mudanças realizadas e seus impactos operacionais.

A análise dos dados seguiu uma abordagem mista, com base nos relatos e observações, sendo qualitativa, complementada por uma análise quantitativa a partir de dados da empresa, como: área ocupada, número de itens armazenados, volume de perdas e produtividade. Isso permitiu comparar os resultados antes e depois da adoção do sistema automatizado de armazenagem.

Os sujeitos da pesquisa foram os colaboradores da área de logística. Os indicadores analisados incluíram: área ocupada, quantidade de itens armazenados, tempo de reposição, número de perdas e produtividade. A abordagem mista, qualitativa e quantitativa, proporcionou uma visão ampla dos efeitos da automatização no sistema logístico.

O trabalho está organizado em três capítulos, sendo o capítulo I a fundamentação teórica, o capítulo II o percurso metodológico e o capítulo III os resultados, análise e discussão dos dados.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Logística

A logística é uma função essencial para o bom desempenho das organizações, pois está diretamente ligada à eficiência do fluxo de materiais, informações e recursos dentro da cadeia produtiva. Seu principal objetivo é garantir que os produtos certos estejam no lugar certo, no momento certo e nas condições corretas, ao menor custo possível.

Segundo Bertaglia (2016, p.34), a logística é “[...] o processo de planejar, implementar e controlar, de forma eficiente e eficaz, o fluxo e a armazenagem de bens, serviços e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes.”

Essa definição reforça que a logística é mais que a movimentação de cargas, pois envolve a interação de diversos processos e setores, desde o suprimento de matérias-primas até a entrega do produto final ao consumidor, conforme destacado por Ballou (2016), tem como funções principais o transporte, a movimentação de materiais, a armazenagem, o controle de estoques, o processamento de pedidos e o atendimento ao cliente. O desempenho logístico está diretamente ligado à capacidade de uma empresa em gerar valor para o cliente, pois influencia prazos de entrega, disponibilidade de produtos e confiabilidade no serviço prestado.

Para Novaes (2019), a logística é um elemento estratégico que permite às empresas alcançarem vantagens competitivas por meio da redução de custos, melhoria do nível de serviço e aumento da flexibilidade operacional.

Portanto, a importância da logística está na sua capacidade de conectar oferta e demanda, integrando os elos da cadeia de suprimentos e promovendo fluidez nas operações, o que contribui diretamente para a satisfação do cliente e para a sustentabilidade econômica das organizações.

1.2 Gestão de Estoques

A gestão de estoques é uma atividade estratégica que visa garantir a eficiência no uso, na localização e no controle dos materiais armazenados dentro de uma

empresa. Conforme Martins (2006), trata-se de um conjunto de ações que permite ao administrador assegurar que os estoques estejam devidamente utilizados, posicionados em locais adequados conforme as necessidades dos setores, corretamente manuseados e sob controle rigoroso.

Para que uma empresa consiga disponibilizar o produto certo, no momento exato e na quantidade necessária, é imprescindível manter os estoques dimensionados de forma adequada. No entanto, manter estoques elevados podem exigir grandes investimentos de capital, afetando o fluxo de caixa da organização. Assim, segundo Kawase e De Paula (2012), um gerenciamento eficaz de estoques é capaz de gerar vantagem competitiva e contribuir para o crescimento da empresa em um mercado cada vez mais competitivo.

Nesse sentido, Borges et.al (2010), destacam que uma gestão eficiente dos estoques colabora para a redução dos ativos imobilizados, mantendo-os em níveis mínimos sem comprometer a segurança operacional nem a capacidade de atendimento à demanda. Complementando essa visão, Bertaglia (2006) destaca que essa atividade deve ocupar uma posição estratégica dentro da organização, sendo tratada como uma prioridade pelos administradores. Para isso, além de um planejamento adequado, é importante que haja acompanhamento contínuo e execução por profissionais capacitados, garantindo que a gestão de estoques se torne um fator decisivo na geração de resultados.

1.3 Armazenagem Automatizada

A Armazenagem automatizada surge como uma inovação tecnológica no cenário da logística moderna, especialmente no contexto da Logística 4.0. Essa solução tem se destacado como um diferencial competitivo para as empresas que buscam otimizar seus processos logísticos e atender de forma mais eficiente às demandas do mercado. De acordo com a Mecalux (2020), a automatização dos armazéns permite atender às exigências atuais, caracterizado por pedidos mais frequentes e personalizados, além de proporcionar traz benefícios como maior agilidade, precisão nas operações, ampliação da capacidade de armazenamento e no espaço físico e aumento da segurança das instalações e dos funcionários.

Com essa mesma ideia, Moura (2011) defende que o AS/RS (*Automated Storage and Retrieval Systems*) se destaca pela sua capacidade de realizar

operações com precisão e alta velocidade, tornando-se especialmente útil em ambientes industriais com grande volume de itens e necessidade de controle rigoroso.

Complementando essa visão, Oliveira (2020) afirma que os sistemas automatizados são fundamentais para atender às exigências de rastreabilidade, controle e integração de informações nas operações logísticas modernas. A autora destaca ainda a sinergia entre AS/RS e sistemas de informação como o WMS (*Warehouse Management System*, que permitem a centralização e o monitoramento real das movimentações no armazém.

Dessa forma, a armazenagem automatizada, sustentada por sistemas inteligentes e integrados, representa uma evolução necessária para empresas que desejam alcançar padrões elevados de eficiência operacional, acuracidade de informações e agilidade nos fluxos logísticos.

1.4 Melhoria Contínua

A melhoria contínua é um princípio fundamental na gestão da qualidade, visando aprimorar processos, produtos e serviços de forma incremental e constante. Segundo Marshall Junior et al. (2006) complementam que a melhoria contínua envolve tanto o gerenciamento da rotina quanto o das melhorias, sendo ambos essenciais para a sustentabilidade organizacional.

Uma das ferramentas mais utilizadas para implementar a melhoria contínua é o Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), desenvolvido por Walter A. Shewhart na década de 1930 e posteriormente formalizado e popularizado por W. Edwards Deming nos Estados Unidos, na década de 1950. O PDCA é um método iterativo que promove o controle e a melhoria de processos. Segundo Clark (2001 apud Solun, 2014) essa ferramenta é voltada para o aprimoramento contínuo de processos, aplicada de forma colaborativa com as equipes de uma organização. O autor define como uma metodologia eficaz para gerenciar processos ou sistemas, sendo reconhecido como uma ferramenta que orienta o alcance de objetivos previamente estabelecidos.

Outra ferramenta relevante no contexto da melhoria contínua é o Kanban, sistema de controle de produção e estoques desenvolvido pela Toyota na década de 1960 e que ajuda a simplificar o processo produtivo, otimizando os recursos humanos e materiais, e reduzindo custos.

Segundo Batista e Martins (2015), essa ferramenta é uma alternativa para organizações que desejam diminuir seus níveis de estoque, mas que exige cumprir etapas preparatórias antes da sua implementação como a elaboração de um mapeamento da situação atual e da desejada, o desenvolvimento de um plano de ação com melhorias, e a estabilização do processo produtivo.

Complementando essas ferramentas, outro método utilizado para aumentar a eficiência dos processos de armazenagem é o FIFO (*First In, First Out*) também conhecido no Brasil como PEPS (Primeiro que Entra, Primeiro que Sai). Segundo Dias (2012), o PEPS é um dos mais utilizados no controle de estoques, baseando-se na ordem cronológica das entradas: o material que entrou primeiro no estoque deve ser o primeiro a sair. Isso garante um giro adequado dos produtos, evitando perdas e mantendo a qualidade.

2 DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de resolver as dificuldades operacionais, foi realizada uma análise detalhada do cenário físico e das práticas de gestão de materiais. A partir dessa análise, foram identificados pontos críticos que impactavam a eficiência produtiva. A seguir, serão apresentados os principais problemas encontrados, bem como as ações corretivas adotadas e os resultados obtidos.

2.1 Análise do cenário físico antigo

Para abordar as dificuldades operacionais observadas, foi necessário realizar uma análise aprofundada do cenário físico e das práticas de gestão de materiais existentes na empresa. Essa análise revelou uma série de falhas estruturais e operacionais que impactavam diretamente a eficiência do processo produtivo. A seguir, será detalhado o quadro encontrado, destacando os principais problemas relacionados ao armazenamento, movimentação e controle de materiais.

Com o aumento da demanda por pedidos, verificou-se um aumento significativo no volume de materiais estocados para a fabricação das máquinas, abrangendo desde itens de pequeno porte até componentes de maior dimensão. Esse crescimento resultou na limitação do espaço disponível para armazenamento, ocasionando uma série de problemas operacionais.

Dentre as principais dificuldades observadas, destaca-se a falta de otimização do espaço físico, que comprometeu o armazenamento eficiente dos materiais. Pequenos itens eram frequentemente misturados a outras peças, dificultando sua localização e afetando a acuracidade do inventário. Além disso, materiais antigos permaneciam estocados por longos períodos enquanto itens mais novos eram priorizados na linha de produção, gerando desequilíbrios no fluxo de materiais.

A movimentação inadequada das peças ocasionava avarias, agravada pela demora na reposição de materiais na linha de montagem, comprometendo diretamente no ritmo de produção, impactando negativamente a eficiência do processo produtivo.

Outro fator relevante identificado foi a insuficiência de treinamentos dos colaboradores responsáveis pela operação do sistema de gerenciamento de materiais. A falta de capacitação resultava em erros na alimentação do sistema com dados corretos e atualizados. Com frequência, itens já consumidos não eram baixados

no sistema, comprometendo a confiabilidade das informações e prejudicando a gestão da cadeia de suprimentos e de produção. Soma-se a isso a inexistência de um processo eficaz de rastreabilidade dos itens, dificultando o controle e a localização de peças específicas quando necessário.

Ainda se observou que, devido à escassez de espaço e à ausência de critérios organizacionais padronizados, muitos materiais eram armazenados de maneira improvisada, em locais disponíveis no momento, mas não necessariamente apropriados. Essa prática comprometia a agilidade no abastecimento da linha de produção e contribuía para atrasos e perdas operacionais.

Diante desse cenário, ficou evidente a necessidade de reestruturação nos processos logísticos e operacionais, com foco na capacitação dos colaboradores, na melhoria do sistema de gestão de materiais e na adoção de práticas organizacionais que assegurem maior eficiência, acuracidade e rastreabilidade no controle de estoque.

2.1.1 Apresentação do antigo *layout* do espaço utilizado para armazenagem de peças

O *layout* utilizado anteriormente apresentava diversas limitações quanto à sua estrutura física e ao fluxo de entrada e saídas de materiais. Conforme demonstrado na Figura 1 e Figura 2, as prateleiras ocupavam grande parte do espaço disponível e não possuíam uma organização sistematizada para alocação dos diferentes tipos de materiais.

Figura 1 - Prateleiras utilizadas para armazenagem de peças.



Fonte: Empresa A (2012).

Figura 2 - Visão geral das prateleiras de armazenagem de peças.



Fonte: Empresa A (2012)

Diante das dificuldades apresentadas, constatou-se que tais problemas impactavam, direta ou indiretamente, toda a cadeia de suprimentos da organização, com reflexos negativos na linha de produção. A falta de aproveitamento adequado do espaço físico mostrava-se um dos fatores mais críticos, uma vez que influenciava diretamente nos custos logísticos e na localização dos itens.

Nesse contexto, tornou-se necessário a adoção de um novo *layout*, baseado em uma estrutura de armazenagem mais eficiente e alinhada às necessidades operacionais da empresa.

2.2 Processo de implementação do armazém vertical automatizado

Como parte das medidas implementadas, foram adquiridos um armazém vertical do modelo Kardex¹ para a armazenagem dos materiais de pequeno porte (parafusos, porcas, arruelas, etc...) e um equipamento móvel para coleta de peças, possibilitando maior agilidade, precisão e qualidade no atendimento às necessidades da linha de montagem.

O sistema de armazenagem vertical proporciona um aproveitamento máximo da área disponível, permitindo o estoque de alta densidade em espaços reduzidos. Essa solução contribui diretamente para a otimização do *layout*, mantendo a flexibilidade e elevando os níveis de produtividade. Trata-se de um sistema fechado, com design inteligente e ergonômico composto por prateleiras organizadas verticalmente, caixas para disponibilizar os materiais, extrator automatizado, painel de operador *multitouch*, interface de usuário intuitiva e display LED - *Navigator* que permite melhor desempenho e precisão no processo de seleção e coleta das peças armazenadas.

Na Figura 3, apresenta-se a imagem do armazém vertical automatizado implantado na empresa:

¹ Marca que desenvolve sistemas automatizados de armazenagem e recuperação de materiais, projetados para melhorar a eficiência no armazenamento e na movimentação de itens.

Figura 3 - Armazém vertical adquirido.



Fonte: Empresa A (2024).

Além disso, o armazém foi estrategicamente posicionado próximo à linha de produção, para otimizar o tempo e tornar o processo mais ágil e eficiente.

2.2.1 Implantação da solução de gestão de armazéns

Com essa nova estrutura, foi implantado um software WMS (*Warehouse Management System*), uma solução de gestão de armazéns voltada a oferecer suporte, organizar e otimizar as operações logísticas. Esse software é responsável pelo controle da movimentação de materiais, fornecendo informações precisas e em tempo real sobre a entrada, o armazenamento e o consumo de peças pela produção. Além disso, o WMS registra um histórico detalhado das movimentações, facilitando

consultas futuras e permitindo o rastreamento dos estoques. No caso em questão, o software foi integrado ao ERP SAP, já utilizado pela empresa, promovendo maior sinergia entre os processos operacionais e administrativos.

Na Figura 4 mostra-se a tela principal do sistema SAP atrelado ao software WMS:

Figura 4 - Software WMS.



Fonte: Empresa A (2024)

2.2.2 Coletores de código de barras

Outro método implantado foi o uso de coletores de código de barras que, quando integrado a um sistema WMS, a um estoque vertical automatizado e ao ERP SAP, desempenha um papel fundamental na automatização e na precisão das operações logísticas. Essa tecnologia permite a identificação rápida e segura dos materiais, facilitando o controle de entradas, armazenagem e movimentações internas de forma ágil e com mínima intervenção manual. O leitor facilita o processo do armazenamento e permite que as informações capturadas no chão de fábrica sejam sincronizadas com os sistemas corporativos, proporcionando a visualização do endereçamento das peças, a localização delas e as datas de entrada e saída no estoque.

Figura 5 - Coletor de código de barras.



Fonte: Empresa A (2024).

2.2.3 Uso de ferramentas de gestão

Durante a implementação desse sistema, foram utilizadas três ferramentas fundamentais de gestão: o ciclo PDCA, o método Kanban e a técnica de controle de estoque FIFO (*First In, First Out*) ou PEPS (Primeiro que Entra, Primeiro que Sai). Essas ferramentas foram aplicadas de forma complementar, proporcionando melhorias significativas nos processos logísticos da empresa.

Inicialmente, a empresa adotou o ciclo PDCA como base metodológica para planejar e executar a transformação no sistema de armazenagem. Na fase de planejamento (*Plan*), foram identificados os principais gargalos operacionais do antigo sistema, como falta de organização e rastreabilidade dos itens. A etapa de execução (*Do*) contemplou a instalação do armazém vertical, o treinamento dos colaboradores e a integração com o sistema WMS (*Warehouse Management System*) para dar suporte eficaz. Em seguida, na fase de verificação (*Check*), foram monitorados indicadores com o tempo de reposição de peças, acuracidade do inventário e a redução de perdas. Por fim, na fase de ação (*Act*), os resultados positivos foram padronizados e as melhorias incorporadas às rotinas operacionais.

Simultaneamente, foi implantado o sistema Kanban, com o objetivo de otimizar o fluxo de abastecimento da produção. Através de um controle visual, as equipes passaram a acompanhar a movimentação das peças em tempo real, desde a entrada no estoque até o consumo na linha de montagem. Esse controle reduziu o tempo de

resposta entre a solicitação e o fornecimento do material, evitando paradas de linha e aumentando a produtividade.

Além disso, foi adotado o método FIFO, que assegura que os primeiros itens a entrarem no estoque sejam também os primeiros a serem utilizados. Essa prática foi facilitada pelo sistema automatizado, que organiza os compartimentos de forma que garante a rotatividade dos itens e evitando a obsolescência de peças armazenadas por longos períodos. A aplicação do FIFO também foi uma solução para a melhoria da qualidade dos produtos, uma vez que evitou o uso de componentes vencidos ou deteriorados.

2.2.4 Funcionamento

O armazém vertical automatizado opera por meio de um sistema eletromecânico integrado a um software de controle, que gerencia o armazenamento e a retirada de materiais de forma rápida, segura e eficiente. Seu funcionamento baseia-se em um conjunto de etapas automatizadas que otimizam o tempo de acesso aos itens estocados, conforme descrito a seguir:

Inicialmente, o operador seleciona a referência do produto desejado por meio de uma interface operacional, geralmente um terminal ou painel eletrônico conectado ao sistema de gestão de armazéns (WMS). Em seguida, o extrator — mecanismo automatizado responsável pelo transporte interno das bandejas — desloca-se verticalmente até o nível onde está localizada a bandeja que contém o item solicitado.

Após alcançar o nível correto, o extrator realiza um movimento horizontal para acessar e retirar a bandeja correspondente. Esta, então, é automaticamente transportada para a área de *picking* (retirada) ou estocagem, localizada na parte frontal do equipamento, onde o operador pode retirar com segurança os materiais necessários.

Esse processo é altamente preciso e controlado, minimizando o tempo de busca e o risco de erros operacionais. Além disso, como o sistema apresenta os itens diretamente ao operador, elimina-se a necessidade de deslocamentos físicos excessivos, contribuindo para a ergonomia do posto de trabalho e para o aumento da produtividade nas operações logísticas.

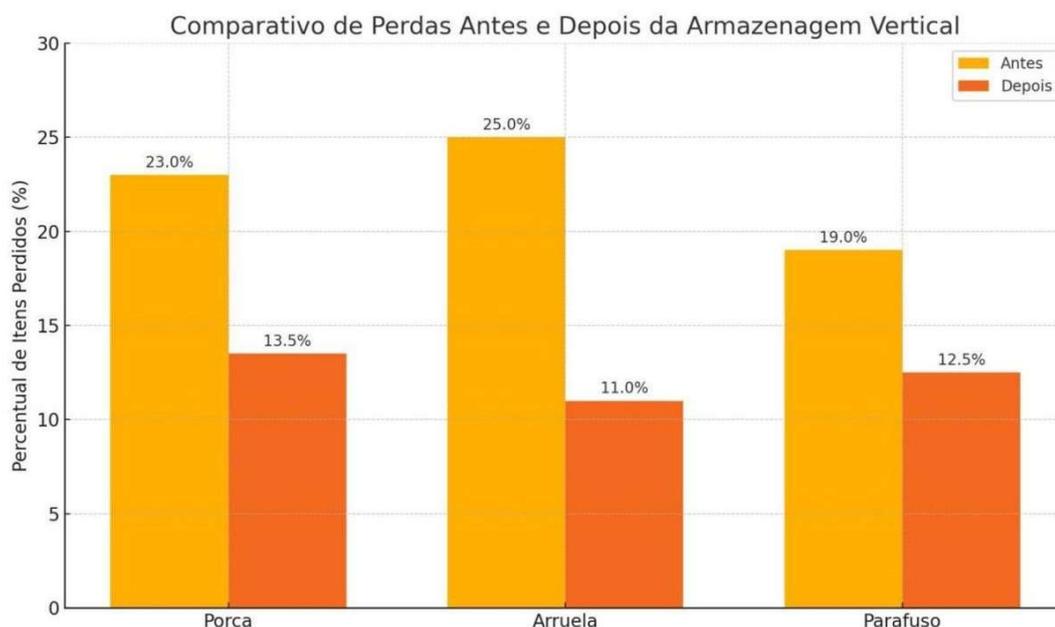
2.3 Análise dos resultados

A adoção de práticas modernas e metodologias de gestão de estoques contribuiu com avanços operacionais e estruturais para a empresa A.

Com a armazenagem vertical automatizada, um dos principais ganhos foi a redução expressiva do espaço físico ocupado para armazenagem, que passou de 190 m² para 90 m². Essa diminuição representa uma economia de aproximadamente 52,6% na área utilizada, permitindo reaproveitamento do espaço físico para outras atividades estratégicas da empresa e possibilitando uma reorganização dos seus setores. Além disso, houve um aumento na capacidade de armazenagem, que dobrou de 7.500 para 15.000 caixas. Esse avanço proporcionou maior organização e controle dos itens estocados, além de permitir o atendimento de um volume maior de demanda sem a necessidade de expansão física na estrutura.

Do ponto de vista ergonômico e operacional, a automatização do processo logístico trouxe benefícios tanto para a produtividade quanto para o bem-estar dos funcionários. Com os novos sistemas e a instalação do armazém nas proximidades da linha de produção, os itens passaram a ser entregues diretamente ao operador, eliminando a necessidade de longos deslocamentos e reduzindo o esforço físico envolvido nas atividades rotineiras. Essa mudança resultou em maior agilidade no processo, diminuição do tempo gasto na busca por itens e, conseqüentemente, redução no tempo de reposição das peças na linha de montagem.

A redução na perda de materiais também foi outro resultado importante. O setor de logística da empresa comparou três tipos de peças (pequenas), porcas, arruelas e parafusos e suas perdas por conta da armazenagem, um ano antes e um ano depois da implementação do estoque vertical, mostrado no gráfico apresentado na Figura 6:

Figura 6 – Gráfico comparativo de perdas de materiais antes e depois da armazenagem vertical.

Fonte: Empresa A (adaptado pela autora).

O gráfico apresentado compara os percentuais de perdas de três componentes de pequeno porte nos períodos anterior e posterior à adoção da nova metodologia de armazenamento.

Podemos observar que, antes da implementação, os percentuais de perdas eram significativamente elevados, com 23% para porcas, 25% para arruelas e 19% para parafusos. Esses índices refletem a ineficiência do sistema de armazenagem anterior, no qual os itens pequenos eram frequentemente extraviados, misturados a outros materiais ou danificados durante a manipulação inadequada.

Após a adoção da armazenagem vertical automatizada, os resultados demonstraram uma redução das perdas, passando para 13,5% no caso das porcas, 11% para as arruelas e 12,5% para os parafusos. Isso representa, respectivamente, uma redução de 41,3% para porcas, 56% para arruelas e 34,2% para parafusos em relação aos valores iniciais.

A média geral de redução nas perdas, considerando os três itens analisados foi de 43,84%, o que demonstra o impacto positivo da reorganização logística não apenas na integridade física dos itens, mas também na confiabilidade do inventário.

Esses resultados evidenciam que a modernização dos processos de armazenagem vai além da simples organização física: ela representa um diferencial estratégico capaz de gerar ganhos significativos em eficiência operacional, redução de perdas e aproveitamento de recursos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como foco analisar os impactos da implementação de um sistema de armazenagem vertical automatizado na gestão de estoques de uma indústria de grande porte do setor de máquinas e equipamentos pesados. A pesquisa partiu da identificação de deficiências no modelo anterior de armazenagem, que incluíam desorganização, perdas significativas de materiais, baixa rastreabilidade e uso ineficiente do espaço físico, comprometendo diretamente a eficiência operacional.

A pergunta que norteou a pesquisa foi: **como a armazenagem vertical automatizada impacta a gestão de estoques em uma indústria?** A partir da aplicação de um estudo de caso, observação direta, entrevistas e análise de dados quantitativos e qualitativos, foi possível responder que o investimento no armazém vertical automatizado promoveu melhorias em termos de controle, organização, ergonomia, produtividade e redução de perdas.

O objetivo geral, que era demonstrar os impactos da adoção desse sistema automatizado de armazenagem na gestão de estoques, foi plenamente alcançado por meio da comparação entre o cenário anterior e posterior à implementação da tecnologia. Da mesma forma, os objetivos específicos também foram atendidos: foram identificados os principais problemas do sistema antigo, descrito o funcionamento do novo modelo e apresentados os resultados obtidos.

Conclui-se que a implementação do sistema vertical automatizado representou um avanço estratégico para a empresa estudada. Houve uma redução de 52,6% na área ocupada, o dobro da capacidade de armazenamento e uma queda de até 56% nas perdas de materiais de pequeno porte. Esses resultados demonstram que a modernização dos processos logísticos, aliada a ferramentas de gestão como PDCA, Kanban e FIFO, contribui diretamente para a eficiência e sustentabilidade das operações empresariais.

Durante a execução do TCC, alguns desafios foram enfrentados, como a coleta e validação dos dados com os colaboradores da empresa e a conciliação entre o tempo de pesquisa e demais responsabilidades acadêmicas e pessoais. No entanto, esses obstáculos foram superados com planejamento, disciplina e apoio dos profissionais envolvidos. O aprendizado adquirido com a vivência prática, a análise

crítica dos processos logísticos e o aprofundamento teórico sobre o tema foram pontos altos desta jornada acadêmica.

Para trabalhos futuros, sugere-se que outros estudos explorem a aplicação de tecnologias complementares, como inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT), em sistemas de armazenagem automatizados. Além disso, seria relevante investigar os impactos ambientais e os ganhos sustentáveis de longo prazo dessa tecnologia. Este trabalho pode servir como base para estudantes que desejem aprofundar-se na área de logística 4.0 e inovação operacional.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BORGES, C. T.; CAMPOS, S. M.; BORGES, C. E. **Implantação de um sistema para o controle de estoques em uma gráfica/editora de uma universidade**. Revista Eletrônica Produção & Engenharia, São Carlos, v. 3, n. 1, p. 236–247, jul./dez. 2010.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais**: uma abordagem logística. 6ª ed., São Paulo: Atlas, 2012.

BATISTA, S. R. de A.; MARTINS, L. M. de. **As oportunidades de redução de estoques com a implantação da ferramenta Kanban**: o caso de uma empresa de equipamentos de limpeza. Revista Espacios, Caracas, v. 37, n. 5, p. 10, 2016. ISSN 0798-1015. Disponível em: <https://revistaespacios.com/a16v37n05/16370510.html>. Acesso em: 18 abr. 2025.

KAWASE, F. S.; DE PAULA, L. L. **A importância do gerenciamento do estoque no setor supermercadista de pequeno porte na cidade de Lins-SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Empresarial) – Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra, Lins, 2012.

MARSHALL JUNIOR, I. J. et al. **Gestão da Qualidade**: teoria e casos. São Paulo: Atlas, 2006.

MARTINS, Petrônio G.; ALT, Paulo Renato Campos. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MECALUX. **O que é armazém automatizado**: definição e níveis de automatização. Mecalux, 2020. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/blog/armazem-automatizado-definicao>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MOURA, Roberto A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. São Paulo: IMAM, 2011.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

OLIVEIRA, Daniele Melo de. **Gerenciamento e automação de armazém**. São Paulo: Blucher, 2020.

SOLON, F. **PDCA como proposta metodológica associada à Auditoria em Saúde:** relato de experiência de Sobral-Ceará. *Tempus – Actas de Saúde Coletiva*, Brasília, v. 9, n. 1, p. 175-183, 2015. Disponível em: <https://www.tempusactas.unb.br/index.php/tempus/article/view/1584>. Acesso em: 23 abr. 2025.