



APRIMORANDO O GERENCIAMENTO LOGÍSTICO DE ESTOQUE DE PNEUS COM WMS E CÓDIGOS DE BARRAS

LAÍS SILVA LUCATELLI - lais.lucatelli@engenharia.fsa.br
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO SANTO ANDRÉ - CUFSA

MILENA TARDOQUE SARAN - mtsaran@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO SANTO ANDRÉ - CUFSA

RAFAELA PRADO RIBEIRO - rafaela.prado288@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO SANTO ANDRÉ - CUFSA

SILMARA MIKELI LOUREIRO - silmara.loureiro@engenharia.fsa.br
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO SANTO ANDRÉ - CUFSA

NIVALDO LUIZ PALMERI - nivaldo.palmeri@fsa.br
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO SANTO ANDRÉ - CUFSA

ÁREA: 2. LOGÍSTICA
SUBÁREA: 2.2 - GESTÃO DE ESTOQUES

RESUMO: O ARTIGO EXPLORA O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA LOGÍSTICA, DESTACANDO O PAPEL DE TECNOLOGIAS COMO O SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ARMAZÉNS (WMS) E O USO DE CÓDIGOS DE BARRAS PARA OTIMIZAR OPERAÇÕES EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS. O ESTUDO ENFATIZA A LOGÍSTICA MODERNA DESDE SUAS ORIGENS ATÉ SUA INTEGRAÇÃO COMO FATOR CRÍTICO DE SUCESSO. DESTACA AINDA COMO A LOGÍSTICA INTEGRADA É ESSENCIAL PARA MAXIMIZAR RECURSOS E RESPONDER ÀS DEMANDAS GLOBAIS, DETALHANDO O PAPEL DO WMS NA OTIMIZAÇÃO DE OPERAÇÕES DE ARMAZENAMENTO. MOSTRA A APLICAÇÃO DE CÓDIGOS DE BARRAS PARA CAPTURA PRECISA DE DADOS SOBRE PRODUTOS, MELHORANDO A EFICIÊNCIA E PERMITINDO RASTREAMENTO EFICAZ NA CADEIA DE SUPRIMENTOS. UM EXEMPLO ESPECÍFICO NA GESTÃO DE ESTOQUE DE PNEUS ILUSTRA COMO COLETORES COM CÓDIGOS DE BARRAS E WMS FORAM IMPLEMENTADOS NA EMPRESA "TIRES", DESTACANDO BENEFÍCIOS ESPERADOS COMO AUMENTO DA EFICIÊNCIA, REDUÇÃO DE ERROS E MELHORIA NA RASTREABILIDADE DOS PRODUTOS. O ARTIGO CONCLUI QUE A ADOÇÃO DESSAS TECNOLOGIAS PODE TRANSFORMAR OPERAÇÕES LOGÍSTICAS, PROPORCIONANDO EFICIÊNCIA, PRECISÃO E MELHOR EXPERIÊNCIA PARA O CLIENTE.

PALAVRAS-CHAVES: LOGÍSTICA, ESTOQUES, PNEUS, WMS, CÓDIGO DE BARRAS

2 INTRODUÇÃO

A forma como vivemos e trabalhamos está passando por uma transformação profunda impulsionada pelo avanço tecnológico acelerado. A presença da tecnologia em nossas vidas está alterando fundamentalmente nossos relacionamentos, estudos e práticas de trabalho. Na indústria, ao longo das décadas, a tecnologia tem desempenhado um papel crucial na melhoria dos processos de fabricação, tornando as empresas mais eficientes e competitivas. Contudo, estamos à beira de mudanças ainda mais significativas nas formas de produção.

A década atual, de 2020 a 2030, é marcada pela emergência e desenvolvimento da Indústria 4.0 em diversos países. O conceito "Indústria 4.0" refere-se à integração dos processos de produção física com tecnologias avançadas do ambiente virtual, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e computação em nuvem. Essa integração promove processos industriais ágeis, personalizáveis e autônomos, características antes consideradas desafiadoras de implementar nas operações industriais tradicionais (ARO, 2021).

SCHWAB (2019) observa que a conectividade crescente entre os indivíduos está potencializando o compartilhamento de conhecimentos, enquanto a tecnologia se estabelece como uma ferramenta essencial, desde tarefas simples até os processos mais complexos.

Este artigo explora o impacto da Indústria 4.0 na logística, focando no papel essencial de tecnologias como o Sistema de Gerenciamento de Armazéns (WMS) e o uso de códigos de barras para otimização de operações em cadeias de suprimentos modernas.

2.1 Logística

O termo "logística" tem suas raízes no grego "*logistikos*", que significa "habilidade em cálculo", e no latim "*logisticus*". Embora a logística seja conhecida há muitos anos, ela é uma área relativamente nova da gestão integrada quando comparada a campos como finanças, marketing e produção. As empresas têm se empenhado na integração dos processos logísticos, reconhecendo-os como fatores críticos de sucesso em todos os setores organizacionais. Para atender às demandas de um mercado globalizado e maximizar a utilização de recursos, as empresas foram obrigadas a desenvolver estratégias que projetem processos e produtos adequados (PENOF, LUDOVICO e MELO, 2013).

A inovação nessa área surge do conceito de gerenciamento coordenado das atividades relacionadas, em contraste com a prática histórica de gerenciá-las separadamente. A logística envolve uma rede de atividades essenciais, desde o processamento de pedidos e gestão de

estoques até transporte, armazenamento, manuseio de materiais e embalagem, todas integradas por uma rede de instalações (SILVA, 2022).

Conforme observado por Dias (2019), a atividade econômica passa por ciclos que impactam diretamente o crescimento das empresas. Em vez de buscar apoio governamental em tempos de crise, as empresas deveriam focar na revisão e aprimoramento de suas operações internas, especialmente no setor logístico, para eliminar ineficiências e melhorar a qualidade das operações.

A logística moderna vai além do simples armazenamento e transporte, incorporando uma abordagem integrada que coordena suprimentos, controle de produção, embalagem, transporte e finanças, assegurando máxima eficiência e minimizando o capital investido. Essa integração é vital para se adaptar às mudanças do mercado e melhorar a performance organizacional. Portanto, a logística contribui significativamente para a gestão integrada da cadeia de suprimentos, enfatizando custo e serviço, desenvolvendo propostas de valor logístico e analisando as funções tradicionais que se combinam para criar o processo logístico (BOWERSOX, CLOSS e COOPER, 2014; DIAS, 2019).

Silva (2020) observa que, embora os processos automatizados sejam frequentemente associados a fábricas inteligentes, a automação e a robótica têm sido empregadas em operações de produção por muitas décadas. Muitas fábricas convencionais utilizam máquinas automatizadas, como scanners de código de barras, câmeras e equipamentos de produção digitalizados em diversas etapas das operações. No entanto, esses dispositivos geralmente não estão interconectados. Os sistemas de gerenciamento de pessoas, ativos e dados em uma fábrica tradicional funcionam de maneira independente, exigindo coordenação e integração manual contínua.

2.2 Sistema de Gerenciamento de Armazéns (WMS)

O Sistema de Gerenciamento de Armazéns (*Warehouse Management System*, WMS) é uma solução de software que otimiza e controla as operações de um armazém. Ele ajuda a gerenciar o recebimento, armazenamento, coleta, embalagem e envio de produtos, oferecendo visibilidade em tempo real dos estoques e operações. Um WMS melhora a eficiência operacional e pode se integrar com tecnologias como leitores de código de barras, sistemas de ERP (*Enterprise Resource Planning*) e RFID (*Identificação por Rádio Frequência*), aumentando a precisão e a eficiência (SILVA, 2023).

2.3 Código de Barras

O código de barras é um método de codificação de informações que pode ser lido por máquinas, utilizando barras e espaços de diferentes larguras. Este sistema é amplamente utilizado em armazéns para facilitar a captura rápida e precisa de dados sobre os produtos, melhorando a eficiência operacional e reduzindo erros. Quando integrado a um Sistema de Gerenciamento de Armazéns (WMS), o código de barras permite um rastreamento eficiente dos produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, desde a entrada no armazém até a entrega ao cliente final (SILVA, 2023).

Moura (1951) expõe que quando o produto é identificado, pode determinar o melhor local para estocagem e assim as instruções são retransmitidas imediatamente para o receptor, visando indicar o melhor endereço para a estocagem dos itens que chegaram.

O código de barras tem a capacidade de armazenar várias informações relevantes, como características do produto, preço, peso, validade, e até mesmo dados de estoque. Com sua ajuda, a entrada e saída de produtos e materiais se tornam mais ágeis. O código de barras é uma representação visual composta por barras de diferentes espessuras (SEBRAE, 2023).

O código de barras é uma representação visual composta por barras claras e escuras, que representam combinações específicas de números binários utilizados pelo computador, o Número Global de Item Comercial (GTIN) é o número que aparece abaixo do código de barras. Ao ser escaneado por um leitor óptico, o scanner, é decodificada as combinações através da leitura óptica, Figura 1. Dessa maneira, o scanner identifica os números binários representados pelas barras, que correspondem ao número exibido abaixo delas (SILVA; PAPANI, 2010).

FIGURA 1 - Exemplo código de barras



Fonte: (SILVA; PAPANI, 2010)

O código de barras está presente dentro da indústria automobilística, voltada para a fabricação de veículos médios e pesados, e desempenha um papel crucial na produção e

logística. Como resultado, existem diversas aplicações que podem ser destacadas tanto na automação quanto no controle de estoque. Um exemplo é a gestão e organização das peças, que é realizada por meio de uma identificação numérica representada graficamente por um código de barras. Esse código de barras contém uma variedade de informações, como o nome da peça, a quantidade disponível no estoque e a localização dentro dos depósitos ao longo da linha de produção (BARBOSA, 2019).

3. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Este estudo foi realizado nos processos de estoque e logística de produtos acabados, especificamente no armazenamento, contagem e inventário de pneus, com o objetivo de obter uma melhor gestão de armazenamento. Para manter a confidencialidade e preservar os dados da empresa, utilizaremos o nome fictício "Tires".

A empresa Tires, é uma grande fabricante de pneus para diversas aplicações, incluindo: carros de passeio, veículos comerciais (ônibus, caminhões e vans), motocicletas, veículos e maquinários fora de estrada e aviões. Além dos pneus, a Tires também fabrica: esteiras transportadoras, isolamento sísmico para prédios, mangueiras hidráulicas, componentes para automóveis, equipamentos de golfe e bicicletas.

A Tires possui duas fábricas no Brasil, operando em três turnos e no topo da capacidade produtiva. A planta da fábrica instalada no Nordeste, produz mais de 8 mil pneus por dia e está ampliando sua capacidade para 10 mil pneus por dia, focada em pneus de categorias menores. A fábrica na Região Metropolitana de São Paulo, possui área de mais de 40.000 m² e produz pneus para caminhões, ônibus, veículos agrícolas e industriais, com produção diária de mais de 6 mil pneus, sendo aproximadamente 6.500 pneus para caminhões e ônibus e 500 para aplicações agrícolas e industriais, variando conforme as dimensões dos pneus.

O estudo foi realizado na planta localizada na Região Metropolitana de São Paulo, onde os processos de armazenamento, contagem e inventário foram analisados com o objetivo de identificar melhorias na gestão de estoque de pneus.

3.1 Processo de fabricação de pneus

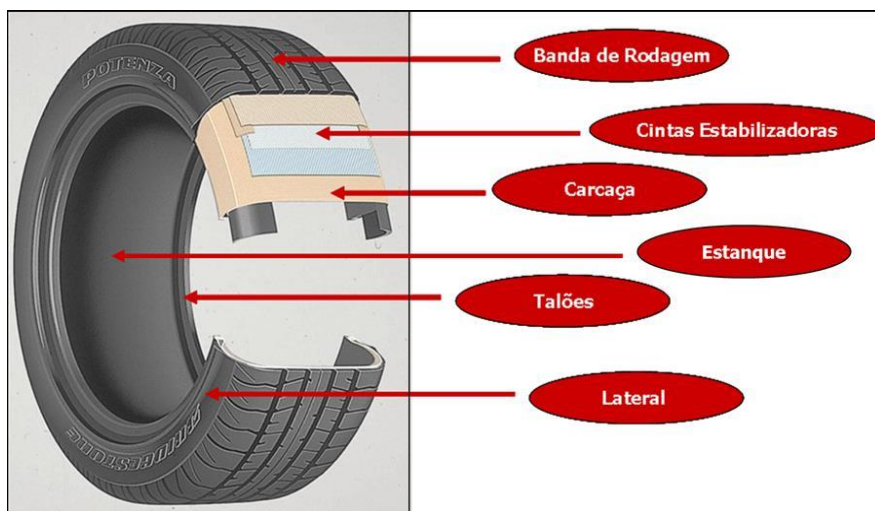
Um pneu é um componente vital de um veículo, montado nas rodas para proporcionar tração, suporte de carga e amortecimento. Ele é feito de borracha reforçada com outros

materiais, como cordas de aço, e possui uma forma circular que se encaixa na roda do veículo. Os pneus desempenham um papel crucial na segurança e no desempenho do veículo, pois são responsáveis por aderir à estrada, absorver impactos e proporcionar estabilidade ao dirigir. Eles existem em várias dimensões e modelos, projetados para diferentes tipos de veículos e condições de direção.

Para a fabricação de um pneu é preciso a junção de alguns componentes que passam por vários processos na sua fabricação, que abrange desde a preparação da borracha natural, até a vulcanização e inspeção final do pneu (CABRAL, 2004).

A estrutura do pneu é baseada em sua banda de rodagem, cintas estabilizadoras, carcaça, estanque, talões e lateral, como mostra a Figura 2.

FIGURA 2 - Estrutura de um pneu



Fonte: CARVALHO (2016).

A Figura 3 mostra os pneus produzidos pela empresa Tires classificados em quatro categorias diferentes, cada uma correspondendo a um tipo específico de veículo ou equipamento:

1. Carros Pequenos: Refere-se a pneus destinados a automóveis de porte pequeno, como carros de passeio comuns.
2. SUVs e Caminhonetes: Inclui pneus projetados para veículos utilitários esportivos (SUVs) e caminhonetes, que geralmente são maiores e utilizados para fins diversos.
3. Caminhões e Ônibus: Engloba pneus utilizados em veículos de transporte pesado, como caminhões de carga e ônibus de passageiros.
4. Agrícola e Maquinários: Refere-se a pneus específicos para uso agrícola em tratores e outras máquinas agrícolas, bem como em equipamentos pesados não rodoviários.

Essa categorização ajuda a organizar os diferentes tipos de pneus conforme o uso e o tipo de veículo ou máquina em que são aplicados.

FIGURA 3 - Categorias de Pneus



Fonte: Imagem de produtos da empresa Tires (2024).

Ao longo da lateral de um pneu, várias informações são apresentadas quando ele é fabricado. Essas informações incluem detalhes como o tamanho do pneu (diâmetro da roda em polegadas), largura da banda de rodagem em milímetros, índice de velocidade (indicando a velocidade máxima que o pneu pode suportar com segurança), além de outros dados relevantes para ajudar na seleção e na instalação correta do pneu em um veículo. A Figura 4 ilustra onde essas informações são localizadas e como são apresentadas no pneu.

FIGURA 4 - Significado de cada marcação na lateral do Pneu



Fonte: <https://historia-do-brasil-e-do-mundo.hi7.co/o-que-e-um-pneu-56c536ebb97af.html> (2016)

3.2 Logística da empresa Tires

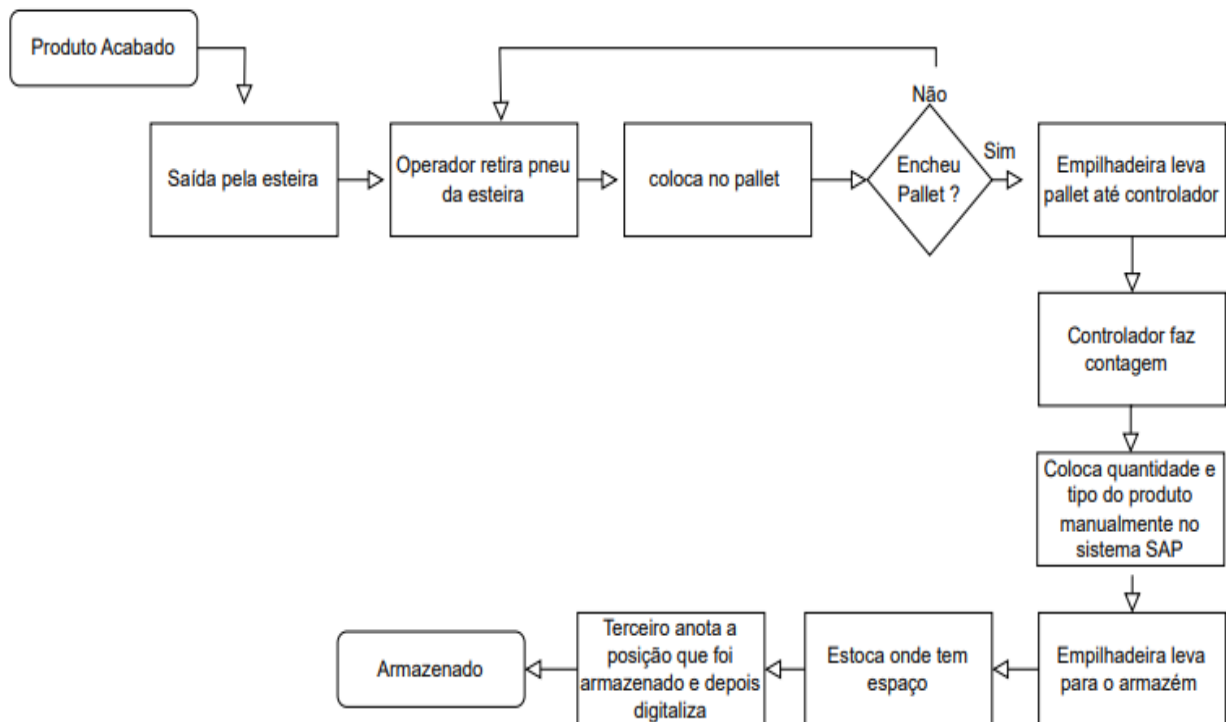
O setor estudado foi o departamento de logística, que realiza atividades essenciais como o planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo de bens, com 162 funcionários próprios e apoio de uma empresa terceirizada que disponibiliza operadores e auxiliares, distribuídos ao longo de todo o processo logístico:

- **Logística Interna**, também chamada de logística de suprimentos, envolve o planejamento, aquisição e movimentação de matérias-primas dentro da empresa. Isso inclui o armazenamento, distribuição interna e controle de estoques para garantir que as matérias-primas estejam disponíveis quando necessárias na produção.
- **Logística Externa**, ou logística de distribuição, trata da movimentação de produtos acabados da empresa para os clientes, abrangendo o planejamento de rotas, transporte, armazenamento em centros de distribuição e entrega eficiente aos destinatários.
- **Logística de Matéria-Prima**, concentra-se especificamente na gestão do fluxo de matérias-primas desde a origem até a empresa, envolvendo a seleção de fornecedores, negociações de contratos, programação de entregas e gestão de estoques de matéria-prima.
- **Logística de Produtos em Processo**, gerencia o movimento e a transformação de produtos em diferentes estágios de produção dentro da empresa, garantindo que os produtos se desloquem suavemente de uma etapa para outra, minimizando atrasos e desperdícios.
- **Logística de Produtos Acabados**, lida com o armazenamento, distribuição e entrega de produtos acabados aos clientes, incluindo a gestão de armazéns, transporte, embalagem e a garantia de que os produtos cheguem aos clientes conforme o planejado.

3.3 Processo de estoque e logística de produtos acabados

A Figura 5 apresenta o fluxograma do processo de paletização, armazenamento e controle de inventário de pneus destinados aos segmentos de caminhões e ônibus, com as seguintes especificações: 295/80R22.5 18L (295 mm de largura, perfil de 80%, aro 22.5 polegadas, 18 lonas).

FIGURA 5 - Fluxograma do processo de paletização e armazenamento



Fonte: Autor (2024)

A Figura 6 mostra a saída do produto acabado pela esteira até operador, onde será paletizado e seguirá seu fluxo de armazenado.

FIGURA 6 - Saída de Produto Acabado pela esteira



Fonte: Interna da empresa (2024).

A Figura 7 apresenta uma imagem de como os pneus estão organizados e armazenados dentro de um armazém ou galpão específico.

FIGURA 7 - Armazém de pneus



Fonte: <https://www.ssi-schaefer.com/pt-br/produtos/armazenamento/armazenamento-em-caixas/sistema-miniload/armazenamento-de-pneus-com-estantes-deslizantes-emx--307934> (2022).

Quando armazenado, cada pneu é rastreado pela equipe terceirizada da empresa Tires. Esta equipe é responsável por inserir a localização do pallet no seu sistema, que é independente do SAP (*Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* em português Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados) da Tires. Eles utilizam o método FIFO (*First In, First Out*), que garante que os itens que entraram primeiro sejam os primeiros a sair.

Durante esse processo, foram observados alguns erros que resultaram em dados incorretos, conforme apresentado na Tabela 1, como digitação incorreta de materiais e colocação manual equivocada.

TABELA 1 - Erros de subidas de dados

Em 1 semana	
Motivo	Quantidade
Erro de digitação	40
Contagem incorreta	24
Pallet incorreto	16
Duplicação de pneu	7
Pneu defeito fábrica	6

Fonte: Autor (2024).

Após uma semana de análise de dados, foi possível identificar diversos erros e durante o inventário anual, mais divergências de estoque foram reveladas. O inventário é um processo de verificação e contagem de mercadorias, realizado com uma lista completa de todos os itens armazenados no estoque. Isso permite identificar itens faltantes, excessos e produtos próximos do vencimento.

A Tabela 2 destaca divergências encontradas no inventário, como a falta do código de material X e um excesso do material Y, devido à inserção incorreta do código de pneu no sistema, por serem materiais semelhantes.

TABELA 2 - Inventário

Cód produto	Tipo	Medidas	Sistema	Físico	Diferença
905677	Caminhão	275/80R22.5 16L - R434	400	355	-45
902389	Caminhão	295/80R22.5 18L - R355	500	490	-10
901987	Caminhão	270/80R22.5 18L - R3984	400	445	45
901211	Caminhão	280/80R22.5 18L - R345	300	310	10
899366	Caminhão	275/80R22.5 16L - R435	300	320	20
897986	Caminhão	275/80R22 18L - R376	260	240	-20

Fonte: Autor (2024).

3.4 Solução

Ao perceber que os erros estavam afetando o inventário, foi proposta a implementação de coletores com WMS e códigos de barras. Esses dispositivos foram projetados para enviar dados diretamente ao sistema SAP já em uso na empresa.

No processo de implementação dos adesivos com códigos de barras nos pneus, um adesivo é aplicado na área fabril por um equipamento de colagem automática, conforme ilustrado na Figura 8. Cada pneu recebe seu próprio código de barras exclusivo, garantindo que nunca se repita.

FIGURA 8 - Código de barras no pneu



Fonte: <https://www.promtec.com.br/produto/etiquetas-adesivas-para-pneus/> (2024)

O segundo passo é adicionar os adesivos código de barras em pallets, colocado na parte superior, sempre onde for visível para o operador, conforme Figura 9.

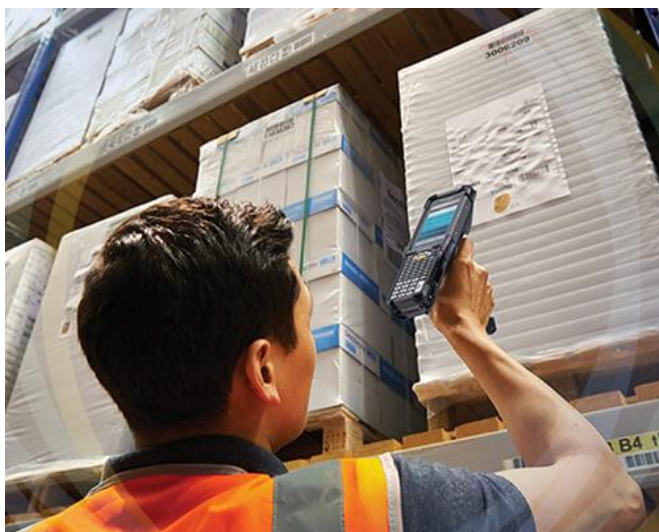
FIGURA 9 - Código de barras no pallet



Fonte: <https://www.gawronski.de/produkt/palettes/palettes-de-pneus-autom%C3%B3vel/> (2024).

A Figura 10 mostra um colaborador utilizando um coletor de dados para escanear o código de barras de um produto. Esse procedimento é realizado para registrar e processar informações específicas do produto de forma eficiente e precisa, utilizando a tecnologia de código de barras para capturar dados importantes relacionados ao item em questão. Com o sistema WMS, o coletor integra-se ao sistema SAP, que gerencia todo o centro de armazenamento da empresa.

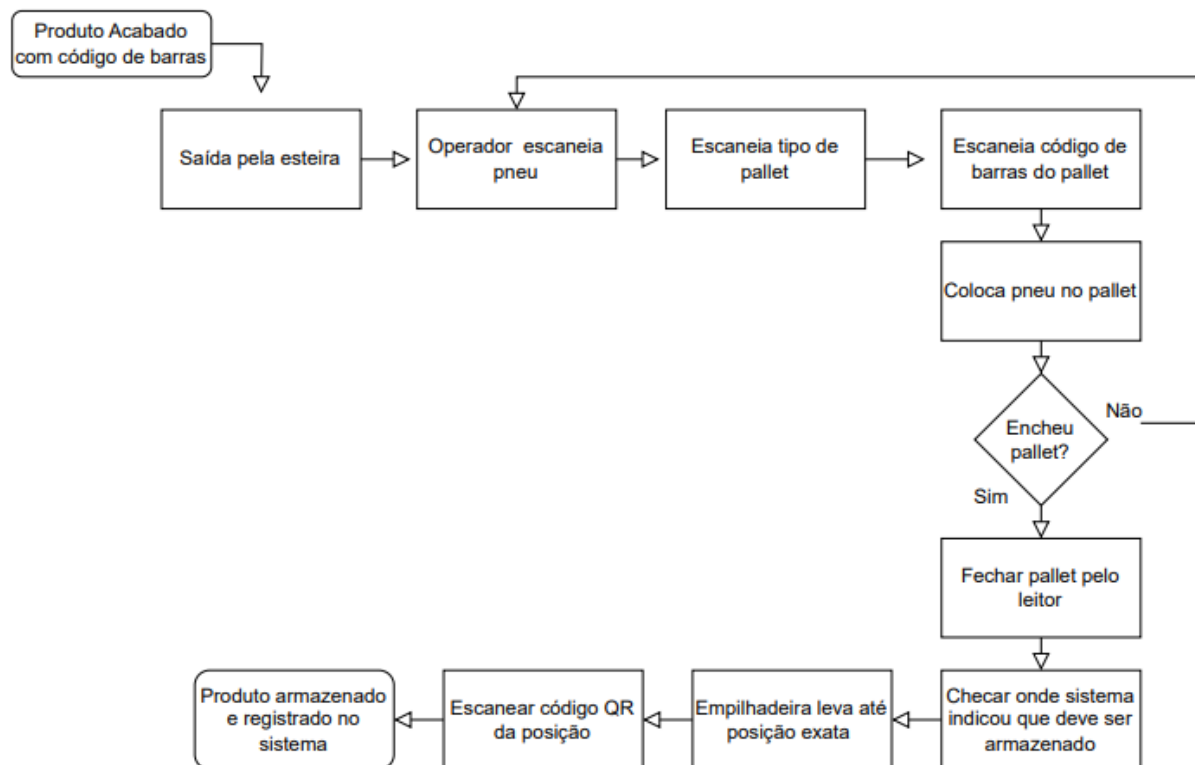
FIGURA 10 – Sistema de leitura de código de barras



Fonte: <https://weot.com.br/hardwares/impressoras-e-coletores-de-dados/> (2024)

O fluxograma apresentado na Figura 11 demonstra o novo processo de armazenamento e paletização da empresa Tires, que agora se tornou mais tecnológico.

FIGURA 11 - Fluxograma do novo processo de paletização e armazenamento do produto



Fonte: Autor (2024).

Para permitir a implementação desse novo processo, a equipe terceirizada foi treinada para praticar com maior facilidade o novo modelo de trabalho. Com a integração do estoque ao sistema, o método de gestão será alterado para FEFO, que significa "*First Expired, First Out*" (Primeiro a Vencer, Primeiro a Sair, em tradução livre). Esse método prioriza a utilização dos produtos com datas de vencimento mais próximas, garantindo que sejam usados ou distribuídos antes de expirar. Ou seja, os itens com data de validade mais próxima são os primeiros a serem utilizados ou distribuídos, garantindo que não expirem antes de serem utilizados. O inventário será integrado ao sistema da própria empresa, permitindo localizar exatamente cada pneu e garantindo uma rastreabilidade fácil de cada produto.

3.5 Resultados obtidos

Com a implementação deste processo, espera-se uma redução nas discrepâncias de pneus, conforme indicado na Tabela 3. Além disso, facilitará uma melhor visualização das informações sobre localização, fabricação e validade dos pneus.

TABELA 3 - Inventário após implementação do processo

Cód produto	Tipo	Medidas	Sistema	Físico	Diferença	Fabricado em	Posição	Validade lote
905677	Caminhão	275/80R22.5 16L - R434	400	395	-5	jan/22	Armazem 1, célula 22	dez/25
902389	Caminhão	295/80R22.5 18L - R355	500	500	0	jan/22	Armazem 1, célula 23	dez/25
901987	Caminhão	270/80R22.5 18L - R3984	400	400	0	fev/22	Armazem 1, célula 24	nov/25
901211	Caminhão	280/80R22.5 18L - R345	300	300	0	fev/22	Armazem 1, célula 25	nov/25
899366	Caminhão	275/80R22.5 16L - R435	300	305	5	jan/22	Armazem 2, célula 10	dez/25
897986	Caminhão	275/80R22 18L - R376	260	260	0	jan/22	Armazem 2, célula 12	dez/25

Fonte: Autor (2024).

Um dos desafios a serem considerados é a dificuldade de adaptação da mão de obra devido à modificação no fluxo do novo processo. Observa-se uma complexidade no treinamento dos colaboradores para implementar e executar esse novo processo, que é mais tecnológico e envolve métodos automatizados para os quais a mão de obra ainda não está especializada.

Para lidar com isso, foram realizados treinamentos presenciais e digitais para ensinar e reforçar o novo modelo de trabalho. Além disso, foram planejados treinamentos contínuos após a implementação para garantir que os colaboradores não enfrentem dificuldades ao seguir o fluxo de armazenamento de produtos acabados.

A implementação de códigos de barras em pneus e paletes, juntamente com um sistema de leitura de dados, pode ser uma solução altamente eficaz para otimizar o controle de estoque, rastreamento de produtos e entrada de dados no sistema. Esta abordagem traz diversos benefícios para a empresa:

- **Eficiência Operacional:** A introdução de códigos de barras pode reduzir significativamente o tempo gasto em processos manuais de entrada de dados. Os funcionários podem escanear rapidamente os produtos, eliminando erros humanos e melhorando a precisão.
- **Precisão e Rastreabilidade:** A capacidade de rastrear cada produto por meio de um código de barras único permite um controle de estoque mais preciso. Isso ajuda a evitar estoques desnecessários e permite identificar rapidamente produtos com prazos de validade próximos e suas localizações.
- **Facilidade de Integração:** O sistema de leitura de dados foi desenvolvido para ser altamente integrável com o sistema existente da empresa. Isso facilita a transmissão de informações do leitor de códigos de barras para o sistema de gerenciamento.
- **Redução de Erros:** A automação resultante da implementação de códigos de barras reduz drasticamente os erros de entrada de dados, economizando tempo e recursos.

- **Melhoria na Experiência do Cliente:** A precisão no rastreamento de produtos pode proporcionar informações em tempo real aos clientes, melhorando a satisfação e a confiança nos serviços da empresa.

A implementação de códigos de barras e sistemas de leitura de dados demonstra ser uma estratégia eficaz para otimizar as operações e melhorar a qualidade dos serviços. Isso não apenas aumenta a eficiência da empresa, mas também capacita a empresa a atender de forma mais eficaz às crescentes demandas dos clientes.

4 REFERÊNCIAS

ARO, J. (2021). **Integração dos processos de produção física com tecnologias avançadas do ambiente virtual.** In Schwab, K. (Ed.), Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para a produção. São Paulo: Editora Tecnológica.

BARBOSA, A. (2019). **Automação e controle de estoque na indústria automotiva.** São Paulo: Editora Automobilística.

BOWERSOX, D., CLOSS, D., & COOPER, B. (2014). **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimentos.** São Paulo: Editora Logística Avançada.

CABRAL (2004). **Processo de fabricação de pneus: Da preparação à inspeção final.** São Paulo: Editora Pneumática.

CARVALHO, L. (2016). **Estrutura do pneu e seus componentes.** Rio de Janeiro: Editora Automobilística.

DIAS, M. (2019). **Ciclos econômicos e gestão logística: Adaptação às mudanças de mercado.** Rio de Janeiro: Edições Econômicas.

<https://historia-do-brasil-e-do-mundo.hi7.co/o-que-e-um-pneu-56c536ebb97af.html>. (2016). **O que é um pneu? História do Brasil e do Mundo.**

<https://weot.com.br/hardwares/impressoras-e-coletores-de-dados/>. (2024). **Impressoras e coletores de dados para leitura de códigos de barras.**

<https://www.gawronski.de/produtos/paletes/paletes-de-pneus-autom%C3%B3vel/>. (2024). **Paletes de pneus para automóveis.** Gawronski.

<https://www.promtec.com.br/produto/etiquetas-adesivas-para-pneus/>. (2024). **Etiquetas adesivas para pneus.** Promtec.

<https://www.ssi-schaefer.com/pt-br/produtos/armazenamento/armazenamento-em-caixas/sistema-miniload/armazenamento-de-pneus-com-estantes-deslizantes-emx--307934>. (2022). **Armazenamento de pneus com estantes deslizantes.** SSI Schaefer.

MOURA, J. (1951). **História do código de barras: Da concepção à aplicação**. São Paulo: Editora Tecnológica.

PENOF, R., LUDOVICO, J., & MELO, V. (2013). **Gestão integrada de processos logísticos**. Rio de Janeiro: Editora Logística.

SEBRAE. (2023). **Guia prático do código de barras para pequenas empresas**. Brasília: SEBRAE Nacional.

SCHWAB, K. (2019). **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edições WEF.

SILVA, F., & PAPANI, G. (2010). **Código de Barras: Fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora Tecnológica.

SILVA, F. (2020). **Automação e robótica na indústria: Da teoria à prática**. São Paulo: Editora Automação Industrial

SILVA, F. (2022). **Logística moderna: Eficiência e integração de processos**. São Paulo: Editora Supply Chain.

SILVA, F. (2023). **Sistema de Gerenciamento de Armazéns (WMS) e sua aplicação na logística moderna**. São Paulo: Editora Logística.

.