

QR CODE NA LOGÍSTICA: OTIMIZANDO PROCESSOS E IMPULSIONANDO A EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Everton Luís Arruda Pinto
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí – “Deputado Ary Fossen” – CEETEPS

Priscila de Lima Pereira
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí – “Deputado Ary Fossen” – CEETEPS

Sebastião Valeriano da Silva
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí – “Deputado Ary Fossen” – CEETEPS

Elizabete Geralda Mendes (Orientadora)
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí – “Deputado Ary Fossen” – CEETEPS

RESUMO

As evoluções tecnológicas e suas ferramentas contribuíram significativamente para a facilitação de trabalhos, comodidades no dia a dia do ser humano e aumento da produtividade nas empresas. Este artigo investiga, por meio de pesquisa qualitativa descritiva e revisão bibliográfica, a implementação de QR Codes em processos logísticos dentro de um centro de distribuição. O objetivo é avaliar a eficiência e os benefícios potenciais desta tecnologia na melhoria do controle e rastreamento de produtos e processos. A pesquisa aborda os desafios e oportunidades relacionados ao uso do QR Code na logística, com foco na melhoria do manuseio de embalagens, na validação de rotas de destino e no controle de carga. Os resultados da revisão bibliográfica apontam para uma possível redução no tempo de processamento e em erros operacionais, além de um aumento na satisfação dos clientes. Conclui-se que a adoção de QR Codes pode ser uma solução eficaz para otimização logística.

Palavras-chave: QR Code; logística; centro de distribuição; eficiência operacional; rastreamento de produtos.

ABSTRACT

Technological developments and their tools have contributed significantly to facilitating work, providing comfort to people's daily lives and increasing productivity in companies. This article investigates, through descriptive qualitative research and literature review, the implementation of QR Codes in logistics processes within a distribution center. The objective is to evaluate the efficiency and potential benefits of this technology in improving product control and tracking. The research addresses the challenges and opportunities related to the use of QR Code in logistics, with a focus on improving packaging handling, validating destination routes and cargo control. The results of the literature review point to a possible reduction in processing time and operational errors, as well as an increase in customer satisfaction. It is concluded that the adoption of QR Codes can be an effective solution for logistics optimization.

Keywords: QR Code; logistics; distribution center; operational efficiency; product tracking.

INTRODUÇÃO

O setor logístico é um dos pilares essenciais para o sucesso das empresas, especialmente em um ambiente de negócios que se torna cada vez mais dinâmico e competitivo. A eficiência e a precisão nos processos logísticos são fundamentais para garantir a satisfação do cliente e maximizar os resultados financeiros. Nesse cenário, a busca por soluções inovadoras que melhorem as operações logísticas se torna cada vez mais importante.

O principal objetivo da logística é “colocar o produto certo, na hora certa, no local certo e ao menor custo possível” (Ballou; Yoshizaki, 2007). Embora essa definição seja ampla, ela sintetiza de forma clara a abrangência e a finalidade da logística nas organizações.

Com a crescente complexidade dos processos logísticos, surgem necessidades por soluções inovadoras e eficazes para enfrentar desafios como o aumento da demanda, a urgência nas entregas e a redução de erros operacionais. Novaes (2007) destaca que os componentes essenciais de um sistema logístico incluem o planejamento, a execução e o controle do fluxo e do armazenamento de matérias-primas, produtos em processo, produtos acabados, informações e recursos financeiros, desde a origem até o destino, sempre com o intuito de atender às necessidades e preferências dos clientes de maneira econômica e eficiente.

Atualmente, o ambiente empresarial é caracterizado pela oferta de serviços com valor agregado, como embalagens especiais e entregas rápidas. Isso leva as empresas a se concentrarem em compreender e atender às expectativas dos clientes de forma personalizada. Além disso, a Tecnologia da Informação é um fator crucial, pois proporciona agilidade, qualidade e eficiência em todas as etapas do sistema logístico.

Nesse contexto, a tecnologia dos *Quick Response Codes* (QR Codes) se destaca como uma ferramenta promissora, oferecendo vantagens significativas em termos de rastreamento preciso, controle rigoroso de produtos e otimização das operações. Os QR Codes permitem monitoramento em tempo real, facilitando a automação de processos e reduzindo a dependência de entradas manuais, o que minimiza a ocorrência de falhas humanas. Este artigo apresenta um estudo de caso detalhado sobre a implementação de QR Codes em um centro de distribuição fictício EALV Logística, analisando seus impactos e benefícios operacionais, como melhorias na eficiência do fluxo de trabalho, aumento da precisão no gerenciamento de inventário e, conseqüentemente, uma melhora na satisfação do cliente. Além disso, discute-se a percepção dos profissionais da área sobre a adoção dessa tecnologia e como ela pode transformar a gestão logística em um ambiente cada vez mais complexo e exigente.

Este artigo utiliza uma abordagem de pesquisa qualitativa descritiva, baseada em revisão bibliográfica de livros e artigos científicos. A escolha por essa metodologia se justifica pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a implementação de QR Codes em centros de distribuição, explorando suas potenciais vantagens e desafios na otimização dos processos logísticos. A revisão da literatura permite

analisar as diferentes perspectivas e experiências, contribuindo para a construção de um panorama abrangente sobre o tema.

QR CODE: SUA ESTRUTURAÇÃO E UTILIZAÇÕES NA LOGÍSTICA

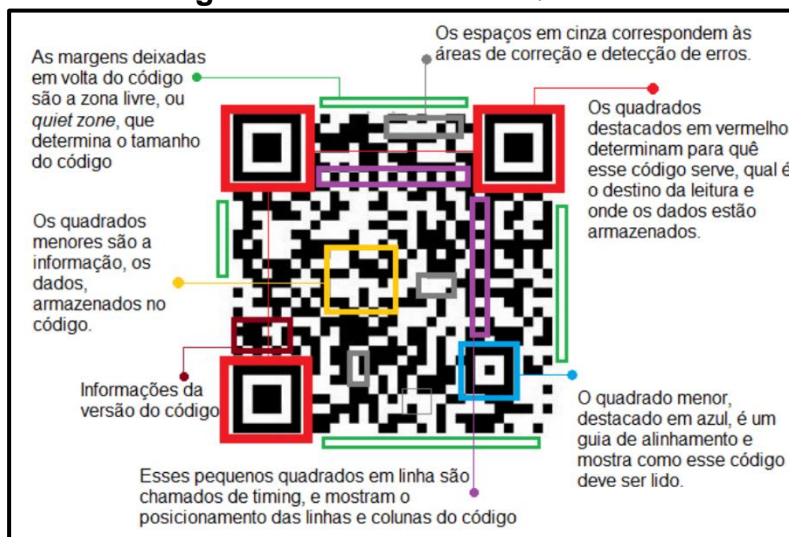
O QR Code, desenvolvido em 1994 pelo Denso Wave, é uma tecnologia que permite a leitura rápida de códigos bidimensionais (2D) por meio de uma imagem composta por quadrados de diferentes tamanhos. Com capacidade de armazenar até 7.000 caracteres, essa tecnologia supera o código de barras tradicionais, que comporta no máximo 20 dígitos. Originalmente criado para otimizar os processos da indústria automobilística japonesa, o QR Code foi amplamente adotado em diversos setores ao longo dos anos, como destacado por Silva; Souza (2017).

Um QR Code consiste em uma matriz de pontos pretos e brancos dispostos em um quadrado, que pode ser digitalizado horizontal e verticalmente, permitindo uma leitura rápida e precisa. Na Figura 1 é possível observar um caminho que faz ligação entre os três quadrados maiores nos cantos. Este caminho é o denominado de *timing patterns*, que informa ao leitor do código o posicionamento das linhas e colunas dentro do código.

O código QR tem diferentes capacidades máximas de dados, dependendo do tipo de dados que está sendo codificado. Oferecendo uma gama versátil de opções para armazenar diferentes tipos de informações. Para dados numéricos, pode ser armazenado aproximadamente 7.089 caracteres de dígitos numéricos, Dados alfanuméricos, uma capacidade máxima de aproximadamente 4.296 caracteres. Dados binários, que são sequências de bits, pode ser armazenado cerca de 2.953 caracteres, permitindo a codificação de qualquer tipo de dado digitalizado, como arquivos de imagem, documentos PDF, áudios, vídeos e outros formatos binários. Quanto aos caracteres kanji e kana, que são caracteres japoneses, o QR Code tem uma capacidade máxima de aproximadamente 1.817 caracteres (Denso Wave, 2024).

- Dados numéricos: até 7.089 caracteres.
- Dados alfanuméricos: até 4.296 caracteres.
- Dados binários: até 2.953 bytes.
- Kanji/Kana: até 1.817 caracteres.

Figura 1 - Estrutura do QR Code



Fonte: Xavier, 2018.

Os QR Codes são compostos por uma matriz de pixels que formam quadrados pretos e brancos, onde os pequenos quadrados, conhecidos como módulos, contêm as informações codificadas. Cada módulo desempenha um papel específico na representação dos dados, permitindo que o código seja lido de forma eficiente. Os três quadrados maiores localizados nos cantos do QR Code têm funções essenciais: eles orientam a leitura do código e ajudam o dispositivo a identificar sua posição. O quadrado localizado na parte inferior direita tem a função de nortear o alinhamento, direcionando como a imagem deve ser lida e processada (Camacho, 2020).

Os elementos destacados em vermelho, geralmente posicionados próximos aos quadrados maiores de referência, determinam o formato do QR Code. Esses indicadores mostram para onde o código levará, como por exemplo, uma mensagem de texto, um link de site ou um aplicativo, além de definirem a composição dos dados contidos no código, como números, letras ou uma combinação de diferentes caracteres (Silva, 2020).

Atualmente existem mais de 40 tipos variando em seu tamanho, quantidade e configuração de módulo. As variações de tamanho que o QR Code pode alcançar são de 21x21 até 177x177 módulos, apresentado como mais complexo existente (TecMundo, 2013). Na Figura 2 pode-se observar alguns dos tamanhos do QR Code.

Figura 2 - Tamanhos de QR Code



Fonte: Marques, 2017.

Para Sousa (2014), o funcionamento do QR Code pode ser dividido em duas etapas: construção e leitura. A Denso Wave, empresa japonesa responsável pela criação do QR Code em 1994, define que na fase inicial de construção do código, determina-se o tamanho do QR Code e a versão a ser utilizada, sempre considerando o produto onde o código será impresso.

O código é formado por *pixels* chamados de módulos, e é neles que são inseridos todos os dados contidos no código. Cada parte do código desempenha uma função específica. Os quadrados maiores atuam como guias de alinhamento, ajudando a identificar o QR Code em qualquer posição. A área ao redor desses quadrados maiores indica qual é a versão do QR Code, além de informar o conteúdo armazenado.

A eficácia na leitura do código está diretamente relacionada ao dispositivo utilizado. No caso de smartphones e tablets, a capacidade de decifrar o código depende das câmeras desses aparelhos. Assim, para que seja possível realizar a leitura de QR Code através de determinado aparelho eletrônico é necessário que o

dispositivo móvel tenha uma câmera fotográfica e um leitor de *mobile tagging* adequado com o sistema operativo (Sousa, 2014).

Segundo Gabriel (2010), as *mobile tags* são definidas como “códigos de barras bidimensionais (2D) que permitem encriptar URL’s, entre outros tipos de dados”. Vale destacar que pode haver ineficiências na leitura do código, mas isso nem sempre está relacionado ao dispositivo usado para a leitura, podendo também estar vinculado ao código em si. Todo QR Code deve estar associado a um link URL (*Uniform Resource Locator* – localizador uniforme de recursos), pois, se o link não seguir esse protocolo, a leitura não será possível.

Finalizando a composição, o QR Code precisa também ficar envolvido por margens brancas em seus quatro lados, estas margens são utilizadas para delimitar o tamanho e a área, apontando então para os leitores e ou aplicativos o que deverá ser lido (Camacho, 2021).

Aplicações na Logística

De acordo com Rodrigues (2011), a rapidez das mudanças e as modificações nas rotinas internas, resultantes da Transformação Digital, impuseram às empresas a necessidade de se adaptar constantemente. Em outras palavras, fica praticamente impossível fazer uma boa gestão logística com processos não atualizados ou ajustados para a nova realidade. Vários estabelecimentos insistem na adoção de medidas ultrapassadas no mercado atual, o que agrava a ocorrência de erros na alimentação de dados, preenchimento de inventários, separação e classificação, bem como falhas de desempenho.

Segundo Deming (1990), organização é uma peça-chave para que a logística funcione de forma intuitiva e eficaz. Portanto, a falta dela é de grande risco, trajetos e movimentações de colaboradores quando precisam acessar este ou aquele item no estoque. A necessidade de remanejamento constante dos materiais é um sinal de que a gestão de estoque apresenta falhas e precisa ser revista. Vale lembrar que essa logística deve incluir não apenas armazenamento, como também pedidos, quantidades, recebimento, expedição e cronograma das etapas do projeto.

Nas atividades logísticas que envolvem sistemas de estoque, armazenamento, rastreamento, separação, envio e inventário, o uso do QR Code pode ser extremamente valioso. Ele simplificará o processo, assim como torná-lo mais ágil e seguro (Xavier, 2004).

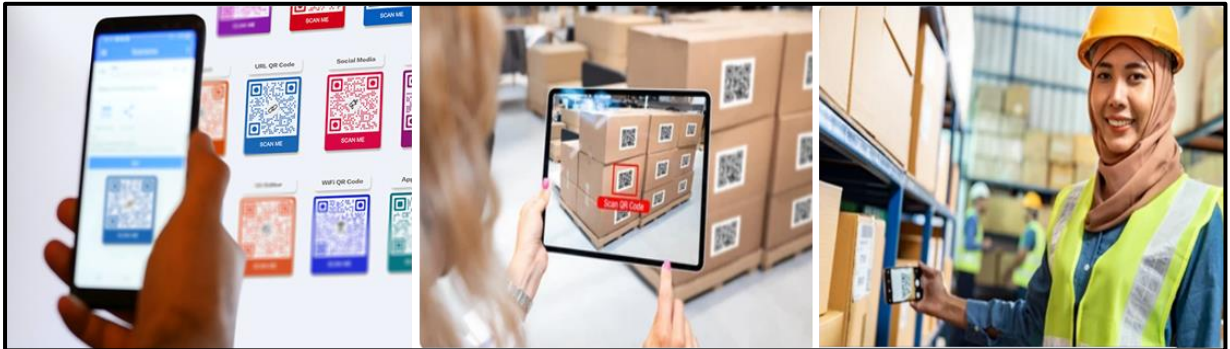
A leitura do QR Code permite acessar informações do banco de dados, como a localização do produto (rastreamento dentro do estoque), a quantidade armazenada, o que deve ser enviado e os prazos para envio, além de dados sobre validade e a quantidade em estoque, incluindo detalhes sobre o próximo pedido ou carregamento, conforme mostra a Figura 3. Sendo assim, pode-se destacar:

- **Rastreamento de Carga:** os QR Codes têm sido amplamente adotados na logística para o rastreamento de carga. Eles permitem que cada item ou embalagem seja identificado de forma única, facilitando o monitoramento em tempo real ao longo da cadeia de suprimentos. Quando escaneados, os QR Codes fornecem informações detalhadas sobre o item, como origem, destino, conteúdo e status de transporte, contribuindo para uma gestão mais eficiente e transparente;
- **Gestão de Inventário:** na gestão de inventário, os QR Codes ajudam a manter um controle preciso dos níveis de estoque. Cada produto pode ser marcado com um QR Code que, quando escaneado, atualiza

automaticamente o sistema de gerenciamento de armazém (*WMS*). Isso reduz a necessidade de entrada manual de dados, minimiza erros humanos e acelera os processos de contagem e auditoria de estoque;

- **Otimização de Rotas:** a implementação de QR Codes também facilita a otimização de rotas de entrega. Ao escanear os QR Codes em pontos estratégicos, como centros de distribuição e pontos de entrega, as empresas podem obter dados precisos sobre os tempos de trânsito e identificar gargalos na rota. Esses dados são valiosos para ajustar rotas em tempo real, reduzir atrasos e melhorar a eficiência do transporte;
- **Segurança e Autenticidade:** os QR Codes podem ser usados para verificar a autenticidade dos produtos, protegendo contra falsificações. Produtos genuínos podem ser etiquetados com QR Codes que, quando escaneados, fornecem informações de verificação diretamente do fabricante. Isso aumenta a confiança dos consumidores e ajuda a manter a integridade da marca.

Figura 3 - Aplicações do QR Code na Logística



Fonte: Shutterstock, 2024.

Benefícios observados em estudos e implementações

A logística, como área estratégica para as organizações, demanda constantes melhorias em seus processos para garantir a eficiência na cadeia de suprimentos. Observa-se que, muitas vezes, problemas operacionais surgem devido à falta de comunicação clara e acesso rápido às informações relevantes por parte dos colaboradores envolvidos nos processos logísticos.

Nesse contexto, um dos principais desafios enfrentados na logística é o manuseio inadequado de mercadorias, que pode resultar em danos, atrasos e custos adicionais. O QR Code pode desempenhar um papel crucial na mitigação desses problemas, fornecendo orientações claras sobre o manuseio adequado das embalagens e o respeito aos padrões de empilhamento e movimentação. Além disso, a validação da rota de destino do produto por meio do QR Code ajuda a garantir a entrega precisa e oportuna, reduzindo erros e retrabalhos.

A adoção do QR Code na logística pode trazer benefícios tangíveis, como a redução de avarias, aprimoramento da produtividade, economia de tempo e recursos, além de contribuir para uma visão mais ampla do negócio e melhorar a satisfação dos clientes finais:

- **Melhoria da Eficiência Operacional:** a implementação do QR Code como ferramenta de comunicação e instrução no local de trabalho pode resultar em uma melhoria significativa na eficiência das operações logísticas,

reduzindo o tempo necessário para o treinamento de novos colaboradores e facilitando o acesso a informações importantes sobre os processos;

- **Redução de Avarias e Retrabalhos:** a integração dos códigos QR Code nos processos logísticos pode contribuir para a redução de avarias e retrabalhos, fornecendo orientações claras e visuais sobre o manuseio adequado de mercadorias e a validação das rotas de destino, minimizando erros humanos;
- **Aumento da Satisfação do Cliente:** ao otimizar os fluxos de atividades e garantir a qualidade dos produtos entregues, espera-se que o uso dos códigos QR Code resulte em um aumento na satisfação dos clientes finais, que receberão seus produtos de forma mais rápida, precisa e livre de danos;
- **Engajamento e Capacitação dos Colaboradores:** a disponibilidade de recursos de treinamento e orientação através dos QR Codes pode aumentar o engajamento dos colaboradores com os processos logísticos, promovendo uma cultura de melhoria contínua e capacitação constante;
- **Impacto Positivo nos Resultados Financeiros:** o investimento na gestão da qualidade, aliado à implementação eficaz do QR Code, pode gerar impactos positivos nos resultados financeiros da empresa, incluindo uma redução nos custos operacionais, um aumento na produtividade e uma expansão da base de clientes, resultando em maior lucratividade e crescimento.

FUNÇÕES BÁSICAS DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Para atingir os objetivos propostos, foi realizado um estudo descritivo qualitativo na otimização dos processos logísticos, identificando o que pode ser atribuído de forma geral para descrever algum fenômeno que tenta atingir esse determinado objetivo.

Utilizou-se revisão bibliográfica, livros e artigos para construir a temática, que para Manzo (1971) permite não apenas observar problemas já conhecidos, mas explorar novas áreas onde os problemas ainda não foram identificados, propiciando observar sob uma nova abordagem, chegando a conclusões inovadoras.

Na elaboração do estudo, foi analisado o caso da empresa EALV Logística, na qual um dos autores do artigo atuou no Departamento de Qualidade. A partir dessa experiência, foram coletadas informações relevantes sobre os desafios logísticos enfrentados pela empresa, especialmente o aumento no índice de reclamações por pedidos recebidos com avarias devido à falta de padronização dos processos internos. Para superar esses desafios, a EALV Logística implementou um setor de qualidade, promoveu a padronização de processos, investiu no treinamento e capacitação dos colaboradores e adotou QR Codes como ferramenta de comunicação.

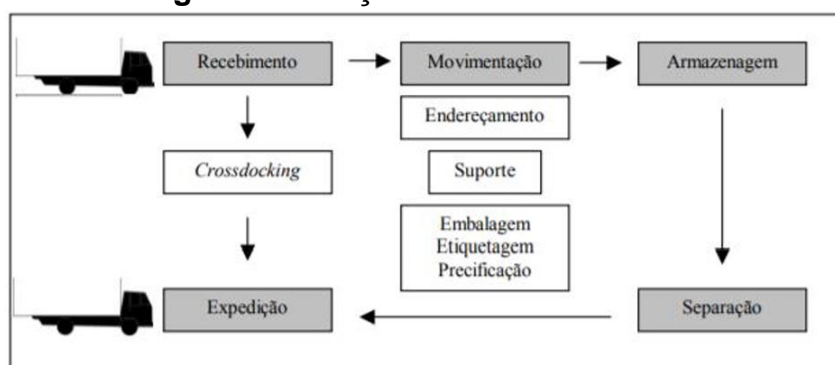
Centro de Distribuição (CD)

Segundo Coelho (2004), os centros de distribuição são armazéns, com equipamentos eficientes para realizar a movimentação de materiais, estruturas de armazenagem adequadas ao tipo de produto, espaço e recursos enxutos para a execução das atividades operacionais. Há, também, um sistema de informações adequado para auxiliar a tomada de decisão, com objetivo de atender alto giro de

produtos e a demanda dos clientes. A Figura 4 ilustra a estrutura típica de um centro de distribuição, destacando os seus principais componentes e fluxos operacionais.

Os centros de distribuição são uma alternativa para as empresas quando o objetivo é encurtar as distâncias entre as fábricas e os clientes intermediários e finais. (Carvalho Jr; Macedo, 2010). Esses códigos possibilitam a regionalização dos estoques em vários pontos de venda, resultando em melhorias operacionais, especialmente na redução de custos e no aumento da eficiência (Rodrigues *et al.*, 2014). Para Ballou (2006), os custos de armazenagem podem ser compensados com a redução dos custos de produção, pois os estoques absorvem as flutuações dos níveis de produção. Além disso, é possível reduzir os custos de transporte, permitindo o uso de quantidades maiores e mais econômicos nos lotes de carregamento. Essa abordagem é essencial para otimizar a gestão logística e pode ser visualizada na Figura 4, que ilustra as funções básicas de um Centro de Distribuição (CD).

Figura 4 - Funções básicas de um CD



Fonte: Adaptado de Calazans (2001).

Recebimento de Materiais

O recebimento de materiais é a execução de um conjunto das seguintes operações realizadas por um setor específico: identificação do material recebido; confronto de documento fiscal com o pedido; inspeção qualitativa e quantitativa do material; e a aceitação do mesmo (Santos, 2001). Na primeira etapa, são verificadas as características físicas dos produtos recebidos. Após isso, verifica-se se o pedido está de acordo com a nota fiscal em relação a quantidade e valor do documento. Os produtos aprovados passam pela inspeção qualitativa e quantitativa sob os critérios de qualidade para saber se podem ser aprovados e serem armazenados.

Para Martins (2009), é preciso combinar cinco elementos principais para uma melhor compreensão do recebimento de uma empresa. São eles o espaço físico, recursos de informática, equipamentos de carga e descarga, pessoas e procedimentos normalizados.

Movimentação de Materiais

Para Paoleschi (2009), o trabalho contínuo e incessante de movimentação e abastecimento de insumos, embalagens, componentes, produtos gerados e equipamentos utilizados na produção é essencial para a manutenção da operação da fábrica sem interrupção de suas atividades. O transporte e movimentação física dos materiais tem por objetivo principal: reduzir custos, aumentar a produtividade,

umentar a capacidade de utilização do armazém, melhorar a segurança com a redução dos riscos de acidentes (Gonçalves, 2010).

Armazenagem

As funções básicas da armazenagem são: recebimento, identificação e classificação, conferência qualitativa e quantitativa, endereçamento para o estoque, estocagem, separação dos pedidos, acúmulo de itens, embalagem, expedição e registro de operações (Moura, 2008). Segundo Calazans (2001), a área de armazenagem dos CDs é composta por estruturas como porta-paletes, estantes de estoques, *drive in* e *racks* de armazenagem, os quais são separados por corredores de acesso às mercadorias.

É fundamental ressaltar a diferença entre armazenagem e estocagem. Para Hara (2011), enquanto a armazenagem é a denominação genérica e ampla que inclui todas as atividades destinadas à guarda temporária e distribuição de materiais, a estocagem é uma das atividades do fluxo de materiais do armazém, destinado a locação estática. Dessa forma, dentro de um centro de distribuição, podem existir diversos pontos de estocagem.

Separação de Pedidos (*Picking*)

A separação de pedidos, conhecida como *picking*, é o processo de coleta da quantidade correta de produtos do estoque para atender às necessidades dos consumidores. Com o aumento do número de unidades a serem separadas, da quantidade de pedidos enviados diariamente, do total de itens no documento de separação e do intervalo entre as separações, a complexidade dessa atividade também cresce (Lima, 2002).

Segundo Tompkins (1998), 55% de todos os custos operacionais de um armazém típico podem ser atribuídos ao *picking*. Ademais, cerca de 60% do tempo do ciclo do pedido está relacionado a movimentação do operador durante a atividade de separação do material (Medeiros, 1999). Dessa forma, é possível dizer que a estratégia de *picking* está diretamente relacionada com o tempo de movimentação e nível de serviço para o cliente.

Lima (2002) descreve 3 tipos de estratégias de *picking* dentro de um CD:

- ***Picking* discreto:** O pedido é completamente realizado por apenas um operador, em que apenas um produto é coletado por vez. Possui uma baixa taxa de erro, porém também apresenta pouca produtividade;
- ***Picking* por zona:** São divididas zonas com determinados produtos, e cada operador é responsável por uma zona. Os itens são postos em uma caixa comum de consolidação. Este modelo estratégico reduz o deslocamento dos operadores, pois cada um atua em sua zona, mas apresenta uma dificuldade em balancear a carga dos trabalhadores, pendentes do giro dos produtos;
- ***Picking* por lote:** Neste modelo, acumulam-se os pedidos e juntam-se as quantidades de cada produto para que o operador colete a soma dos pedidos. Aumenta-se a produtividade do deslocamento do operador, porém aumenta também a chance de erro na separação.

Dessa forma, cada estratégia de *picking* possui pontos positivos e negativos que impactam a operação, sendo necessário que cada empresa avalie o melhor método para o seu estágio de maturidade.

Expedição

O processo de expedição é caracterizado pela separação de itens armazenados em um determinado local, que são destinados a outra localização com a finalidade de atender a uma demanda específica, como o envio de produtos a um cliente ou a um terceiro, visando agregar valor ao item (Bertaglia, 2006).

O processo de expedição envolve uma série de atividades essenciais para garantir que os produtos cheguem aos clientes de maneira eficaz. Primeiro, é preciso verificar se o item solicitado está pronto para ser enviado. Depois, são preparados os documentos de remessa, e o produto é pesado para que se possa calcular o custo do envio. As encomendas também são consolidadas por um operador logístico, a fim de otimizar o transporte. Por fim, o carregamento dos caminhões, que pode ser realizado pelo transportador, conclui essa etapa tão importante (Costa, 2020).

Durante o processo de expedição, diversos fatores podem impactar sua eficiência. Exemplos incluem atrasos das transportadoras, demoras na remessa da lista de separação, falta de sincronia entre os processos de coleta e expedição nas operações de transbordo, além de picos de demanda que não foram adequadamente planejados.

Rastreabilidade

Em relação ao setor logístico, a tecnologia impulsionou melhorias nos processos de controle, rastreamento e coordenação. Esse avanço resultou em melhorias significativas nas atividades logísticas, proporcionando a obtenção de dados mais precisos, gestão mais eficiente, redução de custos e um maior gerenciamento dos processos da organização (Bowersox; Closs, 2009).

A rastreabilidade é um fator fundamental para as atividades logísticas nas empresas, pois possibilita o controle das operações por meio da disponibilidade de informações sobre movimentações dos produtos, preparação de pedidos, recebimento e expedições (Mendes, 2021). Organizações que não possuem registro de seus produtos apresentam ausência de rastreabilidade, impactando na qualidade do produto, na satisfação dos clientes, no desempenho organizacional e na competitividade (Fusco, 2002).

Diante disso, o rastreamento dos produtos é uma atividade essencial para as organizações. Através dos dados fornecidos pelo rastreamento, os envolvidos no processo podem obter suporte relacionado à localização, horários, qualidade, segurança e movimento. Essas informações resultam em um banco de dados que possibilita um monitoramento preciso das atividades logísticas relevantes (Duarte, 2005).

Os códigos de barras e o QR Code são exemplos de códigos de identificação que utilizam símbolos impressos para simplificar a captura de dados por dispositivos leitores. Essa abordagem tem o potencial de automatizar procedimentos, aumentando a eficiência, o controle e a confiabilidade do sistema em que estão incorporados (Colman, 2019).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a execução do estudo de caso, foi analisada a EALV Logística, empresa na qual um dos autores atuou na área de operações logísticas. Fundada há dez anos e com foco na entrega de produtos adquiridos via e-commerce, a EPS cresceu rapidamente, atendendo hoje a mais de 3.000 municípios em 26 estados, por meio de 20 áreas de transbordo.

A experiência do autor na empresa revelou um problema central: o aumento no índice de reclamações por pedidos recebidos com avarias, decorrente da falta de padronização e eficiência nos processos internos, como o manuseio inadequado de embalagens, a falta de conformidade com os padrões de empilhamento e as inconsistências na rota de destino dos produtos. A falta de um sistema eficaz de identificação e rastreamento de cargas também contribuía para atrasos e dificuldades na gestão logística.

A análise do fluxo operacional de logística realizada neste estudo, revela várias etapas críticas onde a eficiência pode ser comprometida, resultando em atrasos e custos adicionais. Este estudo busca identificar e detalhar esses gargalos, além de propor a implementação de QR Codes como uma solução para padronizar e otimizar os procedimentos. A seguir, são descritas as etapas do processo e os respectivos problemas encontrados:

- **Recepção de Mercadorias:** a primeira etapa do processo logístico é a recepção de mercadorias, que envolve o descarregamento de produtos de um caminhão. Problemática: A etapa de descarregamento, destacada em vermelho na Figura 5, apresenta problemas devido à falta de um procedimento padronizado. Isso pode resultar em demoras significativas, riscos de danos aos produtos e ineficiência no uso dos recursos humanos. Sem diretrizes claras, os funcionários podem adotar diferentes métodos de descarregamento, levando a inconsistências e aumentando a probabilidade de erros;
- **Conferência e Armazenagem:** após a recepção, as mercadorias são conferidas e armazenadas no depósito. Problemática: O processo de conferência e armazenamento é outro ponto crítico, conforme destacado na Figura 5. A falta de padronização pode levar a erros na conferência dos produtos, resultando em inventários incorretos e dificuldade para localizar itens posteriormente. Além disso, a armazenagem inadequada pode causar danos aos produtos e desperdício de espaço;
- **Preparação para Expedição:** os produtos são então preparados para expedição, incluindo a separação e embalagem dos itens. Problemática: A preparação para expedição, enfrenta desafios relacionados à falta de clareza nos procedimentos. Isso pode levar a erros na separação dos produtos, embalagens inadequadas e atrasos na preparação dos pedidos. A inconsistência no método de trabalho entre diferentes funcionários agrava ainda mais esses problemas;
- **Carregamento para Transporte:** após a preparação, os produtos são carregados novamente em um caminhão para serem transportados até o destino final. Problemática: O carregamento dos caminhões, outro gargalo identificado, pode ser ineficiente devido à falta de diretrizes claras. Isso pode resultar em uma distribuição inadequada dos produtos no caminhão, aumentando o risco de danos durante o transporte e reduzindo a capacidade de carga efetiva do veículo;
- **Transporte:** nesta etapa, as mercadorias são transportadas ao destino final. Problemática: Embora o transporte em si não tenha sido destacado como

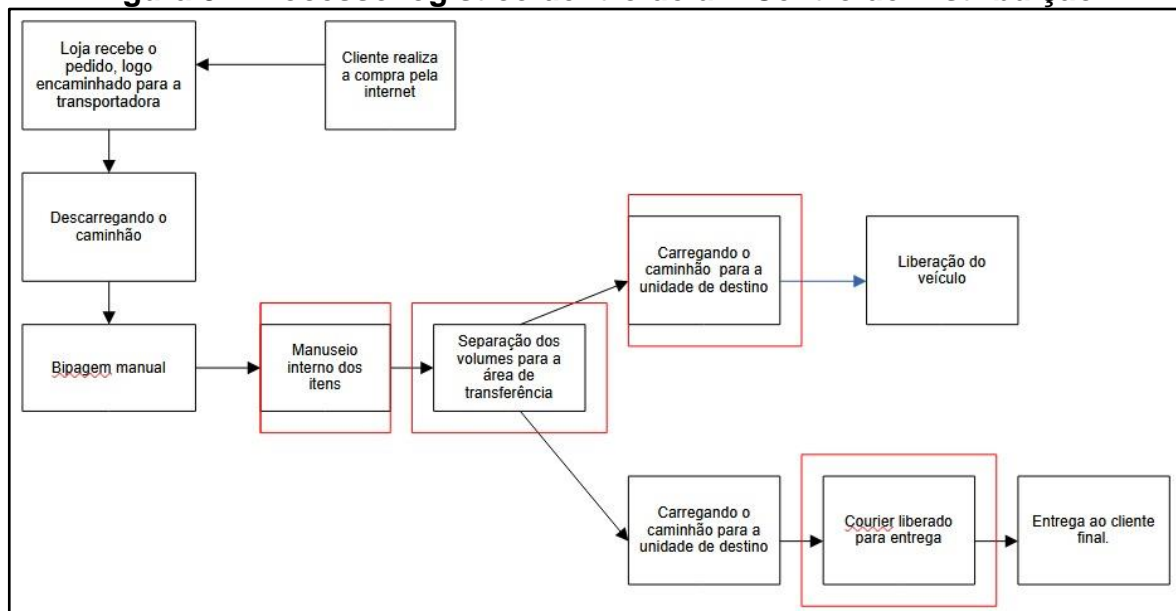
um gargalo principal na imagem, a eficiência desta etapa depende diretamente da eficácia das etapas anteriores;

- **Entrega ao Cliente:** a etapa final do processo é a entrega das mercadorias ao cliente. Problemática: A entrega final também depende da precisão e eficiência das etapas anteriores. Erros ou atrasos nas etapas anteriores podem resultar em entregas tardias ou incorretas, afetando a satisfação do cliente.

Portanto, o problema geral é a falta de eficiência e precisão nos processos logísticos, decorrente da ausência de um sistema eficaz para orientar e monitorar as atividades operacionais. A solução proposta visa integrar o uso de QR Codes como uma ferramenta para melhorar a comunicação, guiar o trabalho dos colaboradores e otimizar o fluxo de produtos dentro do ambiente logístico, contribuindo assim para uma operação mais eficiente, ágil e de alta qualidade.

A Figura 5 apresenta o processo detalhado dentro de um Centro de Distribuição Logístico. Iniciando com a realização da compra pelo cliente e o envio do pedido para a loja. Esta encaminha o caminhão com todos os pedidos para um Centro de Distribuição e ao chegar é descarregado para ser distribuído. O processo de entrada no Centro de Distribuição consiste na bipagem manual da carga, manuseio interno dos itens, separação dos volumes para área de transferência e carregamento do caminhão para unidade de destino, ou cargas menores em veículos para entrega diretamente ao cliente final. Os pontos destacados em vermelho na Figura 5 representam gargalos operacionais que exigem atenção para otimização do processo.

Figura 5 - Processo logístico dentro de um Centro de Distribuição



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A proposta para solução destes problemas é a implementação de QR Code no processo, possibilitando:

- **Valorização da Inovação Tecnológica:** a adoção de QR Codes representa um avanço significativo em comparação com métodos tradicionais de rastreamento e gerenciamento de inventário. A tecnologia não só melhora a precisão das operações, mas também simplifica processos complexos, tornando-os mais manejáveis e menos suscetíveis a erros humanos;

- **Facilidade de Implementação:** apesar das inovações tecnológicas frequentemente serem vistas como complexas e desafiadoras de implementar, os QR Codes são relativamente fáceis de integrar nos sistemas existentes;
- **Impacto Positivo na Produtividade:** a utilização de QR Codes levou a um aumento na produtividade. A redução no tempo de processamento e a minimização de erros operacionais foram apontadas como principais fatores que contribuíram para uma operação mais eficiente;
- **Melhoria na Satisfação do Cliente:** a capacidade de fornecer informações precisas e em tempo real sobre o situação dos pedidos aumentou a confiança dos clientes e melhorou a experiência de compra. Isso foi particularmente importante em um mercado cada vez mais competitivo, onde a eficiência e a transparência são cruciais para a retenção de clientes;
- **Sustentabilidade e Responsabilidade Ambiental:** a redução no uso de papel e a digitalização de processos contribuem para práticas mais sustentáveis, alinhando-se às crescentes demandas por responsabilidade ambiental nas operações logísticas;
- **Recomendação para Futuras Implementações:** recomenda-se que empresas logísticas considerem seriamente a implementação de QR Codes em suas operações.

As seguintes diretrizes podem auxiliar nesse processo:

- **Treinamento Adequado:** garantir que todos os colaboradores recebam treinamento abrangente sobre o uso e os benefícios dos QR Codes;
- **Integração com Sistemas Existentes:** trabalhar para integrar perfeitamente os QR Codes com os sistemas de gerenciamento de armazém (WMS) e outras tecnologias existentes;
- **Monitoramento Contínuo:** manter um monitoramento contínuo das operações para identificar áreas de melhoria e ajustar processos conforme necessário;
- **Envolvimento de Stakeholders:** envolver todas as partes interessadas no processo de implementação, desde os operadores de linha até a alta gestão, para garantir um entendimento comum e apoio à mudança.

Segundo Salgado (2009), uma empresa que possui conhecimentos logísticos consegue gerenciar adequadamente os procedimentos relacionados a compras, coleta, estocagem, embalagem, armazenamento e expedição dos produtos. Isso cria um equilíbrio entre esses processos, permitindo que se transformem em oportunidades de investimento e crescimento para a organização, além de atender seus clientes com precisão e, assim, alcançar a eficiência organizacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades logísticas estão sempre em movimento, enfrentando obstáculos que podem impactar tanto a eficácia quanto as despesas de uma empresa. Na EALV Logística, onde um dos autores deste trabalho teve a oportunidade de trabalhar, percebemos que o treinamento de novos funcionários era um aspecto crucial, pois a quantidade de colaboradores varia conforme a flutuação sazonal. Antes de

implementarmos soluções tecnológicas, o processo de formação levava cerca de 20 horas, gerando um custo considerável de aproximadamente R\$ 2.000 por colaborador, considerando gastos com instrutores e materiais, além da redução da força de trabalho para a execução dos treinamentos.

Com a introdução dos QR Codes, conseguimos transformar essa realidade. Agora, os novos colaboradores têm acesso aos conteúdos interativos por meio de QR Codes espalhados nos quadros de gestão a vista que ficam em diversas áreas da empresa, reduzindo o tempo de treinamento para apenas 8 horas. Essa mudança representa uma economia impressionante de 60% no tempo total de capacitação, além de reduzir os custos para R\$ 800 por colaborador. Essa diminuição de 60% nas despesas nos permitiu direcionar recursos para outras áreas importantes da empresa, como a melhoria na sala de descanso (instalação de TV e mesa de jogos). Além disso, estamos desenvolvendo um portal de aprendizagem que permitirá acesso aos conteúdos adicionais e implementando um sistema de feedback contínuo para garantir que o treinamento permaneça relevante e atual. Também planejamos criar um programa de mentoria, onde colaboradores mais experientes poderão orientar os novos funcionários, facilitando a integração e o aprendizado prático. Essas iniciativas visam não apenas aprimorar a capacitação, mas também promover um ambiente de trabalho mais colaborativo e motivador.

Mais do que números, essa transformação trouxe um impacto real no dia a dia da equipe. Os colaboradores, agora mais bem preparados e confiantes, conseguem executar suas funções com muito mais agilidade. A satisfação deles aumentou, criando um ambiente de trabalho mais motivador e produtivo, onde todos se tornaram multiplicadores de processos, dentro dos processos solicitados pela companhia.

Além disso, a facilidade de acesso às informações sobre procedimentos e normas, através dos QR Codes, permite que consultem rapidamente o material sempre que necessário. Isso diminui a dependência de instruções verbais e reduz o tempo perdido com dúvidas, tornando o trabalho mais fluido e eficiente.

Portanto, a implementação de QR Codes na EALV Logística vai além de uma simples inovação tecnológica; é uma estratégia que realmente faz a diferença na prática. À medida que as empresas buscam se adaptar a um mercado cada vez mais competitivo, soluções como essa se tornam essenciais. Este estudo, junto com a experiência vivida na EPS, demonstra que adotar tecnologias como os QR Codes pode trazer benefícios significativos, preparando as empresas para enfrentar os desafios do setor e oferecendo um serviço logístico mais eficiente e econômico.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Editora Bookman, 2006.

BALLOU, R. H.; YOSHIZAKI, H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2007.

BERTAGLIA, P. R. **Logística de gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 4ª edição. São Paulo: Saraiva 2006.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2009.

CALAZANS, F. **Centros de Distribuição**. Gazeta Mercantil, São Paulo, ago. 2001.

CAMACHO, A. **QR Code**: o que é, como ler e como criar [tutorial completo]. TecMundo, 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/produto/211715-qr-code-ler-criar-tutorial-completo.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.

CARVALHO JR, S.; MACEDO, S. H. **Logística Farmacêutica Comentada**. São Paulo: Medfarma, 2010.

COELHO, L. **Centros de Distribuição**: Estruturas e Sistemas. 2004.

COLMAN, C. B. **Utilização do aplicativo QR CODE no ensino de ciências**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197080/001097436.pdf;jsessionid=BFE9105C6BB429FCFF1E2505BE423186?sequence=1>. Acesso em: 20 nov. 2024.

COSTA, A. **Logística**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora Qualis, 2020.

DEMING, W. E. **Qualidade**: A Revolução da Administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

DENSO WAVE. **QR Code development story**. Disponível em: <https://www.denso-wave.com/en/technology/vol1.html>. Acesso em: 20 nov. 2024.

DUARTE, J. **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. Atlas, 2005.

FUSCO, J. P. A. **Tópicos emergentes em engenharia de produção**. Arte & Ciência, 2002.

GABRIEL, M. **Marketing na era digital**. São Paulo: Novatec Editora, 2010.

GONÇALVES, P. S. **Administração de Materiais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 488 f.

HARA, C. M. **Logística**: armazenagem, distribuição, trade marketing. Campinas: Alínea, 2011.

LIMA, M. P. **Armazenagem**: Considerações sobre a Atividade de Picking. ILOS, 2002. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/armazenagem-consideracoes-sobre-a-atividade-de-picking>. Acesso em: 25 jun. 2024.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Editora Saraiva, 2009. 456 f.

MANZO, J. M. **Fundamentos de Marketing**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1971

MARQUES, S. **Código QR**. 2017. Disponível em: <https://know.net/ciencinformtelec/informatica/qr-code/>. Acesso em: 26 conjuntos. 2024.

MEDEIROS, A. **Estratégias de picking na Armazenagem**. Centro de Estudos em Logística (CEL), COPPEAD/UFRJ, 1999. Disponível em: <https://ilos.com.br/estrategias-de-picking-na-armazenagem/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

MENDES, G. S. **Condomínios logísticos e fatores competitivos da logística atual**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2021

MOURA, R. **A Armazenagem: do Recebimento a Expedição em Almojarifados ou Centros de Distribuição**. São Paulo: IMAM, 2008.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PAOLESCI, B. **Logística Industrial Integrada: do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação do cliente**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2009. 264 f.

RODRIGUES, E. F.; PIZZOLATO, N. D.; ANDRADE BOTELHO, G.; SOUZA, R. O. A Economicidade dos Centros de Distribuição: O Caso do Varejo. **Sistemas & Gestão**, v. 9, n. 4, p. 518-526, 2014.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão Estratégica da Armazenagem**. São Paulo: Aduaneiras, 2011.

SALGADO, E. G. *et al.* Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 3, São Carlos: 2009, p. 344-356.

SANTOS, G. **Gestão de Almojarifados**. Florianópolis: Editora Arth& Mídia, 2001.

SHUTTERSTOCK. **Warehouse QR code logistics use**. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/search/warehouse-qr-code-logistics-use>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SILVA, J. **QR Code: estruturação e aplicações na atualidade**. São Paulo: Editora Digital, 2020.

SILVA, J. A.; SOUZA, M. B. **Tecnologias de código de barras: evolução e aplicação no mercado global**. São Paulo: Editora Tech, 2017.

SOUSA, A. S. B. T. **Uso do QR code no marketing digital: a perspectiva do utilizador português**. 2014. Dissertação (Mestrado em Marketing Digital) - Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, Instituto Politécnico do Porto, Porto, 2014.

TECMUNDO. **O que significa cada quadrado de um QR Code?** 2013. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/qr-code/37372-o-que-significa-cada-quadrado-de-um-qr-code-.htm>. Acesso em: 20 nov. 2024

TOMPKINS, J. A. et al. **Facilities Planning**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

XAVIER, A. C. S. **A era do hipertexto: linguagem e tecnologia**. Recife: Ed. Univ. UFPE, 2004.

XAVIER, R. C. G. **QR codes criptografados: um estudo de caso de pingente para identificação animal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Segurança da Informação) – Faculdade de Tecnologia de Americana, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Americana, SP, 2018. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/3242/1/20182S_XAVIERRitadeCassiaGiusti_OD0548.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.