



RIO

PUC

Dissertação de Mestrado

Boas Práticas de Armazenagem em um CD de uma empresa de distribuição de materiais de construção civil

Um Estudo de Caso

Matheus Fidalgo Silva Evangelista

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Centro Técnico Científico
Departamento de Engenharia Industrial

Rio de Janeiro, 30 de setembro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Dissertação de Mestrado

Boas Práticas de Armazenagem em um CD de uma empresa de distribuição de materiais de construção civil

Um Estudo de Caso

Matheus Fidalgo Silva Evangelista

Orientador: Professor Marcelo Xavier Seeling

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Logística (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, no Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Rio de Janeiro, 30 de setembro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Boas Práticas de Armazenagem em um CD de uma empresa de distribuição de materiais de construção civil

Um Estudo de Caso

Matheus Fidalgo Silva Evangelista

**Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do
grau de Mestre em Logística (opção profissional) da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão examinadora abaixo:**

Professor Marcelo Xavier Seeling

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Professor Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Professora Luciana de Souza Pessoa

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 30 de setembro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Matheus Fidalgo Silva Evangelista

Graduou-se em Economia pela PUC-Rio em 2022. Kursou o Mestrado Profissional em Logística e Supply Chain na PUC-Rio em 2023 a 2025. Atua como Team Leader de Conteúdo Local no setor de óleo e gás, com experiência em certificações regulatórias, auditorias e processos que atuam no desenvolvimento da indústria nacional.

Ficha Catalográfica

Evangelista, Matheus Fidalgo Silva

Boas práticas de armazenagem em um CD de uma empresa de distribuição de materiais de construção civil : um estudo de caso / Matheus Fidalgo Silva Evangelista ; orientador: Marcelo Xavier Seeling. – 2025.

114 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2025.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Logística. 3. Armazenagem. 4. Boas práticas. 5. Estudo de caso. 6. BPMN. I. Seeling, Marcelo Xavier. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador, Professor Marcelo Xavier Seeling, pela orientação, dedicação e apoio constante ao longo de todo o desenvolvimento desta dissertação.

À Lilian, Marcelino, Claiton, Vagner e à toda a equipe da operação da Empresa XYZ, pela forma acolhedora com que me receberam, pelo apoio, pela disposição em responder às minhas perguntas, compartilhar dados e mostrar, sem reservas, toda a operação, evidenciando tanto os pontos positivos quanto os problemas, sempre de maneira transparente e colaborativa.

À minha esposa, Julia, pelo incentivo, compreensão e apoio em todos os momentos desta jornada.

A meus pais, Ana e Sosthenes, pelo carinho, exemplo e ensinamentos que sempre me acompanharam.

À minha avó Solange, por todo o amor, suporte e carinho que sempre me ofereceu. Sua presença constante trouxe leveza aos momentos de maior desafio e me ensinou, com gestos simples, o verdadeiro significado de cuidado e dedicação.

Ao meu grande amigo Matheus Bersan, pela ajuda na estruturação e *design* deste trabalho.

Aos meus amigos, pela amizade e apoio ao longo deste período.

Aos colegas de trabalho, pelo convívio diário, pelas palavras de incentivo e pelo apoio direto na condução do mestrado.

Aos companheiros de curso, pelo aprendizado conjunto, pelas discussões enriquecedoras e pela amizade construída ao longo do caminho.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, expresso minha sincera gratidão.

Resumo

Evangelista, Matheus Fidalgo Silva; Seeling, Marcelo Xavier. **Boas Práticas de Armazenagem em um CD de uma empresa de distribuição de materiais de construção civil – um Estudo de Caso**. Rio de Janeiro, 2025. 114p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O processo de armazenagem desempenha papel estratégico nas operações logísticas, responsável por garantir a disponibilidade de produtos e contribuir para a eficiência da cadeia de suprimentos. Nesse contexto, o presente trabalho mapeia e analisa os processos de armazenagem de um centro de distribuição complexo de uma empresa de grande porte do setor de materiais de construção civil, identificando boas práticas já aplicadas e propondo melhorias baseadas na literatura acadêmica. O trabalho foi conduzido por meio de um estudo de caso, com coleta de dados realizada em visitas técnicas guiadas, entrevistas com funcionários e gestores, observação direta e análise documental. Os processos foram mapeados em notação BPM, utilizando o *software Bizagi Modeler*, e confrontados com as boas práticas identificadas da literatura. A partir do mapeamento realizado, evidencia-se que a operação estudada apresenta práticas positivas, como o uso integrado de sistemas WMS com leitores de código de barras, segmentação física da armazenagem por classes de produtos e reuniões semanais de alinhamento entre líderes e gestores. Entretanto, também revela a existência de falhas operacionais, como ausência de padronização no ressuprimento, erros na contagem de inventário, deficiências de treinamento do pessoal operacional, falta de espaço e limitações no *layout*. As melhorias propostas, fundamentadas na literatura acadêmica, incluem a adoção de procedimentos padronizados para abastecimento das linhas de *picking*, reorganização do *layout* e implementação de tecnologias complementares para controle e rastreabilidade. As análises realizadas *in loco* indicam que a aplicação dessas melhorias deve aumentar a eficiência operacional, reduzir a incidência de erros e otimizar recursos, contribuindo para a competitividade da empresa e para o desempenho da cadeia de suprimentos como um todo.

Palavras-chave

Logística; Centro de Distribuição; BPMN; Boas práticas; Gerenciamento de Processos de negócio.;

Abstract

Evangelista, Matheus Fidalgo Silva; Seeling, Marcelo Xavier. **Best practices in warehouse operations at a construction materials distribution center: a case study**. Rio de Janeiro, 2025. 114p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The warehousing process has a strategic role in logistics operations, ensuring product availability and contributing to supply chain efficiency. In this context, this work maps and analyzes the warehousing processes of a distribution center belonging to a company in the construction materials sector, identifying best practices already in place and proposing improvements based on academic literature. The present study was conducted as a case study, with data collected through guided technical visits, interviews with employees and managers, direct observation, and document analysis. Processes were mapped using BPMN notation in the Bizagi Process Modeler software and compared with best practices identified in the literature review. The mapping shows that the operation under study incorporates positive practices, such as the integrated use of WMS systems with barcode scanners, physical segmentation of storage by product classes, and weekly alignment meetings between leaders and managers. However, it also reveals operational bottlenecks, such as the absence of standardized replenishment procedures, shortcomings in inventory counting, and layout limitations. The proposed improvements, grounded in academic literature, include the adoption of standardized procedures for replenishing picking lines, layout reorganization, and the implementation of complementary technologies for control and traceability. Implementing these improvements increases operational efficiency, reduces the incidence of errors, and optimizes resources, contributing to the company's competitiveness and to the overall performance of the supply chain.

Keywords

Logistics; Distribution Center; BPMN; Best practices; Business Process Management.

Sumário

1. Introdução	11
2. Referencial Teórico	15
2.1 Centro de Distribuição – Principais funções e Boas Práticas	15
2.1.1 Recebimento	16
2.1.2 Guarda de materiais (putaway) e armazenagem	19
2.1.3 Ressuprimento	23
2.1.4 Separação de Pedidos (picking)	25
2.1.5 Expedição	30
2.1.6 Inventário	33
2.1.7 Tecnologias e equipamentos	39
2.1.8 Resumo de Boas Práticas	50
2.2 Modelagem de Processos de Negócios	53
3. Método de pesquisa	55
4. Resultados – Estudo de caso da Empresa XYZ	58
4.1. Recebimento e guarda de materiais (Armazenagem)	60
4.2 Ressuprimento	61
4.3 Separação de pedidos (picking)	63
4.3.1 Tratativas em caso de divergências no processo de picking	66
4.4 Expedição	71
4.5 Layout do CD	72
5. Análise Crítica e Propostas de Melhorias	75
5.1 Análise crítica e sugestões de melhorias	75
5.1.1 Recebimento e guarda de materiais (Armazenagem)	75
5.1.2 Ressuprimento	77
5.1.3 Picking	79
5.1.4 Expedição	85
5.1.5 Inventário	88
5.1.6 Layout	90
5.1.7 Boas práticas e falhas operacionais de ordem geral	93
5.2 Resumo de falhas observadas e boas práticas recomendadas	95
6. Conclusão	99
7. Referências bibliográficas	101
Apêndice I – Roteiro de Entrevista com os Líderes do Centro de Distribuição da Empresa XYZ	113

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estratégias de Picking	27
Tabela 2: Metodologias para a contagem cíclica de inventário	36
Tabela 3: Análise da utilização da contagem cíclica de inventário (CC)	37
Tabela 4: Resumo de boas práticas	52
Tabela 5: Elementos utilizados no Bizagi	54
Tabela 6: Entrevistas	57
Tabela 7 - Resumo de recomendações de boas práticas	96

Lista de Figuras

Figura 1 – Pallet de madeira	19
Figura 2 – Exemplos de rotas dos métodos apresentados	29
Figura 3 – Código de barras, modelo EAN-13	42
Figura 4 – Leitor óptico de código de barras	43
Figura 5 – Esquema de RFID	44
Figura 6 - Classes de empilhadeiras	48
Figura 7 – Estrutura de porta-pallet	49
Figura 8 – Cantilêver	50
Figura 9 – Mezanino	50
Figura 10 – Organograma funcional do CD da Empresa XYZ	59
Figura 11 – Recebimento e guarda dos materiais	61
Figura 12 – Ressuprimento regular	63
Figura 13 – Picking – Área de Produtos de Varejo	68
Figura 14 – Picking – Área de Materiais Volumosos	69
Figura 15 – Picking – Área de Itens Confinados	70
Figura 16 – Picking – Área de Armazenagem de Tubos	71
Figura 17 – Expedição	72
Figura 18 – Layout do CD	73

1. Introdução

Logística envolve a gestão do processamento de pedidos, estoques, transportes e a combinação de armazenamento, manuseio de materiais e embalagem, todos integrados por uma rede de instalações. Seu objetivo é apoiar as necessidades operacionais de suprimento, manufatura e atendimento ao cliente na cadeia de suprimentos (BOWERSOX et al., 2013).

O Conselho Profissional de Gestão da Cadeia de Suprimentos (CSCMP) (2014) define a logística como um processo de planejamento, implementação e controle de processos para o transporte e armazenamento eficiente e eficaz de mercadorias, incluindo serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do cliente. Gomes e Ribeiro (2020) consideram que a logística consiste em gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e o armazenamento de materiais, peças e produtos acabados e os fluxos de informações associados.

De acordo com o Instituto de Logística e *Supply Chain* (ILOS) (2024), os gastos logísticos representam 18,4% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, o que aponta o peso significativo da logística na atividade econômica do país. Segundo Bowersox et al. (2013), a logística refere-se à responsabilidade de projetar e administrar sistemas para controlar o transporte e a localização geográfica dos estoques de matérias-primas, de produtos em processo e acabados pelo menor custo total, sendo que, para alcançar o menor custo total, os ativos financeiros e humanos aplicados na logística devem ser os mínimos necessários.

Ballou (2006) afirma que um sistema logístico tradicional é composto por diversas atividades, sendo as principais: previsão de demanda, gestão de estoque, transporte, armazenagem, processamento de pedidos e serviço ao cliente. Zeng e Rosetti (2003) dividem os custos das atividades logísticas em transporte, armazenagem, manutenção de inventário e custos administrativos da gestão logística. Segundo Andrejić et al. (2018), o custo de armazenagem representa de 15% a 40% dos custos logísticos, superado apenas pelo custo de transporte, que está num patamar em torno de 55% (ILOS, 2017). Sendo assim, a armazenagem é um dos principais componentes do custo logístico das empresas e possui significativa relevância.

Nesse sentido, Ackerman (2012) afirma que a armazenagem, por meio da gestão eficiente de recursos operacionais, do tempo e do espaço, proporciona uma melhor utilidade dos produtos quando e onde são necessários. O autor complementa esta definição destacando as cinco principais funções da armazenagem: (1) estocagem (*stockpiling*), caracterizada pelo uso do armazém como um depósito para a gestão do excedente da produção; (2) variedade de produtos (*product mixing*), que corresponde à combinação de itens de diferentes linhas de produção para atender as necessidades dos clientes; (3) consolidação, ou seja, a utilização dos armazéns para a consolidação de mercadorias que serão enviadas ao destino final (modelo *push*, no qual o fabricante direciona os produtos ao mercado, antecipando a demanda); (4) distribuição, que é o inverso da consolidação (modelo *pull*, baseado na demanda do cliente); e (5) satisfação do cliente, que consiste em atender à demanda e nível de satisfação do cliente.

Ballou (2006) pontua que existem quatro razões básicas para uma empresa utilizar-se de um sistema de armazenagem: redução dos custos de produção e de transporte, coordenação de oferta e demanda, para auxiliar no processo de produção e para ajudar nos processos relacionados à marketing e vendas. Além disso, o autor complementa que o sistema de armazenagem pode ser dividido em duas funções principais: (1) manutenção de estoque, que se refere ao acúmulo de estoque por um período; e (2) manuseio de materiais, relacionado às atividades de carregamento e descarregamento, movimentação interna do produto no armazém e separação de pedidos.

O autor classifica os sistemas de armazenagem em três categorias: (1) armazenagem de materiais de produção (matérias-primas), focada em insumos utilizados para a produção de outros produtos; (2) armazenagem de estoques em produção (*work-in-process* ou *WIP*), destinada a produtos em transformação durante a produção; (3) armazenagem de produtos finalizados, focada em itens prontos para serem expedidos. Bowersox et al. (2013) corroboram com a divisão ao pontuar que a gestão do fluxo logístico é focada na armazenagem de estoques na forma de matérias-primas, materiais em produção (*WIP*) ou produtos acabados. Além disso, os autores complementam afirmando que cada uma dessas categorias de armazenagem possui requisitos específicos, como *layout*, sistemas de movimentação, métodos de controle entre outros.

Num cenário em que procedimentos operacionais *just in time* e reposição contínua dos estoques são fatores que levam os clientes a demandarem um processo cada vez mais ágil dos pedidos, entrega imediata e alto índice de disponibilidade de itens (BALLOU, 2006), destacam-se os Centros de Distribuição (CDs), que são armazéns projetados para o recebimento, armazenagem e distribuição de produtos aos clientes e que atuam no gerenciamento do fluxo de mercadorias do fabricante ou fornecedor até as lojas de varejo ou cliente final (AMSCUSA, 2023).

Adicionalmente, é importante pontuar que os CDs são comumente confundidos com galpões, almoxarifados e depósitos (BARROS, 2005). Galpões são estruturas físicas para armazenagem de materiais sem nenhuma operação logística. Já os almoxarifados são armazéns onde são estocadas peças de reposição, suprimentos em geral, materiais de limpeza, dentre outros itens para consumo próprio das empresas, mas que não sejam matérias-primas da produção. Por fim, os depósitos são armazéns que possuem funções próprias no processo logístico e podem estocar matérias-primas, produtos em elaboração ou produtos acabados (CALAZANS, 2001). Ballou (2006) aponta que a diferença principal entre o depósito e o CD está na ênfase da importância das atividades de manutenção de estoques e do prazo de estocagem dos produtos: enquanto o depósito implica que boa parte do espaço de armazenagem é destinado à estocagem de longo prazo, o CD tem a maior parte do seu espaço reservado à estocagem temporária, com foco na agilidade e rapidez do fluxo dos produtos. Para Taylor (2005), os CDs são diferentes dos depósitos, pois os depósitos são focados na armazenagem e manutenção destes estoques, enquanto os CDs focam no gerenciamento do fluxo e distribuição dos materiais ao longo da cadeia de suprimentos.

Nesse sentido, naturalmente surge a seguinte pergunta de pesquisa:

1. Quais são as boas práticas para a execução eficiente e segura dos processos operacionais de um CD?

Para respondê-la, o presente estudo analisa o CD da maior distribuidora de material de construção civil do Rio de Janeiro, a Empresa XYZ. Localizado na região metropolitana, o CD ocupa uma área superior a 10.000m², conta com uma equipe de aproximadamente 300 funcionários e tem como foco principal o atendimento ao segmento *business-to-business* (B2B). A empresa possui um catálogo de cerca de 10.000 itens, que é frequentemente ampliado, e o CD realiza de 500 a 800 entregas por dia.

O objetivo geral deste trabalho é analisar as principais atividades realizadas na operação de um grande CD, identificando as boas práticas, as oportunidades de melhoria e as falhas operacionais à luz da literatura acadêmica sobre o tema e do *benchmarking* de mercado.

Este trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar o *layout* do CD;
- b) Analisar a utilização da mão de obra, verificando cargos e as atividades que realizam, além da investigação da eficiência da alocação dos recursos;
- c) Mapear e analisar os principais processos do CD, desde a entrada dos produtos até a saída;
- d) Acompanhar pedidos de venda a clientes, desde a sua chegada pelo sistema da empresa até a sua entrega;
- e) Analisar os indicadores e metas definidos pela King Ouro para medir sua performance operacional;

O presente trabalho de pesquisa está estruturado como segue. Neste Capítulo 1, Introdução, são apresentados o contexto e a relevância do tema, a pergunta de pesquisa, os objetivos geral e específicos do estudo e a estrutura do trabalho de pesquisa. No Capítulo 2, Referencial Teórico, são oferecidos os conceitos e conteúdos mais importantes para embasar o estudo do tema armazenagem. No Capítulo 3, Método de Pesquisa, o método de pesquisa adotado para a realização do trabalho é explicado. No Capítulo 4, Resultados, o estudo de caso realizado na Empresa XYZ é apresentado. No Capítulo 5, Análise Crítica e Propostas de Melhorias, os resultados do estudo de caso realizado na Empresa XYZ são analisados criticamente e discutidos, evidenciando as boas práticas, identificando as oportunidades, problemas e falhas, e oferecendo sugestões de melhorias à luz da literatura sobre o tema e das boas práticas de mercado. Por fim, no Capítulo 6, Conclusão, ocorre o fechamento do trabalho de pesquisa, demonstrando como a pergunta de pesquisa e objetivos foram atendidos ao longo do estudo; resumizando os principais aprendizados, conclusões e sugestões de melhoria; e ainda são indicadas propostas para trabalhos futuros.

É importante destacar que o presente estudo vai além da análise do CD da Empresa XYZ ao propor um arcabouço prático e replicável para operações com características semelhantes.

2. Referencial Teórico

Neste capítulo, são apresentados conceitos e conteúdos relevantes para o entendimento do tema e do estudo de caso realizado. São oferecidos os principais conceitos, definições e boas práticas relacionadas à armazenagem e à otimização de processos logísticos. Este referencial teórico proporciona uma fundamentação para a análise da operação e para as discussões propostas.

São apresentados os conceitos e conteúdos relativos à armazenagem de distribuição de produtos acabados; às estruturas de armazenagem; os Centros de Distribuição (CDs), destacando as principais atividades realizadas, do recebimento até a expedição dos produtos, incluindo as boas práticas, segundo a literatura. Adicionalmente, como é feito o mapeamento dos processos internos do CD da Empresa XYZ no estudo de caso, é abordada a notação para modelagem de processos *Business Process Model Notation* (BPMN), ferramenta utilizada para mapear fluxos operacionais, auxiliando na análise e na eventual identificação de oportunidades de melhoria e falhas do processo.

2.1 Centro de Distribuição – Principais funções e Boas Práticas

Segundo a Trackage (2023), um Centro de Distribuição pode ser definido como uma instalação logística utilizada no armazenamento, gerenciamento e distribuição de produtos e mercadorias, funcionando como um ponto intermediário na cadeia de suprimentos entre os fabricantes e clientes (intermediários ou finais).

Calazans (2001) afirma que o objetivo principal do CD é manter estoque a fim de suprir a cadeia logística. Para Lacerda (2000), o principal objetivo é permitir rápido atendimento às necessidades dos clientes de uma determinada área geográfica distante dos centros produtores, promovendo utilidade no tempo e melhora no nível de serviço. Barros (2005) destaca que a utilização do CD ao longo da cadeia logística serve como ponto de abastecimento intermediário entre as unidades produtores e os consumidores finais, tornando-a necessária, pois permite um tempo de resposta mais rápido em uma eventual necessidade de reposição.

De acordo com Frazelle (2002), a operação de um CD tem o seguinte conjunto de atividades: recebimento, pré-embalagem (opcional), movimentação inicial dos materiais para as posições de armazenagem (guarda dos materiais ou *putaway*), armazenagem, separação de pedidos, embalagem e/ou precificação após a

separação (opcional), classificação automatizada (*sortation*) e/ou acúmulo controlado (*accumulation*), embalagem e expedição. O autor complementa que a gestão e planejamento do inventário e o ressuprimento também são etapas importantes na operação de um CD. De forma semelhante, Bowersox et al. (2006) resumem as funções básicas de um CD em: recebimento, movimentação, armazenagem, separação de pedidos e expedição.

Além dessas, a literatura acadêmica também destaca o inventário – e sua gestão – como uma das funções centrais na operação de um CD, como afirmam Munyaka e Yadavalli (2022). Segundo os autores, o inventário é o ativo mais importante da empresa, podendo representar até 50% dos gastos ou do investimento total do capital, reforçando a sua relevância como função essencial na operação logística.

Em relação a boas práticas, estas podem ser entendidas como procedimentos profissionais que são aceitos ou prescritos como os mais corretos ou eficazes, além de poderem servir como uma fonte de vantagem competitiva duradoura, com base em sua capacidade de conduzir a uma variedade heterogênea de posições competitivas dominantes e difíceis de imitar. No contexto de gestão de operações, a implementação de boas práticas é considerada uma estratégia central para melhorar o desempenho operacional e mitigar os *trade-offs* entre dimensões como custo, qualidade, entrega e flexibilidade. (HLAYISI et al., 2024; SOUSA et al., 2024).

2.1.1 Recebimento

Conforme apontado por Bowersox et al. (2006), o recebimento é a primeira etapa que ocorre dentro do CD. De acordo com Jesus, Rodrigues e Torres (2014), essa etapa é fundamental para a execução das demais atividades, abrangendo o descarregamento das mercadorias e a verificação dos produtos recebidos dos fornecedores. Para Gu et al. (2007), esta etapa tem que ser entendida de acordo com o tipo de transporte utilizado no CD. Em CDs que mantêm certo nível de estoque, essa etapa é ainda mais complexa, pois, além do descarregamento e conferência dos itens, as etapas de estocagem e endereçamento dos materiais se fazem necessárias.

Moura (1997) descreve que o processo de recebimento inicia-se quando o veículo entra no CD e estaciona na doca. Após isso, retiram-se os itens para serem contados e conferidos. O autor completa ao dizer que, no recebimento, deve-se

conferir se o produto recebido está correto, além de verificar as quantidades e a qualidade dos produtos entregues, sendo necessário sinalizar quaisquer diferenças notadas entre o solicitado e o entregue – avarias detectadas também devem ser sinalizadas.

Gimenes et al. (2020) estabelecem o fluxo do recebimento e organização dos produtos sendo: (1) recebimento dos materiais; (2) verificação da quantidade; (3) verificação da qualidade; (4) relação do que foi recebido; (5) conferência da nota fiscal de compra e comparação com o recebido; (6) etiquetar os produtos com informações relevantes (fabricante, lote, local do estoque, data do recebimento, quantidade etc.); (7) armazenamento no local correto; (8) registrar no sistema.

Bartholdi e Hackman (2016) destacam que, para um recebimento eficiente, o processo deve iniciar antes mesmo da chegada da carga, por meio de agendamentos dos veículos e pré-avisos de entrega. Segundo os autores, a definição de janelas fixas de entregas e exigir o seu cumprimento é fundamental para que o recebimento seja minimamente organizado, pois permite maior previsibilidade, evita filas e tempos de espera. Um exemplo prático dessa prática é a adoção de 30 minutos por caminhão agendado, em que o veículo deve chegar e estar pronto para iniciar a descarga dentro desse intervalo. Deve-se ressaltar que isso não significa que a descarga deverá ser concluída nesses 30 minutos, mas que a entrada e início do processo devem respeitar o horário estabelecido. Dessa forma, a chegada dos veículos é escalonada, reduzindo possíveis sobreposições de caminhões nas docas e otimizando a utilização dos recursos.

Ballou (2006) aponta que o recebimento dos produtos pode ser feito manualmente, mas os sistemas inteiramente automatizados facilitam esta etapa. O autor destaca as tecnologias utilizadas no recebimento, tais como código de barras e leitores ópticos (escaneamento), que promovem uma entrada de informações precisa, rápida e de baixo custo. Barros (2005) complementa dizendo que, além do código de barras, também é possível a utilização da etiqueta inteligente associada ao uso de RFID (*Radio Frequency Identification*), que é uma tecnologia que utiliza ondas de rádio para identificar objetos etiquetados, composta por um leitor, microchip, e antena, garantindo fluidez e agilidade no processo (HAYES, 2024). Os equipamentos tecnológicos são discutidos mais detalhadamente na Seção 2.1.7.

Conforme pontuado por Moura (1997), a conferência faz parte do recebimento e deve ser adotada para o início da operação no CD. Existem diferentes metodologias para a realização dessa conferência, como a conferência cega, que consiste na contagem dos itens sem acesso prévio às quantidades esperadas e, após a contagem, conferem-se os dados para identificar possíveis discrepâncias. Adotar essa estratégia reduz a possibilidade de erros induzidos por informações prévias, aumenta a precisão na contagem física e confere maior responsabilidade ao conferente (PDVCONTENTSMART, 2025).

Tal abordagem foi adotada por Schein (2016) para implementar a metodologia enxuta em um CD de um estudo de caso. Dentre as mudanças sugeridas no estudo, uma delas foi a realização da conferência cega para mitigar os erros do recebimento que geravam problemas no inventário. A adoção da conferência cega consistia em não conceder o acesso aos documentos fiscais à equipe de recebimento, o que obrigava a equipe a conferir o item e sua quantidade e, ao final, o líder do setor validava a conferência com a nota fiscal. Além dos resultados decorrentes das mudanças nos demais setores da operação, o autor identificou que a conferência cega, seguida da validação do líder do setor de recebimento, reduziu o número de erros no inventário, tornando a operação mais enxuta e eficiente.

Além da conferência no recebimento, é válido destacar como a carga dos fornecedores é recebida: carga batida ou paletizada. Enquanto a carga batida é referente aos produtos colocados diretamente no interior do veículo, a paletizada caracteriza-se quando os produtos são organizados e transportados em pallets. Um pallet pode ser definido como uma estrutura plana de transporte, geralmente de madeira – também pode ser de plástico, metal ou papel –, utilizada para sustentar mercadorias com estabilidade e permitir sua movimentação com o uso de equipamentos, como empilhadeiras e paleteiras. A adoção de carga paletizada é recomendada nos CDs, pois confere segurança, rapidez e eficiência no transporte de grandes volumes de mercadoria (TWS, 2023; LINBIS, 2024). A Figura 1 mostra um exemplo de um pallet de madeira.



Figura 1 – Pallet de madeira

Fonte: Superbid Exchange (2023)

De Oliveira et al. (2022) corroboram com os demais autores ao afirmar que, para o crescimento sustentável de uma empresa, faz-se necessária a melhoria contínua da etapa de recebimento, no intuito de tornar o fluxo de materiais mais ágil e reduzir os tempos de processamento, acarretando custos reduzidos nesta etapa. Para isso, os autores investigaram como melhorar o fluxo de recebimento de materiais em um CD de uma empresa, utilizando-se do mapeamento de processos para a melhoria de performance da operação. Foram apresentadas boas práticas na etapa de recebimento, tais como: a reconfiguração do *layout* do CD, o balanceamento das estações de trabalho (reorganização dos cargos) conforme a demanda e a implementação de um sistema automático de movimentação de pallets. A adoção dessas práticas contribuiu na eficiência do processo de recebimento, uma vez que reorganizou a distribuição dos funcionários e reduziu o tempo do processo como um todo. Como resultado, a empresa conseguiu reduzir o tempo do processo de recebimento em 28%, além de ter conseguido uma economia de mais de 47 mil euros mensais pela redução e alocação mais eficiente da mão de obra, resultando em um aumento da produtividade.

2.1.2 Guarda de materiais (*putaway*) e armazenagem

A segunda etapa (dentre as principais) de um CD é o processo de guardar os materiais recebidos, também chamado de *putaway*. De acordo com Gu et al. (2007), há três decisões fundamentais que moldam a armazenagem de um CD: a quantidade

de estoque que deve ser mantido de cada *Stock Keeping Unit* (SKU), ou seja, de cada item do portfólio de itens a ser armazenado, o local de armazenagem e a sua frequência de ressuprimento, sendo que o local de guarda pode ser por departamento – área física e funcional dentro do CD destinada a um grupo específico de produtos – ou por zona – subdivisão dos departamentos em áreas menores, com base em um critério específico.

A adoção de um sistema de localização de estoque de cada SKU – por departamento ou por zona – é uma parte fundamental da gestão logística, pois impacta diretamente a forma como os produtos são armazenados, desde o recebimento até a expedição, além de influenciar no inventário e na contagem cíclica (ZANDEVALLI, 2004). Gu et al. (2007) afirmam que adotar a armazenagem por departamento nem sempre é trivial, visto que os departamentos do CD geralmente divergem na capacidade de armazenagem e manuseio de materiais, existindo um *trade-off* entre custos e capacidades de armazenagem e de manuseio de materiais. Além disso, os autores ressaltam que adotar o zoneamento, embora acarrete custos operacionais adicionais, é vantajoso para a operação, uma vez que facilita a etapa de separação, fazendo com que seja recomendada a adoção da armazenagem por zona.

Nesse sentido, no intuito de investigar se a adoção da armazenagem por zonas é, de fato, benéfica para a operação, Ho e Liu (2005) analisaram as possibilidades de se transformar um armazém tradicional em um armazém com separação por zona (zoneamento). O estudo consistiu em determinar os itens que fariam parte de cada zona e os respectivos locais de armazenagem, de modo a analisar o impacto dessa configuração no desempenho da separação dos pedidos. Para isso, os autores construíram diferentes cenários e, considerando o mesmo CD sob as duas lógicas de armazenagem, simularam os processos de separação em ambos os casos. Como resultado, observou-se que a divisão por zonas é significativamente melhor.

Em relação às estratégias de armazenagem, as três amplamente conhecidas e utilizadas são: aleatória (*random*), dedicada (*dedicated*) e por classe (*class-based*), cada uma com vantagens e limitações:

- Aleatória (*random*): os produtos são alocados nos espaços disponíveis, sem um endereço fixo pré-definido para cada SKU. É a mais fácil de se implementar e tende a reduzir a área necessária. Porém, exige maior esforço na realização do inventário (demanda maior controle para o rastreo das informações) e pode gerar rotas mais longas para os separadores durante a coleta (GU et al., 2007; MUHARNI; KULSUM; KHOIRUNNISA, 2019).
- Dedicada (*dedicated*): cada SKU possui um espaço fixo e exclusivo. Nessa estratégia, os produtos são facilmente rastreados, o que reduz a incidência de erros. Contudo, esse método requer mais espaço disponível, já que o local precisa comportar o estoque máximo do produto, mesmo em períodos de baixa demanda (GU et al., 2007).
- Por classe (*class-based*): os itens são organizados e divididos em classes, com base em critérios específicos, como giro, volume ou valor. (KOFILER et al., 2011; BAHRAMI; PIRI; AGHEZZAF, 2019).

A comparação entre as estratégias mencionadas evidencia que a armazenagem dedicada confere uma movimentação dos materiais mais eficiente ao posicionar itens de alta demanda próximos aos pontos críticos de movimentação, como as áreas de separação e expedição. Porém, essa abordagem exige mais espaço físico. Já a armazenagem aleatória, apesar de otimizar o aproveitamento da área disponível, pode elevar os custos de movimentação interna devido à imprevisibilidade dos percursos. Nesse sentido, a estratégia por classes surge como alternativa intermediária, combinando os benefícios das duas anteriores. Para a sua implementação, é necessário definir o número de classes, os critérios para a classificação e a localização de armazenagem de cada grupo. A adoção dessa estratégia impacta significativamente a operação, tanto no espaço necessário quanto nos custos de movimentação dos materiais dentro do CD (GU et al., 2007; BAHRAMI; PIRI; AGHEZZAF, 2019).

Frazelle (2002) define que os critérios mais utilizados para a definição das classes são: (1) rotatividade (itens com maior frequência de movimentação devem estar mais próximos das zonas de separação e expedição); (2) dimensões (produtos mais volumosos e pesados demandam áreas e equipamentos específicos); (3) compatibilidade entre os produtos (os itens que apresentam alguma incompatibilidade não devem ser armazenados próximos, por exemplo itens

químicos e alimentícios); (4) valor agregado (produtos de maior valor podem exigir áreas específicas e acesso controlado); (5) unidade de manuseio (o local de armazenagem deve considerar as características de manuseio dos produtos). Além dessas, Lee, Chung e Yoon (2020) mencionam a afinidade dos produtos como critério relevante a ser considerado, que consiste em armazenar próximos os SKUs que costumam ser enviados juntos – ou seja, considera a correlação dos itens em relação à demanda compartilhada.

Gu et al. (2007) complementam os autores ao mencionar mais um critério de classificação, o *Cube-per-Order-Index* (COI). De acordo com Adil, Muppani e Bandyopadhyay (2010), COI é um indicador que combina o espaço ocupado pelo produto (medido em metros cúbicos) e a frequência de movimentação (giro), em que a fórmula para o seu cálculo é: volume do SKU/frequência do pedido. Segundo os autores, quanto menor o COI, mais eficiente é armazenar o item em locais mais próximos às áreas de separação e expedição, reduzindo o tempo e deslocamento dos separadores. Gu et al. (2007) corroboram ao afirmar que a estratégia de armazenagem por classe baseada no COI é mais vantajosa do que as demais mencionadas.

Nesse sentido, Tarczyński (2017) analisa o impacto da estratégia de armazenagem por classe baseada no COI e compara seus benefícios com os da armazenagem aleatória e com os da armazenagem por classe baseada apenas na frequência de separação (rotatividade dos produtos). O autor considerou um CD do tipo *pickers-to-part* (estratégia de separação em que separador vai até o endereço coletar o produto), com 1.000 SKUs de diferentes tamanhos e *layout* retangular com 10 corredores. Para concluir qual é a melhor estratégia, baseou-se no tempo médio de separação dos pedidos, levando em consideração as distâncias percorridas. Como resultado, observou-se que a armazenagem por classe baseada apenas na rotatividade dos produtos resultou em menores distâncias médias do que a armazenagem por classe baseada no COI em 99% dos cenários simulados – a armazenagem aleatória teve o pior resultado entre todos os testes. Ou seja, a armazenagem por classe baseada na frequência de separação é significativamente melhor do que as demais analisadas. O autor ainda pontuou que a baseada no COI superou a baseada na rotatividade somente em cenários em que o tamanho dos itens é bem variado – ainda assim a vantagem do COI foi modesta, sendo apenas 2,48%

melhor do que a outra. O autor, então, conclui que armazenagem por classes baseada em frequência ainda é a melhor escolha geral para CDs que adotam o *pickers-to-part*. Além disso, é válido destacar que o trabalho não considerou os custos de ressuprimento, o que pode afetar a viabilidade do COI.

Além das decisões relacionadas ao endereçamento e às estratégias de armazenagem — que configuram o processo dinâmico de guarda de materiais (*putaway*) — é importante destacar que a armazenagem em si representa uma etapa distinta na operação de um CD. Trata-se de uma fase estática, em que os materiais permanecem guardados aguardando o uso, mas que, ainda assim, demanda práticas de gestão específicas para garantir a integridade dos produtos e a confiabilidade do estoque (BOWERSOX et al., 2006).

A armazenagem, embora represente uma etapa estática do fluxo logístico, exige condições adequadas para garantir a preservação dos materiais e a eficiência da operação. Segundo Maltesson e Sandberg (2020), o desenho e as adaptações das áreas de armazenagem devem assegurar boas condições de estocagem, devendo ser secas, limpas, suficientemente iluminadas e mantidas dentro de limites apropriados de temperatura. Além disso, deve ser fácil higienizar as instalações e adotar ações suficientes para o controle de pragas. Quando condições específicas forem necessárias — como controle de umidade ou de temperatura — estas devem ser fornecidas, monitoradas, controladas e registradas. Os autores complementam que as áreas de recebimento e expedição devem proteger os produtos contra intempéries e ser devidamente segregadas, evitando riscos à integridade das mercadorias e contribuindo para um fluxo mais organizado da operação.

2.1.3 Ressuprimento

Uma vez que um produto é alocado em um CD, é relativamente comum que o item seja movido dentro da instalação por diversos motivos, sendo um deles o abastecimento de locais de armazenagem ativos com estoque originalmente colocado em locais secundários (estoque reserva). Esse conceito é chamado de ressuprimento. A quantidade de ocorrências de ressuprimento costuma ser um bom indicativo do dimensionamento e da estratégia das linhas de separação. Se um CD nunca precisa abastecer as linhas, os endereços podem estar superdimensionados, resultando em ineficiência na mão de obra de separação de pedidos. Por outro lado,

se ocorre frequentemente, os endereços dos produtos podem estar subdimensionados, acarretando faltas temporárias de estoque, ineficiência na separação dos pedidos e aumento excessivo nos movimentos de ressuprimento (BOWERSOX et al., 2006).

Para Cavanaugh (2025), o ressuprimento, para apoiar o fluxo de materiais na operação, é fundamental de duas maneiras: internamente, em que há a movimentação regular e controlada dos itens do estoque reserva para os endereços de separação; e externamente, em que há o abastecimento regular e constante dos fornecedores. Rubulis (2025) considera esta etapa como a base da operação, pois, sem um processo de ressuprimento eficiente, o processo de separação, por melhor e mais eficiente que seja, não irá atingir a melhor performance. O autor ainda complementa dizendo que, para um ressuprimento eficiente, é necessário o aprimoramento de práticas operacionais básicas como:

- 1) Prioridade dos itens (SKUs): priorizar o ressuprimento dos itens baseado na velocidade de giro, garantindo que produtos de alta demanda estejam disponíveis.
- 2) Otimização de tarefas: combinar o ressuprimento com outras tarefas, como o retorno de pallets vazios, no intuito de minimizar deslocamentos desnecessário.
- 3) Ajustes previsíveis: ajustar (ou adaptar) os cronogramas de ressuprimento com antecedência, baseando-se em previsões de demanda e dados históricos.
- 4) Melhoria contínua: evolução contínua do processo.

Carrasco-Gallego e Ponce-Cueto (2006) complementam que o processo de ressuprimento é uma etapa que demanda fluidez e agilidade e, para isso, a utilização de tecnologias é de suma importância. Os autores apontam que o uso de um sistema automático e integrado de gestão do armazém contribui significativamente para a eficiência do processo, uma vez que auxilia na coordenação no ressuprimento de forma mais precisa.

Além disso, a escolha do método de ressuprimento também deve ser considerada, uma vez que impacta diretamente nos custos operacionais e na flexibilidade do processo de separação (JIANG; LEUNG; LYU; HUANG, 2020).

Silva (2022) analisou o processo de separação de pedidos de uma empresa de distribuição de bens e, a partir da implementação de melhorias no processo de abastecimento das linhas, investigou o impacto dessas medidas na separação. O autor mapeou todo o processo de separação, com o foco nos processos de ressurgimento regular (abastecimento recorrente) e corretivo (abastecimento após identificação de ausência de item no devido endereço). Foi observada uma frequência elevada do abastecimento corretivo, o que, segundo o autor, indica baixa eficiência do processo de abastecimento regular. Esse tipo de ressurgimento, por não ser planejado, interrompe o fluxo natural da separação, gerando atrasos e impactando diretamente a produtividade. Sempre que um item não é encontrado no endereço correto, o pedido precisa ser pausado até que o ressurgimento corretivo seja realizado, o que pode comprometer o nível de serviço e atrasar a expedição. A partir do mapeamento feito, o autor observou que a principal razão disso estava na organização do estoque, sendo necessário realizar uma readequação do *layout*. Como resultado, foi identificado um aumento na eficiência do abastecimento regular e, por consequência, uma redução na frequência do abastecimento corretivo, refletindo em um crescimento de 8,42% no índice de desempenho de abastecimento (indicador criado para medir a performance do processo).

2.1.4 Separação de Pedidos (*picking*)

A separação de pedidos, também conhecido como *picking* ou *order picking*, pode ser definida, segundo Medeiros (1999), como a atividade responsável pela coleta do mix correto de produtos, em suas quantidades corretas da área de armazenagem para satisfazer as necessidades do consumidor. Đukić, Česnik e Opetuk (2010) complementam, dizendo que esta é a atividade mais custosa em um CD, podendo representar até 55% dos custos operacionais.

O primeiro passo para o processo de *picking* eficiente é a escolha do sistema de separação. Medeiros (1999) afirma que, durante o planejamento da operação, as considerações sobre as estratégias de *picking* são menosprezadas, partindo-se diretamente para a implementação de tecnologias e pacotes de soluções, o que pode acarretar investimentos em equipamentos e sistemas desnecessários, sendo que a solução poderia ser uma simples escolha da estratégia de *picking* mais adequada. Segundo o autor, existem quatro delas:

- *Picking* discreto (*pick-to-order*): cada separador é responsável por um pedido por vez, coletando apenas 1 produto de cada vez. É o processo mais simples, fazendo com que o risco de erros seja reduzido. Entretanto, é o menos produtivo, pois exige maior deslocamento por parte dos separadores. (MEDEIROS, 1999).
- *Picking* por zona (*zone picking*): nesse caso, as áreas de armazenagem são divididas em zonas, sendo que cada zona possui determinados produtos. Os separadores são divididos nessas zonas e cada separador pega todos os itens do pedido que fazem parte da sua zona de trabalho. Se o pedido estiver completo, ele pode ser despachado. Caso contrário, o pedido continua a ser preparado na próxima zona de *picking*, onde outro separador colocará os produtos necessários aí armazenados e assim sucessivamente (MEDEIROS, 1999). A vantagem deste método é que os separadores percorrem uma área menor, o que reduz o congestionamento dentro do CD, além de fazer com que os separadores se familiarizem com os endereços dos itens da zona, o que pode facilitar a separação. Entretanto, a principal desvantagem é que os pedidos são divididos em várias partes, sendo necessário consolidá-los e conferi-los antes de serem expedidos (DE KOSTER et al, 2007).
- *Picking* por lote (*batch picking*): consiste em acumular um conjunto de pedidos e, em um único percurso, coletar todos os produtos comuns a esse conjunto de pedidos (DE KOSTER et al., 2007). Medeiros (1999) destaca que, apesar de conferir um ganho de produtividade em relação aos demais métodos, esta estratégia é indicada apenas quando os itens são coletados na maioria em quantidades fracionadas (não em caixas) e quando os pedidos possuem pouca variação de produtos.
- *Picking* por onda (*wave picking*): similar ao *picking* discreto, este método consiste na separação do pedido ser agendada e efetuada em diversos períodos ao longo do turno. De maneira geral, essa estratégia é utilizada para coordenar o *picking* e a expedição (MEDEIROS, 1999), por exemplo, agrupando pedidos destinados à mesma região, ou pedidos com horários e/ou roteiros semelhantes. Para Dube (2023), a adoção do *picking* por onda confere benefícios à operação, como: (1) a redução do tempo de deslocamento interno, pois, com o agrupamento de pedidos, os separadores

realizam menos percursos desnecessários, economizando tempo e energia; e (2) melhora na alocação de recursos, visto que, ao programar as ondas, torna-se possível ajustar a mão de obra e os equipamentos utilizados conforme cada período, mitigando erros e congestionamentos nas ruas do CD.

Além dessas estratégias, Medeiros (1999) afirma que é possível combinar essas quatro estratégias formando estratégias mistas, como, por exemplo, o método de *picking* por zona-lote, que consiste na estratégia por zona, onde cada operador é responsável por um determinado número de itens e os pedidos são agrupados em lotes. Na Tabela 1 estão resumidas as estratégias e suas combinações:

Tabela 1: Estratégias de *Picking*

Estratégia de <i>Picking</i>	Separador por pedido	Produtos por cada pega do separador	Períodos para agendamento da atividade por turno
Discreto	1	1	1
Zona	mais de 1	1	1
Lote	1	mais de 1	1
Onda	1	1	mais de 1
Zona-Lote	mais de 1	mais de 1	1
Zona-Onda	mais de 1	1	mais de 1
Zona-Lote-Onda	mais de 1	mais de 1	mais de 1

Fonte: Adaptado de Medeiros (1999)

Uma vez definida a estratégia de *picking*, faz-se necessário investigar outras questões desta etapa. De Koster et al. (2007) afirmam que a maioria dos CDs utilizam mão de obra no processo de separação e, dentre esses, o sistema *pickers-to-parts* (separador vai até o endereço coletar o produto) é o mais comum. Nesse sentido, torna-se importante analisar as rotas percorridas pelos separadores dentro do CD.

Para Žulj et al. (2018), o deslocamento dos separadores é, dentre todas as atividades que envolvem a separação de pedidos (definição da rota, deslocamento, a separação em si etc.), a que mais demanda tempo. O objetivo dos métodos de roteamento dos separadores é sequenciar os itens do pedido para garantir um bom percurso pelo CD, evitando deslocamentos desnecessários (DE KOSTER et al., 2007). Đukić, Česnik e Opetuk (2010) elencam diversos métodos de roteamento na

separação de pedidos conhecidos na literatura, desde os mais simples (*S-shape*, *Return* e *Midpoint*) até os mais complexos (*Largest Gap* e *Composite/Combined*), como segue:

- *S-shape*: o separador de pedidos entra em todo corredor que há item a ser coletado e o percorre até o final (corredores que não tenham itens a serem separados são “ignorados”);
- *Return*: o separador de pedidos percorre o corredor até o primeiro ponto de coleta e retorna pelo mesmo caminho até o corredor principal, repetindo isso em todos os corredores necessários (diferente do *S-shape*, não percorre o corredor até o final);
- *Midpoint*: é um método semelhante ao *Return*, no qual o separador entra e sai de cada corredor pelo mesmo acesso, retornando ao corredor principal após cada coleta. A diferença é que, no primeiro e no último corredores visitados, o operador percorre-os até o final, sem retornar pelo mesmo caminho;
- *Largest Gap*: todos os corredores que contêm pelo menos um item a ser coletado são deixados pelo mesmo lado em que foram acessados, exceto o primeiro e o último corredor visitados, que são percorridos completamente – assim como o método *Midpoint*. A diferença é que este método busca otimizar a rota do separador ao identificar o maior intervalo (*gap*) entre pontos de coleta em um corredor. Ele analisa três possíveis *gaps*: entre dois pontos adjacentes (dois pontos de coleta no mesmo corredor), entre a entrada do corredor e o primeiro ponto de coleta, ou entre o último ponto de coleta e a saída. O separador percorre o corredor evitando esse maior *gap*, reduzindo a distância percorrida. A rota resultante é semelhante, mas é sempre igual ou melhor do que a rota definida pelo método *Midpoint* em todas as situações possíveis, pois encontra uma divisão mais inteligente do percurso.
- *Composite/Combined*: Tanto a *Composite* quanto a *Combined* são combinações inteligentes dos métodos *S-Shape* e *Return*, buscando minimizar a distância percorrida. A principal diferença é que, na *Composite*, o separador percorre cada corredor analisando os pontos de coleta de forma isolada, ou seja, considera um corredor por vez. Já na *Combined*, o

separador considera não apenas a distância mínima naquele corredor, mas também como essa decisão afetará o início do próximo corredor – ou seja, analisa-se também o próximo corredor. Em outras palavras, a heurística *Composite* busca minimizar a distância percorrida em cada corredor individualmente, enquanto a *Combined* utiliza um componente de programação dinâmica e busca minimizar a distância no percurso completo.

Os autores ainda destacam que esses métodos de roteamento não são decisões tomadas individualmente pelo separador, são pré-definidas, que podem ser configuradas no sistema de gerenciamento ou planejadas pelos gestores da operação. O separador apenas recebe a rota indicada e a executa. Na Figura 2 são apresentados exemplos dos métodos de roteamento na separação de pedidos dentro do CD.

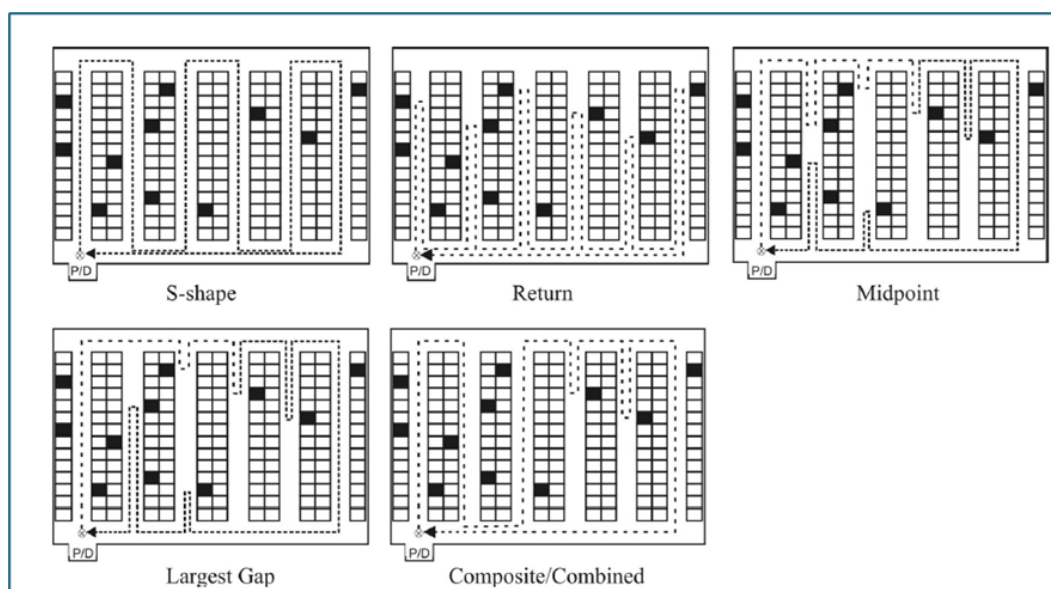


Figura 2 – Exemplos de rotas dos métodos apresentados

Fonte: Adaptado de Đukić, Česnik e Opetuk (2010)

Esses cinco métodos de roteamento apresentados são as heurísticas mais comuns. Heurísticas são algoritmos construídos baseados nas especificações de um problema, trazendo um resultado que, na maioria dos casos, não é a solução ótima (SÖRENSEN, 2015). De acordo com Masae et al. (2020), embora as heurísticas não forneçam soluções ótimas, elas continuam sendo amplamente empregadas por sua simplicidade de aplicação e facilidade de compreensão pelos separadores. Além disso, essas abordagens são mais adaptáveis a diferentes configurações de *layout*

dos CDs. Os autores destacam ainda que, entre as heurísticas mencionadas, a *S-shape* é a mais adotada, seguida pelas estratégias *Return* e *Largest Gap*. O método *S-shape* se sobressai em popularidade principalmente por sua estrutura simplificada e pela facilidade com que pode ser implementado na prática operacional.

De Koster et al. (2007) pontuam que a melhor estratégia de roteamento dos separadores é a que está alinhada com a estratégia do *picking*. Os autores defendem que investigar qual a melhor estratégia de roteamento interno é importante na definição da estratégia do *picking*. Porém, ressaltam que esse roteamento esteja ligado à estratégia de armazenagem que melhor se adequa. Ou seja, segundo os autores, é preciso tomar essas decisões de forma integrada, uma vez que ambas as estratégias possuem clara interdependência e impactam diretamente no desempenho da separação de pedidos.

Nesse sentido, a literatura destaca o uso de modelos de simulação como ferramentas de apoio à tomada de decisões, possibilitando testar diferentes combinações de estratégias em cenários alternativos (DE KOSTER et al. 2007). Gebreabzgi et al. (2025) afirmam que os modelos de simulação são relevantes, pois permitem criar representações virtuais de sistemas reais, e, com isso, analisar diferentes cenários sem risco direto para a operação. Os autores completam que essa abordagem auxilia na identificação de estratégias que aumentam a eficiência, reduzem custos e mitigam riscos, conferindo uma base mais sólida para a definição de políticas operacionais

2.1.5 Expedição

Segundo Jesus, Rodrigues e Torres (2014), a expedição consiste na verificação e no carregamento dos produtos nos veículos, podendo envolver algumas atividades como: conferência do pedido, preparação dos documentos de expedição e pesagem da carga para determinação do custo de transporte.

Conforme Mecalux (2020), a etapa de expedição é composta pelos seguintes processos:

- 1) Planejamento das entregas: ordenar a lista de pedidos, atribuí-los às transportadoras e indicar as faixas horárias de coleta, programar a ocupação das docas e prever o espaço necessário da área de *staging* – zona de

preparação temporária para a consolidação dos pedidos antes de serem carregados nos caminhões (RIJAL; BIJVANK; DE KOSTER, 2023).

- 2) Consolidação e organização dos produtos: combinar e agrupar mercadorias provenientes das diferentes áreas do CD para serem expedidos.
- 3) Conferência documental e acondicionamento: verificar se todos os produtos pedidos se encontram nos pacotes para serem expedidos e realizar a etiquetagem. Também se verifica se a pesagem e volumetria dos pedidos estão de acordo com as exigências das transportadoras. Outras tarefas podem ocorrer nessa etapa de expedição, como a montagem de *kits* (conjunto de itens diferentes que compõem um produto ou promoção) (PAETHUS, 2023).
- 4) Carregamento dos veículos: verificar se o veículo que está na doca é o correto, colocar a mercadoria no caminhão (se necessário, utilização de equipamentos de movimentação, como transpaleteiras e empilhadeiras) e entregar a documentação à transportadora para ser assinado e validado.

A automação na expedição contribui para a fluidez desta etapa. Tecnologias como transportadores dinâmicos de roletes, plataformas de carga e descarga automáticas e etiquetas RFID contribuem na agilidade do processo e reduz a ocorrência de falhas (MECALUX, 2020).

Segundo Gu et al (2007), a maior parte da literatura disponível relacionada à etapa de expedição é focada na parte de transportes, com ênfase em CDs que adotam o *cross-docking* – estratégia logística na qual a carga é descarregada do veículo de entrada e carregada diretamente no veículo de saída, com pouca (ou nenhuma) armazenagem intermediária (BELLE; VALCKENAERS; CATTRYSSE, 2012). A etapa de expedição inclui o carregamento dos caminhões, o que torna fundamental a análise do processo de *staging* (MECALUX, 2020). De acordo com Rijal, Bivank e De Koster (2023), esse processo está no centro das operações do CD e conecta a separação dos pedidos à roteirização dos transportes. Ainda segundo eles, o tamanho da área de *staging* determina se o CD é capaz de executar, de forma viável, a entrega de todos os pedidos seguindo o cronograma de roteirização dos veículos.

Nesse sentido, os autores buscaram avaliar como determinadas intervenções no dimensionamento da área de *staging* afetam os custos operacionais e a eficiência logística. Como resultado, foi identificado que essa área é de suma importância para a operação de um CD. Observaram que a expansão dessa área pode gerar ganhos significativos de desempenho. No entanto, essa estratégia é recomendada apenas quando o espaço de *staging* opera no limite de capacidade. Caso contrário, em situações de baixa ou média ocupação, a ampliação não se justifica economicamente.

Dias et al. (2006) analisam o processo de carregamento de caminhões na etapa de expedição em um CD e investigam práticas para otimizar este processo. Nesse contexto, os autores apresentam e testam os impactos da adoção da separação por blocos, com o objetivo de verificar se tal prática contribui para ganhos operacionais. Para isso, desenvolveram um algoritmo que organiza fisicamente os produtos com base na sequência de entrega dos pedidos, aplicando a lógica LIFO (*Last in First Out*), ou seja, o último pedido a ser carregado é o primeiro a ser entregue, fazendo com que a sequência de carregamento seja inversa à sequência de entregas. Vale ressaltar que essa lógica deve ser aplicada de acordo com a ordem estabelecida pelo sistema de roteirização, garantindo que a disposição da carga dentro do veículo esteja alinhada à sequência de entregas planejada. O método desenvolvido agrupa os produtos em ondas, respeitando a prioridade de entrega, capacidade do operador (volume limitado por viagem) e organização interna do caminhão. Destaca-se ainda que a conferência dos pedidos é realizada manualmente, embora os autores reconheçam que o uso de tecnologias torna o processo mais preciso.

Como resultado, os autores identificaram uma redução significativa no tempo total de embarque dos produtos, no número de operadores envolvidos e um aumento expressivo na produtividade do carregamento, promovendo ganhos operacionais imediatos. De acordo com os autores, a separação por ondas estruturada segundo a lógica LIFO antecipa o carregamento lógico, evitando a necessidade de reorganização dos pedidos nas docas. Os autores completam que, apesar dos resultados obtidos serem específicos ao CD estudado, a adoção deste método é recomendada em outras operações, visto que contribui para a redução de

falhas, do tempo de carregamento e esforço dos operadores, favorecendo, assim, a fluidez da etapa de expedição.

2.1.6 Inventário

Ballou (2006) afirma que empresas devem constantemente buscar aumentar a eficiência da estocagem e ressuprimento dos itens, no intuito de agilizar o nível de serviço prestado. O autor ainda destaca que, para estimar o nível de estoque desejado, torna-se necessário adotar políticas de controle de inventário.

Conforme Sucupira e Pedreira (2018), tendo em vista o crescimento na busca pelo estoque enxuto, torna-se necessário o extremo cuidado com as informações de estoque, para que seja possível manter a acuracidade dos estoques. Os autores definem a acuracidade de estoque como um indicador da qualidade e confiabilidade da informação existente nos sistemas de controle de inventário em relação à existência física dos itens controlados. Ou seja, segundo os autores, quanto mais próximo da quantidade real está a quantidade nos sistemas de controle, maior é a acurácia desse estoque. Além disso, os autores completam pontuando que a medição da acuracidade é de interesse operacional, que busca comparar as quantidades físicas dos materiais existentes nos CDs e as registradas nos sistemas de controle e, a partir da identificação de divergências, quais medidas adotar.

Existem práticas de contagem que auxiliam no controle dos níveis de estoque, sendo a mais conhecida a prática de inventário. A finalidade do inventário é controlar a qualidade da informação dos estoques, identificando o nível de confiabilidade que as informações do nível de estoque apresentam, auxiliando na tomada de decisões de gerenciamento de estoque (DROHOMERETSKI, 2009; SUCUPIRA; PEDREIRA, 2018). Existem diferentes tipos de inventário para controle de estoque, sendo necessário avaliar qual melhor se adequa ao objetivo da organização. Por exemplo, o inventário geral, que consiste no levantamento de todos os itens da empresa – desde produtos e matérias-primas até ferramentas, máquinas e imóveis – e tem como objetivo realizar uma avaliação completa da estrutura da companhia (EQUIPE TOTVS, 2023).

Entretanto, a adoção única do inventário geral não se mostra suficiente em operações dinâmicas, apresentando significativas desvantagens, como difícil coordenação conforme o número de itens e volumes aumentam, falta de

credibilidade nos estoques ao longo do ano e não orientado para as causas das divergências, mas para simples ajustes. Sendo assim, para manter sempre corretas as informações (quantidades e valores) nos sistemas de controle, mostra-se necessária a adoção de práticas de inventário constantes, como o inventário rotativo (SUCUPIRA; PEDREIRA, 2018).

O inventário rotativo, também conhecido como inventário cíclico ou contagem cíclica, consiste na contagem dos itens de estoque feita de maneira contínua, a partir de uma determinada periodicidade (SUCUPIRA; PEDREIRA, 2018). Drohomerski (2009) destaca a contagem cíclica de inventário como um dos meios utilizados para eliminar a fonte dos erros de informação do estoque e aumentar a frequência de inventário. Arnold, Chapman e Clive (2008) definem a contagem cíclica como um sistema contínuo de conferência do inventário, realizado ao longo do ano, de acordo com uma programação previamente estabelecida. Nessa lógica, a periodicidade das contagens deve levar em consideração tanto a relevância financeira dos itens quanto a sua criticidade para o processo: materiais mais importantes são contados com maior frequência, enquanto os de menor relevância têm ciclos de contagem mais espaçados.

Ainda segundo os autores, a adoção da contagem cíclica confere diversos benefícios, como a identificação rápida e correção de inconsistências no estoque, além da redução de falhas que poderiam gerar paradas produtivas. A definição da frequência é considerada uma das partes fundamentais do processo, podendo ser estabelecida a partir de diferentes métodos. Entre os mais utilizados estão: (1) método ABC, que consiste em estabelecer uma regra para definir a frequência e, a partir dessa regra, classificar os itens do estoque nesse sistema ABC – itens A, mais relevantes, são contados com maior periodicidade; B, com frequência intermediária; e C, com menor prioridade; (2) método por zona, que consiste em agrupar os itens em zonas para tornar a contagem mais eficiente (este método é mais eficiente quando há um sistema de localização fixa).

Drohomerski (2009) investigou o impacto da contagem cíclica de inventário na acuracidade dos estoques. Para isso, analisou empresas de segmentos diferentes e que utilizam metodologias de contagem cíclica de inventário distintas.

As metodologias utilizadas no estudo para a contagem cíclica estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2: Metodologias para a contagem cíclica de inventário

Metodologia	Descrição	Frequência
ABC	É definida uma lista de prioridade: A para os itens de maior importância, B para os itens de média importância e C para os itens de menor importância	4 contagens para os itens A, 2 para os itens B e 1 para os itens C por período
Localização	São definidas localizações fixas no CD e a contagem é realizada nessas áreas fixas	Variável: depende da quantidade de itens em estoque e o tempo para a contagem
Movimentação de Estoque	É baseado no número de movimentações. Itens de maior movimentação (demanda) têm uma maior frequência na contagem	Variável: depende da quantidade de itens em estoque e o volume de movimentação de cada item
Oportunidade	É baseado na conveniência e facilidade de se encontrar o item no momento da contagem. Por exemplo, itens com baixo saldo em estoque, que estão próximos de serem expedidos ou reabastecidos, tendem a apresentar menor volume físico, o que facilita a contagem e reduz o tempo necessário para sua execução	Variável: depende do processo e da quantidade de itens em estoque. Além disso, é uma estratégia de controle da operação
Randômica	Seleção aleatória dos itens	Determinada pelo número total de itens e o tempo de contagem

Fonte: Adaptado de Droghmeretski (2009)

Como resultado, o autor constatou que, de forma geral, as empresas que adotaram a contagem cíclica apresentaram melhor desempenho no índice de acuracidade médio (IAE) em comparação às que não realizavam esse tipo de controle. Também identificou que analisar as divergências encontradas e determinar um plano de ação para solucioná-las são atividades importantes para a aplicação efetiva da contagem cíclica, uma vez que a contagem cíclica de inventário é um método necessário para identificar falhas nos processos de controle e corrigi-las. Na Tabela 3, mostram-se os resultados do estudo, comparando as empresas que utilizam contagem cíclica e as práticas adotadas no momento de identificação de falhas.

Tabela 3: Análise da utilização da contagem cíclica de inventário (CC)

Empresa	Realiza CC	Metodologia	Importância Atribuída	Emitte Plano de Ação	IAE Médio
1	Sim	Randômica	Alta	Sim	99,99%
2	Sim	Randômica	Alta	Sim	99,40%
3	Sim	Oportunidade	Baixa	Não	85,00%
4	Sim	ABC	Média	Sim	70,90%
5	Não	-	-	Não	97,20%
6	Não	-	-	Não	65,00%
7	Sim	ABC	Alta	Não	95,42%

Fonte: Adaptado de Drohomeretski (2009)

É importante destacar que, conforme pontuado pelo autor, embora a contagem cíclica esteja associada a maiores índices de acuracidade, os resultados variaram de acordo com a forma de execução do processo e das características da operação. Por exemplo, a empresa 4, apresentou um IAE médio em torno de 70%, o que poderia indicar baixa efetividade da metodologia. Porém, é esclarecido que tal desempenho estava relacionado à complexidade do processo produtivo – empresa que fabrica componentes elétricos, com uma quantidade média de cerca de 30 mil unidades produzidas por dia – e ao fato de a contagem cíclica ter sido implementada de forma efetiva um ano antes do estudo. Apesar disso, destacou-se que a empresa já havia registrado uma melhoria de quase 20% no índice, em grande parte devido à adoção de um método rígido de controle das divergências, com planos de ação para correção de falhas. Assim, a tendência era que o indicador alcançasse níveis próximos a 95%, evidenciando que os ganhos dependem não apenas da adoção formal da contagem, mas também da maturidade da execução e do tratamento das divergências.

Latkim e Mendonça (2017) buscaram investigar a aplicabilidade da metodologia ABC no controle de estoque e na gestão de materiais, com o objetivo de melhorar a acuracidade dos níveis de estoque, aumentar a confiabilidade das informações e reduzir falhas nos processos de conferência e inventário. Para isso, os autores realizaram um estudo de caso em um CD e implementaram a classificação ABC por meio de planilhas eletrônicas. A análise foi conduzida em uma empresa do setor logístico que apresentava problemas operacionais recorrentes, como falhas de contagem e embalagens com quantidades incorretas.

Em um catálogo de 300 produtos, os autores selecionaram os 34 mais críticos, segundo a empresa, com um total de 46.467 itens movimentados no período de estudo. A classificação foi feita com base no volume de movimentação observado no período de análise, ou seja, na frequência com que cada SKU era requisitado nos pedidos:

- Classe A: 75% do total da movimentação dos itens
- Classe B: 20% do total da movimentação
- Classe C: 5% (ou menor) do total da movimentação

Como resultado, os autores observaram que a aplicação da classificação ABC permitiu a realocação mais eficiente dos itens no CD, alocando os produtos de classe A próximos aos pontos de entrada ou expedição, facilitando o acesso e o controle. Já os de classe C foram direcionados para zonas periféricas do CD. Além disso, a metodologia permitiu a implementação da contagem cíclica com periodicidade semanal para os itens de classe A e menor frequência para B e C. Essa prática elevou o nível de acuracidade dos estoques de 80% para até 100%, além de reduzir a dependência dos inventários mensais realizados pela empresa que eram suscetíveis a erros acumulados. Sendo assim, os autores concluíram que a utilização da metodologia ABC para a implementação da contagem cíclica de inventário confere melhorias significativas na gestão dos estoques, promovendo maior controle operacional e redução de custos logísticos.

Setyawan, Yunita e Sekarjatiningrum (2022), por sua vez, investigaram o impacto da implementação de tecnologias no processo de controle e contagem de inventário. Os autores realizaram um estudo de caso em uma empresa automotiva, com o objetivo de reduzir as falhas associadas ao controle do inventário (feito manualmente com o preenchimento de relatórios e planilhas eletrônicas) e aumentar a eficiência operacional a partir do desenvolvimento de um sistema de monitoramento de estoque em tempo real que utiliza RFID. Foi realizado um mapeamento e modelagem do processo logístico existente da empresa e observaram que o estoque dos componentes estava frequentemente desregulado, com excesso ou escassez de materiais, o que era resultado do monitoramento de inventário ineficiente. Sendo assim, os autores propuseram a implementação do RFID – utilização de etiquetas RFID, leitores com alcance de oito metros e sistema

integrado de informação. A interface desenvolvida era um sistema simples, com *login*, painel de controle, cadastro de fornecedores e peças, permitindo uma visualização mais clara dos níveis de estoque, histórico de movimentações e alertas de divergências.

Como resultado, a utilização do sistema reduziu de forma significativa o tempo necessário para a realização das contagens de inventário, além de permitir acesso imediato e mais confiável aos dados de estoque. Os autores ainda destacam o uso da tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID), que possibilita o monitoramento contínuo das movimentações e contribui para a elevação da acuracidade dos registros, sendo, portanto, uma prática recomendada para outras operações logísticas.

2.1.7 Tecnologias e equipamentos

Para atender às expectativas dos clientes em relação a prazos de entrega mais curtos, alta disponibilidade de produtos, flexibilidade e variedade nas opções de entrega e devolução, torna-se cada vez mais necessário otimizar a operação ao máximo. Para isso, empresas de distribuição têm realizado grandes investimentos em tecnologia e sistemas automatizados (KEMBRO; NORRMAN, 2022).

Os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning* ou Planejamento de Recursos Empresariais) são sistemas de gestão empresarial integrados que auxiliam os gestores a melhorar os processos internos e integrar as atividades de diferentes setores, como vendas, estoque e recursos humanos. A aplicação desses sistemas facilita o gerenciamento das informações a partir da integração dos departamentos de uma empresa em um único *software*, aumentando o controle e acompanhamento dos processos. Dentre os principais benefícios associados à adoção do ERP, destacam-se a redução de custos e erros, a otimização do estoque, a automação de rotinas e escalabilidade dos processos, permitindo o crescimento sustentável e eficiente da operação (EQUIPE TOTVS, 2024).

Vale destacar que os sistemas ERP são pacotes de *softwares* desenvolvidos para atender a requisitos genéricos do maior número possível de empresas. Essa característica elimina os custos de desenvolvimento do *software*, porém implica na necessidade de adaptação e customização do sistema, a fim de adequá-lo às especificidades operacionais e estratégias (BARROS, 2005).

Os sistemas ERP são divididos em módulos, de acordo com a área de atividade do setor – recursos humanos, vendas e operações e logística, por exemplo. Para operações e logística, destaca-se o sistema de gerenciamento de armazéns, também conhecido como WMS (*Warehouse Management System*) (BARROS, 2005).

O *Warehouse Management System* (WMS) é um sistema de gestão de armazéns (CDs), que otimiza todas as atividades operacionais e administrativas dentro do processo de armazenagem – desde o recebimento e guarda dos materiais até a expedição. Diante de um cenário em que há maior frequência de pedidos e menores prazos de entrega a serem atendidos, proporcionando um aumento nos custos operacionais logísticos, o WMS se apresenta como uma solução. Através do seu gerenciamento de tarefas e da sua capacidade em trabalhar com equipamentos de movimentação automatizados, utilizar o sistema garante maior fluidez nos fluxos de materiais e informações dentro do CD (BARROS, 2005).

Os principais benefícios logísticos decorrentes da utilização do WMS são: (1) redução de ocorrência de erros; (2) melhor acuracidade do inventário; (3) maior produtividade; (4) melhor utilização do espaço físico; (5) melhor controle de carga de trabalho e (6) melhor gerenciamento da mão de obra (FRANKLIN, 2003). Para Soares (2003), as principais funcionalidades que um sistema WMS deve apresentar são:

- Rastreabilidade das Operações: registro em tempo real de todas as atividades de armazenagem, inclusive quanto à identificação do operador ou equipamento que realizou a tarefa, permitindo diversas análises e controle preciso.
- Inventários cíclicos e gerais: designação de operadores para a realização da contagem de inventário geral e cíclico.
- Planejamento e controle de capacidades: planejamento de atividades como agendamento de entregas ou separação de pedidos de clientes, permitindo analisar antecipadamente as possíveis falhas, com o intuito de tomar medidas de realocação de recursos com a devida antecedência.
- Definição de características de uso de cada local de armazenagem: através do mapeamento do CD feito pelo WMS, torna-se possível identificar todos

os endereços e as características dos itens que podem ser armazenados em cada um dos locais.

- **Classificação dos Produtos:** o WMS possui um módulo de cadastramento dos itens de modo a permitir o cadastro de categorias e parâmetros, o que possibilita que os materiais pertencentes à classe cadastrada sejam automaticamente registrados, reduzindo o trabalho de cadastramento individual de cada item.
- **Controle de informações e qualidade:** é possível armazenar diversos registros do produto, como informações do lote de fabricação, fabricante e fornecedor, permitindo o controle total das mercadorias.
- **Separação de Pedidos:** o WMS auxilia os processos de *picking* e expedição dos produtos, controlando desde a movimentação das mercadorias da área de armazenamento até os pontos de separação ou expedição. Além disso, o sistema permite parametrizar as movimentações internas e a própria roteirização da separação de pedidos por métodos definidos – LIFO, por exemplo. O WMS também permite a definição da estratégia de *picking* (*picking* por onda, por exemplo).
- **Cálculo de embalagens de despacho:** é possível calcular a quantidade de embalagens necessárias para acondicionar os produtos a serem enviados.

Barros (2005) complementa afirmando que a otimização proporcionada pela implementação do WMS permite uma melhora na precisão das informações de estoque, na velocidade e qualidade das operações do CD e na produtividade da operação, sobretudo aliado a outras tecnologias, como código de barras, leitores ópticos e RFID.

O código de barras (*barcode*) é uma tecnologia de identificação automática que representa dados numéricos ou alfanuméricos por meio de barras e espaços paralelos, legíveis por leitores ópticos. (LEITE, 2012). De acordo com Códigos de Barra BR (CBBR) (2024), o modelo mais difundido é o EAN-13 (*European Article Number*), também conhecido pela nomenclatura mais recente por GTIN-13 (*Global Trade Item Number*), que corresponde a uma sequência numérica de 13 dígitos utilizada para identificar de forma exclusiva um item comercial (produto, embalagem, caixa ou pallet). Segundo Rei (2010), esse código é gerado a partir de padrões internacionais e aplicado nas embalagens primárias (produto individual),

secundárias (caixas de transporte) e terciárias (pallets). Na Figura 3, mostra-se um exemplo de código de barras no modelo EAN-13.



Figura 3 – Código de barras, modelo EAN-13

Fonte: CBBR (2024)

A aplicação prática dessa tecnologia no contexto de um CD é bastante ampla. Cada SKU pode receber um código que contém informações específicas do produto, como: lote de fabricação, validade, peso, dimensões e características logísticas. Esse código é impresso e colado (etiquetas) na embalagem primária (unitária) ou secundária (caixas de transporte e pallets). Dessa forma, desde o momento do recebimento, passando pela movimentação e estocagem, até a expedição, é possível rastrear os produtos com maior agilidade e precisão. (BARROS, 2018)

A implementação desse sistema contribui para o aumento da eficiência operacional em CDs, permitindo a automação de processos, reduzindo os erros manuais e melhorando a acuracidade das informações em tempo real. Além disso, esse rastreamento confere ganhos em acuracidade de inventário, controle de validade e redução de erros operacionais (REI, 2010; BARROS, 2018; ISTIQOMAH et al., 2020).

Leite (2012) complementa que as etiquetas com os códigos de barras podem também podem ser aplicadas nos endereços de armazenagem, caixas de transporte e até mesmo nos pallets, permitindo que o WMS associe cada item ao seu local

exato dentro do CD. Isso garante que o operador, ao realizar a leitura com o coletor de dados, tenha a confirmação imediata de que está armazenando, reabastecendo ou separando o produto correto. De acordo com Hong-Ying (2009), utilizar o sistema de código de barras, aliado aos leitores ópticos de identificação automática, é inevitável e necessário para elevar o nível de gestão e eficiência operacional. A Figura 4 apresenta um exemplo de leitor óptico de código de barras.



Figura 4 – Leitor óptico de código de barras

Fonte: Mecalux (2016)

Segundo Istiqomah et al. (2020), o sistema de código de barras é aplicável nas seguintes etapas da armazenagem:

- Recebimento: leitura dos códigos nas notas de recebimento e nos produtos. Após a leitura, o produto é cadastrado automaticamente no WMS.
- Armazenagem: escaneamento dos produtos e endereços de armazenagem, orientando o operador quanto ao local correto para armazenar o item.
- Inventário: verificação de estoque com escaneamento dos produtos e locais, comparando os saldos de estoque físicos e sistêmicos.
- *Picking*: leitura da lista de produtos a ser coletado e localização dos itens nos devidos endereços.

- Conferência (*Outbound checking*): conferência dos pedidos e controle de qualidade antes da expedição.
- Expedição: validação da carga a ser expedida, gerando o registro de saída do pedido.

Os autores afirmam que a implementação do sistema de código de barras traz inúmeros benefícios à empresa, como: redução de erros operacionais e falhas de conferência, maior velocidade na execução das etapas de armazenagem (desde o recebimento até a expedição), atualização automática do inventário no WMS e aumento da rastreabilidade dos produtos.

Outra tecnologia bastante utilizada em operações de armazenagem é o *Radio Frequency Identification* ou Identificação por Radiofrequência (RFID), que utiliza ondas de rádio para transmitir informações armazenadas em um chip eletrônico embutido em uma etiqueta (*tag*). (LIM; BAHR; LEUNG, 2013). Serres et al. (2015) afirmam que um sistema típico de RFID é composto por três componentes: um leitor, uma etiqueta que contém o código de identificação e um *software*, responsável pela codificação e decodificação da informação recebida pelo leitor para um computador. A Figura 5 apresenta a esquematização do funcionamento das *tags* RFID.

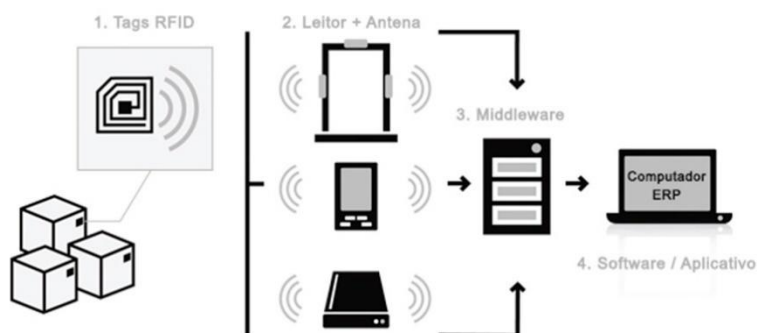


Figura 5 – Esquema de RFID

Fonte: Afixgraf (2024)

Hivecloud (2022) afirma que esta tecnologia permite um controle mais prático sobre a movimentação do estoque, sendo necessário itens como: etiquetas e chips anexados às mercadorias, antenas e leitores estrategicamente posicionados e um sistema de gestão para gerenciamento dos dados (geralmente o WMS).

Yan, Chen e Meng (2008) pontuam que a operação de um CD que utiliza RFID (aliado ao WMS) é estruturado em: (1) sistema de *front-end* (etiquetas/chips, leitores, antenas e veículos de movimentação); (2) sistema de *back-end* (gestão e integração de dados com WMS); (3) infraestrutura do CD com códigos eletrônicos e cobertura por sinal (*wireless*). A partir dessa estrutura, os autores afirmam que é possível usufruir dos benefícios do RFID nas seguintes etapas da armazenagem:

- Recebimento e Armazenagem: sistema gera códigos eletrônicos para os itens recebidos, indica os locais de guarda dos materiais e aciona leitores que confirmam o recebimento e orientam o operador até o endereço correto.
- *Picking*: o WMS envia os pedidos aos separadores via rede sem fio e utilizam de leitores para escanear os produtos. Após a coleta, o estoque sistêmico é atualizado automaticamente.
- Expedição: o WMS gera ordens de retirada, localiza os itens pelas ondas de rádio e atualiza os dados de entrega após feito o carregamento dos caminhões.

Segundo os autores, a utilização do RFID elimina erros de processos manuais (escaneamento incorreto, falhas e duplicidades), reduz o tempo de execução das atividades, melhora a acuracidade dos dados e facilita o controle de estoque e fluxo de informações, além de permitir rastreabilidade completa da movimentação dos produtos no CD e ter integração completa com o WMS.

É válido destacar que o RFID é diferente do código de barras. O código de barras consiste na impressão gráfica de etiquetas (geralmente no padrão EAN/GTIN-13), que serão coladas nos endereços ou produtos para serem escaneados por leitores. Apesar de sua ampla utilização e baixo custo, a leitura exige contato visual direto e proximidade entre o leitor e o código, o que limita a agilidade do processo. O RFID, por sua vez, utiliza etiquetas com chips, o que permite uma grande rapidez na leitura, pois não há a necessidade de alinhamento direto entre etiqueta e leitor. Ou seja, conclui-se que o RFID é a evolução tecnológica do sistema por código de barras. Apesar disso, essa tecnologia apresenta desvantagens relevantes. A principal é o seu elevado custo de implementação, tanto das etiquetas quanto da infraestrutura necessária – antenas, leitores e integração ao WMS. Além disso, há limitações relacionadas ao tamanho físico das etiquetas RFID: produtos

muito pequenos ou com superfícies irregulares podem não comportar a aplicação da *tag*, restringindo sua utilização (MECALUX, 2016; HIVECLOUD, 2022; CBBR, 2024).

Além das tecnologias mencionadas nesta seção (ERP, WMS, códigos de barra e RFID), a literatura discute uma nova geração de soluções associadas à Indústria 4.0, como inteligência artificial, computação/armazenamento em nuvem, Internet das Coisas (IoT), *big data/analytics*, robótica avançada e impressão 3D. A aplicação dessas soluções no contexto logístico é denominada Logística 4.0 (*Logistics 4.0*) e visa aumentar a conectividade e automação dos processos. No âmbito específico da armazenagem, tem-se utilizado o termo “*Warehousing 4.0*” para designar a incorporação dessas tecnologias à gestão e operação dos CDs, impactando a visibilidade, o planejamento e controle dos processos (İYIGÜN; GÖRÇÜN, 2022).

Um exemplo de automação incorporado à operação de CDs é a utilização de máquinas *sorter* (*sortering*). Nesse sentido, Costa (2020) investiga as vantagens e limitações dessa tecnologia com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir os custos operacionais. O autor aponta que o *sorter* pode elevar a produtividade, reduzir tempos operacionais, aumentar segurança e rastreabilidade e elevar a precisão e a visibilidade dos processos, uma vez que a máquina auxilia diretamente a separação e classificação de pedidos por destino, peso e dimensão, com efeitos positivos sobre carregamento de veículos e utilização de espaço. Em síntese, o estudo aponta que a utilização desse equipamento reduz a incidência de erros (e reentregas), melhora o desempenho e tem potencial para diminuir custos de produção, armazenagem e transporte, com ganhos em prazos e maior satisfação do cliente. Porém, o autor ressalta que a viabilidade econômica depende do porte e do volume da operação, e o investimento inicial do *Sorter* (aquisição, instalação, integração e treinamento) pode postergar ganhos no curto prazo.

Além das tecnologias, é necessário apontar os principais equipamentos utilizados na movimentação interna de materiais. Dentre eles, destacam-se as empilhadeiras, que são equipamentos utilizados na movimentação de materiais, tanto na horizontal (transporte de um ponto a outro) quanto na vertical (carga e descarga de caminhões e/ou armazenagem de produtos em estruturas específicas)

(TOYOTA EMPILHADEIRAS, 2022). Segundo a classificação WITS (*World Industrial Truck Statistics*), divulgada pela Toyota Empilhadeira (2022), há seis classes de empilhadeiras:

- Classe 1 – empilhadeira contrabalançada elétrica: indicada para uso interno em CDs (mas pode ser usados em operações externas também). É uma opção mais silenciosa e limpa para substituir os modelos a combustão, desde que as capacidades de carga e altura de elevação sejam compatíveis entre si e não haja nenhum fator de impedimento na natureza da operação.
- Classe 2 – Empilhadeira elétrica com operador embarcado: também é elétrico. Porém, sua principal característica é o uso destinado a ambientes fechados com piso regular. Nesta categoria, está a empilhadeira retrátil, muito comum em operações em CDs com corredores estreitos (onde não é possível efetuar manobras para seleção ou armazenagem das cargas nos corredores), pois possui um maior alcance de elevação.
- Classe 3 – Empilhadeira elétrica com operador a pé ou embarcado: também destinado ao uso em CDs, a empilhadeira da Classe 3 possui modelos com opções do operador a pé ou embarcado, dependendo das necessidades da operação. Nessa categoria, está a transpaleteira, que só realizam movimentação horizontal dos paletes onde não há elevação. Também está nessa categoria a empilhadeira patolada, comumente chamada de transpaleteiras com torre, que possui um design similar à transpaleteira, mas apresenta mastro, podendo elevar a carga e fazer a armazenagem vertical. Em resumo, os equipamentos da classe 3 são comuns em operações de carga e descarga com armazenagens em áreas de recebimento e expedição.
- Classe 4 e 5 – Empilhadeira contrabalançada a combustão: a mais conhecida do mercado brasileiro. A Classe 4 engloba os modelos com pneus maciços e algumas diferenças no contrapeso e chassi do equipamento. Já a Classe 5, com os modelos mais utilizados em operações logísticas, engloba contrabalançadas a combustão com rodagem pneumática. De modo geral, os equipamentos dessa categoria podem ser movidos a gasolina, diesel ou gás – a escolha da fonte de energia ideal deve levar em consideração diversos fatores da operação, como local em que está instalada e material a ser movimentado. Além disso, o uso de equipamentos a combustão é

indicado para operações em ambiente externo com maior circulação de ar, pois alguns gases são emitidos pelo motor devido a queima do combustível.

- Classe 6 – Rebocador: faz parte da última categoria, com a finalidade de movimentação horizontal de cargas com peso elevado ou muito volume. Dessa forma, é comum encontrá-lo no abastecimento de linhas de produção ou no reboque de cargas em aeroportos. Esse equipamento permite a movimentação de mais volumes de carga de uma única vez, sem ter que fazer várias viagens de ida e volta com uma transpaleteira, por exemplo, para movimentar um palete por vez.

Na Figura 6, é apresentado um resumo dos tipos de empilhadeiras, com suas respectivas classes.



Figura 6 - Classes de empilhadeiras

Fonte: Adaptado de Toyota Empilhadeiras (2022)

Por fim, no contexto de operações em CDs, é válido destacar algumas estruturas de armazenagem. Entre as mais importantes estão:

- Porta-pallet (*pallet racking*): uma das estruturas de armazenagem mais utilizadas. Por meio dos pallets, é possível agrupar produtos que, por sua vez, formarão uma estrutura. Assim, esses grupos podem ser alocados por meio de empilhamento (verticalização) ou outras formas de organização, de modo que os itens sejam acessados com facilidade e agilidade. A utilização de porta-pallets como estrutura de armazenagem aumenta o espaço útil através da verticalização do estoque (SILVA et al., 2022). Na Figura 7, é apresentado a estrutura de porta-pallet.



Figura 7 – Estrutura de porta-pallet

Fonte: Mecalux (2024b)

- Cantilêver: considerado a estrutura ideal para a armazenagem de tubos e barras. Normalmente sua construção envolve uma estrutura metálica centralizada e fixa, geralmente configurada com seção transversal em forma de tubos ou vigas (DETANICO, 2023). Na Figura 8, é apresentado a estrutura de cantilêver.

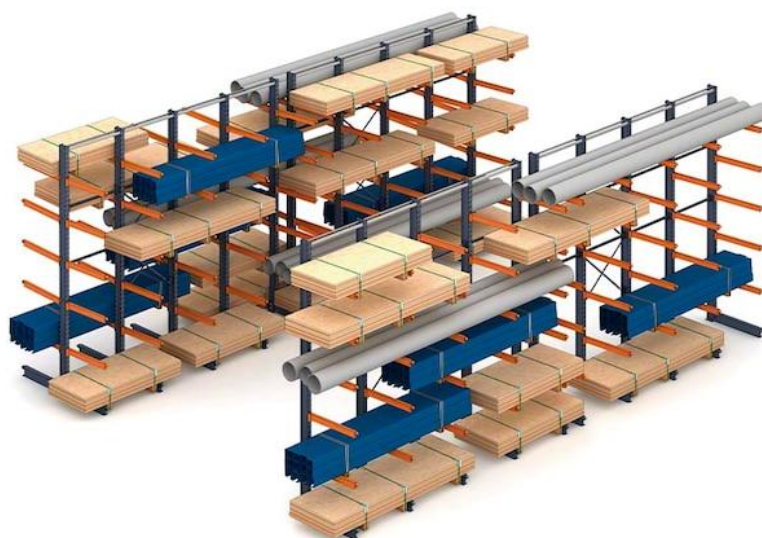


Figura 8 – Cantiléver

Fonte: Mecalux (2024^a)

- Mezanino: segue a ideia de verticalização dos CDs, que consiste em uma instalação projetada para maximizar a eficiência de armazenamento, aumentando a área útil, sem alterar a edificação (LEE; JEON; MIN, 2024). Na Figura 9, é apresentado um mezanino.



Figura 9 – Mezanino

Fonte: Pallet Racking (2023)

2.1.8 Resumo de Boas Práticas

De forma resumida, foram apresentados os principais conceitos e as atividades mais importantes que ocorrem em um CD, ressaltando as boas práticas na armazenagem. A Tabela 4 apresenta um resumo dos principais *insights* desta seção, destacando as atividades da armazenagem e suas boas práticas identificadas.

Tabela 4: Resumo de boas práticas

Etapa	Autores	Boas práticas da Literatura
Recebimento	Ballou (2006)	Uso de tecnologias (código de barras e leitores ópticos)
	Schein (2016)	Conferência cega (com a validação ao final da conferência)
	Bartholdi e Hackman (2016)	Agendamento de veículos de entrega e exigência de cumprimento (Janelas fixas de entrega)
	De Oliveira et al. (2022)	Balanceamento das Estações de trabalho Reconfiguração do <i>Layout</i> Sistema Automático de Movimentação de Pallets
<i>Putaway e Armazenagem</i>	Gu et al. (2007); Ho e Liu (2005)	Armazenagem por Zonas (Zoneamento)
	Gu et al. (2007); Bahrami, Piri e Aghezzaf (2019)	Estratégia de Armazenagem por Classes (<i>class-based</i>)
	Tarczyński (2017)	Armazenagem por Classes baseado na frequência de separação (<i>giro dos produtos</i>)
	Maltesson e Sandberg (2020)	Locais de armazenagem devem ser secos, limpos e bem iluminados, protegendo de intempéries e devendo ser fácil de higienizar
Ressuprimento	Carrasco-Gallego e Ponce-Cueto (2006)	Uso do WMS no processo de ressuprimento
	Silva (2022)	Identificação da frequência do abastecimento corretivo e suas principais causas
		Ajustar o ressuprimento para reduzir o abastecimento corretivo
	Rubulis (2025)	Priorização dos itens pelo nível de demanda
		Otimização de tarefas
		Ajustes baseados em previsões de demanda Melhoria contínua
<i>Picking</i>	Medeiros (1999)	Escolha adequada da Estratégia de <i>picking</i>
	De Koster et al. (2007)	Combinar o método de roteamento com a estratégia de armazenagem
	Đukić, Česnik and Opetuk (2010)	Escolha adequada do método de roteamento
	Gebreabzgi et al. (2025)	Uso de modelos de simulação para auxiliar na escolha das estratégias de <i>picking</i> e roteamento
Expedição	Dias et al. (2006)	Aplicação da lógica LIFO no carregamento dos veículos
		Separação por ondas
	Rijal, Bijvank e De Koster (2023)	Área de <i>Staging</i> Expansão do espaço caso operação esteja no limite da capacidade
	Maltesson e Sandberg (2020)	Área de expedição deve proteger os produtos contra intempéries e ser devidamente segregada, evitando riscos à integridade das mercadorias
Inventário	Drohomeretski (2009)	Contagem Cíclica de Inventário
	Latkim e Mendonça (2017)	Classificação ABC na Contagem Cíclica
	Setyawan, Yunita e Sekarjatinigrum (2022)	Uso de tecnologias (RFID)

Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 Modelagem de Processos de Negócios

Empresas inseridas em ambientes dinâmicos, como é o caso das operações logísticas e CDs, devem ser capazes de responder com agilidade a diferentes cenários do mercado. Essas respostas – de curto, médio ou longo prazo – podem demandar a reestruturação dos processos internos, o que torna essencial a visibilidade sobre os fluxos operacionais. Nesse sentido, é fundamental que os processos estejam devidamente mapeados (BENKER, 2016).

Para realizar o mapeamento dos processos, destacam-se o BPM (*Business Process Management*) e o BPMN (*Business Process Management Notation*). O BPM consiste na metodologia de gestão de processos de negócios, que possibilita às empresas alcançarem seus objetivos por meio do gerenciamento, controle e melhoria de seus processos, tornando-os mais eficientes e eficazes. O BPMN consiste na notação gráfica desse mapeamento, que utiliza um conjunto de símbolos padronizados para uso na metodologia BPM. Deve-se destacar que um modelo de mapeamento de processos utilizando o BPMN consiste em uma rede de objetos gráficos e do fluxo de controle, que define a ordem de execução das atividades (BARBOZA; COSTA; GONÇALVES, 2015).

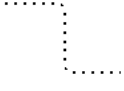
De acordo com Cruz (2008), utilizar o BPMN possibilita o mapeamento gráfico dos processos internos, tornando a análise visual e que permite uma melhor gestão. Já para Baldam (2010), facilita a comunicação entre a área de negócios e a tecnologia da informação, estruturando os processos e identificando os responsáveis. Dessa forma, cada departamento compreende claramente o início e o fim de sua participação em cada etapa do processo.

De fato, utilizar o BPMN é benéfico para a organização, desde que seja feita de maneira correta. Segundo a ABPMP (2013), deve-se utilizar o BPMN para simular o processo de negócios com um motor de processo. Segundo os autores, usufruir do BPMN auxilia no entendimento dos processos, além da versatilidade para modelar as diversas situações e possibilidades. Entretanto, é ressaltado que adotar o BPMN exige treinamento e experiência, além de poder demandar ferramentas para apoiar diferentes subconjuntos de notação.

De acordo com Jesus, Rodrigues e Torres (2014), o processo de melhorias identificadas pelo BPMN pode ou não exigir o envolvimento de *softwares*, mas, na

maioria das vezes, utilizar esses *softwares* é o principal passo para o desenvolvimento de um modelo de processo de negócio, através da criação de um macroprocesso. Dentre os programas que realizam a modelagem dos processos, este artigo utiliza o *software Bizagi Process Modeler*, que permite criar fluxogramas e observar, de forma visual, os processos existentes e suas relações. Na Tabela 5, são apresentados os elementos disponíveis no *software*, com suas devidas descrições.

Tabela 5: Elementos utilizados no *Bizagi*

Símbolo	Nome	Descrição
	Iniciar Evento	indica onde o Processo inicia.
	Atividade	é uma atividade atômica que está incluída dentro do Processo. Não pode ser descomposto.
	Subprocesso	atividade que contém outras atividades (Processo dentro do Processo).
	Loop Padrão	define um comportamento de repetição (<i>loop</i>) baseado em uma condição. A atividade será repetida enquanto a condição for verdadeira.
	Gateway	locais dentro do Processo em que o fluxo de sequência pode tomar dois ou mais caminhos alternativos ("bifurcação").
	Fluxo de Sequência	mostra a ordem em que as atividades serão executadas no Processo.
	Associação	usada para associar informações com objetos de fluxo. Texto e Objetos gráficos podem ser associados com Objetos de fluxo do Processo.
	Anotação	mecanismo para que o modelador forneça informações adicionais para o leitor.
	Evento de Fim	indica onde o Processo terminará.

Fonte: Adaptado de *Bizagi – Platform User Guide* (2025)

3. Método de pesquisa

No presente Capítulo, é descrito o método de pesquisa adotado para a realização deste trabalho, que possui caráter exploratório e abordagem qualitativa. Optou-se pela pesquisa exploratória, visto que, segundo Gil (2002), há o objetivo do aprimoramento de ideias – no caso deste estudo, é realizado o mapeamento de processos de armazenagem da empresa distribuidora de materiais de construção Empresa XYZ, identificando falhas operacionais e propondo melhorias.

Além disso, este trabalho é caracterizado como um estudo de caso, uma vez que consiste no estudo profundo de um objeto, o CD da empresa distribuidora de materiais de construção Empresa XYZ, de maneira que permite amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2002). Yin (2015) define o estudo de caso como uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto no mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes. O autor complementa que, caso a pesquisa tenha objetivos de responder a perguntas do tipo “como” e “por que”, utilizar o estudo de caso como método de pesquisa pode ser o ideal para a realização do trabalho, além de também ser indicado para projetos que exijam uma descrição ampla e profunda de algum fenômeno social.

A condução desta pesquisa seguiu as sete etapas metodológicas propostas por Gil (2002), que contribuem para uma estruturação lógica do estudo:

- 1) Formulação do problema: etapa inicial da pesquisa, que define a pergunta de pesquisa e os objetivos apresentados no Capítulo 1 deste trabalho.
- 2) Definição da unidade-caso: definição do objeto de estudo. Nesse caso, a escolha do CD da empresa distribuidora de materiais de construção Empresa XYZ como unidade de análise, visto a alta complexidade operacional, o que o torna adequado para testar o arcabouço proposto e representativo de contextos semelhantes.
- 3) Determinação do número de casos: definição da quantidade de objetos de análise. No caso desta pesquisa, foi estudado um único estudo de caso, a operação de armazenagem realizada no CD da Empresa XYZ, o que se mostrou suficiente diante da operação altamente complexa.

- 4) Elaboração do protocolo: definição da conduta a ser adotada para a realização do estudo. Nesse caso, foi realizada a estruturação de um cronograma de visitas e um roteiro de observação, com tópicos para a coleta de dados e informações e a adoção do método do Gil em 7 etapas para a condução do trabalho de pesquisa.
- 5) Coleta de dados: obtenção de dados mediante procedimentos diversos, no intuito de conferir qualidade e validade ao estudo. No caso deste trabalho, a condução de visitas técnicas, observações diretas da operação, entrevistas com os funcionários, relatórios internos da empresa e pesquisa da literatura.
- 6) Avaliação e análise dos dados: interpretação quantitativa e qualitativa dos dados coletados. Neste estudo, os dados das diversas fontes foram examinados e triangulados para verificar as suas consistências e utilizados para embasar as análises e discussões que levaram aos diagnósticos das oportunidades e às propostas de melhorias.
- 7) Preparação do relatório: o relatório final de pesquisa. O relatório de pesquisa referente a este estudo é a própria dissertação de mestrado, onde perguntas de pesquisa e objetivos e todos os passos executados e as conclusões são descritos.

O desenvolvimento deste estudo de caso, com abordagem qualitativa, foi estruturado em duas etapas principais: a caracterização e detalhamento da operação e o mapeamento dos processos logísticos.

Na primeira etapa, a partir de sete visitas técnicas realizadas semanalmente ao longo dos meses de março e abril de 2025, detalhou-se a operação do CD, o que possibilitou a observação direta dos processos de toda a cadeia logística (recebimento, armazenagem, ressuprimento, separação de pedidos e expedição). Cada visita teve duração aproximada de um turno da operação (cerca de quatro horas), permitindo acompanhar o funcionamento completo das atividades em andamento. A maior parte das visitas ocorreu no turno noturno, por ser o período considerado mais crítico da operação, mas também foram realizadas visitas no turno diurno para captar as particularidades de cada período.

Durante essas visitas, foram analisados os fluxos de materiais, as práticas operacionais adotadas e os problemas enfrentados. Além disso, foram conduzidas

entrevistas com profissionais responsáveis pelo CD para aprofundar a compreensão sobre os procedimentos internos e validar as observações realizadas. Para a condução das entrevistas, adotou-se amostragem intencional por critérios, definindo previamente que os entrevistados deveriam representar todas as atividades (do recebimento até a expedição), os níveis hierárquicos (diretoria, supervisão, coordenação e operadores) e ambos os turnos. Esse desenho evita seleção por conveniência, cobre múltiplas perspectivas do fenômeno e reduz viés de fonte única (PALINKAS et al., 2015).

Essas entrevistas foram baseadas em um questionário previamente elaborado, contendo perguntas estruturadas para direcionar a coleta de informações relevantes sobre os processos logísticos (Apêndice I). A Tabela 6 apresenta o cargo dos entrevistados e a duração das entrevistas.

Tabela 6: Entrevistas

Entrevistado	Duração de entrevistas
Diretora	90 minutos
Gerente de Operações Logísticas	360 minutos
Gerentes das Zonas	480 minutos
Operadores do turno diurno	120 minutos
Separadores	120 minutos
Operadores de Transferência	90 minutos
Roteirizadores	60 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor

Na segunda etapa, para o mapeamento, os processos foram modelados utilizando o BPMN no *software Bizagi Process Modeler*, que permite uma representação visual detalhada do fluxo operacional. A partir desse mapeamento, foi realizada uma análise crítica dos processos e, aliado às boas práticas apresentadas pela literatura, identificaram-se falhas operacionais e oportunidades de melhoria.

Dessa forma, o método de pesquisa adotado permitiu não apenas a descrição detalhada da operação do CD, mas também a proposição de recomendações fundamentadas para a melhoria da eficiência logística da empresa.

4. Resultados – Estudo de caso da Empresa XYZ

Neste capítulo, é descrita a operação do CD da Empresa XYZ. A partir das visitas técnicas guiadas no CD, em conjunto com as entrevistas conduzidas, tornou-se possível analisar os processos operacionais: recebimento, armazenagem dos materiais, ressuprimento, separação de pedidos, expedição e contagem geral e cíclica de inventário.

A Empresa XYZ é uma empresa líder no segmento atacadista de materiais de construção no estado do Rio de Janeiro, com mais de duas décadas de atuação. Especializada na venda assistida no ponto de venda (segmento *Business to Business* – B2B), sua estrutura operacional é composta por uma matriz localizada na cidade do Rio de Janeiro e por um CD estrategicamente localizado na região metropolitana do estado, com uma área superior a 10.000m² e uma equipe de aproximadamente 300 funcionários. Abrangendo um portfólio superior a 10.000 itens, a empresa realiza, em média, 900 entregas diárias para diversos clientes em todo o estado, o que demonstra a robustez da sua operação logística.

Como a empresa possui um vasto catálogo de produtos, a operação do CD da Empresa XYZ é segmentada em quatro zonas específicas, organizadas de acordo com as características dos itens. Essa segmentação reflete-se tanto no *layout* físico quanto na estrutura operacional, com equipes e líderes próprios para cada zona. As zonas são:

- Área de Produtos de Varejo: dedicada aos itens fracionados, como, por exemplo uma única caixa de parafusos. Essa é a segunda maior zona do CD, composta por 12 corredores (chamado de ruas). É a mais relevante, em termos de faturamento, para a empresa.
- Área de Materiais Volumosos: dedicada aos produtos comercializados em caixas ou lotes fechados, como uma embalagem contendo 12 caixas de parafusos. Essa é a maior zona do CD, com 24 ruas no total. É a segunda mais relevante, em termos de faturamento, para a empresa.
- Área de Itens Confinados: dedicada aos itens de maior valor agregado, como, por exemplo, cadeados, sensores etc. Pelo fato de serem itens mais valiosos, são armazenados num mezanino e possuem, uma equipe de separação e conferência exclusiva.

- Área de Armazenagem de Tubos: dedicada aos itens de grande porte, como caixas d'água e tubos de grande comprimento (cinco metros, por exemplo). Devido às dimensões dos produtos, esses materiais são armazenados na área externa do CD.

Na Figura 10, é apresentado o organograma funcional do CD, com a distribuição dos cargos e suas respectivas relações hierárquicas:

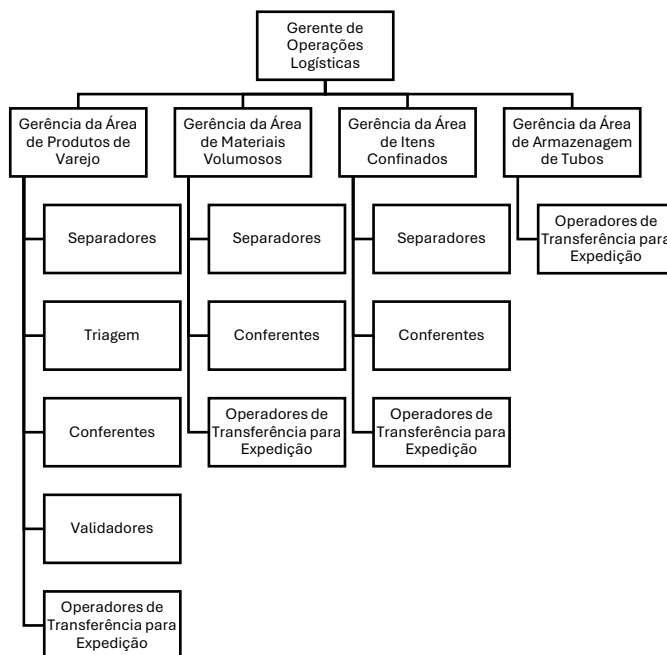


Figura 10 – Organograma funcional do CD da Empresa XYZ

Fonte: Elaborado pelo autor

Destaca-se, também, que a operação deste CD é estruturada em dois turnos: diurno e noturno. O turno do dia ocorre das 08h às 17h, com 1h de intervalo para almoço, e é predominantemente voltado às atividades de recebimento, armazenagem e ressuprimento das linhas de *picking*. Já o turno da noite tem início às 19h e término às 07h, incluindo 1h de pausa para jantar, e é concentrado na separação dos pedidos e no carregamento dos caminhões para expedição. O tempo entre os turnos é destinado à troca das equipes e arrumação dos setores, garantindo a continuidade da operação. À época da realização do presente estudo, a operação noturna contava com, em média, 46 separadores, que executavam aproximadamente 18 mil separações de itens por noite, o que correspondia a aproximadamente 69 coletas por hora por colaborador. A meta estabelecida pela

liderança era atingir uma média de 22 mil separações por noite (75 por hora por separador), com o mesmo número de horas trabalhadas.

As seções seguintes deste capítulo apresentam uma descrição detalhada de cada uma das principais etapas da operação. Sempre que pertinente, serão destacadas as diferenças operacionais entre as quatro zonas mencionadas. Além disso, com o objetivo de conferir maior clareza à análise, os processos operacionais foram mapeados e modelados utilizando o *software Bizagi Modeler*, com aplicação do BPMN. Esse mapeamento possibilitou representar graficamente as etapas e, a partir dos modelos, foi possível realizar as análises críticas e propostas de melhorias apontadas no Capítulo 5.

4.1. Recebimento e guarda de materiais (Armazenagem)

Conforme mencionado anteriormente, o turno diurno do CD é voltado às atividades de *inbounding*, que englobam o recebimento de materiais e a guarda dos produtos. O processo inicia-se com a chegada dos caminhões dos fornecedores nas docas, onde os itens são descarregados pelos operadores e passam pela conferência física e sistêmica. Nesta etapa, os conferentes utilizam coletores de dados com leitura óptica de código de barras para registrar os itens recebidos e compará-los com as notas fiscais de compra previamente registradas. Além da verificação das quantidades, é realizada a inspeção visual dos produtos, com o intuito de identificar avarias e erros de embalagem, bem como conferir os lotes e prazos de validade. Estando os materiais em conformidade, o operador registra no WMS a entrada do item, que, por meio da integração automática quase imediata, envia os dados ao sistema ERP.

Na sequência, os produtos são encaminhados aos respectivos endereços de armazenagem, definidos pelo WMS, dentro de suas zonas específicas de estoque (Área de Produtos de Varejo, Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados ou Área de Armazenagem de Tubos). Durante esta etapa, os operadores de movimentação de cada zona realizam uma nova leitura de código de barras – desta vez, do endereço de armazenagem. A partir da guarda do material e da leitura do endereço, o WMS atualiza o saldo e a localização do produto no estoque. Essa rastreabilidade dos itens auxilia na acuracidade do inventário e na visibilidade sistêmica em tempo real. É importante destacar que todo o processo de *inbounding*

deve ser concluído durante o turno diurno, uma vez que as docas precisam estar liberadas para a execução das etapas do turno noturno – *picking* e expedição. A Figura 11 mostra o mapeamento das etapas de recebimento e guarda dos materiais.

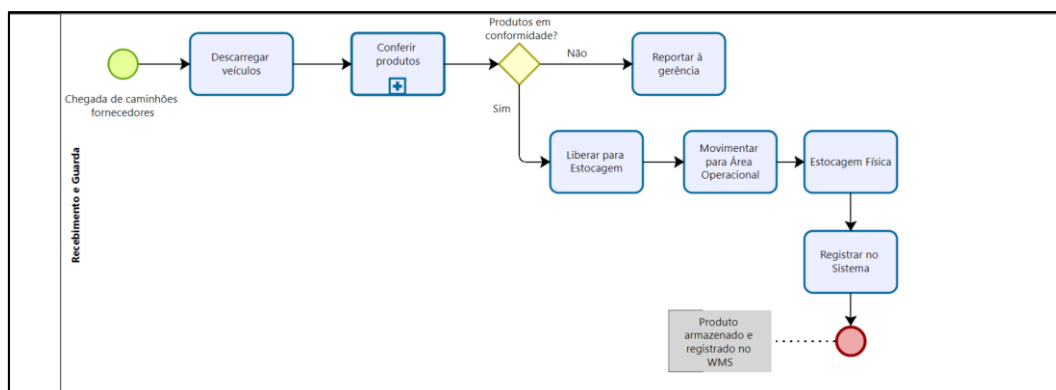


Figura 11 – Recebimento e guarda dos materiais

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Ressuprimento

O processo de ressuprimento consiste no abastecimento das linhas de *picking* com os respectivos produtos e é uma atividade fundamental na operação da Empresa XYZ para garantir continuidade e eficiência dos processos. Essa etapa é executada, principalmente, no turno diurno, em paralelo com o recebimento e armazenagem dos materiais, caracterizando o ressuprimento regular. O WMS da empresa identifica os endereços de *picking* que devem ser reabastecidos, informando os itens, a quantidade e local. Os operadores responsáveis por esse processo – os reabastecedores – recebem essas informações em seus coletores de dados e, com isso, realizam a leitura do código de barras do produto, levam o material ao local de destino e leem o código de barras do endereço de *picking*, registrando a quantidade reabastecida. O sistema é, então, atualizado automaticamente, ajustando o saldo disponível para separação.

Deve-se destacar que, no CD estudado, os endereços de *picking* estão localizados no nível do piso e no segundo nível dos porta-pallets, ao alcance manual dos separadores. Já as posições acima desses dois níveis são destinadas ao estoque geral, onde os produtos permanecem paletizados acima dos seus respectivos endereços. O processo de ressuprimento consiste na transferência dos itens do

estoque geral (níveis superiores) para as posições de *picking* (níveis inferiores), de modo a garantir que os produtos estejam disponíveis para a separação.

Essa movimentação só pode ser realizada com o uso de empilhadeiras, visto que os produtos precisam ser retirados dos níveis mais altos e transferidos às posições de *picking*. Por questões de segurança, no momento do ressuprimento, é necessário que não haja circulação de pessoas no corredor durante a operação da empilhadeira.

Durante o turno da noite, quando ocorre o *outbounding*, ou seja, as atividades de separação de pedidos e expedição, também pode haver a necessidade de ressuprimento das linhas. Nesses casos, trata-se de um ressuprimento corretivo e ocorre quando o separador identifica a ausência de um determinado item no devido endereço e faz a solicitação do produto faltante à gerência da zona. Com isso, a gerência operacional da zona verifica, no sistema, a existência de estoque do item e, em caso positivo, é providenciado o ressuprimento da linha de *picking*. Esse processo segue os mesmos procedimentos de leitura, movimentação e atualização no sistema. Ressalta-se que, por questões de segurança, quando ocorre o ressuprimento corretivo, é preciso interromper temporariamente a separação, já que os separadores não podem permanecer na mesma área onde o equipamento está operando.

É importante pontuar que o ressuprimento apresenta diferenças em cada zona do CD. Na Área de Produtos de Varejo, em função de serem de itens fracionados, o procedimento deve ser feito com caixas abertas, com o intuito de facilitar a coleta dos produtos. Na Área de Itens Confinados, o processo é semelhante, pois são itens de menor porte e, portanto, o ressuprimento também é feito com caixas abertas. Já na Área de Materiais Volumosos, devido ao fato de serem produtos em lotes ou caixas fechadas, o procedimento é realizado com caixas ou volumes fechados.

Por conta dessa diferença nas formas de ressuprimento, foi implementado um treinamento específico para os separadores, com orientações em relação à abertura correta das caixas quando necessário. Em situações em que ocorre o ressuprimento de um endereço de *picking* com uma caixa fechada em zonas que demandam caixas abertas (Área de Produtos de Varejo, por exemplo), os separadores são instruídos a realizar a abertura com a utilização de estiletes de forma segura, com o intuito de

evitar danos aos produtos e riscos ao operador. A Figura 12 mostra o mapeamento da etapa de ressuprimento.

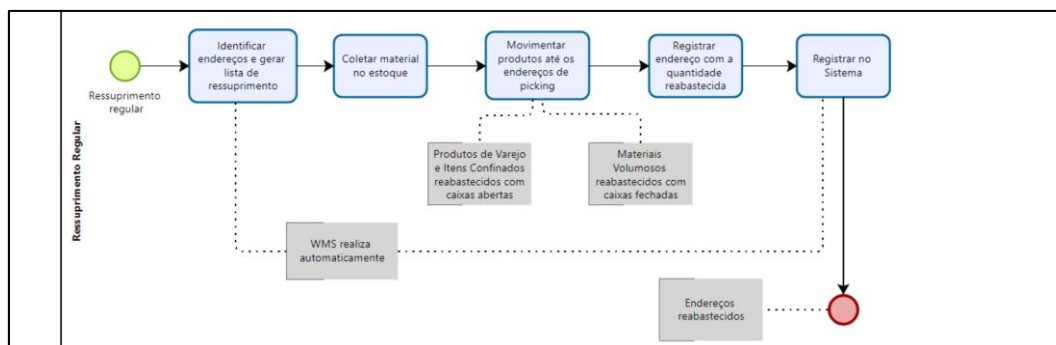


Figura 12 – Ressuprimento regular

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Separação de pedidos (*picking*)

A separação de pedidos (*picking*) representa a principal atividade operacional do turno noturno no CD. Cada uma das quatro zonas adota uma estratégia de *picking* específica, conforme suas particularidades. A gestão de cada zona recebe os pedidos (também chamados de Ordens de Compra ou OCs) diretamente do setor administrativo, realiza o lançamento no sistema e inicia a distribuição das tarefas entre os operadores. A partir desse momento, os separadores acessam os pedidos por meio de coletores de dados com leitura óptica de código de barras individuais e iniciam a separação dos itens. É importante destacar que uma mesma OC pode conter itens de diferentes zonas da operação, situação recorrente no CD. Nesses casos, cada zona é responsável pela separação dos produtos sob sua responsabilidade e a consolidação ocorre diretamente nas docas, onde são organizados para o carregamento dos caminhões.

Na zona Área de Produtos de Varejo, o *picking* é realizado seguindo as seguintes etapas: separação, triagem, conferência, validação e envio para as docas. Cada separador percorre as 12 ruas, coletando os itens necessários para compor um único pedido por vez. O trajeto é definido por meio da estratégia de rota *S-shape* (*picking* sequenciado), conforme descrita por Đukić, Česnik e Opetuk (2010), e roteirizada automaticamente pelo WMS. É importante destacar que o separador não percorre a rua caso não tenha um item a ser coletado nela. Durante a separação, o operador dirige-se ao endereço indicado, realiza a leitura do código do local e do(s) item(ns),

e os coloca em um carrinho semelhante aos usados em supermercados. Quando todos os itens da OC estão disponíveis, ou seja, quando não há ocorrência de faltas, o separador finaliza a coleta, gera um código de barras de identificação do pedido e encaminha o carrinho à triagem, que o direciona aos conferentes.

Na conferência, o operador escaneia o código da OC e verifica item por item, colocando-os em caixas correspondentes (pode ser necessário mais de uma caixa, conforme o volume do pedido). Caso não sejam identificadas divergências, o pedido é conferido e repassado ao validador, que realiza a última checagem antes de encaminhá-lo para a área de carregamento. Os validadores retiram os pedidos já conferidos, escaneiam as caixas e os organizam em pallets (um por OC), que serão recolhidos pelos carregadores e levados para as docas no momento do carregamento dos caminhões. Vale ressaltar que, embora o pedido chegue às docas validado, a conferência final é realizada no momento da expedição, quando há o cruzamento com as partes dos pedidos separadas nas demais zonas (Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados e Área de Armazenagem de Tubos) para consolidação das OCs.

Na zona Área de Materiais Volumosos, o *picking* é semelhante ao observado na Área de Produtos de Varejo, porém com diferenças operacionais importantes. O fluxo é composto pelas etapas de separação, conferência e envio para as docas. Ao contrário da Área de Produtos de Varejo, em que cada separador percorre todas as ruas para separar um único pedido por vez, na Área de Materiais Volumosos, a lógica é segmentada por localização: cada separador é responsável por uma rua específica – eventualmente, por duas ruas com menor volume de saída, mas, geralmente, é uma rua por separador. O separador recebe, em seu coletor de dados com leitura óptica de código de barras, a lista de itens a serem coletados exclusivamente na rua sob sua responsabilidade. Após a coleta dos produtos, os itens são organizados em um ou mais pallets, conforme o volume, e, em seguida, o operador imprime as etiquetas correspondentes aos itens coletados (há impressoras alocadas estrategicamente nas ruas, podendo atender uma ou mais delas) e encaminha o pallet (ou pallets) às docas, onde o pedido será verificado pelo conferente. O separador, então, prossegue com a separação de uma nova OC. Embora o procedimento padrão estabeleça que cada separador realize a coleta de um pedido por vez, observou-se que, em alguns casos, operadores mais experientes

conseguiam realizar simultaneamente a separação de itens para diferentes pedidos (*picking* por lote). No entanto, deve-se pontuar que essa prática não é formalmente definida pela gerência da zona e ocorre conforme a experiência e autonomia do separador.

É válido destacar que, na Área de Materiais Volumosos, devido às características dos itens manuseados (lotes e caixas fechadas), os operadores utilizam transpaleteiras e empilhadeiras elétricas, o que exige capacitação técnica e treinamento específico. Além disso, como cada operador coleta itens apenas de uma ou duas ruas, a consolidação dos produtos pertencentes a uma mesma OC ocorre somente na etapa de carregamento dos caminhões, quando são reunidos os materiais oriundos das demais zonas da operação.

Durante a etapa de conferência dos itens volumosos, que ocorre na própria doca, o conferente verifica se todos os itens daquela rua, referentes à OC em questão, estão presentes e devidamente etiquetados. Caso positivo, o pedido é validado e permanece na doca, onde passará por uma última checagem antes de serem carregados nos veículos de expedição.

Na zona Área de Itens Confinados, o processo de separação dos pedidos é semelhante ao adotado na Área de Produtos de Varejo. O separador recebe a OC em seu coletor de dados com leitura óptica de código de barras e percorre todos os corredores com prateleiras do mezanino, coletando todos os itens do pedido – um único pedido por vez. Após a coleta, o pedido é encaminhado aos conferentes, que fazem a devida verificação, item a item, colocando-os em uma ou mais caixas. Estando o pedido devidamente conferido, a caixa identificada com a OC é levada para as docas, onde será validada no momento do carregamento dos caminhões, junto com os produtos das demais zonas do CD.

É válido mencionar que, por conta das características da Área de Itens Confinados – composto por produtos de menor porte, baixa rotatividade, armazenados em um mezanino e equipe exclusiva – a operação requer apenas um único separador. Em períodos de alta demanda, pode haver a alocação de um segundo separador, embora seja esporádico.

Por fim, a zona Área de Armazenagem de Tubos apresenta um processo de separação diferente das demais zonas. Devido às características dos produtos – itens

de grande porte – e ao fato de serem armazenados na parte externa do CD, não há uma estruturação formal com ruas ou corredores. Os produtos estão apenas dispostos na área externa, porém devidamente endereçados, permitindo a localização e movimentação controlada. Além disso, diferentemente do que é adotado nas outras zonas, os itens da Área de Armazenagem de Tubos não passam por uma separação prévia nem por etapas internas de conferência antes do envio. Na verdade, a gerência da zona registra as ordens de separação e, no momento do carregamento dos caminhões, os produtos são retirados diretamente da área externa e embarcados no veículo. Na sequência, o caminhão é posicionado na doca já com os produtos da Área de Armazenagem de Tubos carregados, para, então, receber os demais itens provenientes das outras zonas, concluindo o processo de expedição.

É válido destacar, também, que, devido ao grande porte dos produtos, estes são priorizados no abastecimento dos caminhões, com o objetivo de otimizar a utilização do espaço disponível nos veículos de transporte.

Em termos de desempenho, a gerência de cada zona monitora o *picking* do seu respectivo setor por meio de indicadores de produtividade. Considerando as particularidades de cada zona e um turno noturno de 8,55 horas úteis, observou-se uma média de 71 coletas por separador por hora na Área de Produtos de Varejo, 40 separações por operador por hora na Área de Materiais Volumosos e 104 coletas por separador por hora na Área de Itens Confinados. Além disso, a empresa também acompanha o desempenho dos conferentes das zonas, que atingem uma média de 72 conferências de itens por hora nas zonas Área de Produtos de Varejo e Área de Itens Confinados. Na Área de Materiais Volumosos, por sua vez, não foram identificados registros sistematizados desse indicador dos conferentes.

4.3.1 Tratativas em caso de divergências no processo de *picking*

Durante o processo de separação, divergências operacionais podem ocorrer, como a ausência de itens no endereço correto, excesso de itens coletados ou itens trocados. Essas situações são chamadas de ocorrências e possuem procedimentos previamente estabelecidos para solucioná-las. Além disso, destaca-se que, além dos indicadores de produtividade, a empresa também acompanha a média de ocorrências diárias registradas na etapa de *picking*. Tal acompanhamento permite

que a gestão monitore a acuracidade operacional e identifique potenciais oportunidades de melhoria.

É importante destacar que essas ocorrências são observadas nas quatro zonas de separação mencionadas e cada uma delas possui abordagens específicas, ainda que semelhantes entre si.

a) Área de Produtos de Varejo

Nesta zona, quando há ocorrência na etapa de separação, geralmente refere-se à ausência de um ou mais itens no endereço previsto, o que impossibilita o separador completar a OC. Nesses casos, ele coleta os itens disponíveis, direciona o carrinho para a área de “pedido em aberto” e inicia a separação de uma nova OC. Tais pedidos ficam pendentes até que haja ressuprimento ou verificação da inconsistência. Essa ocorrência é informada à gerência, que verifica no sistema se, de fato, o(s) produto(s) estão em falta no endereço correspondente. Confirmada essa ausência, é solicitado o ressuprimento do(s) produto(s) no devido endereço. Assim que há o ressuprimento, o separador é notificado e finaliza a separação da OC em aberto.

Na etapa de conferência, as ocorrências mais comuns são: item faltando ou item em excesso (quantidade superior à solicitada ou item não pertencente à OC). No caso de excesso, o conferente finaliza a OC com os itens corretos e coloca o excedente em prateleiras identificadas com os nomes dos separadores. Com isso, cabe ao separador recolher os itens atribuídos a ele – quando houver – e devolvê-los aos seus respectivos endereços. Já nos casos de produto faltando, o conferente reporta à gerência, que realiza a verificação no sistema para confirmar se ainda há unidades do item no devido endereço. Se houver, o próprio conferente realiza a coleta e conclui a OC. Caso contrário, o pedido permanece em aberto, aguardando o ressuprimento.

A etapa de validação apresenta uma frequência menor de ocorrências quando comparada à separação e à conferência. A principal falha identificada é a ausência de uma OC completa. Nesse caso, o validador informa à gerência, que atribui prioridade ao processamento e finalização do respectivo pedido.

A Figura 13 mostra o mapeamento da etapa de *picking* para a zona Área de Produtos de Varejo.

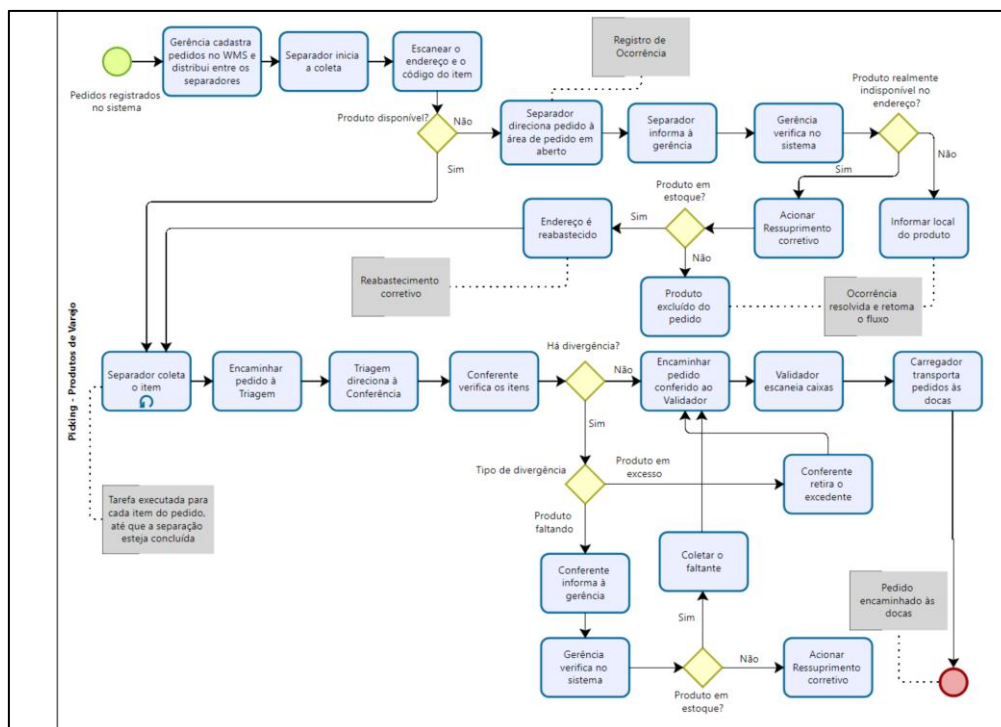


Figura 13 – *Picking* – Área de Produtos de Varejo

Fonte: Elaborado pelo autor

b) Área de Materiais Volumosos

Nesta zona, as principais ocorrências operacionais são semelhantes às observadas na Área de Produtos de Varejo, envolvendo, em geral, a ausência de itens nos endereços indicados ou a separação em excesso. Quando o separador não consegue concluir a coleta, a OC correspondente é sinalizada como pendente, e a ocorrência é comunicada à gerência da zona. O caso mais comum envolve a ausência de produtos no endereço registrado. A gerência, então, verifica no sistema se o item está disponível em estoque e solicita o ressuprimento. Após o ressuprimento, a separação da OC pode ser retomada e concluída pelo operador responsável. Caso não seja possível reabastecer o item, o produto é excluído da OC e não é enviado ao cliente (item é retirado do faturamento).

É importante destacar uma diferença entre os papéis operacionais no que se refere à continuidade do processo diante de ocorrências: enquanto o separador tem a possibilidade de iniciar uma nova OC mesmo tendo outra em aberto (ocorrência),

o conferente está impedido de prosseguir com novas conferências até que a pendência anterior seja completamente resolvida. Essa medida visa garantir a rastreabilidade e a consistência das operações de verificação na etapa seguinte.

A Figura 14 mostra o mapeamento da etapa de *picking* para a zona Área de Materiais Volumosos.

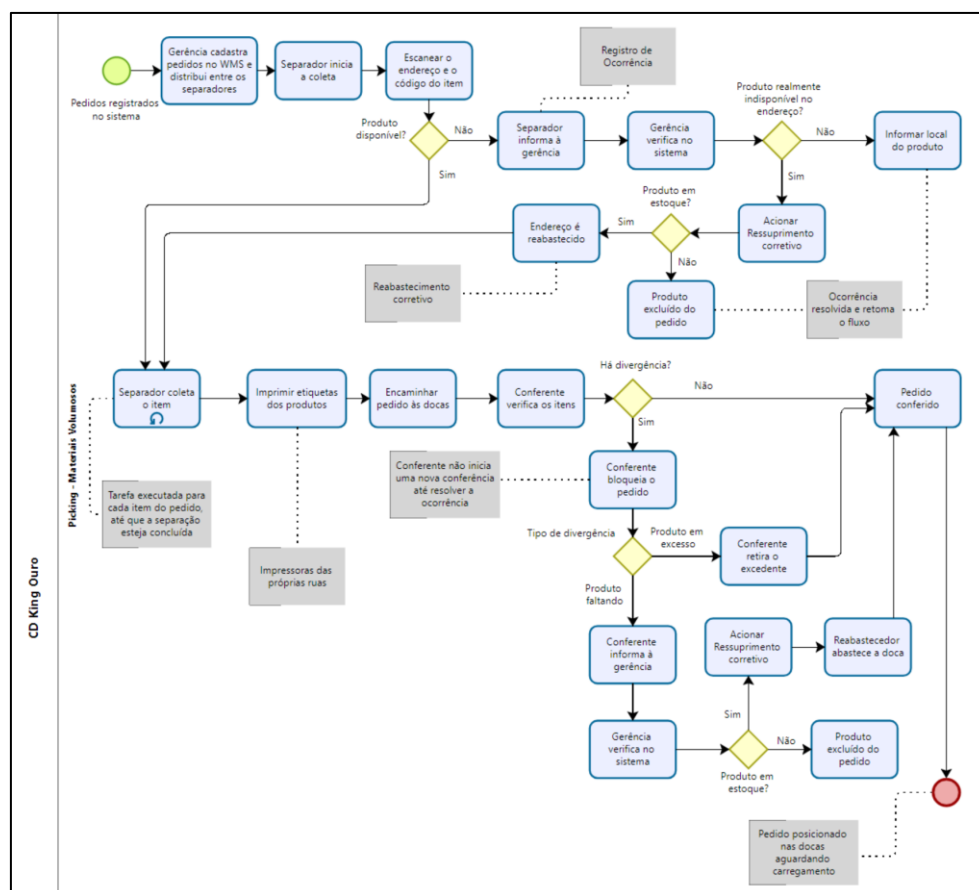


Figura 14 – *Picking* – Área de Materiais Volumosos

Fonte: Elaborado pelo autor

c) Área de itens Confinados

Como os itens desta zona apresentam baixa rotatividade, principalmente quando comparada às zonas Área de Produtos de Varejo e Área de Materiais Volumosos, as ocorrências durante o processo de separação também são significativamente menos frequentes. Inclusive, de acordo com o gestor da zona, tais ocorrências são raras. A principal ocorrência está, novamente, relacionada à ausência de produto no endereço correto. Entretanto, como o mezanino é um espaço reduzido e o estoque da zona está localizado ao lado dos corredores de *picking* (no próprio mezanino), o

próprio separador realiza o ressuprimento do endereço. A ocorrência só é informada à gerência quando o produto não está disponível nem na linha *picking* nem no estoque. Nesse caso, a gerência é informada, o produto é excluído do pedido e não é enviado ao cliente (item não é faturado).

A Figura 15 mostra o mapeamento da etapa de *picking* para a zona Área de Itens Confinados.

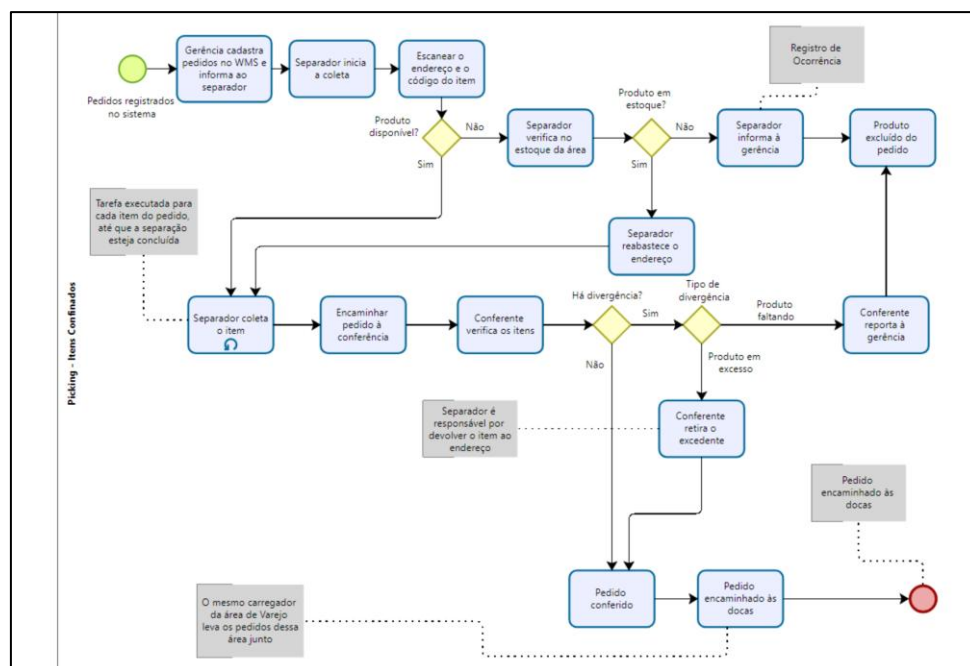


Figura 15 – *Picking* – Área de Itens Confinados

Fonte: Elaborado pelo autor

d) Área de Armazenagem de Tubos

Novamente, devido às características dos produtos da zona, não é realizada, como prática padrão, uma etapa prévia de separação e conferência antes do carregamento, diferentemente do que ocorre nas demais zonas operacionais. Entretanto, no momento da verificação, podem ser identificadas ocorrências operacionais semelhantes às observadas nas demais zonas do CD. Os erros que mais são relatados nesta zona estão relacionados à avaria dos produtos, em especial em função da exposição prolongada às condições climáticas e ao manuseio inadequado. Nesses casos, quando um item é identificado como avariado no momento do carregamento, ele é descartado e substituído. Essa substituição é feita de forma imediata e reportada à gerência da zona.

A Figura 16 mostra o mapeamento da etapa de *picking* para a zona Área de Armazenagem de Tubos.

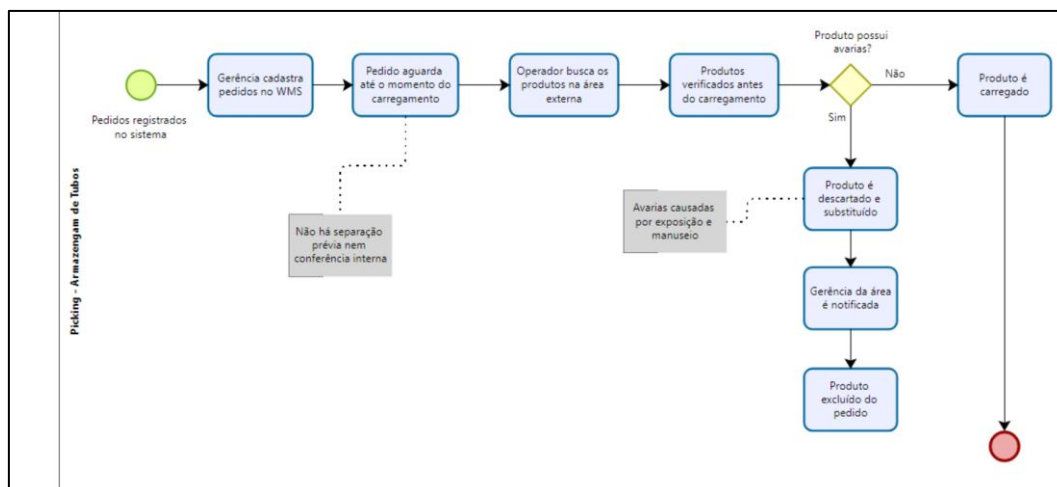


Figura 16 – *Picking* – Área de Armazenagem de Tubos

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.4 Expedição

Por fim, tem-se a expedição dos pedidos, processo que é fundamental para o cumprimento da meta estabelecida pela empresa de entrega dos pedidos com prazo de 1 dia útil. Como o CD não possui uma área de *staging*, os pedidos provenientes de cada zona são organizados diretamente nas docas, onde serão conferidos e abastecidos nos caminhões. A produtividade desta atividade é acompanhada pela gerência da zona Área de Materiais Volumosos (pela proximidade física das docas), que avalia o desempenho dos conferentes das docas como indicador da eficiência da expedição. Em média, são realizadas 123 conferências de itens por hora.

A ordem de abastecimento segue uma lógica definida: primeiro, como dito anteriormente, são abastecidos os itens da zona Área de Armazenagem de Tubos, devido ao grande porte dos produtos (são carregados nos caminhões antes da chegada às docas). Em seguida, os outros pedidos são carregados conforme a ordem determinada pelo setor de roteirização. Antes do início do turno noturno, o setor comercial envia todos os pedidos do dia ao setor de roteirização dos transportes, responsável por definir as rotas de entrega. Para viabilizar essa etapa, os pedidos são faturados antecipadamente, permitindo que os roteirizadores organizem as rotas e a sequência de carregamento. Em seguida, essas rotas são repassadas aos conferentes finais que ficam nas docas, os quais organizam os pedidos separados

pelos separadores de acordo com a ordem inversa de entrega – ou seja, o primeiro pedido a ser entregue é o último a ser abastecido no caminhão (lógica LIFO).

Os caminhões que possuem as maiores distâncias a serem percorridas são abastecidos prioritariamente, com o intuito de atender aos prazos estipulados. Essa programação considera a separação em ondas (*wave picking*), definida de acordo com os horários de coleta estabelecidos para cada região, e é organizada pelo setor de roteirização de transportes. Além disso, destaca-se que o CD da Empresa XYZ possui 12 docas disponíveis, o que exige a adoção de um sistema de giro de caminhões (carregamento por ondas). Cada doca atende a um veículo por onda e, considerando que são quatro ondas de expedição, o total é de aproximadamente 48 caminhões carregados por dia.

É válido ressaltar que a maior parte dos caminhões utilizados na operação são de transportadoras terceirizadas, com a Empresa XYZ possuindo um número reduzido de caminhões próprios. A Figura 17 mostra o mapeamento da etapa de expedição.

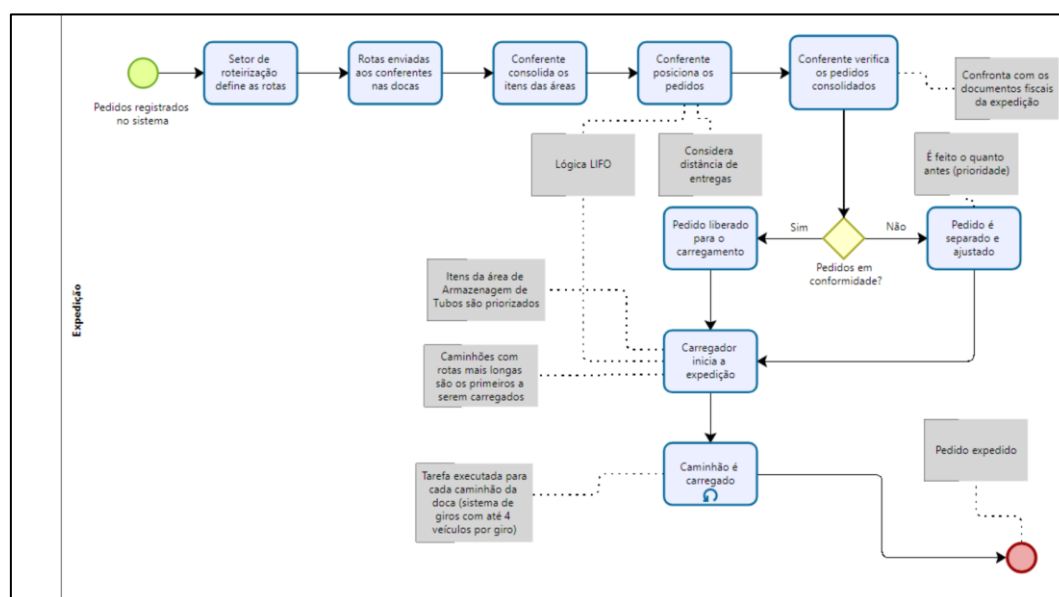


Figura 17 – Expedição

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5 Layout do CD

Conforme dito anteriormente, o *layout* do CD da Empresa XYZ é estruturado conforme a segmentação da operação em quatro zonas – Área de Produtos de

Varejo, Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados e Área de Armazenagem de Tubos. Essa divisão é refletida tanto nas estruturas de armazenagem quanto na configuração física dos espaços, permitindo que cada tipo de produto seja alocado em condições adequadas às suas dimensões e características operacionais. Na Figura 18, mostra-se o *layout* do CD, bem como o posicionamento físico das zonas operacionais.

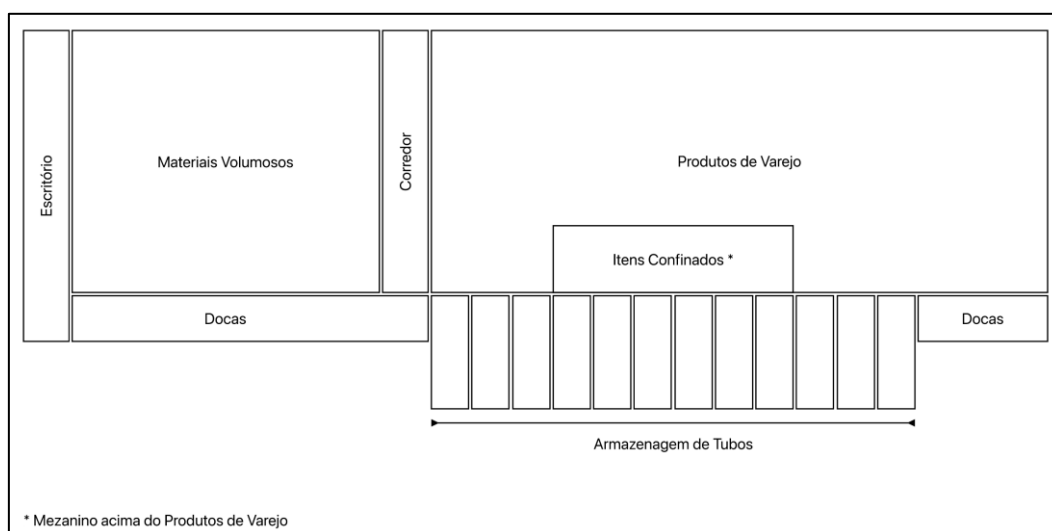


Figura 18 – *Layout* do CD

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Em relação às estruturas de armazenagem, a Área de Produtos de Varejo utiliza prateleiras, que permitem a estocagem de itens fracionados e de alto giro. A Área de Materiais Volumosos é organizada em porta-pallets, preparados para suportar cargas pesadas e embalagens de grande porte. A Área de Itens Confinados está localizada em um mezanino, em que estão dispostas prateleiras que armazenam os produtos de maior valor agregado, conferindo maior segurança e controle. Por sua vez, a Área de Armazenagem de Tubos, localizada no exterior do CD, dispõe de estruturas de cantiléver, que permitem o armazenamento seguro de itens desse tipo, como tubos e caixas d'água.

Já em relação aos equipamentos de movimentação, cada zona também apresenta especificidades. Na Área de Produtos de Varejo, são utilizados os carrinhos manuais semelhantes aos de supermercado, adequados para o transporte de itens fracionados. Na Área de Materiais Volumosos, são utilizadas paleteiras manuais, transpaleteiras e empilhadeiras elétricas, compatíveis com o porte dos materiais

armazenados. Pelo espaço reduzido, a Área de Itens Confinados não dispõe de equipamentos de movimentação dedicados. Para auxiliar as atividades, os operadores dessa zona utilizam pequenos carrinhos — estruturas que permitem agrupar cestinhas semelhantes às de supermercado — para organizar e transportar os itens de cada pedido. Dessa forma, as operações de separação e conferência da Área de Itens Confinados são realizadas manualmente pelos operadores com auxílio desses carrinhos pequenos. Por fim, na Área de Armazenagem de Tubos, utilizam-se empilhadeiras retráteis elétricas, para a retirada dos produtos de grande porte dos cantiléver.

5. Análise Crítica e Propostas de Melhorias

A diretoria da Empresa XYZ tem manifestado insatisfação em relação ao desempenho da operação do CD, principalmente relacionado à performance da separação dos pedidos, ao total de coletas realizadas e à incidência de falhas operacionais. Além disso, têm sido recorrentes as reclamações de clientes envolvendo pedidos errados, produtos entregues avariados e atrasos nas entregas. Essa percepção reforça a necessidade de se realizar uma análise detalhada dos processos, com o intuito de identificar as principais falhas e sugerir medidas corretivas.

Sendo assim, neste capítulo, é realizada uma análise crítica das práticas operacionais observadas no CD da Empresa XYZ e apresentadas no Capítulo 4, baseada nas visitas técnicas e observações feitas ao longo do estudo, das entrevistas e pesquisa das boas práticas identificadas na literatura. A partir desta avaliação, são propostas melhorias para o aumento da eficiência operacional, redução de falhas e otimização de recursos. As observações realizadas durante as visitas técnicas, aliadas às respostas obtidas por meio do questionário elaborado, permitiram identificar os principais problemas recorrentes, sua frequência e impacto nas demais etapas do fluxo logístico.

5.1 Análise crítica e sugestões de melhorias

Esta seção apresenta uma análise crítica das práticas adotadas pela Empresa XYZ, além das principais falhas operacionais observadas nas etapas mais relevantes da operação. A partir desses pontos críticos, são apresentadas propostas de melhorias baseadas nas boas práticas descritas na literatura acadêmica, principalmente no Capítulo 2 deste estudo. Tais sugestões consideram o contexto do CD da Empresa XYZ e a viabilidade prática de implementação, com o intuito de aumentar o desempenho e a eficiência operacional e mitigar os principais problemas.

5.1.1 Recebimento e guarda de materiais (Armazenagem)

As etapas de recebimento e a guarda dos materiais utilizam coletores de dados com leitura óptica de código de barras. Esta é uma boa prática, conforme Ballou (2006), que recomenda a utilização desta tecnologia, pois confere maior agilidade e precisão aos processos. Esses coletores estão integrados ao WMS da empresa, que

realiza o registro automático tanto da entrada dos produtos quanto da sua alocação nos endereços de armazenagem, a partir das leituras efetuadas. Outra boa prática válida a ser destacada é a estratégia de armazenagem por classes e a divisão do CD em zonas, conforme a característica dos produtos, que vai em linha com as recomendações de Gu et al. (2007). A operação é segmentada nas quatro zonas específicas: Área de Produtos de Varejo, Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados e Área de Armazenagem de Tubos, o que contribui para a organização do fluxo físico e facilita o direcionamento dos itens durante os processos de estocagem e separação.

Uma das principais fragilidades identificadas no *inbounding* é relacionada ao tempo excessivo das atividades de recebimento e guarda de materiais. Espera-se que essas atividades sejam concluídas durante o turno diurno, que vai das 08h até às 17h, conforme o planejamento operacional. Contudo, constatou-se que frequentemente essas etapas ultrapassam o tempo previsto, o que acarreta impactos diretos nas demais etapas da cadeia logística. Entre as principais causas desse desalinhamento, destacam-se o não cumprimento da agenda por parte de veículos de entrega, que frequentemente chegam fora do horário programado, a concentração simultânea de recebimento, com múltiplas entregas acumuladas em intervalos curtos e a alta demanda de mão de obra em casos de cargas que exigem descarregamento e conferência mais intensivos.

Esse atraso é particularmente problemático em razão da utilização compartilhada das docas para o recebimento e expedição. Quando o processo se estende além do estipulado, compromete as demais etapas do fluxo. Um exemplo recorrente é o fato de que o recebimento e guarda dos materiais ocorrem no mesmo período em que se inicia o ressuprimento. Essa coincidência entre as atividades gera inconsistências no controle de estoque: enquanto determinados produtos ainda estão em processo de conferência e armazenagem, o sistema pode identificar ausência desses itens nos endereços, iniciando o ressuprimento com base em uma visão incompleta do inventário. Já ocorreram situações em que um item foi considerado indisponível no estoque para o ressuprimento, quando, na verdade, ele ainda se encontrava em fase de recebimento e não havia sido devidamente armazenado.

Além disso, pela necessidade de liberar as docas para a expedição, observou-se uma tendência a realizar o descarregamento dos caminhões dos fornecedores de forma apressada e desorganizada. Essa prática compromete a conferência e o direcionamento adequado para as respectivas zonas da operação, tornando esse processo mais demorado e aumentando a probabilidade de falhas operacionais.

Recomenda-se, para estas etapas, realizar o agendamento dos caminhões com cumprimento rigoroso das janelas de entrega previstas, bem como planejar previamente a mão de obra em função dessa agenda. Essas práticas vão em linha com Bartholdi e Hackman (2019), que destacam a importância do aviso antecipado e do agendamento de veículos, mencionando inclusive janelas de entrega de 30 minutos como exemplo, e com De Oliveira et al. (2022), que ressaltam o balanceamento das estações de trabalho na etapa de recebimento conforme a demanda, como forma de planejamento da mão de obra.

5.1.2 Ressuprimento

O processo de ressuprimento das linhas de *picking* ocorre majoritariamente no turno diurno, em paralelo às atividades de recebimento e guarda dos materiais. Uma prática positiva observada nesta etapa é a definição automatizada do ressuprimento regular, realizada pelo WMS, conforme pontuado por Carrasco-Gallego e Ponce-Cueto (2006), que ressaltam a importância do ressuprimento automatizado para garantir fluidez e eficiência no processo de *picking*.

Entretanto, o processo de ressuprimento apresenta diversas limitações operacionais. A ausência de verificação periódica da contagem dos inventários (cíclicos, diários e anuais completos) compromete a acuracidade dos níveis de estoque. Essa falta de precisão afeta diretamente o ressuprimento regular, dificultando a definição adequada das prioridades e prejudicando o planejamento do ressuprimento. Além disso, os atrasos recorrentes do recebimento e guarda dos materiais fazem com que o ressuprimento seja postergado para o turno noturno, quando já deveria ter sido finalizado, levando à predominância de ressuprimento corretivo ao invés do regular e planejado. Como destacado por Rubulis (2025), a eficiência do processo de ressuprimento, considerado a base da operação, está diretamente relacionada à implementação e aprimoramento de práticas operacionais básicas, como a priorização de itens de maior giro, a combinação de tarefas para a

otimização de deslocamentos, a realização de ajustes baseados em previsões de demanda e a busca por melhorias contínuas.

Diante disso, recomenda-se a implementação de um procedimento estruturado de ressuprimento dos endereços de separação, apoiado em critérios objetivos, como frequência mínima, priorização e alocação de recursos. Com base no mapeamento da operação e nas visitas técnicas, propõe-se realizar ao menos duas rodadas planejadas de ressuprimento diário no turno diurno, com uma equipe formada por dois a três operadores dedicados para cada zona operacional apoiada por uma empilhadeira exclusiva para cada equipe. No caso da zona Área de Itens Confinados, não há a necessidade de uso de empilhadeira no processo. Essa prática é relevante principalmente para a zona Área de Produtos de Varejo, que apresenta maior incidência de falhas. Essa recomendação está em linha com Silva (2022), que destaca a importância de mapear as atividades para que se possa acompanhar a frequência e principais causas do ressuprimento corretivo, no intuito de auxiliar na tomada de decisões e atribuir responsabilidades claras para aumentar a eficiência do processo. Como critério de priorização, recomenda-se utilizar a curva ABC como base para definição das prioridades de ressuprimento, segmentando os produtos entre as classes A (itens com aproximadamente 75% de presença nos pedidos, B (20%), e C (5%) (LATKIM; MENDONÇA, 2017; RUBULIS, 2025). Dessa forma, os produtos da classe A devem ser reabastecidos em todas as rodadas, enquanto B e C podem ser reabastecidos em menor frequência, de acordo com a demanda. Ressalta-se, ainda, que essa segmentação ABC deve ser aplicada separadamente em cada zona, respeitando as particularidades operacionais entre si.

Além disso, foram observadas falhas relacionadas à forma como o ressuprimento é realizado. A prática predominante adotada consiste no abastecimento das linhas de *picking* com caixas fechadas, o que é aceitável na Área de Materiais Volumosos. Entretanto, na Área de Produtos de Varejo, onde os itens são fracionados, isso representa um desafio significativo, pois obriga o separador a abrir as caixas para acessar os produtos, o que pode acarretar atrasos, desperdício de material e avarias aos itens. Observou-se, ainda, que essa abertura das caixas é realizada com pressa – para não comprometer a produtividade – e, por conta disso, as posições ficam frequentemente desorganizadas. Em muitos casos, as caixas vazias acabam se acumulando nas próprias posições de *picking* ou são descartadas

de forma inadequada nos corredores, dificultando a circulação e prejudicando a separação. Essa prática é potencializada pela pressão de atingir a meta individual de separações por hora (monitorada automaticamente pelo sistema), o que leva os operadores a priorizarem a velocidade em detrimento da organização e padronização do processo.

Uma alternativa discutida seria atribuir à equipe responsável a responsabilidade de abrir as caixas no momento do ressuprimento das posições de *picking*. Entretanto, essa alternativa foi descartada em função da incompatibilidade com a lógica operacional da Área de Materiais Volumosos. Assim, a solução adotada foi fornecer um estilete para cada separador da Área de Produtos de Varejo e instruí-los sobre a forma correta de abertura das caixas. Porém, tal medida mostrou-se ineficaz na prática. Pressionados pela meta de 75 apanhas por hora, os separadores tendiam a abrir as caixas de maneira inadequada e apressada, priorizando a agilidade em detrimento da padronização e segurança. Essa conduta compromete não apenas a integridade das caixas, mas também a organização e segurança do ambiente de trabalho. Recorrentemente observou-se produtos fora de seus locais apropriados, muitos espalhados pelo chão ou sob as prateleiras. Isso representa não apenas um risco à segurança dos trabalhadores, como também gera perdas financeiras decorrentes de avarias ou extravios.

Nesse sentido, recomenda-se revisar a estratégia de ressuprimento das posições de separação da Área de Produtos de Varejo. Considerando a recomendação de designar uma equipe específica para cada zona, essa equipe deve ser instruída a realizar o ressuprimento em caixas abertas, ou seja, abrir as caixas diretamente no endereço a ser reabastecido. Essa recomendação, em que minimiza os desperdícios e aumenta a eficiência, está em linha com o que foi sugerido e relatado pelos gerentes da zona.

5.1.3 *Picking*

A etapa de separação de pedidos na Empresa XYZ apresenta boas práticas que merecem destaque, especialmente pela estruturação da operação em quatro zonas distintas, conforme a natureza e as características dos produtos: Área de Produtos de Varejo, Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados e Área de Armazenagem de Tubos. Cada uma dessas zonas adota uma estratégia própria de

picking e roteamento dos operadores, alinhada às características dos produtos e à dinâmica operacional de cada setor. Estas práticas estão alinhadas com as recomendações de Medeiros (1999), que defende a escolha adequada da estratégia de *picking* conforme as particularidades operacionais, e Đukić, Česnik and Opetuk (2010), que ressaltam a importância da escolha adequada do método de roteamento dos operadores.

Enquanto as zonas Área de Produtos de Varejo e Área de Itens Confinados adotam majoritariamente a estratégia de *picking* discreto, a Área de Materiais Volumosos adota o *picking* por zona. Já na zona Área de Armazenagem de Tubos, conforme descrito no Capítulo 4, os itens não passam por uma separação prévia nem por etapas de conferência internas antes do envio às docas. Em relação ao roteamento dentro do CD, os operadores da Área de Produtos de Varejo utilizam o método *S-shape*, enquanto os das zonas Área de Materiais Volumosos e Área de Itens Confinados adotam o método *Return*. Ambas as práticas estão alinhadas às recomendações de Đukić, Česnik and Opetuk (2010) e Masae et al. (2020), que apresentam tais métodos como heurísticas de roteamento aplicáveis ao contexto do CD.

A definição de estratégias de *picking* e modelos de roteamento específicos por zona são práticas relevantes, pois possibilitam adequar a operação às particularidades de *layout*, volume, fracionamento e valor agregado dos produtos, favorecendo a eficiência e o equilíbrio do fluxo de separação.

Além disso, destaca-se como boa prática a utilização de coletores de dados com leitura óptica de código de barras, que é sugerida por Istiqomah et al. (2020) para elevar a precisão e velocidade das operações, além de redução de erros humanos. Durante a etapa de separação de pedidos, tanto os separadores quanto os conferentes, em todas as zonas operacionais, fazem uso dessa tecnologia, o que contribui para a rastreabilidade das atividades e aumenta a precisão na execução dos processos.

Apesar dessas boas práticas, a principal etapa da operação da Empresa XYZ é também a que concentra a maior incidência de falhas operacionais. A maior parte dos problemas identificados nesta etapa são em decorrência dos erros de inventário. É recorrente o separador não conseguir concluir a separação de um pedido devido

à ausência de um determinado produto no endereço indicado no sistema, gerando, portanto, a abertura de ocorrências.

Ainda que as falhas oriundas de inventário desatualizado sejam predominantes, foram observados outros fatores críticos que impactam negativamente a eficiência do *picking*. Dentre eles, destaca-se a ausência de padronização nas estratégias de separação adotadas. Conforme mencionado anteriormente, cada zona – Área de Produtos de Varejo, Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados e Área de Armazenagem de Tubos – opera segundo uma estratégia específica de *picking* e adota um método próprio de roteamento para seus operadores dentro do CD, refletindo as características particulares de seus produtos e processos. Porém, essa definição não é padronizada. Com frequência, os próprios separadores, buscando maior produtividade, adotam por conta própria estratégias alternativas, como o *picking* por lote na zona Área de Produtos de Varejo ou uma combinação de zona-lote na Área de Materiais Volumoso (os separadores conscientemente acumulam mais de 1 pedido). Essa falta de padronização não apenas gera inconsistências operacionais, como também pode confundir os operadores, principalmente em situações de realocação entre zonas — o que é relativamente comum na Empresa XYZ, gerando erros de separação.

Além disso, a definição de rotas de coleta também não é padronizada. Enquanto os operadores da Área de Produtos de Varejo, em sua maioria, utilizam uma lógica de roteamento baseada no método *S-shape*, os da Área de Materiais Volumosos adotam o método *Return*. A literatura destaca que não é necessário que todas as zonas utilizem a mesma estratégia de roteamento, pois cada operação deve adotar a que melhor se ajusta às suas particularidades (DE KOSTER et al., 2007; MASAE et al., 2020). Contudo, esses métodos devem ser previamente estabelecidos pelos líderes, tornando-os padronizados. Em resumo, a ausência de padronização, tanto para a estratégia de *picking* quanto para o roteamento, compromete significativamente a eficiência da operação e aumenta a variabilidade dos processos.

Diante disso, recomenda-se o estabelecimento de uma estratégia de *picking* e método de roteamento padronizados para cada uma das zonas, considerando suas particularidades:

- Área de Produtos de Varejo: substituir o *picking* discreto pelo o *picking* por lote e formalizá-lo, visto que os pedidos possuem alta recorrência de SKUs compartilhados entre os pedidos (itens fracionados). Adicionalmente, sugere-se formalizar o método de roteamento *S-shape*, visto o *layout* linear, a necessidade de percorrer muitos corredores e por ser a heurística mais fácil de se implementar.
- Área de Materiais Volumosos: adotar a estratégia mista de *picking* zona-lote, visto que os volumes são maiores e o agrupamento dos separadores por rua (zonas) já é estabelecido. Como roteamento, sugere-se manter e formalizar o método *Return*, já adotado informalmente, visto que o volume dos itens favorece trajetos mais diretos.
- Área de Itens Confinados: manter o *picking* discreto, visto a natureza dos itens de alto valor agregado (baixa recorrência de SKUs compartilhados entre os pedidos) e a necessidade de maior controle. Como roteamento, pelo espaço reduzido dedicado a essa zona (mezanino) e o volume reduzido de pedidos, não há a necessidade de aplicação de heurísticas sofisticadas – o roteamento pode ser realizado de forma livre, mas sempre buscando o menor deslocamento possível.
- Área de Armazenagem de Tubos: estabelecer o *picking* específico por item, visto o alto volume físico dos produtos. Como método de roteamento dos operadores, pelo fato de estar localizado na parte externa do CD e sem um *layout* específico de ruas como as demais zonas, não há recomendação de aplicação de heurísticas sofisticadas, assim como na Área de Itens Confinados. Recomenda-se organizar ruas no pátio com endereçamento, no intuito de esquematizar o *picking* assim como nas demais zonas. Deve-se destacar que, como o piso na área externa é irregular, seria necessária uma obra para regularizá-lo, além de ser recomendada a instalação de uma cobertura para que se protejam os itens das condições climáticas e do excesso de sujeira.

Essas recomendações estão de acordo com Medeiros (1999), De Koster et al. (2007) e Masae et al. (2020), que destacam a importância da padronização das estratégias de *picking* e métodos de roteamento de acordo com as especificidades operacionais das zonas, no intuito de reduzir deslocamentos e variabilidade do processo. Além

disso, para garantir a coordenação entre pedidos que envolvem itens de diferentes zonas, é fundamental estruturar as equipes de trabalho de forma integrada. Isso pode ser feito por meio de supervisores responsáveis por sincronizar o andamento das separações, assegurando que todas as zonas cumpram o mesmo ritmo de processamento no caso de pedidos com produtos de mais de uma zona.

Outro problema identificado está relacionado exclusivamente aos operadores da Área de Materiais Volumosos. Conforme citado no Capítulo 4, o separador, após a coleta, imprime as etiquetas correspondentes aos itens apanhados. Como cada impressora está vinculada a uma rua específica (ou, em alguns casos, a duas ruas), é fundamental que o operador realize a impressão no equipamento correto. Porém, verificou-se que é bastante comum que os separadores tentem imprimir em impressoras que não correspondem à rua em que estão operando. Nesses casos, a impressora simplesmente não gera a etiqueta, o que leva o operador a acreditar que se trata de uma falha técnica no equipamento. Até que ele perceba que o erro está na seleção da impressora incorreta, perde-se um tempo considerável com tentativas, abertura de chamados e comunicação com a equipe de suporte, o que impacta diretamente na produtividade da operação.

Esse problema é agravado por fatores de gestão de pessoas, como o alto *turnover* (alta rotatividade de funcionários) e a dificuldade de manter mão de obra treinada no turno noturno – historicamente, é o mais crítico para retenção de operadores. Conforme relatado por um dos Gerentes da zona Área de Materiais Volumosos, muitos erros acontecem em decorrência da mão de obra nova e/ou em treinamento, que ainda não está familiarizada com as rotinas e acaba escolhendo a impressora errada, achando que o problema é do equipamento. O depoimento evidencia que a limitação não é apenas técnica, mas também está relacionada ao desafio contínuo de qualificação dos operadores.

Para mitigar essa falha, recomenda-se a implementação de sinalização física clara em cada impressora, indicando de forma visível a rua correspondente, além da inclusão de um bloqueio no sistema de impressão que impeça o separador de selecionar impressoras incompatíveis com os produtos coletados.

Outro problema que se observou é a existência de equipes e funções destinadas exclusivamente à movimentação dos pedidos dentro do CD. Por exemplo, a equipe

de triagem, cuja única atribuição é transportar os pedidos do separador até a conferência (Área de Produtos de Varejo). Esse modelo de alta segmentação de atividades gera impactos negativos tanto no aumento dos custos operacionais quanto na produtividade, visto que limita a multifuncionalidade dos funcionários. Além disso, verificou-se que os pedidos finalizados permanecem em carrinhos espalhados pelos corredores até serem recolhidos e levados aos conferentes da zona, o que prejudica o fluxo das operações, causa obstruções e aumenta os riscos de acidentes e avarias.

Nesse sentido, recomenda-se reduzir gradativamente as equipes exclusivas de transporte interno de materiais até que se consiga extingui-las por completo, transformando parte dos recursos em separadores. Em paralelo, deve-se atribuir essa responsabilidade aos próprios separadores, promovendo maior integração no fluxo de trabalho, conferindo multifuncionalidade aos operadores, e reduzindo custos operacionais. Essa recomendação está de acordo com Gu et al. (2007), que defendem a redução de movimentações desnecessárias para aumentar a eficiência do processo.

Também foram observadas falhas no procedimento adotado para o tratamento de excedentes na zona Área de Produtos de Varejo. Conforme descrito no Capítulo 4, quando há itens excedentes coletados, o conferente da zona finaliza o pedido e direciona o excedente para prateleiras de uso provisório que ficam ao lado do posto de conferência, identificadas com os nomes dos respectivos separadores. Cabe ao separador recolher esses itens atribuídos a ele e devolvê-los ao endereço correto.

No entanto, notou-se que esse procedimento possui diversas fragilidades. Observou-se que, muitas vezes, os separadores demoram para realizar essa devolução, e, em alguns casos, sequer realocam os produtos corretamente — seja por desconhecimento do endereço, seja por negligência, optando por alocar os itens em locais aleatórios com o objetivo de cumprir suas metas de produtividade. Esse comportamento acaba contribuindo tanto para as falhas de ressuprimento quanto para as falhas de inventário. É comum que o sistema acuse a existência de determinado produto no estoque, embora este não esteja no endereço correto, mas sim perdido em prateleiras de excedentes ou mal alocado. Tal situação contribui diretamente para a recorrência dos problemas de falta de produto no *picking*,

gerando um ciclo contínuo de falhas operacionais. Esse quadro é agravado pela alta rotatividade de funcionários (*turnover* elevado) e pelas ausências frequentes, fatores que comprometem a padronização e a aderência aos procedimentos estabelecidos.

Diante disso, recomenda-se a adoção de medidas voltadas à redução do *turnover* e ao fortalecimento de treinamentos dos operadores. Considerando que o sistema registra as atividades – como, no caso, as devoluções dos produtos excedentes –, tornando possível o rastreamento das falhas, sugere-se também a implementação de um mecanismo de responsabilização, que envolva: registrar o erro, comunicar os envolvidos, orientar e, em caso de reincidências, reorientar ou substituir o funcionário. Essas recomendações estão em linha com Dewa, Pujawan e Vanany (2017), que ressaltam o papel central da mão de obra humana na operação de um CD e defendem que a identificação dos erros, associada à definição das ações corretivas, é uma iniciativa fundamental para a redução das falhas operacionais e, consequentemente, para o aumento da confiabilidade e da velocidade dos processos.

5.1.4 Expedição

Na etapa de expedição, observa-se a adoção de boas práticas operacionais que contribuem para a organização e a eficiência do processo. Uma delas é a aplicação da lógica LIFO no carregamento dos caminhões, que permite que os pedidos sejam dispostos nos veículos de forma inversa à ordem de entrega, conforme as rotas previamente definidas pela equipe de roteirização. Essa abordagem, recomendada por Dias et al. (2006) evita retrabalhos durante as entregas e agiliza a liberação dos pedidos nos pontos de destino.

Outra prática relevante é a estratégia de carregamento por ondas, priorizando, inicialmente, os caminhões que percorrem as rotas mais longas. Essa organização, também sugerida por Dias et al. (2006), visa garantir que os pedidos atendam ao prazo de entrega estabelecido de 1 dia útil.

Adicionalmente, destaca-se o uso de coletores de dados com leitura óptica de código de barras durante a conferência final dos pedidos, prática recomendada por Istiqomah et al. (2020). Essa última verificação permite validar as informações dos materiais com base nos documentos fiscais de expedição, assegurando acuracidade

e rastreabilidade no processo de saída dos produtos. Porém, deve-se ressaltar que os produtos da Área de Armazenagem de Tubos não possuem código de barras, o que faz com que, nessa zona, a conferência seja realizada manualmente.

Contudo, a expedição dos produtos também apresenta falhas relevantes. A prática de faturamento antecipado, embora facilite a roteirização das rotas de entrega, pode gerar inconsistências caso haja falta de itens e seja necessário cortá-los dos pedidos, acarretando retrabalho administrativo. Uma alternativa para essa questão seria faturar apenas após a consolidação definitiva dos pedidos, utilizando apenas a lista de pedidos para a roteirização. Dessa forma, eventuais cortes por falta de produto seriam feitos antes do faturamento, garantindo maior precisão no processo e eliminando o retrabalho administrativo.

Além disso, conforme já abordado, a operação do CD é segmentada em quatro zonas e a consolidação dos itens do pedido ocorre nas docas, no momento do carregamento. Essa consolidação, entretanto, mostrou-se ser extremamente desafiadora. Por se tratarem de produtos provenientes de zonas distintas, notou-se que é recorrente que os itens de uma determinada zona estejam prontos e posicionados na doca, enquanto os produtos das demais zonas ainda estejam em processo de separação. Tal cenário é agravado pela ausência de uma separação física clara entre as docas, o que faz com que, em períodos de alta demanda, cargas distintas fiquem muito próximas umas das outras, elevando o risco de mistura de pedidos e comprometendo a acuracidade da expedição.

Essa falta de sincronia na consolidação dos produtos entre as zonas impacta diretamente o processo de carregamento, uma vez que os pedidos não são liberados e carregados nos veículos até que todos os itens estejam devidamente consolidados na respectiva doca. Em casos mais críticos, foram identificadas situações de erro em que os caminhões foram carregados e expedidos com pedidos incompletos, devido à ausência de itens provenientes de uma das zonas operacionais. Além disso, o espaço limitado (ausência de uma área de *staging*) e a falta de uma separação física clara entre as docas agravam esse cenário. Quando ocorrem atrasos na saída de caminhões, não há espaço disponível para os pedidos da onda seguinte, que acabam sendo posicionados nos corredores da zona Área de Materiais Volumosos,

o que prejudica o fluxo interno, aumenta o risco de acidentes e eleva a probabilidade de erros na expedição.

Esse nível de complexidade no carregamento, além do impacto direto na qualidade do serviço, compromete significativamente a produtividade da expedição, aumentando o tempo necessário para conclusão das atividades e o risco de erros operacionais.

Diante desse cenário, recomenda-se a implementação de uma área de *staging* para que a consolidação dos pedidos não seja feita diretamente nas docas. Essa área deve ser planejada e dimensionada para comportar, no mínimo, o volume equivalente à carga de 1 veículo por doca, permitindo que haja tempo de preparação e conferência antes da etapa de carregamento dos caminhões. Ademais, sugere-se que o dimensionamento da área de *staging* apresente divisões específicas para as quatro zonas operacionais, além de um espaço de contingência para situações de picos de demanda. Essa recomendação vai em linha com Rijal, Bijvank e De Koster (2023), que destacam que a utilização eficiente da área de *staging*, bem como o seu correto dimensionamento e gestão, é uma boa prática, uma vez que essa área funciona como a conexão entre a separação e expedição dos pedidos.

Ressalta-se que a implementação da área de *staging* demanda um projeto detalhado, que leva em consideração o *layout* atual e o espaço disponível para a criação dessa área. Apesar disso, orienta-se que esta área possua ao menos quatro divisões fixas (uma para cada zona operacional) e que cada divisão seja capaz de, pelo menos, comportar o volume dos pedidos que compõe a carga de 1 caminhão. Dessa forma, os pedidos seriam previamente consolidados e organizados no *staging*, liberando espaço físico, melhorando o fluxo do carregamento e conferindo maior acuracidade na conferência final. Uma alternativa plausível, observada durante as visitas, seria realocar a sala atualmente utilizada pelos Gerentes da Área de Materiais Volumosos ou a sala ocupada pela equipe administrativa (escritório), transferindo essas estruturas para mezaninos. Essa medida liberaria área útil no térreo do CD para a instalação da área de *staging*. Além disso, recomenda-se a instalação de cercas entre as docas, com o intuito de evitar a mistura de cargas e obrigar a equipe a organizar corretamente os pedidos consolidados.

Outro ponto crítico que deve ser mencionado é relacionado às docas, que permanecem com as portas abertas independentemente do horário ou do status da operação. Essa prática expõe o CD a riscos consideráveis, como furtos e perdas, além de comprometer a limpeza do local. Com isso, aumentam os riscos de segurança, tanto dos operadores quanto dos materiais armazenados. Segundo o Gerente da zona Área de Materiais Volumosos, as portas ficam abertas por conta do calor excessivo. Diante disso, recomenda-se a instalação de sistemas para melhorar o conforto térmico, como ventiladores, dentro do CD. Essa recomendação está de acordo com Malteson e Sandberg (2020), que destacam que os locais de armazenagem precisam ser limpos e secos e a área de expedição deve proteger os produtos contra intempéries e ser devidamente segregada, evitando riscos à integridade das mercadorias.

5.1.5 Inventário

Conforme observado, as principais fragilidades da operação estão diretamente relacionadas à ausência de um inventário devidamente ajustado e atualizado. Foi informado pelos líderes e gestores que esta atividade, anteriormente realizada regularmente, foi gradualmente sendo negligenciada em função do crescimento acelerado da operação e da priorização de outras necessidades operacionais. Ressalta-se que não é realizado um inventário completo há mais de dois anos, o que compromete significativamente a acuracidade dos níveis de estoque e impacta diretamente todos os processos, sobretudo o ressuprimento e o *picking*.

A ausência de um inventário ajustado compromete diversos setores do fluxo interno. Por exemplo, a falta de um controle atualizado impossibilita a precisão dos níveis de estoque, dificultando a gestão de reposição de produtos, visto que não há clareza sobre os itens que estão em falta ou em baixa quantidade.

Além disso, ter o inventário desatualizado torna o ressuprimento das posições de *picking* impreciso. Durante a etapa de separação, é comum a solicitação de falta de produto no endereço indicado. Quando o separador reporta essa ausência à gerência, é realizada uma consulta ao sistema para verificar a existência do produto em estoque. No entanto, ocorrem frequentemente duas situações: o sistema aponta a existência do item, mas ele não está fisicamente disponível; ou o produto está fisicamente disponível, mas consta como indisponível no sistema. Ambos os casos

demonstram falhas no controle de inventário, resultando em retrabalho, atrasos e falhas no atendimento ao pedido.

Outro exemplo de problema decorrente do inventário mal ajustado é o aumento da vulnerabilidade para perdas e furtos. Como não há um controle rigoroso das quantidades armazenadas, torna-se inviável identificar desvios com precisão, o que compromete a confiabilidade do estoque. A falta de inventários periódicos impossibilita a frequência dessas perdas e furtos, gerando impactos operacionais relevantes.

Diante desse cenário, recomenda-se a adoção de um conjunto de medidas estruturadas para reverter a atual fragilidade do inventário da Empresa XYZ. O primeiro passo deve ser a realização de um inventário físico completo, com o objetivo de corrigir discrepâncias e estabelecer uma base confiável para os registros do sistema. Esse inventário inicial é fundamental para zerar as distorções acumuladas ao longo dos anos. Essa recomendação vai em linha com Destro et al. (2023), que destacam que a falta de acuracidade do inventário afeta diretamente a produtividade no atendimento de pedidos, sendo necessário o monitoramento das entradas e saídas de produtos do estoque, além de prestar atenção especial às divergências do inventário.

Após isso, recomenda-se a implementação de um programa contínuo de contagem cíclica de inventário, utilizando metodologias já validadas como a classificação ABC, em que os itens de maior demanda (classe A) sejam contados com maior frequência, seguidos pelos itens de classe B e, por último, os de classe C, por exemplo contar os de classe A mensalmente, os de classe B bimestralmente e os de C trimestralmente. Alternativamente, pode-se aplicar metodologias complementares, como contagem randômica, para garantir maior cobertura e flexibilidade no processo. Essas recomendações vão em linha com Drohomerski (2009), que destacam a contagem cíclica como essencial para a acuracidade dos níveis de estoques, e com Latkim e Mendonça (2017), que defendem a utilização do método ABC na contagem cíclica de inventário.

Além da realização do inventário geral e da adoção da contagem cíclica, todas as divergências identificadas devem ser tratadas sistematicamente, com registro, análise de causas e elaboração de planos de ação corretivos. Essa prática permite

identificar falhas operacionais e comportamentais que geram essas inconsistências, melhorando a acurácia dos estoques. Tal recomendação também vai em linha com Drohomeretski (2009), uma vez que os autores frisam que, além da necessidade de se realizar um inventário geral e contagem cíclica adequados, deve-se analisar as possíveis divergências encontradas e implementar planos de ação para corrigir as falhas nos processos.

5.1.6 Layout

Embora não constitua um processo operacional direto, o *layout* do CD representa um fator crítico que deve ser destacado, uma vez que impacta significativamente a eficiência da operação.

Uma boa prática adotada pela Empresa XYZ é a organização do espaço físico nas quatro zonas operacionais definidas – Área de Produtos de Varejo, Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados e Área de Armazenagem de Tubos. Essa segmentação está presente tanto nos espaços destinados à separação de pedidos e endereçamento dos estoques quanto na localização das respectivas gerências operacionais. Tal prática permite maior clareza no fluxo dos processos e auxilia na visibilidade e identificação dos problemas. Em caso de problemas específicos em uma das zonas, torna-se mais fácil identificar as causas e como atuar de forma direcionada. Essa segmentação está em linha com Ho e Liu (2005) e Gu et al. (2007), que destacam a armazenagem por zona (*zoning*) como estratégia para reduzir deslocamentos internos e aumentar a eficiência operacional.

Entretanto, o *layout* também apresenta falhas significativas. A percepção de falta de espaço foi o ponto negativo mais citado entre os líderes, gestores e operadores. De acordo com o Gerente de Operações Logísticas, mais de 92% da capacidade física do CD encontra-se ocupada, o que limita a expansão do catálogo de produtos e restringe a possibilidade de recompras em volumes maiores. A Diretora relatou que a falta de espaço é, de longe, o principal problema enfrentado pela operação, enfatizando que essa limitação compromete não apenas o crescimento da empresa, mas também a eficiência do dia a dia, tornando-se uma barreira constante para a melhoria dos processos.

Além dessa elevada taxa de ocupação, o desenho físico do CD apresenta limitações relevantes. As rotas internas são longas, exigindo deslocamentos

excessivos dos operadores, sobretudo durante a separação. Como consequência, foi necessário estipular equipes específicas dedicadas exclusivamente à movimentação de materiais dentro do CD, como a equipe de triagem – responsável por transportar os carrinhos da Área de Produtos de Varejo até a conferência – e o time das docas, encarregado de levar os pedidos conferidos e validados da zona Área de Produtos de Varejo até as docas. Esse excesso de movimentações, apontado como a principal dificuldade dos operadores, eleva os custos operacionais e compromete a produtividade geral da operação.

Desta forma, recomenda-se, em primeiro lugar, avaliar a possibilidade de expansão do espaço atual, por meio do aluguel de uma área adicional no prédio contíguo ou até mesmo a migração para um novo CD, que possua uma capacidade de instalação superior. Porém, reconhece-se que tais alternativas dependem de viabilidade econômica e de prazo. Sendo assim, caso a expansão imediata do *layout* não seja possível, além da recomendação da criação de uma área de *staging* mencionada na subseção 5.1.4 sobre Expedição, propõe-se uma otimização do espaço e fluxo atuais, com diversas ações de curto e médio prazos.

Primeiro, sugere-se revisar as estruturas de armazenagem com base no giro dos produtos, utilizando a classificação ABC aplicada à rotatividade. Tal medida propõe realocar produtos de maior demanda para posições próximas às áreas de conferência e expedição, minimizando os deslocamentos durante o *picking*. A ideia é manter o zoneamento já existente e, dentro de cada uma (especialmente na zona Área de Produtos de Varejo), estabelecer que as áreas mais próximas dos conferentes sejam destinadas aos itens de maior giro. Com isso, espera-se reduzir o tempo gasto no percurso e conferir maior fluidez no ressuprimento dos endereços. Essa recomendação está em linha com Tarczyński (2017), que ressalta que, em operações *pickers-to-parts*, a melhor estratégia de armazenagem, considerando as distâncias percorridas, é a armazenagem por classe baseada na frequência de separação.

Também é recomendada a criação de posições de estoque geral, ou seja, endereços compartilhados para itens distintos. Contudo, ressalta-se que os itens alocados nessas posições devem ser de baixo giro e apresentar características físicas bem diferentes, além de ter um limite máximo de SKUs por posição. Além disso,

todos os produtos devem estar claramente identificados por meio de etiquetas ou códigos de barra na própria embalagem, de modo a garantir rastreabilidade e reduzir a probabilidade de erros na armazenagem e na separação. Com essa configuração, a leitura de código de barras tanto na entrada quanto na saída do produto é obrigatória para evitar falhas operacionais. O objetivo dessa medida é combinar posições de itens de baixa rotatividade, liberando mais espaço para itens de maior demanda. Essa recomendação está de acordo com Tompkins et al (2010), que apontam que o uso de endereços compartilhadas para produtos distintos entre si é uma prática viável para otimizar a utilização do espaço e reduzir a ociosidade das posições.

Adicionalmente, recomenda-se realizar ajustes nas estruturas de armazenagem com o intuito de aumentar a densidade de ocupação. De acordo com o Gerente da zona Área de Materiais Volumosos, existem posições que apresentam espaços livres, mas que não podem ser preenchidas com uma unidade a mais do SKU. Isso é em decorrência a pequenos “espaços livres” em vários produtos que, no somatório, acabam por impedir a adição de uma (ou mais) unidade do produto. Esse fenômeno entre os níveis pode ser mitigado com o replanejamento dos vãos nos porta-pallets da zona Área de Materiais Volumoso. Por exemplo, considerando um SKU específico com:

- Pallet: 135mm
- Carga sobre o pallet: 1.300mm
- Espaço de 1 nível do porta-pallet: 1.800mm
- Espaço de folga (10% de 1 nível do porta-pallet): 180mm

Altura necessária para armazenar: $\text{Pallet} + \text{Carga} + \text{Folga} = 135 + 1.300 + 180 = 1.615\text{mm}$

Pelo exemplo numérico, percebe-se que há um “espaço morto” de 185mm por nível. Em um módulo de cinco níveis, há um espaço “morto” de 925mm. Dependendo da altura útil do CD, essa economia pode viabilizar a criação de um novo nível em parte dos módulos, aumentando a densidade de armazenagem sem a necessidade de expansão da área física. Uma alternativa seria particionar um nível existente com a instalação de uma longarina intermediária, de modo a aproveitar o espaço excedente entre cargas de menor altura e criar subníveis funcionais para diferentes SKUs.

É evidente que essas propostas demandam a elaboração de um projeto mais detalhado, que foge ao escopo deste trabalho de pesquisa por limitação de tempo, incluindo o levantamento dimensional dos SKUs e posições, bem como uma avaliação dos recursos financeiros para mensurar *trade-off* entre os custos de ajustes das estruturas de armazenagem e os benefícios do aumento da capacidade. Ainda assim, as recomendações apresentadas apontam um caminho inicial para conferir ganhos de eficiência no curto prazo, permitindo uma melhor ocupação e reduzindo o impacto da alta taxa de utilização do CD.

5.1.7 Boas práticas e falhas operacionais de ordem geral

Além das boas práticas identificadas em cada etapa operacional, a Empresa XYZ também adota diretrizes gerenciais de caráter geral que contribuem para o desempenho da operação como um todo. Um exemplo positivo observado foi a realização de reuniões semanais entre líderes e gestores das zonas (com participação frequente da diretoria), com o objetivo de alinhar os principais pontos da semana, revisar falhas e estabelecer metas operacionais. Em complemento, a empresa também realiza reuniões diárias operacionais de alinhamento, nas quais são definidas e/ou ajustadas as prioridades do dia e realocação de recursos de acordo com a carga de trabalho. De acordo com a diretoria, essa prática permite um acompanhamento sistemático e constante das atividades, promovendo uma gestão mais próxima e proativa, além de garantir maior flexibilidade e rapidez na resposta a imprevistos.

Por outro lado, foram identificadas falhas operacionais relevantes que impactam a operação como um todo. Um dos pontos críticos observados é relacionado à gestão dos coletores e baterias. No CD da Empresa XYZ, existe uma única central de controle destinada tanto à guarda dos coletores quanto ao carregamento das baterias, que fica entre as zonas Área de Produtos de Varejo e Área de Materiais Volumosos. No início do turno, os separadores se dirigem à central para retirar seus coletores e iniciar a separação. Porém, durante as visitas, diversos operadores relataram que os equipamentos frequentemente não estavam completamente carregados no início do turno, o que os obrigava a interromper suas atividades para retornar à central e realizar a troca. Segundo um dos Gestores da Área de Produtos de Varejo, a situação gerava perdas de 10 a 15 minutos por

operador, e, quando somadas ao longo do turno entre diversos colaboradores, acabavam por provocar um desequilíbrio significativo na operação. Além disso, a localização da central de controle de baterias, por estar situada entre duas zonas, ela torna-se relativamente distante de ambas, resultando em caminhadas adicionais de ida e volta, o que eleva ainda mais o tempo improdutivo e gera impacto negativo na produtividade.

Outra falha recorrente é relacionada ao suporte de TI. O Gerente de Operações Logísticas relatou que quedas de sistema e falhas operacionais no *software* utilizado eram frequentes, sobretudo, durante o turno noturno, período em que se concentra a maior parte da operação. Essa situação foi de fato observada em uma das visitas realizadas à operação. Nesse período, diferentemente do turno diurno, não há equipe especializada de suporte técnico. Como o funcionário de TI está de sobreaviso em casa, há atrasos até que ele atenda ao chamado e consiga acessar remotamente o sistema para corrigir a falha. Nesse intervalo, toda a operação permanece paralisada, aguardando a normalização, o que pode levar de alguns minutos a mais de uma hora, a depender da gravidade do problema. De acordo com o Gerente de Operações Logísticas, mesmo em interrupções relativamente curtas – cerca de 10 minutos, por exemplo – a retomada nunca é imediata. Isso, porque aproximadamente 200 operadores interrompem suas atividades simultaneamente e, no retorno, precisam se reorganizar para retomar o fluxo de trabalho, além de ser necessário realizar novamente o *login* no sistema. Dessa forma, observa-se que, mesmo pequenas pausas geram impactos relevantes em termos de custo e eficiência operacional.

Diante disso, com base na análise empírica e observações práticas, tem-se as seguintes recomendações:

- Gestão dos coletores e bateria: antes do início do turno noturno, recomenda-se que todos os coletores estejam completamente carregados. Além disso, sugere-se a implementação de mais uma central de controle dos coletores, com o intuito de evitar deslocamentos excessivos dos operadores.
- Suporte de TI: sugere-se a alocação de ao menos um profissional de suporte técnico no turno noturno, visto que é o período de maior volume operacional. Essa recomendação visa garantir suporte a falhas sistêmicas,

evitando paralisações longas e reduzindo riscos operacionais associados às quedas de sistema.

5.2 Resumo de falhas observadas e boas práticas recomendadas

Em resumo, a seção 5.1 do presente capítulo apresenta as principais falhas operacionais identificadas no CD da Empresa XYZ, divididas em subseções para cada etapa do processo, mencionando as devidas boas práticas recomendadas para cada falha. Na Tabela 7, mostra-se um resumo das principais recomendações deste capítulo, ressaltando as atividades da armazenagem e suas boas práticas sugeridas.

Tabela 7 - Resumo de recomendações de boas práticas

Seção	Boas práticas já adotadas	Falhas observadas	Recomendações	Fundamentação
5.1.1 Recebimento e guarda	Coletor com leitura de código de barras integrado ao WMS; armazenagem por classes/zoneamento (4 zonas)	Atrasos no <i>inbounding</i> (veículos fora da janela; picos simultâneos de recebimento); sobreposição com expedição nas docas; descarregamento apressado comprometendo conferência.	Implantar agendamento rígido com janelas de entrega; planejar mão de obra por agenda e balancear postos de trabalho; separar fisicamente fluxos quando possível.	Ballou (2006); Gu et al. (2007); Bartholdi & Hackman (2019); De Oliveira et al. (2022);
5.1.2 Ressuprimento	WMS define ressuprimento regular de forma automatizada.	Falta de checagens periódicas de estoque prejudica o planejamento do ressuprimento; atrasos no <i>inbounding</i> empurram ressuprimento para o noturno, ocasionando predomínio de ressuprimento corretivo; na zona de Área Produtos de Varejo o abastecimento com caixas fechadas gera atraso, avarias e desorganização.	Procedimento estruturado: pelo menos 2 rodadas planejadas no diurno; equipe dedicada (2 a 3 operadores por zona); priorização por ABC; alinhar lógica de ressuprimento à estratégia de picking; na Área de Produtos de Varejo, ressuprimento em caixas abertas no endereço.	Carrasco-Gallego & Ponce-Cueto (2006); Silva (2022); Latkim & Mendonça (2017); Rubulis (2025);
5.1.3 Picking – visão geral	Estratégias por zona e roteamento aderentes ao contexto; uso de coletores no processo (também na conferência)	Inventário desatualizado gerando faltas no endereço; ausência de padronização das estratégias e do roteamento (operadores alternam práticas por conta própria).	Padronizar por zona: Área de Produtos de Varejo (por lote e <i>S-shape</i>); Área de Materiais Volumoso (por zona-lote e <i>Return</i>); Área de Itens Confinado (discreto); Área de Armazenagem de Tubos (endereçar área externa e <i>picking</i> específico por item).	Medeiros (1999); De Koster, Le-Duc & Rouwenhorst (2007); Masae et al. (2020); Istiqomah et al. (2020)

Seção	Boas práticas já adotadas	Falhas observadas	Recomendações	Fundamentação
5.1.3 Picking – pontos específicos	-	Área de Materiais Volumosos: erros recorrentes na escolha de impressoras de etiquetas por rua; Área de Produtos de Varejo: equipes exclusivas de “transporte interno” (triagem) e carrinhos nos corredores; devolução de excedentes lenta/indevida; turnover e ausências agravam.	Sinalização física por rua e bloqueio sistêmico de impressora incorreta; extinguir gradualmente equipes de transporte interno e atribuir levar à conferência ao próprio separador; fluxo formal e rastreado para excedentes (devolução imediata via coletor), com treinamento e responsabilização ao funcionário.	Gu et al. (2007); Dewa, Pujawan & Vanany (2017); Istiqomah et al. (2020)
5.1.4 Expedição	LIFO no carregamento conforme rotas; priorização de caminhões de maior distância; conferência final com coletores.	Faturamento antecipado vulnerável a eventuais cortes por falta de itens; Consolidação nas docas (erros na consolidação de pedidos); pedidos incompletos; falta de separação física entre docas; pedidos da onda seguinte nos corredores quando há atrasos; docas sempre abertas	Faturar com base na lista de pedidos (faturamento para o final do processo); Implementar área de <i>staging</i> dimensionada para pelo menos 1 caminhão por doca, segmentada nas 4 zonas; consolidar e conferir antes da doca; instalação de ventiladores	Dias et al. (2006); Istiqomah et al. (2020); Rijal, Bijvank & De Koster (2023); Maltesson e Sandberg

Seção	Boas práticas já adotadas	Falhas observadas	Recomendações	Fundamentação
5.1.5 Inventário	-	Mais de 2 anos sem inventário geral; divergências físico e sistema (faltas e excessos não registrados); maior vulnerabilidade a perdas/furtos; impacto direto em ressurgimento e <i>picking</i> .	Inventário físico geral imediato para nivelar registros; depois, contagem cíclica estruturada (classificação ABC + amostragens aleatórias); tratamento sistemático das divergências com planos de ação.	Destro et al. (2023); Drohomerski (2009); Latkim & Mendonça (2017)
5.1.6 Layout	Zoneamento em 4 zonas aumenta visibilidade e gestão.	92% de ocupação; rotas internas longas, equipes só de movimentação; ausência de <i>staging</i> ; espaço sobrando em níveis de porta-pallets.	Se viável: expansão ou novo CD. No curto/médio prazo: revisão das estruturas com base na rotatividade (ABC) por zona; posições compartilhadas para baixo giro com leitura obrigatória; ajustar vãos entre os produtos ("ar morto");	Ho & Liu (2005); Gu et al. (2007); Tarczyński (2017); Tompkins et al. (2010); Rijal, Bijvank & De Koster (2023)
5.1.7 Boas práticas gerais	Reuniões semanais de gestão e reuniões diárias de alinhamento (prioridades e realocação de recursos).	Gestão de coletores/baterias centralizada e sem garantia de carga; ausência de suporte de TI no noturno (quedas na operação); retomada lenta mesmo após interrupções curtas.	Garantir 100% de carga da bateria antes do turno e estabelecer uma segunda central de coletores para reduzir deslocamentos; suporte de TI no noturno (pelo menos 1 profissional) para resposta imediata a falhas.	Entrevistas com gestores e análise <i>in loco</i>

Fonte: Elaborado pelo autor

6. Conclusão

O presente trabalho teve como ponto de partida a pergunta de pesquisa: quais são as boas práticas para a execução eficiente e segura dos processos operacionais de um CD. Para respondê-la, definiu-se como objetivo geral analisar as principais atividades realizadas na operação de um grande CD, identificando as boas práticas, as oportunidades de melhoria e as falhas operacionais à luz da literatura acadêmica sobre o tema e do *benchmarking* de mercado.

Para responder a essas questões e atingir os objetivos propostos, o presente estudo mapeou e analisou os processos de armazenagem de um CD do setor de materiais de construção civil, desde o recebimento até a expedição, realizando visitas à operação, entrevistando seus colaboradores operacionais, gerentes e diretora, estudando as boas práticas definidas na literatura e fazendo a modelagem dos processos em BPMN. A análise permitiu identificar tanto os pontos positivos quanto as fragilidades da operação, evidenciando a importância de alinhar práticas observadas no cotidiano da empresa às recomendações consagradas pela literatura especializada em logística e *Supply Chain*.

Entre as boas práticas observadas, destacam-se o uso de tecnologias (leitor de óptico de código de barras) integradas ao WMS, a segmentação física e operacional da armazenagem em quatro zonas distintas – Área de Produtos de Varejo, Área de Materiais Volumosos, Área de Itens Confinados e Área de Armazenagem de Tubos – e a realização de reuniões periódicas de alinhamento entre líderes e gestores. Essas práticas evidenciam a importância da padronização dos processos, do uso de tecnologias de controle e da comunicação estruturada para garantir maior eficiência e confiabilidade operacional.

Entretanto, foram observadas falhas significativas, como atrasos no *inbounding*, inventário desatualizado, falhas na consolidação dos pedidos e limitações de espaço físico do CD. Essas falhas impactam diretamente a eficiência da operação, aumentando a incidência de erros e comprometendo a produtividade e o nível de serviço.

As propostas de melhorias apresentadas foram fundamentadas na revisão da literatura sobre o tema e oferecem possíveis soluções práticas e aplicáveis ao contexto da Empresa XYZ. Dentre elas, destacam-se a realização de um inventário

geral (seguido da implementação de um sistema de contagem cíclica estruturado), a criação de procedimentos padronizados de ressuprimento das linhas de *picking* (com rodadas diárias planejadas e priorização pela classificação ABC e alinhadas às estratégias de separação) e a criação de uma área de *staging*. Tais sugestões apresentam potencial para aumentar a produtividade, reduzir a ocorrência de falhas operacionais e otimizar recursos, contribuindo para eficiência na cadeia de suprimentos e elevando o nível de serviço.

O presente estudo ultrapassa a análise do CD da Empresa XYZ ao oferecer um arcabouço replicável para CDs com perfil semelhante – operações multissetoriais, armazenagem por zonas, alta variedade de SKUs e múltiplas áreas de *picking*). Dessa forma, um gerente de outra operação similar pode analisar e implantar as boas práticas sugeridas, monitorando-as por indicadores, com expectativa de ganhos em nível de serviço, eficiência e acurácia.

Por fim, é necessário destacar que a pesquisa apresenta limitações que devem orientar a interpretação de seus achados: trata-se de um estudo de caso único, ao considerar apenas um CD específico, com recorte temporal específico (não captura sazonalidade ou mudanças subsequentes), mensuração baseada em registros operacionais e observação (sujeita a vieses e variações de coleta) e ausência de avaliação dos impactos das melhorias propostas. Para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos multicaso comparativos em CDs com perfis diversos para avaliar os indicadores e sugestões, bem como os impactos da adoção efetiva das medidas propostas e a duração dos efeitos – considerando sazonalidades ou choques de oferta e demanda.

7. Referências bibliográficas

ABPMP. **Guia para o gerenciamento de processos de negócio – corpo comum de conhecimento (BPM CBOK): versão 3.0**. 1. ed. São Paulo: ABPMP Brasil, 2013.

ADIL, Gajendra Kumar; MUPPANI, Venkata Reddy; BANDYOPADHYAY, Alakanada. A review of methodologies for class-based storage location assignment in a warehouse. **International Journal of Advanced Operations Management**, v. 2, n. 3-4, p. 274-291, 2010.

ACKERMAN, Kenneth B. **Practical handbook of warehousing**. New York: Springer Science & Business Media, 2012.

AFIXGRAF. **Descubra como funciona a etiqueta RFID**. Disponível em: <https://www.afixgraf.com.br/blog/descubra-como-funciona-etiqueta-rfid/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

AMSC-USA. **What is a distribution center? Distribution center functions**. Disponível em: <https://www.amsc-usa.com/blog/what-is-a-distribution-center/>. Acesso em: 5 ago. 2025.

ANDREJIĆ, Milan; BOJKOVIĆ, Nenad; KILIBARDA, Miloard; NIKOLIČIĆ, Snežana. A framework for assessing logistics costs. **International Journal of Logistics Management**, v. 27, n. 3, p. 770-794, 2018.

ARNOLD, J. R. Tony; CHAPMAN, Stephen N.; CLIVE, Lloyd M. **Introduction to materials management**. 6. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008.

BAHRAMI, Behnam; PIRI, Hemen; AGHEZZAF, El-Houssaine. Class-based storage location assignment: an overview of the literature. In: **ICINCO 2019**. p. 390-397, 2019.

BALDAM, Roquemar. Ciclo de gerenciamento de BPM. In: VALLE, Rogério; BARBARÁ, Saulo (org.). **Análise e modelagem de processos de negócio: foco na notação BPMN (Business Process Modeling Notation)**. São Paulo: Atlas, 2010. p. 109-115.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARBOZA, M. R.; COSTA, I; GONÇALVES, R. F. Uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados à logística reversa. **Exacta – EP**, v. 13, n. 2, p. 251-261, 2015.

BARROS, Monica Coutinho de. **Warehouse Management System (WMS): conceitos teóricos e implementação em um centro de distribuição**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BARROS, Vinícius Nogueira de. **A utilização do código de barras como ferramenta de acurácia para controle de estoque**. 9ª FATECLOG, FATEC Baixada Santista. 2018.

BARTHOLDI III, John J.; HACKMAN, Steven T. **Warehouse & distribution science**. Release 0.98, 2019.

BENKER, T. A generic process data warehouse schema for BPMN workflows. **Lecture Notes in Business Information Processing**, p. 222-234, 2016.

BIZAGI. **Platform User Guide**. Disponível em: https://help.bizagi.com/platform/en/index.html?the_palette.htm. Acesso em: 16 ago. 2025.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Trad. Camila Teixeira Nakagawa; Gabriela Teixeira Nakagawa. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CBBR. **Código EAN 13: o que é? Para que serve? Como usar na empresa**. Disponível em: <https://codigosdebarrasbrasil.com.br/codigo-ean-13-o-que-e-para-que-serve/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

CALAZANS, Fabíola. **Centro de distribuição: análise setorial**. São Paulo: Gazeta Mercantil, 2001.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Construção civil cresce 4,3% em 2024 e impulsiona economia nacional**. 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-civil-cresce-43-em-2024-e-impulsiona-economia-nacional/>. Acesso em: 8 set. 2025.

CARRASCO-GALLEGO, Ruth; PONCE-CUETO, Eva. Redesigning a piece picking area replenishment process supported by a WMS. In: **2009 International Conference on Computers & Industrial Engineering**. Piscataway: IEEE, 2009. p. 748-753.

CAVANAUGH, J. **Warehouse replenishment: types, challenges & best practices**. Disponível em: <https://dvunified.com/warehouse/warehouse-replenishment-guide/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

COSTA, Bruno Cesar da. Máquina sorter: uma análise das vantagens em sua implementação dentro de uma empresa. In: **XI FATECLOG – Os Desafios da Logística Real no Universo Virtual**. 2020.

CSCMP – Council of Supply Chain Management Professionals. **Supply chain management**. 2014.

DE KOSTER, René; LE-DUC, Tho; ROODBERGEN, Kees Jan. Design and control of warehouse order picking: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 182, n. 2, p. 481-501, 2007.

DE OLIVEIRA, Afonso Vaz; PIMENTEL, Carina M. Oliveira; GODINA, Radu; MATIAS, João Carlos de Oliveira; GARRIDO, Susana M. Palavra. Improvement of the logistics flows in the receiving process of a warehouse. **Logistics**, v. 6, n. 1, p. 22, 2022.

DESTRO, Iuri Rafael; STAUDT, Francielly Hedler; SOMENSI, Karine; TABOADA, Carlos. The impacts of inventory record inaccuracy and cycle counting on distribution center performance. **Production**, v. 33, 2023.

DETANICO, A. **Projeto de um braço telescópico para implementação em uma estrutura cantiléver**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

DEWA, Parama Kartika; PUJAWAN, I. Nyoman; VANANY, Iwan. Human errors in warehouse operations: an improvement model. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 27, n. 3, p. 298-317, 2017.

DIAS, Gláucio José Cardoso et al. **A separação por blocos para o carregamento de caminhões em um centro de distribuição**. In: **XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2006.

DROHOMERETSKI, E. **Um estudo do impacto das formas de controle de inventário na acuracidade de estoque**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009.

DUBE, C. **Wave picking in warehouses: enhancing efficiency, benefits, and strategies**. Disponível em: <https://www.kardex.com/en-us/blog/wave-picking-in-warehouses>. Acesso em: 22 ago. 2025.

ĐUKIĆ, Goran; ČESNIK, Vedran; OPETUK, Tihomir. Order-picking methods and technologies for greener warehousing. **Strojarstvo: Časopis za teoriju i praksu u strojarstvu**, v. 52, n. 1, p. 23-31, 2010.

EQUIPE TOTVS. **Inventário de estoque: entenda por que e como fazer o da sua empresa**. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-varejista/inventario-de-estoque/>. Acesso em: 8 jun. 2025.

EQUIPE TOTVS. **O que é ERP?** Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/erp/o-que-e-erp/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

FRANKLIN, Ronaldo. **Conhecimento de movimentação e armazenagem**. [S.I.]: E-Quality Núcleo de Treinamento e Pesquisa da Consultoria InfoJBS, 2003.

FRAZELLE, Edward. **Supply chain strategy**. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2002.

FRAZELLE, Edward. **World-class warehousing and material handling**. New York: McGraw-Hill, 2002.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

GEBREABZGI, Misgna Arefaine; BEYENE, Kinfe Tsegay; AREGAWI, Ir Alexander Ghebremedhin. **Optimization of supply chain performance through simulation modeling: a discrete event simulation approach**. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIMENES, A. et al. **Como funciona o recebimento, armazenamento e expedição**. Revista Eletrônica da Universidade de Ensino Superior de Londrina, v. 52, p. 12, 2020.

GOMES, Carlos Francisco Simões; RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Editora Senac Rio, 2020.

GU, Jinxiang; GOETSCHALCKX, Marc; MCGINNIS, Leon F. Research on warehouse operation: a comprehensive review. **European Journal of Operational Research**, v. 177, n. 1, p. 1-21, 2007.

HAYES, A. **Radio frequency identification (RFID): what it is, how it works**. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/r/radio-frequency-identification-rfid.asp>. Acesso em: 20 ago. 2025.

HIVECLOUD. **O que é RFID e sua importância para a logística**. Disponível em: <https://www.hivecloud.com.br/post/o-que-e-rfid/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

HLAYISI, Vera-Genevey; RAMKUMAR, Vidya; VANGERWUA, Barnabas; PETERSEN, Lucretia. Best practice in audiology: Context matters. **Frontiers in Audiology and Otology**, v. 2, p. 1419219, 2024.

HO, Ying-Chin; LIU, Chi-Fong. A design methodology for converting a regular warehouse into a zone-picking warehouse. **Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers**, v. 22, n. 4, p. 332-345, 2005.

HONG-YING, Sun. The application of barcode technology in logistics and warehouse management. In: **2009 First International Workshop on**

Education Technology and Computer Science. Piscataway: IEEE, 2009. p. 732-735.

İYIGÜN, İsmail; GÖRÇÜN, Ömer Faruk (Ed.). **Logistics 4.0 and Future of Supply Chains**. Springer, 2022.

INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN – ILOS. **Estoque rouba a cena nos custos logísticos do Brasil em 2023**. Rio de Janeiro: ILOS, 2024. Disponível em: <https://prime.ilos.com.br/posts/estoque-rouba-a-cena-nos-custos-logisticos-do-brasil-em-2023>. Acesso em: 10 maio 2025.

ISTIQOMAH, Nadya Amanda; SANSABILLA, Putri Fara; HIMAWAN, Doddy; RIFNI, Muhammad. The implementation of barcode on warehouse management system for warehouse efficiency. **Journal of Physics: Conference Series**, IOP Publishing, 2020. p. 012038.

JESUS, Piter Anderson Severino de; RODRIGUES, Micaella da Silva Teixeira; TORRES, José Belo. **Proposta de mapeamento de processos de armazenagem em centro de distribuição de supermercados de Fortaleza/CE utilizando BPMN**. Simpósio de Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista, 2014.

JIANG, M.; LEUNG, K. H.; LYU, Z.; HUANG, G. Q. Picking-replenishment synchronization for robotic forward-reserve warehouses. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 144, p. 102138, 2020.

KEMBRO, J.; NORRMAN, A. The transformation from manual to smart warehousing: an exploratory study with Swedish retailers. **The International Journal of Logistics Management**, v. 33, n. 5, p. 107-135, 2022.

KOFLER, Monika; BEHAM, Andreas; WAGNER, Stefan; AFFENZELLER, Michael; ACHLEITNER, Werner. Re-warehousing vs. healing: strategies for warehouse storage location assignment. **3rd IEEE International Symposium on Logistics and Industrial Informatics**. 2011. p. 77-82.

LAKTIM, Rogério Junio Reis; MENDONÇA, José Geraldo de. **Curva ABC aplicada ao controle e gestão de materiais: estudo de caso em uma**

empresa de logística e transporte. Revista de Trabalhos Acadêmicos – Universo Juiz de Fora, v. 1, n. 6, 2017.

LAMBERT, Douglas M.; STOCK, James R.; ELLRAM, Lisa M. **Fundamentals of logistics management**. European edition. Maidenhead, Berkshire: McGraw-Hill, 2006.

LEE, In Gyu; CHUNG, Sung Hoon; YOON, Sang Won. Two-stage storage assignment to minimize travel time and congestion for warehouse order picking operations. **Computers & Industrial Engineering**, v. 139, p. 106129, 2020.

LEE, Byeongheun; JEON, Nam; MIN, Jeongki. Full-scale fire experiment on mezzanine racks in logistics facilities. **Fire**, v. 7, n. 9, p. 326, 2024.

LEITE, João Guilherme Medeiros. **O uso de etiquetas nos armazéns**. 2012.

LIM, M. K.; BAHR, W.; LEUNG, S. C. H. RFID in the warehouse: a literature analysis (1995–2010) of its applications, benefits, challenges and future trends. **International Journal of Production Economics**, v. 145, n. 1, p. 409-430, set. 2013.

LIMA, Maurício P. **Armazenagem: considerações sobre a atividade de picking**. Centro de Estudos em Logística (CEL), COPPEAD/UFRJ, 2002. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20050404031628/http://www.cel.coppead.ufrj.br:80/fs-public.htm>. Acesso em: 20 maio 2025.

LINBIS. **Pallets in warehouse management: definitions, types, and best practices**. Disponível em: <https://www.linbis.com/general/pallets-in-warehouse-management-definitions-types-and-best-practices/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MALTESSON, Christoffer; SANDBERG, Victor. **Understanding how contextual factors influence warehouse configuration in a pharmaceutical setting: a case study**. 2020.

MASAE, Makusee; GLOCK, Christoph H.; GROSSE, Eric H. Order picker routing in warehouses: a systematic literature review. **International Journal of Production Economics**, v. 224, p. 107564, 2020.

MECALUX. **O código de barras e outros sistemas de identificação automática na logística do armazém**. 2016. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/armazem/codigo-de-barras-logistica>. Acesso em: 12 jun. 2025.

MECALUX. **Expedição de mercadorias: etapas e dicas para o sucesso**. 2020. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/blog/expedicao-de-mercadorias>. Acesso em: 14 jun. 2025.

MECALUX. **Estruturas cantilever**. 2024a. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/prateleiras-estruturas-estoque-industrial/estrutura-cantilever>. Acesso em: 24 ago. 2025.

MECALUX. **Porta paletes**. 2024b. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/prateleiras-estruturas-estoque-industrial/porta-paletes-pallet>. Acesso em: 24 ago. 2025.

MEDEIROS, A. **Estratégias de picking na armazenagem**. Instituto de Logística e Supply Chain, 1999. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/estrategias-de-picking-na-armazenagem/>. Acesso em: 11 maio 2025.

MOURA, Reinaldo A. **Armazenagem e distribuição física**. São Paulo: Grupo IMAM, 1997.

MOVIMAK. **Conheça os 4 principais equipamentos para movimentação de cargas**. Disponível em: <https://movimak.com.br/conheca-os-4-principais-equipamentos-para-movimentacao-de-cargas/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

MUHARNI, Y.; KULSUM; KHOIRUNNISA, M. Warehouse layout designing of slab using dedicated storage and particle swarm optimization. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 532, p. 012003, 13 jun. 2019.

MUNYAKA, J. B.; YADAVALLI, Venkata S. Sarma. Inventory management concepts and implementations: a systematic review. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 33, n. 2, p. 15-36, 2022.

NOVAES, A. G. **Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

PAETHUS. **Entenda como funciona a montagem de kits nas operações logísticas**. São Paulo, 28 abr. 2023. Disponível em: <https://paethus.com.br/2023/04/28/entenda-como-funciona-a-montagem-de-kits-nas-operacoes-logisticas/>. Acesso em: 22 ago. 2025.

PALINKAS, Lawrence A.; HORWITZ, Sarah M.; GREEN, Carla A.; WISDOM, Jennifer P.; DUAN, Naihua; HOAGWOOD, Kimberly. Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. **Administration and policy in mental health and mental health services research**, v. 42, n. 5, p. 533-544, 2015.

PALLET RACKING. **Rack supported warehouse mezzanine floors suppliers**. Disponível em: <https://www.pallettracking.com.au/mezzanine-floors-rack-supported/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

PDVCONTENTSMART. **Como fazer recebimento e conferência de mercadorias?** Disponível em: <https://pdvcontent.com.br/como-fazer-recebimento-e-conferencia-de-mercadorias/>. Acesso em: 2 jun. 2025.

REI, Jorge. **RFID versus código de barras: da produção à grande distribuição**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Porto, Porto, 2010.

RIJAL, Arpan; BIJVANK, Marco; DE KOSTER, René. Dynamics between warehouse operations and vehicle routing. **Production and Operations Management**, v. 32, n. 11, p. 3575-3593, 2023.

RUBULIS, M. **Backbone of fulfillment: why replenishment deserves more attention**. Optioryx Blog, 2025. Disponível em: <https://blog.optioryx.com/why-replenishment-deserves-more-attention>.

Acesso em: 11 maio 2025.

SCHEIN, Samuel. **Uma abordagem de Lean Logistics aplicada em um centro de distribuição de uma empresa metalúrgica**. 2016.

SETYAWAN, Bayu; YUNITA, Ajeng; SEKARJATININGRUM, Satriana Rasmaydiwa. Development of automatic real time inventory monitoring system using RFID technology in warehouse. **JOIV: International Journal on Informatics Visualization**, v. 6, n. 3, p. 636-642, 2022.

SILVA, Adriana Martins; SANTOS, Douglas Freitas; RIVERA, Monike; ANTUNES, Stefanie; SANTOS, Vanilza Lúcia dos. **Movimentação, estruturas e armazenagem de materiais em uma rede atacadista de São Paulo**. 2022. Disponível em: http://ric-cps.eastus2.cloudapp.azure.com/bitstream/123456789/12173/1/tecnico_em_logistica_2022_2_adriana_martins_movimentacao_estruturas_e_armazenagem_de_materiais.pdf. Acesso em: 15 junho de 2025.

SILVA, Thiago Sales. **Análise do picking e implantação de melhorias no processo de abastecimento: estudo em uma distribuidora de bens em João Pessoa**. 2022.

SERRES, Alexandre Jean René; GURJÃO, Edmar Candeia; DE FREITAS SERRES, Georgina Karla. RFID sem chip: o código de barras do futuro? **Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação**, v. 5, n. 2, p. 19-24, 2015.

SOARES, A. C. **Diagnóstico e modelagem da rede de distribuição de derivados de petróleo no Brasil**. 2003. 156 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro, 2003.

SÖRENSEN, K. Metaheuristics—the metaphor exposed. **International Transactions in Operational Research**, v. 22, n. 1, p. 3-18, 2015.

SOUSA, Rui; CAMANHO, Ana S., SILVA, Maria Conceição; SILVEIRA, Giovani J. C. da; ARABI, Behrouz. Best practices, performance advantage and trade-offs: new insights from frontier analysis. **Journal of Productivity Analysis**, v. 62, n. 1, p. 91–110, 2 dez. 2023.

SUCUPIRA, C.; PEDREIRA, C. **Inventários físicos: a importância da acuracidade dos estoques.** Disponível em: <http://ideagri.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=121>. Acesso em: 8 jun. 2025.

SUPERBID EXCHANGE. **O que é um pallet PBR?** Disponível em: <https://blog.superbid.net/o-que-e-um-pallet-pbr/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

TAYLOR, David. **Logística na cadeia de suprimentos: uma perspectiva gerencial.** São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.

TARCZYŃSKI, Grzegorz. The impact of COI-based storage on order-picking times. **LogForum**, v. 13, n. 3, p. 313-326, 2017.

TOMPKINS, James A.; WHITE, J.A; BOZER, Yavuz A.; TANCHOCO, J. M. A. **Facilities planning.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.

TOYOTA EMPILHADEIRAS. **Tipos de empilhadeiras: quais os mais comuns?** Disponível em: <https://toyotaempilhadeiras.com.br/blog/informativos/tipos-de-empilhadeiras/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

TWX. **Carga paletizada: o que é e qual a importância?** Disponível em: <https://twx.com.br/carga-paletizada/>. Acesso em: 2 jun. 2025.

VAN BELLE, Jan; VALCKENAERS, Paul; CATTRYSSE, Dirk. Cross-docking: state of the art. **Omega**, v. 40, n. 6, p. 827-846, 2012.

YAN, Bo; CHEN, Yiyun; MENG, Xiaosheng. RFID technology applied in warehouse management system. In: **2008 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management.** Piscataway: IEEE, 2008. p. 363-367.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANDAVALLI, Carla. **Seleção de um sistema de localização de estoque: avaliação de seus benefícios no sistema de armazenagem: um estudo de caso em uma empresa agroindustrial.** 2004.

ZENG, Amy Z.; ROSSETTI, Christian. Developing a framework for evaluating the logistics costs in global sourcing processes: an implementation and insights. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 33, n. 9, p. 785-803, 2003.

ŽULJ, Ivan et al. Picker routing and storage-assignment strategies for precedence-constrained order picking. **Computers & Industrial Engineering**, v. 123, p. 338-347, 2018.

Apêndice I – Roteiro de Entrevista com os Líderes do Centro de Distribuição da Empresa XYZ

O presente apêndice apresenta o roteiro de entrevistas utilizado junto aos gestores e líderes responsáveis pelo CD analisado, com o intuito de aprofundar o entendimento sobre os processos logísticos, validar as observações realizadas durante as visitas técnicas e identificar eventuais erros operacionais. Ressalta-se que este roteiro pode ser utilizado na fundamentação de futuros trabalhos acadêmicos acerca do tema.

Protocolo da entrevista

Primeiramente, os entrevistadores se apresentam, realizam um breve resumo dos principais objetivos do trabalho de conclusão de curso e explicam o tipo de informação que se pretende obter com a entrevista. Em seguida, os entrevistados se apresentam e descrevem brevemente suas funções dentro da Empresa XYZ. O entrevistador assegura a confidencialidade dos dados fornecidos, ressaltando que a participação é voluntária e que o entrevistado não precisa responder a questões caso não se sinta à vontade. Perguntas adicionais podem ser feitas, de acordo com a necessidade de aprofundamento ou esclarecimento de pontos levantados durante a conversa. A entrevista é então iniciada pelos entrevistadores e segue os tópicos abaixo:

A. Etapas da Operação

1. Poderia descrever, de forma geral, as etapas que compõem a operação, desde o recebimento dos materiais até a expedição dos pedidos?
2. Existem indicadores de performance da operação? Quais são e como é feito o monitoramento?

B. Processos Operacionais

3. Como é estruturado o processo de recebimento de materiais? Quais são suas principais etapas e responsáveis?
4. De que forma é realizado o processo de guarda de materiais? Há critérios específicos de endereçamento ou classificação?
5. Como ocorre o processo de separação de pedidos (*picking*)? Quais os recursos utilizados e como é feita a alocação das tarefas?

6. Como é conduzido o processo de expedição? Poderia detalhar as etapas envolvidas, desde a finalização da separação até o carregamento dos veículos?

C. Estrutura e Organização

7. Considerando a diversidade de itens estocados e a diferenciação entre pedidos fracionados e em lotes fechados, existe uma divisão da área de armazenagem por tipo de produto? Como essa divisão está estruturada?
8. O processo de ressuprimento é executado em um momento específico do dia ou ocorre de forma contínua? Como ele é operacionalizado?
9. Quantos turnos operacionais existem atualmente? Como se dá a divisão entre eles em termos de horário e de atividades?
10. Quais atividades são predominantemente realizadas em cada turno?

D. Controle e Inventário

11. Como é realizado o controle de inventário no Centro de Distribuição? Há distinção entre inventário geral e contagem cíclica?
12. Qual é a periodicidade da contagem cíclica? Como ela é planejada e executada?
13. Existem sistemas automatizados de controle de estoque? Em caso afirmativo, como funcionam e qual o grau de confiabilidade percebido?

E. Problemas e Procedimentos

14. Quais são os principais problemas operacionais enfrentados na rotina do CD? Com que frequência costumam ocorrer?
15. Em quais etapas da operação (recebimento, armazenagem, separação de pedidos, expedição) esses problemas são mais recorrentes?
16. Quais procedimentos são adotados quando ocorre alguma falha ou problema em cada um desses processos?
17. Esses procedimentos estão claramente definidos e são efetivamente seguidos pelas equipes operacionais?

18. Em sua opinião, qual é a principal falha ou desafio atual da operação?
19. Há alguma sugestão que o(a) senhor(a) gostaria de compartilhar visando à melhoria dos processos internos do Centro de Distribuição?

Este roteiro de entrevista foi utilizado como instrumento de apoio à análise qualitativa dos processos, complementando o mapeamento realizado por meio da ferramenta BPMN.