



O
PERA
ÇÕES de
ARMAZE
NAGEM

teoria e prática

Marcele Elisa Fontana



PROEXC
PRÓ-REITORIA DE
EXTENSÃO E CULTURA



Recife, 2022

O PERA ÇÕES de ARMAZE NAGEM

Teoria e Prática

Marcele Elisa Fontana



PROEXC
PRO-REITORIA DE
EXTENSÃO E CULTURA



Universidade Federal de Pernambuco

Reitor: Alfredo Macedo Gomes

Vice-Reitor: Moacyr Cunha de Araújo Filho

EDITORA ASSOCIADA À



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Editora UFPE

Diretor: Junot Cornélio Matos

Vice-Diretor: Diogo Cesar Fernandes

Editor: Artur Almeida de Ataíde

Conselho Editorial (Coned)

Alex Sandro Gomes

Carlos Newton Júnior

Eleta de Carvalho Freire

Margarida de Castro Antunes

Marília de Azambuja Machel

Pró-Reitoria de Extensão e Cultura

Pró-Reitor: Oussama Naouar

Coordenação de Gestão Editorial e Impacto Social

Coordenador: Adriano Dias de Andrade

Assistentes: Artur Villaça Franco, Rodrigo Ferreira dos Santos

Editoração

Projeto Gráfico: Gabriel Santana Fesan

Revisão de Texto: Andressa Lira Bernardino, Fernanda Barbosa da Silva,

João Gabriel Pereira da Silveira (CGEI/Proexc), Noili Demaman (Textual Assessoria)

Catálogo na fonte:

Bibliotecária Kalina Lígia França da Silva, CRB4-1408

F679o Fontana, Marcela Elisa.
Operações de armazenagem [recurso eletrônico] : teoria e
prática / Marcela Elisa Fontana. – Recife : Pró-Reitoria de Extensão e
Cultura da UFPE ; Ed. UFPE, 2022.

Inclui referências.
ISBN 978-65-5962-115-6 (online)

1. Administração de materiais 2. Engenharia da produção. 3.
Logística empresarial. 4. Distribuição de mercadorias. 5.
Armazenamento e transporte de cargas. 6. Armazens gerais. I.
Título.

658.7CDD (23.ed.) UFPE (BC2022-044)



Esta obra está licenciada sob uma Licença de Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife, PE.

CEP 50670-90, Tels.: (81) 2126-8134 / 2126-8105

E-mail: proexc@ufpe.br

Pareceristas ad hoc

Edital Proexc/UFPE nº 7/2021 - Incentivo à Publicação de Livros Digitais (e-books) com Temáticas de Extensão e Cultura

Ana Carla Santos da Silva

Universidade Federal de Pernambuco

Ana Maria Bezerra Lucas

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

André Batista de Negreiros

Universidade Federal de São João del-Rei

André Duarte Lucena

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Cassiana Alves Ferreira

Universidad Continental (Peru)

Cássio Michel dos Santos Camargo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Claudete Izabel Funguetto

Universidade Federal do Pampa

Cristiane Regina Fairbanks de Sá

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos

Universidade de São Paulo

Eliana Teresinha Quartiero

Instituto Federal Catarinense

Fernando da Silva Cardoso

Universidade de Pernambuco

Israel Aquino Cabreira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Joana Darc Martins Torres

Universidade Estadual do Ceará

Juliana Pereira Cardoso

Universidade Federal de São João del-Rei

Karine do Rocio Vieira dos Santos

Universidade Federal do Paraná

Larissa Souza Amaral

Universidade de São Paulo

Leandro Antônio dos Santos

Universidade Federal de Goiás

Letícia de Araujo Apolinario

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Lorena Maria Laskoski

Universidade Federal do Paraná

Luciana Canário Mendes

Universidade do Estado da Bahia

Luciane Porto Frazão de Sousa

Instituto de Educação e Pesquisa em Saúde e Inclusão Social

Marcelo Vianna

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Márcia Tereza Fonseca Almeida

Universidade do Estado da Bahia

Maria Cristina Elias Esper Stival

Universidade Tuiuti do Paraná

Maria das Neves Magalhães Pinheiro

Fundação Universidade Virtual de Roraima

Osni Oliveira Noberto da Silva

Universidade do Estado da Bahia

Regina Souza Aires

Universidade Federal de Pernambuco

Rejane Steidel

Faculdade Única de Contagem

Renata Borchetta Fernandes Fonseca

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Wanderson Santos de Farias

Universidad de Desarrollo Sustentable (Paraguai)

SO BRE A AUTORA

MARCELE ELISA FONTANA

Graduada em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Mestre e Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é professora associada na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Gestão, Inovação e Consumo (PPGIC) e líder do grupo de pesquisa em Decisões Estratégicas em Produção e Logística (DEPLog).

Contatos

E-mail: marcele.elisa@ufpe.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3130016839052852>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1436-8311>

Grupo de pesquisa em Decisões Estratégicas em Produção e Logística (DEPLog)

E-mail: deplog.caa@gmail.com

Instagram: @deplog.caa

Diretório de Grupo de Pesquisa CNPq:

<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/0236218162229679>

APRE SENTAÇÃO

Ao ministrar a disciplina de logística, com foco na temática de operações de armazenagem, a autora identificou dificuldades de encontrar, em poucas fontes, todos os tópicos que deveriam ser trabalhos. Além disso, os trabalhos existentes – em sua maioria – são estrangeiros, carecendo de algumas adaptações ao contexto nacional.

Sendo assim, esta obra nasce do intenso trabalho realizado ao longo de 12 anos de estudos na temática, que culminou na primeira Semana da Gestão logística (SGLog) organizada pelo Grupo de pesquisa em Decisões Estratégicas em Produção e Logística (DEPLog) em 2021.

Dividido em cinco capítulos, este livro apresenta, de maneira prática, os principais conceitos empregados no âmbito da armazenagem.

No capítulo I, são apresentados os conceitos iniciais básicos para a compreensão da logística de armazenagem. No capítulo II, são apresentadas as principais decisões necessárias para o correto dimensionamento e projeto do *layout* do armazém. O capítu-

lo III aborda o manuseio dos materiais e as operações de separação de pedidos. O Capítulo IV descreve o problema de atribuição de locais de armazenamento. Por fim, o Capítulo V apresenta algumas tendências e evoluções que acarretam desafios na logística, mais especificamente em relação às operações de comércio eletrônico e *last mile*.

AGRA DECIMENTO

Agradeço aos meus pais Afonso e Inês, ao meu esposo Vilmar e aos meus filhos Luisa Maria e Afonso José por todo o apoio, amor e incentivo necessários para minha saúde e prosperidade, tornando essa obra realidade.

Agradeço a todos os membros e ex-membros do Grupo de pesquisa em Decisões Estratégicas em Produção e Logística (DE-PLog), pois todos – direta ou indiretamente – contribuíram com esta obra.

Agradeço a todos os alunos para os quais ministrei disciplinas, em especial àqueles que desenvolveram trabalhos que puderam ser relatados nesta obra, dos quais carinhosamente listo os nomes:

Discentes de Graduação

Lucas Trajano de Freitas Almeida,
Maria Luisa Bezerra da Silva e
Taniere Cristine Jacinto de Lima.

Discentes de Pós-Graduação

Anderson Nunes

Andrea Raffaella Avelar Pimentel Vila Nova

Camyla Ferreira Morno

Emanuel Bruno B. Marins de Araújo

Gabriel Freire

Geisiane Bárbara Inácio dos Santos

Jane Kelly Barbosa de Almeida

Joyce Danielle de Araújo

Layza Sayara Sobral Melo

Maria do Livramento

Solon Geórgenes

Targieli Soares.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco, por meio da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, por ter me dado a satisfação de publicar este trabalho. A todos os colegas de profissão, em especial a Rodrigo Sampaio Lopes, José Leão e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Gestão, Inovação e Consumo (PPGIC) por todo o suporte dado a mim nos últimos meses.

PRE FÁCIO

60 anos de Extensão na UFPE

A educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é a transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados.

Paulo Freire¹

Como o próprio nome sugere, para nós *extensão* significa o esforço da comunidade acadêmica, em cooperação com os demais setores da sociedade, para construir não apenas pontes entre a universidade e a população geral, mas, fundamentalmente, para que as pessoas, sobretudo as que mais necessitam de aportes financeiros, técnicos e culturais, reconheçam a universidade públi-

1 FREIRE, Paulo. *Comunicação ou extensão?* Rio de Janeiro: Paz e Terra. p. 46.

ca como um espaço de pertencimento, como patrimônio de todas e todos.

Em fevereiro de 2022, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) celebra 60 anos de institucionalização das atividades de extensão e cultura universitárias. Essa exultante história começou com Paulo Freire e um grupo de entusiasmados colaboradores que vislumbravam, no início da década de 1960, um país mais justo, menos desigual, e entenderam a necessidade de as universidades públicas tornarem-se protagonistas no enfrentamento dos grandes desafios do país.

Esse grupo pioneiro, sob liderança de Freire e no reitorado de João Alfredo, fundou o *Serviço de Extensão Cultural* (SEC), a *Rádio Universidade* e a *Estudos Universitários: Revista de Cultura da Universidade do Recife*. Com estas iniciativas, a Universidade passou a comunicar a sua vocação social de forma mais explícita e a compartilhar com outros entes sociais a implementação de atividades que extrapolaram os muros universitários.

Sob a inspiração desse pioneirismo, a UFPE tem atravessado, com altivez, relevância acadêmica e impacto social, esta complexa pandemia de Covid-19, cujos efeitos ainda se fazem presentes nas nossas vidas cotidianas. Nos últimos anos, mesmo enfrentando desafios políticos e de contingenciamento de recursos, nossa Universidade conseguiu ampliar o número de ações de extensão e cultura, com aumentos significativos de bolsas e de recursos alocados aos projetos de extensão e cultura desenvolvidos pela comunidade universitária. Tudo isso só é possível graças aos esforços coletivos da nossa comunidade, com o apoio de uma gestão efetivamente comprometida com a extensão e a cultura, cujo diálogo acadêmico e social é um exercício contínuo.

Este livro digital, que ora entregamos à comunidade acadêmica e à sociedade, é marca desse esforço coletivo para fortalecer as atividades de extensão e cultura no âmbito da UFPE e de Pernambuco. Este volume compõe uma coleção de 11 obras, aprovadas por meio do *Edital N° 7/2021 - Incentivo à Publicação de Livros Digitais (E-Books) com Temáticas de Extensão e Cultura*, promovido pela UFPE através da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc).

As obras que compõem este conjunto tratam de temas diversos como *Cultura, Direitos Humanos, Educação, Justiça, Meio Ambiente, Produção, Saúde, Tecnologia e Trabalho*, demonstrando a diversidade da UFPE e sua inserção em temas de reconhecida importância social e científica. Todos os títulos foram escritos com a participação de docentes e discentes de graduação, o que reforça os laços acadêmicos de nossos alunos, estabelecendo o protagonismo estudantil como um dos diferenciais da formação técnica e humana que a Universidade pública brasileira oferece.

Esta coleção é, portanto, símbolo de gratidão à comunidade universitária e à sociedade pelos 60 anos de extensão – que só foram possíveis graças ao engajamento contínuo de discentes, docentes, servidores técnico-administrativos e demais representantes da sociedade pernambucana, que, assim como Freire, não se calam diante das injustiças do mundo.

A certeza de que as próximas gerações que adentram anualmente os portões físicos e imaginários da Universidade tornarão, nos próximos 40, 50, 60 anos, a extensão ainda mais significativa para o nosso estado e para o país faz com que a gratidão pelos pioneiros desta nossa história seja ainda mais plena. Com esse sentimento, convidamos todas e todos a celebrar conosco os 60 anos da extensão e cultura na UFPE.

Desejamos uma ótima leitura – daquelas capazes de suscitar ações significativas no mundo!

Recife, fevereiro de 2022.

Oussama Naouar

Pró-Reitor de Extensão e Cultura - Proexc/UFPE

Adriano Dias de Andrade

Coordenador de Gestão Editorial e Impacto Social - Proexc/UFPE

LISTA DE ILUSTRA ÇÕES

Figura 1 – Função de apoio	27
Figura 2 – Função de separação	27
Figura 3 – Função de consolidação	28
Figura 4 – Função de Sortimento	28
Figura 5 – Exemplo de sistema de codificação	30
Figura 6 – Modelo conceitual da relação entre o giro de estoque e o custo esperado	56
Figura 7 – <i>Layout: Slow moving stock</i>	57
Figura 8 – <i>Layout: Fast moving stock</i>	58
Figura 9 – <i>Layout</i> do armazém	60
Figura 10 – Alocação de caixas sobre o palete	62
Figura 11 – Oscilação da necessidade de espaço	63
Figura 12 – Primeiro <i>layout</i>	65
Figura 13 – <i>Layout</i> melhorado - Vista superior	66
Figura 14 – <i>Layout</i> melhorado - Vista lateral	67
Figura 15 – Heurísticas de roteamento	86
Figura 16 – Fluxograma para escolha da política de estocagem	103

Figura 17 – Regra de alocação	109
Figura 18 – Ilustração do <i>layout</i>	111

Tabela 1 – Dinâmica: Produtividade individual das caixas de perguntas	40
Tabela 2 – Custos envolvidos	42
Tabela 3 – Dinâmica: tabela preenchimento	43
Tabela 4 – Demanda projetada (em unidades de caixas) para um ano	60
Tabela 5 – Solução do exemplo prático 1	62
Tabela 6 – Dado dos SKUs	110
Tabela 7 – Política de Estocagem Dedicada (PED)	112
Tabela 8 – Política de estocagem Aleatória (PEA).	113
Tabela 9 – Demonstração da redução de espaço com a formação de classes	114
Tabela 10 – Dados para o exercício	117

Quadro 1 – Vantagens da armazenagem Própria <i>versus</i> Terceirizada	34
Quadro 2 – Principais parâmetros para definir o design do <i>layout</i>	54
Quadro 3 – Soluções para SLAP	104
Quadro 4 – Tipos de comercio eletrônico	125
Quadro 5 – Logística tradicional <i>versus</i> Logística do <i>e-commerce</i>	126

SUMÁRIO

Capítulo 1. Introdução à armazenagem	22
1.1 Armazenagem ou estocagem?	22
1.2 Operações do sistema de armazenagem	26
1.3 Sistema de classificação e codificação	29
1.4 Armazém próprio ou terceirizado?	32
1.4.1 Provedores de serviços logísticos	34
1.5 A importância da gestão de processos	36
1.6 Questões para discussão	38
1.7 Dinâmica das caixas	39
1.7.1 Procedimento	39
1.7.2 Objetivo	41
1.7.3 Materiais necessários	41
1.7.4 Roteiro sugerido	42
1.8 Case A.	44
Referências consultadas	47

Capítulo 2 - Projeto do <i>layout</i>	50
2.1 Armazém manual ou automatizado?	51
2.2 Design do <i>layout</i>	52
2.3 Projetando o armazém	53
2.3.1 <i>Layout</i> e o tipo de material	55
2.3.2 Dimensionando o armazém	58
2.3.2.1 Exemplo prático 1.	59
2.3.2.2 Solução do exemplo prático 1	61
2.4 <i>Layout</i> sobre o palete	64
2.4.1 Exemplo prático 2	65
2.4.2 Sugestão de resposta ao exemplo prático 2.	66
2.5 Questões para discussão	68
Referências consultadas	68

Capítulo 3 - Manuseio de materiais e separação de pedidos	71
3.1 Ordem do cliente	71
3.2 Manuseio dos materiais	72
3.3 Separação de pedidos	74
3.3.1 Classificação dos sistemas de separação de pedidos	76
3.3.2 Estratégias para separação de pedidos	79
3.4 Políticas de roteamento	83
3.4.1 Heurísticas de roteamento.	84
3.5 Questões para discussão	86
3.6 Dinâmica: imagem & ação	87

3.6.1 Procedimento	87
3.6.2 Objetivo	89
3.6.3 Materiais necessários	89
3.7 Case B	90
Referências consultadas	92

Capítulo 4 - Atribuição de locais de armazenamento. 97

4.1 Sistema de localização de estoque	98
4.1.1 Políticas de estocagem.	99
4.1.1.1 Estocagem dedicada ou fixa	99
4.1.1.2 Estocagem variável ou aleatória	100
4.1.1.3 Estocagem baseado em classes	100
4.1.1.4 Decisão sobre a política de estocagem.	101
4.1.2 Atribuição do local de estocagem (SLA)	105
4.1.2.1 Estabelecer o critério de priorização do espaço.	105
4.1.2.2 Estabelecer a regra de alocação nos corredores.	108
4.1.3 Avaliação das alternativas de SLA	109
4.2 Exemplo prático 3	110
4.2.1 Exercício sugerido.	116
4.2.1.1 Solução do exercício	117
4.3 Questões para discussão	118
Referências consultadas	119

Capítulo 5 - Comércio eletrônico e <i>last mile</i>	123
5.1 Comércio eletrônico	124
5.1.1 Mudanças na logística pelo comércio eletrônico	126
5.2 <i>Last-mile</i>	128
5.2.1 Desafios de <i>last-mile</i> no <i>e-commerce</i> .	131
5.2.2 Iniciativas e tendências	132
5.3 Questões para discussão	136
5.4 Case C.	137
Referências consultadas	143

[CAPÍTULO 1]

INTRODU ÇÃO À ARMAZE NAGEM

Um canal logístico é composto por um número de empresas independentes que, combinadas, são responsáveis pela entrega de sortimentos de produtos e matérias para o lugar certo e na data apropriada.

Com o advento da gestão da cadeia de abastecimento, armazéns mudaram seu papel estratégico para atingir as metas logísticas de menores tempos de ciclo do pedido, menor nível de inventário, menores custos e melhor serviço ao cliente. Portanto, este livro enfatiza a função de armazenagem que ocorre no canal logístico, associada à concentração, seleção e dispersão de bens, realizada como antecipação a futuras transações comerciais.

Neste primeiro capítulo, vamos ver alguns conceitos básicos importantes para o entendimento do restante do livro.

1.1 ARMAZENAGEM OU ESTOCAGEM?

Os termos “estocagem” e “armazenagem” são frequentemente usados para identificar coisas semelhantes; contudo, é interes-



te dissociar os termos. A armazenagem está relacionada a todas as atividades de manuseio e guarda temporária necessária para garantir a disponibilidade e a distribuição dos materiais, que ocorrem dentro do local chamado armazém. Enquanto estocagem, por sua vez, diz respeito à guarda temporária destes materiais, ou seja, do estoque (MOURA, 1997).

Em outras palavras, armazenagem é a gestão do espaço necessário para manter os estoques. Dentro de um armazém, podem existir vários pontos de estocagem; além disso, são realizadas várias atividades de manuseio dos materiais, especialmente destinadas à separação de pedidos, tais como: recebimento (descarga) de materiais, atribuição/restituição para/do estoque, políticas de zoneamento, lote ou roteirização, triagem, empacotamento, consolidação e expedição (carga). Além de atividades de verificação e controle.

Neste sentido, tem-se uma preocupação com o inventário. Este está relacionado à quantidade de cada unidade mantida em estoque (*Stock Keeping Unit* – SKU) dentro do espaço de armazenagem. Exemplificando, podemos ter duas SKUs: SKU-01 – canetas azuis e a SKU-02 – canetas vermelhas. Ao inventariar, podemos verificar que há 200 unidades da SKU-01 e 300 unidades da SKU-02. O uso da terminologia SKU é importante para diferenciar as características dos materiais e auxilia no processo de codificação e identificação. Por sua vez, o inventário é uma atividade de gestão de estoque.

Desta forma, entende-se por estoque quaisquer quantidades de bens físicos (matéria-prima, componente/ produto semiacabado ou produto em processo (*work in progress* - WIP) e produto acabado) que sejam conservados por algum intervalo de tem-



po. Por isso, pode haver três tipos de sistemas de armazenagem (BALLOU, 2006; BATALHA; SILVA, 2001):

- *Primários*: aqueles com a finalidade, de acordo com a empresa, de estocar materiais para a linha de produção. Eles podem ser designados também por: (a) Almoxarifado, onde são guardados todos os materiais de uso geral para apoio: material de escritório, ferramentas e outros materiais para manutenção de equipamentos, etc.; (b) depósito, onde se guardam as matérias-primas e embalagens.
- *Intermediário*: para produtos semiacabados que não podem ser comercializados diretamente, constituindo-se em um passo intermediário na linha de produção.
- *Produtos acabados*: é destinado à guarda dos produtos saídos da linha de produção, que são estocados para atender ao cliente externo. Aqui também se pode estocar componentes/semiacabados comercializados como peças de reposição.

Devemos ressaltar que, embora haja essa delimitação linguística e organizacional, os diferentes estoques podem compartilhar o mesmo espaço físico, desde que não haja restrições, como por exemplo, de ordem sanitária.

Outra nomenclatura importante é a diferença entre armazém e centro de distribuição (CD): ambos servem para a mesma finalidade e possuem atividades similares. A principal diferença é a de que o armazém está associado à unidade produtiva – faz parte dos departamentos/setores de uma empresa (unidade de negócios). O armazém de matéria prima ou WIP atende o clien-



te interno (processo produtivo), e o armazém de produto acabado atende o cliente externo desta unidade de negócios. Não há separação jurídica entre o armazém e o processo produtivo: eles fazem parte de um todo, assim como o depósito e o almoxarifado.

Já o CD constitui um novo CNPJ que representa outra unidade de negócios podendo ser do mesmo grupo ou pertencer a terceiros. Em outras palavras, a armazenagem é essência do seu negócio. Desta forma, o CD pode receber produtos/materiais de apenas uma ou de várias empresas e, então, distribuir para os clientes externos. Desta forma, além do mix de produtos o CD ainda pode realizar o sortimento entre os fornecedores, permitindo consolidação de cargas até para clientes menores. O CD ainda traz a vantagem da flexibilidade na localização, sendo independente do espaço físico da unidade produtiva, podendo estar mais próximo ao mercado consumidor.

Desta forma, há uma tendência de os armazéns operarem no sistema empurrado, ou seja, instalações destinadas a armazenar produtos para ofertar quando o cliente demandar, enquanto os CDs operados no sistema puxado, ou seja, instalações cujo objetivo é receber produtos *just-in-time* de modo a atender às necessidades dos clientes.

Voltando-se à estocagem, há autores que argumentam que seja uma atividade improdutiva, gerando apenas custos. Contudo, a estocagem pode agregar valor em vários processos produtivos que dependem de certa “demora” para gerar incrementos ao produto. Como exemplos, têm-se: queijos maturados, vinhos, embutidos, etc.



Além disso, a estocagem promove a disponibilidade do produto, auxiliando a gestão dos clientes por meio do produto certo, na hora certa e no local certo, especialmente em cadeias de suprimentos de produtos sazonais. Obviamente que isso somente agregará valor, em termos de eficiência na cadeia de suprimentos, se esse estoque for corretamente dimensionado e não estiver, na verdade, mascarando erros gerenciais. Erros de previsão e/ou de programação da produção, *setup* e/ou *lead times* longos são exemplos de erros comuns que são suavizados pela formação de estoques. Neste caso, não há agregação de valor, mas sim erros gerenciais e operacionais que devem ser solucionados.

OBSERVAÇÃO: neste livro, adotaremos os termos armazenagem e armazém sempre que o conceito ou metodologia também for útil em Centros de Distribuição. Quando houver situações específicas e distintas a cada um, essas situações serão ressaltadas.

1.2 OPERAÇÕES DO SISTEMA DE ARMAZENAGEM

Os sistemas de armazenagem podem apresentar quadro funções mais comuns, que são:

- Apoio: aqueles que servem para receber materiais de um ou vários fornecedores e abastecer um sistema produtivo (Figura 1).





Figura 1 – Função de apoio

Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2009).

- Separação: aqueles que servem para receber e estocar a produção da fábrica e separar os itens de acordo com o pedido de cada cliente antes de distribuir (Figura 2).



Figura 2 – Função de separação

Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2009).

- Consolidação: aquele que realiza a agregação dos produtos de diferentes fabricantes antes da expedição em carga completa (FTL - *Full Truck Load*) (Figura 3).

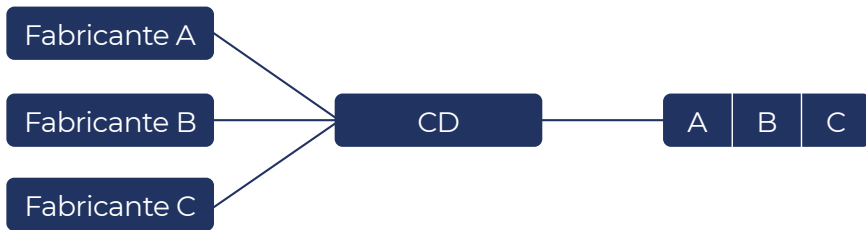


Figura 3 – Função de consolidação

Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2009).

- Sortimento: aquele que realiza um mix dos produtos de diferentes fornecedores para expedir em cargas fracionadas (LTL - *Less than Truck Load*) aos clientes. Para tornar mais eficiente, é normal que os centros de distribuição utilizem de técnicas *crossdocking* ou *Milk run* (Figura 4).

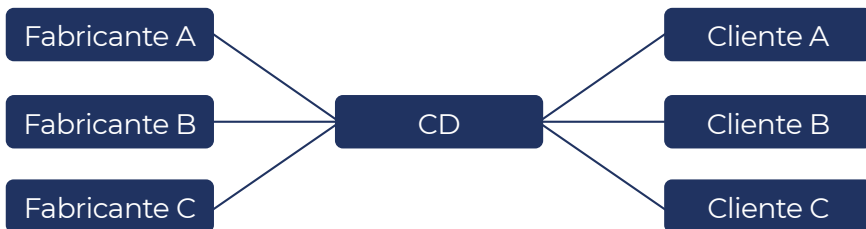


Figura 4 – Função de Sortimento

Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2009).

Conceitos relevantes:

Transit point = os produtos recebidos já têm seus destinos definidos. Na verdade, esses produtos já estão pré-alocados aos clientes de forma que podem ser imediatamente expe-



dados para a entrega local, evitando a espera pela colocação dos pedidos. Normalmente usados em armazéns de separação, onde a ordem de produção está vinculada ao pedido do cliente.

Crossdocking opera sob o mesmo formato que os *Transit Points*, porém envolvem múltiplos fornecedores e atendendo a múltiplos clientes comuns. Em geral, quem utiliza esse sistema são os centros de distribuição ou atacados para suprir as cadeias de varejo no sistema de sortimento ou consolidação.

Milk run (roteiro do leiteiro) refere-se aos tradicionais leiteiros, que faziam entrega de leite em domicílio, significando, na moderna logística, entregas ou coletas programadas periódicas, com roteiro fixo. Em outras palavras, é uma rota em que um caminhão: (a) entrega produtos de um único fornecedor para vários varejistas ou (b) coleta de vários fornecedores para um único local do comprador.

Fonte: Adaptado de Corrêa (2014).

1.3 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO

Um sistema de classificação e codificação é fundamental para os procedimentos de armazenagem adequados, controle eficiente dos estoques e operacionalização correta das atividades de armazenagem (NOGUEIRA, 2018).

Classificar um material significa agrupá-lo segundo sua forma, dimensão, peso, tipo, família e uso, ou seja, ordená-lo se-



gundo critérios adotados, agrupando materiais de acordo com as suas semelhanças (CAZELLA *et al.*, 2018).

Codificar um material significa representar todas as informações necessárias, suficientes e desejadas por meio de números e/ou letras, com base na classificação obtida do material (RUSSO, 2013). A codificação também é usada para facilitar a identificação do local de armazenagem (Figura 5).

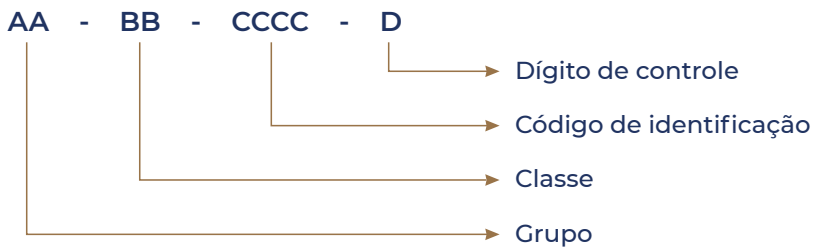


Figura 5 – Exemplo de sistema de codificação

Fonte: Dias (2010).

O Grupo representa a classificação geral dos materiais; a Classe representa a classificação individualizadora, ou o subgrupo; o Código de identificação representa a classificação definidora e serve para qualquer informação que se faça necessária acrescentar para especificar o material, Dígito de controle pode ser usado se for necessário acrescentar algum detalhe a especificação que não cabe no código de identificação (DIAS, 2010).

Suponha, por exemplo, que uma empresa armazene ‘Caneta Esferográfica BIC Cristal Precisão e Suavidade, Ponta Ultra Fina, 0.7mm’, em duas cores, azul e preto, e em dois tipos de embalagem, pacotes com 25 e 50 unidades. Essa codificação pode se dar da seguinte maneira:

- Azul com 25 unidades: 01-01-1111-1
 - ◆ Grupo: 01 – material de escritório.
 - ◆ Classe: 01 – canetas esferográficas.
 - ◆ Código de identificação: 1111 – marca BIC, Cristal Precisão e Suavidade, Ponta Ultra Fina, 0.7mm, cor Azul.
 - ◆ Dígito de controle: 1 – pacote com 25 unidades.

- Azul com 25 unidades: 01-01-1112-1
 - ◆ Grupo: 01 – material de escritório.
 - ◆ Classe: 01 – canetas esferográficas.
 - ◆ Código de identificação: 1112 – marca BIC, Cristal Precisão e Suavidade, Ponta Ultra Fina, 0.7mm, cor Preta;
 - ◆ Dígito de controle: 1 – pacote com 25 unidades.

- Azul com 25 unidades: 01-01-1111-2
 - ◆ Grupo: 01 – material de escritório.
 - ◆ Classe: 01 – canetas esferográficas.
 - ◆ Código de identificação: 1111 – marca BIC, Cristal Precisão e Suavidade, Ponta Ultra Fina, 0.7mm, cor Azul.
 - ◆ Dígito de controle: 2 – pacote com 50 unidades.

- Azul com 25 unidades: 01-01-1112-2
 - ◆ Grupo: 01 – material de escritório.
 - ◆ Classe: 01 – canetas esferográficas,
 - ◆ Código de identificação: 1112 – marca BIC, Cristal Precisão e Suavidade, Ponta Ultra Fina, 0.7mm, cor Preta,
 - ◆ Dígito de controle: 2 – pacote com 50 unidades.



Na codificação, a empresa pode usar tanto números quanto letras. Além disso, os endereços, onde o material está localizado no armazém, também podem e devem ser codificados com o uso de letras e/ou números, representando ruas (corredores) e baias (espaços e níveis de armazenagem).

1.4 ARMAZÉM PRÓPRIO OU TERCEIRIZADO?

Para compreender melhor os conceitos aqui apresentados, vamos iniciar com uma analogia.

Analogia:

Casa própria = você investiu capital financeiro para aquisição da casa, móveis e eletrodomésticos (investimento financeiro), precisa pagar todas as contas, fazer ou contratar quem limpe e organize a casa (custos fixos e variáveis) = **Armazém próprio**.

Casa alugada = você não investiu capital financeiro para aquisição da casa, mas investiu na aquisição de móveis e eletrodomésticos. Além disso, também precisa pagar todas as contas, fazer ou contratar quem limpe e organize a casa (custos fixos e variáveis) = **Armazém arrendado**.

Hotel = Você não precisa fazer nenhum investimento financeiro em capital, todas as operações são controladas e executadas pela administração do hotel, você paga por dia e serviço utilizado (custo totalmente variável) = **Armazém terceirizado** (também chamado alugado ou público).



A partir desta analogia, é possível compreender as vantagens de cada situação (Quadro 1). Para entender melhor essas vantagens, é importante entender o comportamento da utilização dos espaços de armazenagem. Variações sazonais no uso do armazém podem provocar a sub ou superutilização, que elevam os custos (BALLOU, 2006).

- **Subutilização:** capacidade ociosa que cria altos custos fixos. Neste caso, quando se dividem os custos fixos por unidade de processamento, há um custo de estocagem muito alto devido à baixa utilização.
- **Superutilização:** o excesso no manuseio dos materiais intensifica a ineficiência do manuseio e aumenta as avarias aos produtos estocados, que criam alto custo variável.

Neste sentido, o armazém próprio será eficiente se e somente se houver um estudo e implementação da capacidade instalada adequada à necessidade da empresa. Cenários de elevada variação sazonal de necessidade de espaço devem estudar a possibilidade de terceirizar todo ou parte do seu sistema de armazenagem.

Entende-se por terceirização (do inglês *outsourcing*) a transferência de atividades, funções e/ou processos previamente realizados internamente para um parceiro externo que assume a responsabilidade pela execução sob certas condições contratuais com o objetivo de gerar benefícios no nível de negócios. Na logística, as empresas terceirizadas são chamadas de Provedores de Serviços Logísticos.

As vantagens do armazém próprio são as desvantagens do terceirizado e *vice-e-versa* (Quadro 1).



Quadro 1 – Vantagens da armazenagem Própria *versus* Terceirizada

Próprio	Terceirizado
Armazenagem mais barata quando se utiliza maciçamente as instalações sem atingir a super utilização.	Nenhum capital imobilizado, ou seja, não há investimentos em instalações e equipamentos. A não imobilização do capital é ideal quando a empresa tem outras utilizações para o capital ou não dispõe do recurso necessário.
Maior controle sobre as operações, o que proporciona condições para uma estocagem eficiente e um alto nível de serviços.	Todo o custo para a empresa contratante é variável, ou seja, proporcional ao grau de utilização. Ideal para cenários de baixa utilização ou para absorver parte das necessidades em momentos de super utilização do espaço próprio.
Pode ser a única alternativa quando o produto exigir equipamentos e/ou pessoal especializado. Ex: produtos farmacêuticos.	Localização flexível: Como os contratos são de curto ou médio prazo, fica mais fácil e menos dispendioso alterar os locais a fim de acompanhar o mercado.
Os benefícios derivados da propriedade de imóveis.	Essa ausência de compromisso de longo prazo proporciona a flexibilidade indispensável para manter uma rede logística ótima.
O espaço pode ser reformado no futuro para outros fins.	Por serem “especialistas”, os provedores conseguem oferecer serviços adicionais, tais como: Atividade que envolve a alfândega ou receita federal.
Pode funcionar como base para o departamento de vendas, tráfego, etc.	Deferimento de impostos: neste caso a empresa poderá pagar os impostos sobre importações após a venda do produto, imobilizado menos capital.

Fonte: Adaptado de Ballou (2006).

O armazém arrendado traz as características muito semelhantes ao próprio sem as desvantagens do elevado volume de capital imobilizado em instalações e, apesar de não ser tão flexível quando o terceirizado, a alteração de localização é mais fácil do que no próprio. Além disso, permite um maior controle das operações do que no terceirizado. Ele se destaca como uma boa opção quando a empresa ainda não tem definição clara quanto à melhor localização para o empreendimento e prefere, pelo volume transacionado, gerenciar as operações. Se utilizado por longo período, uma análise econômica é recomendada, visto que a construção do armazém pode ser mais viável do que o custo com o pagamento do arrendamento.

1.4.1 Provedores de Serviços Logísticos

Basicamente existem quatro classificações de provedores de serviços logísticos: Transportadoras (*Carriers*), Logística terceirizada 3PL, 4PL e 5PL (GIUSTI *et al.*, 2019).

As **transportadoras** são baseadas principalmente em ativos físicos (caminhões, trilhos, linhas oceânicas, aeronaves) e que prestam serviços transportando mercadorias dos expeditores (*shippers*). Elas trabalham ou diretamente com seus próprios clientes ou oferecem seus serviços de transporte aos provedores de serviços 3PL, 4PL e 5PL. Elas não “vendem” operações de armazenagem, embora possam fazê-lo, por sua conveniência, a depender da distância percorrida e região atendida.

Os **Provedores de serviços de logística terceirizados (3PL)** geralmente estão envolvidos nos negócios de seus clientes. Oferecem serviços relacionados a atividades logísticas básicas (trans-



porte, gerenciamento de estoque e armazenamento). Eles são os intermediários entre compradores e vendedores, podendo possuir ativos físicos, mas seu principal recurso é o conhecimento sobre o gerenciamento de soluções simples de tecnologia, tendo como exemplo o rastreamento de remessas.

Já os **Prestadores de serviços de logística de terceiros (4PL)** geralmente estão envolvidos em relacionamentos de longo prazo com seus clientes para os quais, além de gerenciar suas cadeias de suprimentos, eles também desenvolvem estratégias para melhorar essas cadeias de suprimentos. Eles não possuem ativos e vendem *know-how* de gerenciamento, baseados em sistemas de informação e capacidade analítica, o que lhes permite identificar e implementar as melhores soluções para cada cliente com base na utilização de ativos de terceiros tendo como por exemplo as transportadoras.

Por fim, **Prestadores de serviços de logística de terceiros (5PL)** são a evolução do 4PL para o ambiente de *e-business* que apresenta características diferentes da logística tradicional.

1.5 A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PROCESSOS

A essência da gestão por processos é a coordenação das atividades realizadas na organização, em particular aquelas executadas por diversas equipes de diversas áreas e que compõem os processos organizacionais (CRUZ, 2009).

Um **processo** é uma série de atividades logicamente inter-relacionadas que, quando executadas, produzem resultados esperados.



O **processo** é a maneira através da qual uma organização transforma insumos em resultados que visam atender as necessidades e expectativas dos clientes.

Fonte: Cruz (2009).

Segundo Hammer (2013), por meio da gestão de processos, uma empresa pode:

- Garantir que seus processos cumpram o prometido e funcionem de forma coerente com o nível de desempenho que eles são capazes de oferecer.
- Determinar quando um processo não está mais atendendo às suas necessidades e às dos clientes e que, por isso, precisa ser substituído.

“Os **benefícios** operacionais gerados por fatores como consistência, custo, velocidade, qualidade e serviços se traduzem em custos operacionais mais baixos e maior satisfação do cliente, o que, por sua vez, impulsiona o **desempenho organizacional**”.

Fonte: Hammer (2013, p.7).

Este livro não se destina a ensinar ao leitor como realizar a gestão de processos. Para isso, na literatura há inúmeras referências que podem ser consultadas, tais com: Baldam, Valle e da



Silva (2009), De Sordi (2017), Paim *et al.* (2019), Vom Brocke e Rosemann (2013) e Valle e Souza (2014). A intenção desta seção é ressaltar a importância do mapeamento de processos. Tudo deve ser iniciado com um bom mapeamento de processos, pois isso facilitará (HAMMER, 2013):

- O entendimento do todo
- A identificação de problemas
- A resolução de problemas.

Por meio das imagens dos fluxos, o mapeamento ajuda na cognição, facilitando o entendimento por parte dos envolvidos.

O **mapeamento dos processos** ajuda no aprendizado cognitivo dos envolvidos.

1.6 QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

- 1) O armazenamento pode ser considerado a essência dos negócios de empresas como distribuidores atacadistas?
() Certo () Errado
- 2) O que é estoque?
- 3) Qual a diferença entre estocagem e armazenagem?
- 4) Qual é a diferença básica entre Centro de Distribuição e armazém?
- 5) Em uma unidade de manufatura podem existir três tipos de sistemas de armazenagem, quais são?



- 6) Qual a diferença entre *Cross-docking* e *transit point*?
- 7) O que é *Milk run*?
- 8) O que significa classificação e codificação dos materiais em armazéns?
- 9) Quais são os tipos de Provedores de Serviços Logísticos?
- 10) Variações sazonais no uso do armazém podem provocar a sub ou superutilização. Explique.
- 11) Por que mapear processos?

1.7 DINÂMICA DAS CAIXAS

Essa dinâmica foi elaborada na disciplina de Gestão da Cadeia de Suprimentos, do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEP/CAA/UFPE), juntamente com os discentes: Camyla Ferreira Morno; Emanuel Bruno B. Marins de Araújo; Geisiane Bárbara Inácio dos Santos; e Joyce Danielle de Araújo.

1.7.1 Procedimento

A turma deve ser dividida em grupos. Sugere-se que cada grupo seja composto por dois a quatro integrantes. Cada grupo receberá um roteiro explicando a situação da empresa, os custos envolvidos e a tabela de preenchimento do planejamento da produção (Tabela 3 –). O professor deve apresentar três caixas à turma. Cada caixa representa um tamanho de lote de produção, como mostra a Tabela 1.



Tabela 1 – Dinâmica: Produtividade individual das caixas de perguntas.

Caixa	Unidades produzidas	Nível sugerido para as perguntas
C1	40	Fácil
C2	50	Média
C3	68	Difícil

Fonte: A autora (2022).

Na primeira rodada, cada grupo deverá escolher qual caixa deseja, ou seja, qual tamanho de lote precisa produzir naquela semana para atender a demanda. Após escolher a caixa, cada grupo irá retirar uma ficha de dentro da caixa que corresponderá ao número de uma pergunta de conceitos gerais. O professor irá fazer a pergunta ao grupo. Se o grupo acertar a resposta, esse poderá produzir o lote e calcular as consequências para o primeiro período de produção. Se errar, esse não irá produzir, devendo postergar a produção para o próximo mês e incorrer nos custos da falta. O professor finalizará a primeira rodada depois que todos os grupos responderem à primeira pergunta.

Na segunda rodada, o professor solicita novamente a escolha da caixa desejada e faz as perguntas correspondentes, como na rodada anterior. Se as perguntas de uma caixa se esgotarem antes das demais significa que aquele tamanho de lote não poderá ser mais escolhido. É permitida apenas a produção de um lote por rodada. Aquele que por ventura não produziu em uma rodada deverá arcar com os custos decorrentes.



Após finalizar as rodadas (no roteiro sugerimos quatro rodadas), os custos totais devem ser calculados e quem produziu em menor custo vence.

Como dificultar:

- O professor pode realizar a dinâmica antes de apresentar os conceitos gerais. Isso ajuda a mensurar os conhecimentos *a priori* da turma, bem como eleva a chance de erros nas respostas, o que estimulará a competitividade entre os grupos.
- O professor pode determinar que apenas um integrante pode responder em cada rodada e que a cada rodada não se repita o respondente até que todos participem.

1.7.2 Objetivo

O objetivo da dinâmica é discutir os conceitos gerais (simples) do capítulo, bem como conceitos *a priori* esperados, ao mesmo tempo em que a turma brinca com o planejamento da produção de uma empresa fictícia.

1.7.3 Materiais necessários

- Três caixas sinalizando as quantidades correspondentes ao lote de produção.
- Papel com número de perguntas de conceitos gerais (dentro das caixas).
- Lista de perguntas com diferentes níveis de dificuldade. O número de perguntas igual ou maior do que o número

de grupos de alunos multiplicado pelo número de rodadas previstas, divididas igualmente entre as três caixas.

- Roteiro (vide secção 1.6.4).
- Calculadora.
- Caneta/lápis.

1.7.4 Roteiro sugerido

A empresa APOLO é referência no segmento de componentes elétricos veiculares e recentemente entrou para a cadeia de suprimentos da FCA – *Fiat Chrysler Automobiles* e do Grupo Volkswagen. APOLO é reconhecida no mercado pela qualidade de seus produtos e pela alta eficiência em responder às necessidades de seus clientes. O elevado número de carros exportados pela FCA força a empresa a cumprir uma produção elevada e que pode garantir a APOLO 80% do fornecimento dos chicotes elétricos para os projetos futuros da FCA. Os custos podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Custos envolvidos

Descrição	Custos
Custo de Produção	R\$ 6,00/unidade
Custo de Estoque	R\$ 2,00/unidade/semana
Custo da Falta	R\$ 10,00/unidade/semana
Multa por postergar a entregar de todo lote ou parte dele	R\$ 600/pedido
Custo de entrega x	x < 62 unidades = R\$ 110,00/entrega; x ≥ 62 unidades = R\$ 90,00/entrega.

Fonte: A autora (2022).

A empresa possui, em seu estoque inicial, 50 unidades do produto (chicote elétrico). Para garantir a produtividade e atendimento da demanda, cada equipe deve escolher uma das três caixas e responder, de forma correta, à pergunta; cada caixa garante uma produção determinada do produto. OBS: Caso a demanda não seja atendida em uma semana, ela deve ser cumprida nas semanas seguintes, ou seja, deve haverá a entrega postergada.

Tabela 3 – Dinâmica: tabela preenchimento

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
Demanda	42	102	68	42	
Estoque Inicial					
Produção					
Falta					
Entrega					
Estoque Final					
Custos:					
Produção					
Estoque					
Falta					
Multa					
Entrega					CUSTO TOTAL:
SOMA (R\$)					

Fonte: A autora (2022).

O objetivo da dinâmica é atender à demanda da FCA, visando obter o menor custo para o fabricante.

1.8 CASE A

Desafios na gestão da cadeia de suprimentos para empresas do setor tecnológico: o caso da NOTEDELL

A empresa NOTEDELL, empresa Brasileira sediada em Caruaru, Pernambuco, atua no ramo tecnológico produzindo computadores, notebooks e componentes eletrônicos há mais de 30 anos e tem cerca de 400 funcionários distribuídos entre o parque industrial, setores de distribuição e vendas. A empresa NOTEDELL, conhecida como ND, é a empresa foco pertencente a um complexo sistema de redes de cadeias de suprimento.

Atualmente, um dos grandes desafios da empresa ND é gerenciar a sua cadeia de suprimentos, pois continuamente várias decisões devem ser tomadas para atender as expectativas do mercado tecnológico. Um dos problemas da sua cadeia interna é controlar o fluxo de estoque em processo, ocasionado pela estratégia da empresa em manter uma produção constante de algumas peças “padrão” para acelerar o processo produtivo. A empresa ND possui na sua cadeia interna dois setores principais de produção: (1) relacionada à produção dos computadores, notebooks e componentes eletrônicos e (2) setor P&D (Pesquisa e Desenvolvimento).

A ND adota medidas para flexibilizar a sua linha de produção.

Para conseguir ser mais competitiva e garantir uma fatia do mercado consumidor tecnológico, a ND está promovendo várias ações para equilibrar a redução de custos e a disponibilidade de produtos inovadores em um tempo cada vez menor.



Uma estratégia adotada pela empresa foi reestruturar o seu processo produtivo, buscando atender simultaneamente aos clientes que demandam por produtos funcionais ou inovadores, respectivamente.

A empresa identificou os seus produtos de linha base e de inovação. Os produtos de linha de base são direcionados para os clientes que buscam um menor preço, pois esse público é sensível à variação do custo. Com isso, é mais viável para a empresa adotar o tipo de cadeia eficiente. Já os produtos de inovação têm demandas voláteis menos previsíveis e requerem rápidas mudanças solicitadas pelos clientes, sendo, portanto, a cadeia responsiva mais indicada para essa linha de produtos inovadores.

Para poder gerenciar a sua cadeia de suprimentos (produtos de linha e/ou inovadores), a ND adotou a estratégia de ter duas cadeias de suprimentos: uma relacionada a uma cadeia enxuta com foco na redução de custos e outra denominada cadeia ágil, tendo mais flexibilidade e disponibilidade de produtos inovadores, mesmo apresentando um custo maior, pois o objetivo é atender a demanda do momento e garantir uma margem de lucro maior com esses produtos.

Os produtos da ND podem ser adquiridos de duas formas: através do Call Center ou pelo site da empresa. Após a solicitação de pedidos, a empresa gerencia sua distribuição adotando a política de entrega por encomenda para os produtos personalizados, já que o volume de saída é menor. Para os produtos de linha de base, que estão associados aos clientes de grande porte, como Americanas e Casas Bahia, os pedidos são agrupados em cargas fracionadas (LTL) para cargas menores, que não preencham completamente o veículo de entrega; ou cargas completas (FTL) para cargas maiores, que ocupam todo o caminhão.



A ND adotou a estratégia de entrega por encomenda para clientes cadastrados como “pessoa física” com o objetivo de reduzir os custos de transporte e garantir uma entrega rápida, sendo este tipo de entrega terceirizado. Já para os clientes cadastrados como “pessoa jurídica”, a entrega é realizada através do uso do modal terrestre (rodoviário) utilizando a frota de caminhões da empresa. Para otimizar a rota de transporte, a ND agrupa os pedidos de acordo com as regiões, principalmente para caminhões de cargas LTL. A ND incorpora na sua frota de caminhões um sistema dinâmico de roteamento no qual são realizadas atualizações dos pedidos prontos em tempo real para otimizar as rotas pré-definidas.

Um dos grandes desafios da ND é lidar com a dependência do modal rodoviário, pois existem vários imprevistos como vias bloqueadas por protestos, obras e condições ruins das estradas que podem prejudicar e atrasar sua distribuição, gerando custos adicionais.

Fonte: Esse estudo de caso foi elaborado na disciplina de Gestão da Cadeia de Suprimentos juntamente com as discentes: Jane Kelly Barbosa de Almeida e Layza Sayara Sobral Melo.

Questões para discussão:

- 1) Como a ND pode evitar a falta ou o excesso em estoque de produtos semiacabados, sabendo que existe uma demanda constante, mas devido ao seu setor tecnológico, pode se tornar obsoleto?



- 2) A terceirização de serviços logísticos é uma opção para a ND?
- 3) Quais as vantagens e desvantagens em terceirizar os serviços logísticos neste caso?

REFERÊNCIAS

BALDAM, R.; VALLE, R.; DA SILVA, H. P. *Gerenciamento de processos de negócios: BPM: Business Process Management*. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009. 240 p.

BALLOU, R. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L da. *Gestão Agroindustrial - GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

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

CAZELLA, C. F. et al. Análise da estrutura organizacional da área de materiais da empresa Star distribuidora de embalagens. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Chapecó*, v. 3, 2018.

CORRÊA, H. *Administração de cadeias de suprimentos e logística: o essencial*. São Paulo: Atlas, 2014.



CRUZ, T. J. C. S. *Sistemas, organização & processos: administrando organizações por meio de processos de negócios*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DE SORDI, J. O. *Gestão por processos*. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2017.

DIAS, M. A. P. *Administração de materiais*. Uma abordagem logística. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIUSTI, R. *et al.* Synchromodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. *Transportation Research Part E*, [s. l.], v. 129, p. 92–110, 2019.

HAMMER, M. O que é Gestão de Processos de Negócio. In: VOM BROCKE, J.; ROSEMAN, M. (org.). *Manual de BPM: Gestão de processos de negócio*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MOURA, R. A. *Manual de logística: armazenagem e distribuição física*. v. 2. São Paulo: IMAM, 1997.

NOGUEIRA, A. S. *Logística Empresarial*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

PAIM, R. *et al.* *Gestão de processos: pensar, agir e aprender*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

RUSSO, Clovis Pires. *Armazenagem, Controle e Distribuição*/ Clovis Pires Russo. Curitiba: InterSaberes, 2013.

VALLE, R.; SOUZA, R. *Logística Reversa processo a processo*. São Paulo: Atlas, 2014.

VOM BROCKE, J.; ROSEMANN, M. *Manual de BPM: gestão de processos de negócio*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.

[CAPÍTULO 2]

PRO JETO DO **LAYOUT**

As empresas nem sempre utilizam os seus espaços da melhor forma, o que acarreta maior custo e aumento no preço final, sendo ambos repassados para os consumidores finais. O mau aproveitamento do espaço é, portanto, um comportamento antieconômico. Assim, um dos objetivos da administração da armazenagem é maximizar o espaço disponível, bem como a sua utilização.

O planejamento apropriado ajuda a efetuar a movimentação e a armazenagem eficientes e, no final, resulta em despesas operacionais menores. Portanto, o projeto do armazém e o controle das operações são essenciais para melhorar o desempenho dessa instalação. Chan e Chan (2011) apresentaram os principais problemas enfrentados pelos gestores nos armazéns, que são:

1. Design e dimensionamento do *layout*
2. Políticas de separação de pedidos (Capítulo 3)
3. Políticas de roteamento (Capítulo 3)
4. Políticas de atribuição de locais de armazenamento (Capítulo 4)

Este capítulo trata do primeiro problema.



2.1 ARMAZÉM MANUAL OU AUTOMATIZADO?

A primeira decisão necessária para o design e dimensionamento do armazém é definir o tipo de manuseio dos materiais utilizado, que pode ir de totalmente manual até totalmente mecanizado/automatizado (BALLOU, 2006). O armazém manual tem maior força direcionadora o emprego da mão de obra humana, isso permite maior flexibilidade na operação, ao mesmo tempo em que diminui a produtividade. Os erros por fator humano são recorrentes. Os custos com implementação e manutenção são baixos quando comparados aos automatizados, sendo ideais para situações de elevada variação das características dos itens manuseados e estocados, bem como onde o giro do estoque não seja alto suficiente para cobrir os custos de um armazém automatizado. A maioria dos armazéns é classificada nessa categoria.

Já os armazéns automatizados têm como força direcionadora o emprego de máquinas, exigindo a padronização dos itens manuseados, apresentando, assim, baixa flexibilidade. Sua capacidade de produção é elevada, sendo ideal para situações de elevado giro de estoque. Mais detalhes serão tratados na seção 3.3.1.

Conceitos importantes:

Picking (seleção) é a coleta dos produtos do estoque nas quantidades desejadas pelas ordens dos clientes.

Packing é o processo seguinte do *Picking*, ou seja, o processo de empacotamento, acomodação dos produtos e embalagem, quando necessário.



2.2 DESIGN DO LAYOUT

O *layout*, ou arranjo físico, é a integração do fluxo típico de materiais, da operação dos equipamentos de movimentação, combinados com as características que conferem maior produtividade ao elemento humano. O objetivo de um *layout* eficiente é uma maior velocidade do fluxo dos materiais e uma redução dos tempos de trabalho.

A eliminação dos tempos ociosos e das zonas de estocagem pouco eficientes pode permitir a economia, direta ou indireta, de horas de mão de obra ou de utilização das instalações, com a consequente redução dos custos.

Fatores que levam a necessidade de mudanças no *layout* (rearranjo):

- Modificação do produto;
- Lançamento de produtos;
- Variação da demanda;
- Obsolescência das instalações;
- Obsolescência ou mudança dos processos;
- Ambiente de trabalho inadequado (ruído, temperatura, umidade, etc.);
- Índice elevado de acidentes;
- Redução de custos.

Fonte: Dias (2010).



2.3 PROJETANDO O ARMAZÉM

Segundo Calzavara *et al.* (2017), em grande parte dos estudos envolvendo o *layout* do armazém, buscava-se determinar a configuração das prateleiras, zonas e corredores, concentrando-se em armazéns tradicionais, cujo *layout* é retangular, com um ou mais blocos.

Apesar do *design* do *layout* ser classificado como uma decisão tática, o mesmo exerce influência sobre a capacidade do armazém que corresponde a uma decisão estratégica. Além disso, a utilização do espaço e dos equipamentos também está sujeita à influência do *layout*, bem como as políticas de roteamento. Hassan (2002) destacou a complexidade de se projetar o *layout* devido ao:

- a. Elevado número de decisões, em que muitos dos problemas são combinatórios dificultando a obtenção de uma solução ideal.
- b. O número elevado de operações (por exemplo, *cross-docking*) e fatores (por exemplo, demanda, características físicas das SKUs) que devem ser considerados.
- c. A interação entre estas operações e fatores.

Portanto, para definir o *design* do *layout* é necessário considerar os elementos que compõem o armazém, como: a configuração dos corredores, sistema de *racks* (porta-paletes) para armazenagem 3D, se o *layout* é tradicional ou não, etc. Assim, para projetar o *layout* é preciso considerar (BALLOU, 2006):



- i. A distribuição dos itens nos locais do armazém.
- ii. O modo como as áreas funcionais estão dispostas.
- iii. Determinar a quantidade e a disposição das docas e dos pontos de entrada/saída (E/S).
- iv. O número de corredores e suas dimensões.

O Quadro 2 apresenta os principais parâmetros utilizados para definir o *design* do *layout* em armazéns.

Quadro 2 - Principais parâmetros para definir o design do *layout*

Autores	Corredores				Paradas seleção de pedidos	Número Prateleiras	Política Estocagem
	Número	Comprimento	Largura	Cruzamento			
<i>Caron, Marchet e Perego (2000)</i>		X			X		X
<i>Le-Duc (2005)</i>		X	X	X			X
<i>Roodbergen, Sharp e Vis (2008)</i>		X	X	X	X		
<i>Accorsi, Manzini e Maranesi (2014)</i>	X	X	X			X	X
<i>Shqair, Altarazi, Al-Shihabi (2014)</i>	X	X					X
<i>Roodbergen, Vis e Don Taylor (2015)</i>			X	X		X	

Fonte: Vila Nova (2019).

De acordo com Dias (2010), algumas diretrizes para o *layout* do armazém devem ser seguidas:

- ✓ A largura dos corredores está relacionada com o tipo de equipamentos de movimentação de cargas que será utilizado.
- ✓ A altura da última carga paletizada depende da elevação máxima do garfo da empilhadeira, além da altura do pé-direito do armazém.
- ✓ O dimensionamento das estruturas, estantes e locais de estocagem de caixas, paletes ou contêineres, dependerá das medidas e peso dos mesmos.
- ✓ No que se refere ao piso, ele deve ser plano, nivelado, uniformemente distribuído e apto a suportar cargas pontuais e de movimentação.
- ✓ Importante atentar aos locais livres para guardar os equipamentos, operações gerais, separação de mercadorias, embarque e desembarque, quarentenas etc.
- ✓ Quanto aos corredores, eles são o acesso às estruturas ou localizações, bem como são sinônimo de menos espaço disponível para armazenar.

2.3.1 *Layout* e o tipo de material

No projeto de um armazém, é necessário, inicialmente, determinar o nível de flexibilidade desejado, com base no propósito da instalação. Se este objetivo for uma instalação para estocar itens raramente utilizados, então provavelmente não será necessária uma resposta rápida. Se for um armazém onde grandes cargas precisam ser rapidamente movimentadas para dentro e para fora da instalação, a flexibilidade é imperativa.

Em outras palavras pode-se afirmar que:



Materiais/Produtos com **baixo giro** de estoque → Requerem menor responsividade → **Cadeias eficientes** (menor custo) → Foco na redução dos custos de estocagem e manuseio dos materiais → **Menor Flexibilidade**.

Materiais/Produtos com **alto giro** de estoque → Requerem mais responsividade → **Cadeias responsivas** (maior rapidez) → Foco na agilidade em resposta as ordens dos clientes → **Maior Flexibilidade**.

A partir desta definição pode-se chegar ao modelo conceitual da Figura 6.

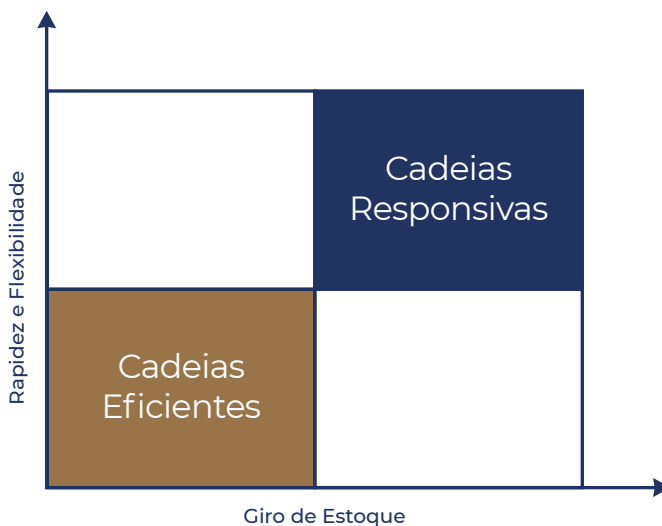


Figura 6 – Modelo conceitual da relação entre o giro de estoque e o custo esperado

Fonte: Adaptado de Pires (2016).



Portanto, recomenda-se que, para os materiais de baixo giro, ou *Slow moving stock* (Figura 7), faça-se uso, tanto quanto possível, de baias largas e profundas com empilhamentos tão alto quanto possível. Além disso, uso de corredores estreitos, respeitando as dimensões dos equipamentos de *picking*. Esta maior dificuldade de acesso é compensada pela utilização maciça do espaço. Por outro lado, para os materiais de alto giro, ou *Fast moving stock* (Figura 8), o *layout* deve ser revisto para facilitar a movimentação, como corredores mais largos e alturas menores. A maior responsividade compensa a menor utilização do espaço (BALLOU, 2006).



Figura 7 – Layout: *Slow moving stock*

Fonte: www.longa.com.br/

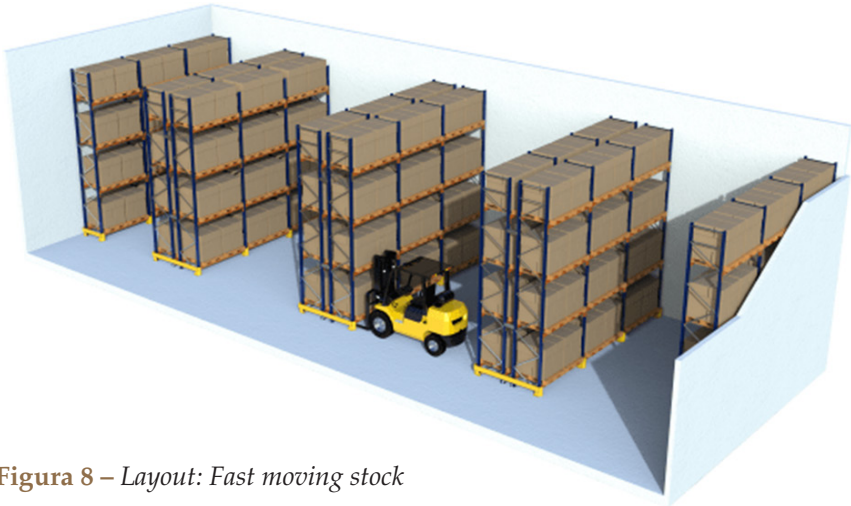


Figura 8 – Layout: Fast moving stock

Fonte: www.longa.com.br/

2.3.2 Dimensionando o armazém

De acordo com Ballou (2006), o dimensionamento de um armazém deve ser iniciado considerando a necessidade de espaço para armazenagem e depois adicionar as áreas necessárias para expedição, *picking*, embalagem, administrativo, etc.

Considerar as dimensões dos materiais é um pontapé inicial para esta estimativa. É importante lembrar que essa decisão é estratégica, pois é difícil e cara de ser modificada e tem impacto num horizonte de 20 anos ou mais.

O dimensionamento do armazém deve ser visto como uma decisão estratégica, relacionada a capacidade produtiva de médio e longo prazo.



Nesta seção, um exemplo prático é proposto para visualizar o problema. Na literatura, existem vários autores com metodologias mais sofisticadas disponíveis; contudo, o intuito aqui é apenas de visualização dos efeitos da dimensão dos produtos no requerimento de espaço no armazém.

2.3.2.1 Exemplo prático 1

Qual seria a necessidade de espaço para cada mês (Tabela 4) se a família de produtos fosse embalada em caixas de dimensão 30 cm x 40cm (largura x comprimento). Considerando o tamanho de um palete de 1,0m x 1,2m (largura x comprimento) e apenas 20 caixas podem ser empilhadas uma sobre a outra. Um porta-paleta tem capacidade para 60 paletes, somando os três níveis disponíveis. O *layout* do armazém será similar a Figura 9, sendo necessário corredor entre pares de porta-paleta.

Para uma boa circulação, os corredores devem ter no mínimo 2,0 m de largura e extensão por todo o porta-paleta. Uma estrutura de porta-paleta tem comprimento de 27m e largura igual do paleta.

Além disso, áreas para manobra e expedição são necessárias, estimadas em 35m² no total. Por fim, um escritório deve ser montando e para acomodar todos os processos é prevista uma área de 40 m². Considere a área ocupada por um porta-paleta equivalente á área necessária para todos os paletes em um nível serem acomodados. Considere uma taxa de giro de estoque média mensal de 03 unidades.



Tabela 4 – Demanda projetada (em unidades de caixas) para um ano

Mês	Demanda	Mês	Demanda	Mês	Demanda
Janeiro	300.000	Mai	260.000	Setembro	450.000
Fevereiro	430.000	Junho	780.000	Outubro	320.000
Março	550.000	Julho	640.000	Novembro	250.000
Abril	280.000	Agosto	420.000	Dezembro	310.000

Fonte: A autora (2022).

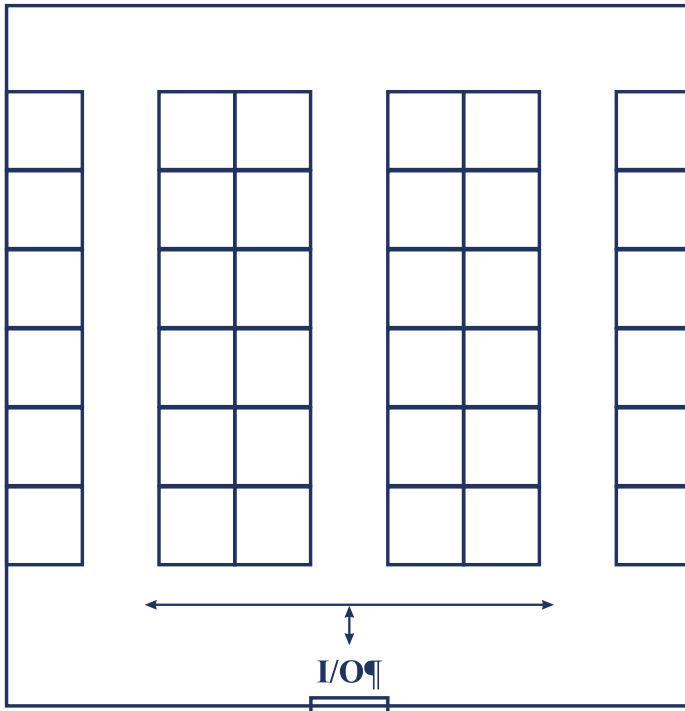


Figura 9 – Layout do armazém

Fonte: Adaptado de Fontana e Cavalcante (2014a).

2.3.2.2 Solução do Exemplo prático 1

(a) *Dimensão material:* $30 \times 40 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2 = 0,12 \text{ m}^2$

(b) *Dimensão palete:* $1,0 \times 1,2 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^2$

(c) *Dimensão porta-paleta:* $1,0 \times 27 \text{ m} = 27 \text{ m}^2$

(d) *Capacidade de um palete:* $Cap_{\text{paleta}} = \frac{1,2}{0,12} = 10 \times 20 = 200 \text{ caixas}$

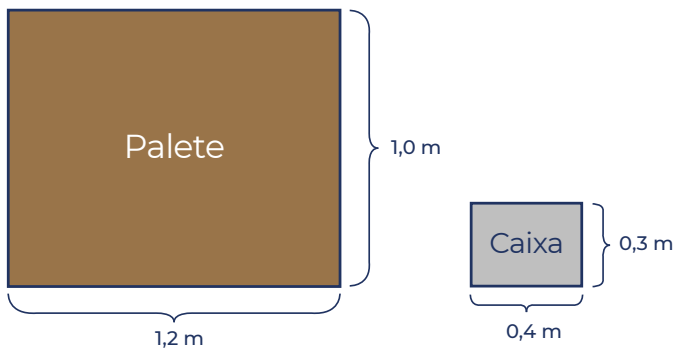
(e) *Quantidade de palete:* $Quant_{\text{paleta}} = \frac{\text{demanda}}{\text{giro} \times Cap_{\text{paleta}}}$

(f) *Quantidade de estrutura porta-paleta:* $Quant_{\text{estrutura}} = \frac{Quant_{\text{paleta}}}{60}$

Observação: por questão de coerência, a quantidade de palete e porta-paletes devem ser arredondadas para o um número inteiro mais próximo no sentido $+\infty$.

Portanto, a *área de estocagem* necessária para todas as estruturas porta-paletes será: $A = (c) \times (f)$

A alocação das caixas sobre o palete pode ser visualizada na Figura 10 e a Tabela 5 sumariza a solução.



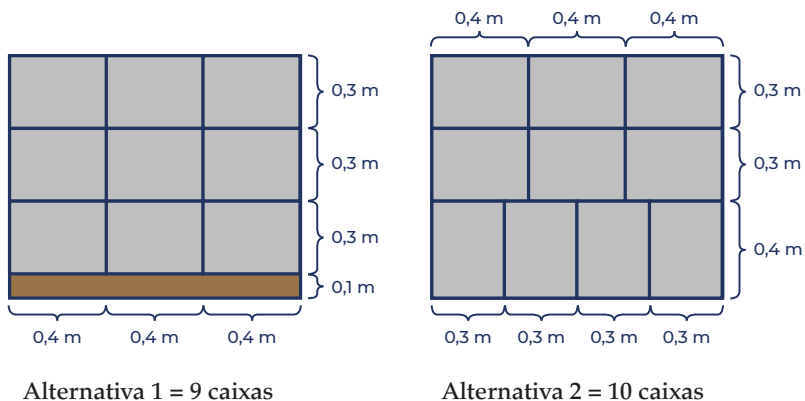


Figura 10 – Alocação de caixas sobre o palete

Fonte: A autora (2022).

Tabela 5 – Solução do exemplo prático 1

Mês	Demanda	Quantidade Paletes	Quantidade Porta-paletes	Área estocagem	Número de corredor	Área com corredor	Total
Janeiro	300.000	500 ^(a)	9 ^(b)	243 ^(c)	5 ^(d)	270 ^(e)	588 ^(f)
Fevereiro	430.000	717	12	324	6	324	723
Março	550.000	917	16	432	8	432	939
Abril	280.000	467	8	216	4	216	507
Maiο	260.000	434	8	216	4	216	507
Junho	780.000	1300	22	594	12	594	1263
Julho	640.000	1067	18	486	9	486	1047
Agosto	420.000	700	12	324	6	324	723
Setembro	450.000	750	13	351	7	378	804



Outubro	320.000	534	9	243	5	270	588
Novembro	250.000	417	7	189	4	216	480
Dezembro	310.000	517	9	243	5	270	588

(a) $\frac{300.000}{(3 \cdot 200)} = 500$ un (b) $\frac{500}{60} = 8,33 \approx 9$ un (c) $9 \cdot a27 = 243m^2$ (d) $\frac{9}{2} = 4,5 \approx 5$ (e) $5 \times 27 \times 2 = 270$ (f) $243 + 270 + 35 + 40 = 588$

Sendo assim, a maior dimensão será no mês de junho, com 1.263m². Porém, note na Figura 11 que há uma grande oscilação na necessidade de espaço.

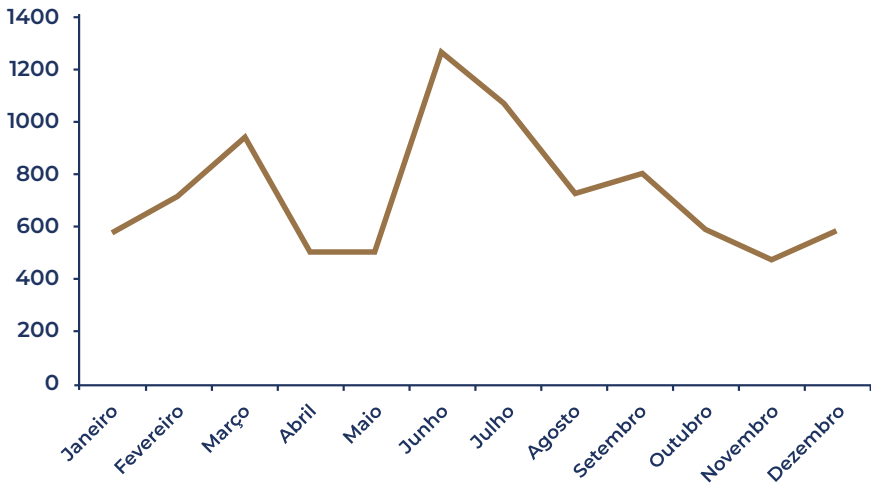


Figura 11 – Oscilação da necessidade de espaço

Fonte: A autora (2022).

Por esse motivo, é comum que empresas adotem estratégias mistas, considerando armazéns de terceiros como uma opção em momentos de pico de necessidade.

Lembrete:

Armazém próprio = Instalações próprias (investimento de capital no prédio, estrutura de estocagem e equipamentos de manuseio), gerenciamento próprio de todas as operações. Controle total sobre as operações.

Armazém arrendado = idêntico ao próprio, mas sem a imobilização de capital em investimento do prédio, podendo haver investimento na estrutura de estocagem e equipamentos de manuseio.

Armazém terceirizado = todas as instalações são de terceiros, bem como toda a gestão das operações. Aqui os custos variam conforme a utilização. Baixo ou nenhum controle sobre as operações, mas pode tirar proveito do *know-how* da empresa terceirizada.

2.4 LAYOUT SOBRE O PALETE

Além do *layout* do armazém, também é necessário definir o *layout* sobre os paletes para maximizar de número de mercadorias por palete e, conseqüentemente aumentar a produtividade do espaço de armazenagem.

A alocação ótima das mercadorias sobre o palete pode aumentar significativamente a produtividade de um armazém.



2.4.1 Exemplo prático 2

Este exemplo prático foi elaborado na disciplina Logística 2, em 2019.2, do curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste, da Universidade Federal de Pernambuco, juntamente com os discentes: Lucas Trajano de Freitas Almeida, Maria Luisa Bezerra da Silva e Taniere Cristine Jacinto de Lima.

Considere como primeira alocação sobre o palete a Figura 12. Um caixa do produto possui a dimensão de 31,5 x 24,5cm. Considerando um palete de 100x120 cm, o primeiro *layout* conseguiu alocar 13 caixas por nível, podendo empilhar até 11 níveis, totalizando 143 caixas sobre o palete. Contudo, observando a disposição da Figura 12, nota-se uma tendência a estabilidade das pilhas do produto, não há um centro de gravidade adequadamente disposto.

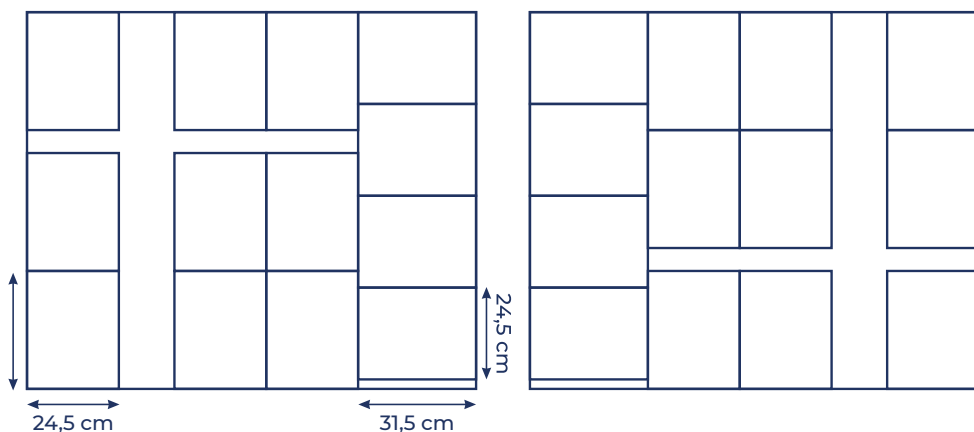


Figura 12 – Primeiro *layout*

Fonte: Os discentes (2019).



Neste caso, o que você sugeriria como melhoria de alocação sobre o palete?

2.4.2 Sugestão de resposta ao exemplo prático 2

Considerando o trabalho de Dias (2010) e considerando o arranjo em colmeia, em que se deixam os espaços vazios nas bordas do palete, o novo arranjo pode ser visto na Figura 13 e 14.

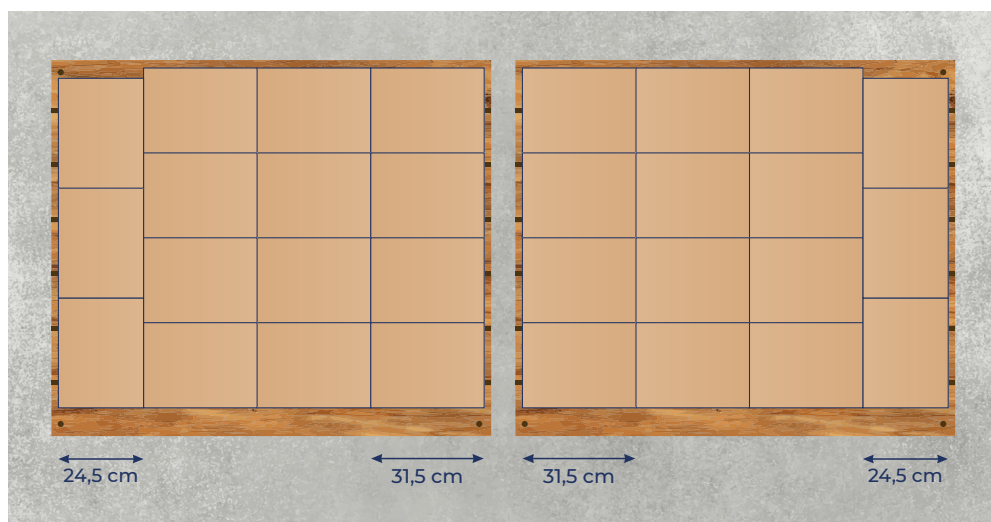


Figura 13 – *Layout* melhorado - Vista superior

Fonte: Os discentes (2019).



Figura 14 – *Layout* melhorado
- Vista lateral

Fonte: Os discentes (2019).

A melhoria feita permitiu que fossem colocadas 15 caixas agrupadas, sobrando apenas um espaço vazio de 1 cm na lateral direita e de 1 cm nas laterais superior e inferior. Respeitando os limites de peso, pode-se continuar com 11 níveis, totalizando 165 caixas sobre o palete, ou seja, 22 caixas a mais por palete. Isto significa que a cada 7 paletes tem-se a econômica de um palete, ou seja, de um espaço de armazenagem anteriormente necessário. Em armazéns com pouco espaço disponível, esse ganho será significativo, especialmente quando se fala em milhares de palete por mês.

Observação: Neste exemplo não se usou metodologias de otimização, logo não é possível afirmar que seja a solução ótima, mas com certeza se trata de uma solução melhorada.



2.5 QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

- 1) Quais fatores levam a necessidade de rearranjo físico do armazém?
- 2) Quais elementos devem ser considerados ao definir o *design* (projeto) do *layout*?
- 3) Cite três diretrizes para um bom *layout* do armazém.
- 4) Explique a relação entre o projeto do *layout* do armazém e as características dos materiais.
- 5) Por quê o correto *dimensionamento do armazém* é tão importante?

REFERÊNCIAS

ACCORSI, R.; MANZINI, R.; MARANESI, F. A decision- support system for the design and management of warehousing systems. *Computers in Industry*, v. 65, p. 175-186, 2014.

BALLOU, Ronald. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CALZAVARA, M.; GLOCK, C. H.; GROSSE, E. H.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. Analysis of economic and ergonomic performance measures of different rack layouts in an order picking warehouse. *Computers e Industrial Engineering*, v. 111, p. 527-536, 2017.



CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K. Improving the productivity of order picking of manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems with Applications*, v. 38, p. 2686-2700, 2011.

CARON, F.; MARCHET, G.; PEREGO, A. Optimal layout in low-level picker-to-part systems. *International Journal of Production Research*, v. 38, p. 101-117, 2000.

DIAS, M. A. P. *Administração de materiais*. Uma abordagem logística. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HASSAN, M. M. D. A framework for the design of warehouse layout. *Facilities*, v. 20, p. 432-440, 2002.

LE-DUC, T. Design and Control of Efficient Order Picking Process. 2005. Tese (Doutorado em X) - Erasmus University, Rotterdam, 2005. Disponível em: <https://ep.eur.nl>. Acesso em: 23 mar. 2022.

PIRES, S.R.I. *Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos*. São Paulo: Atlas, 2016.

ROODBERGEN, K. J.; SHARP, G. P.; VIS, I. F. A. Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouse. *IIE Transactions*, v. 40, p. 1032-1045, 2008.

ROODBERGEN, K. J.; VIS, I.; DON TAYLOR JR, G. Simultaneous determination of warehouse layout and control policies. *International Journal of Production Research*, v. 53, p. 3306-3326, 2015.

SHQAIR, M.; ALTARAZI, S.; AL-SHIHABI, S. A statistical study employing agent-based modeling to estimate the effects of different warehouse parameters on the distance traveled in warehouses. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 49, p. 122-135, 2014.

VILA NOVA, A. R. A. P. Suporte às decisões de operações de armazenagem do fluxo reverso em instalações híbridas por meio de uma estrutura conceitual integrativa. 2019. Orientadora: Marcele Elisa Fontana. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.

[CAPÍTULO 3]

MANUSEIO DE MATERIAIS E SEPARAÇÃO DE PEDIDOS

Como mencionado no capítulo anterior, os principais problemas enfrentados pelos gestores nos armazéns são: Design e dimensionamento do *layout*, Políticas de separação de pedidos, Políticas de roteamento e Políticas de atribuição de locais de armazenamento.

Este capítulo aborda o manuseio dos materiais, mas especificamente das políticas de separação de pedidos e roteamento.

3.1 ORDEM DO CLIENTE

Uma ordem (pedido) enumera os produtos e as quantidades solicitadas por um cliente externo ou interno (produção/montagem). Quando uma ordem contém vários SKUs (*Stock Keeping Unit – Unidade Mantida em Estoque*), estes devem ser acumulados e ordenados antes de serem transportados para a área de expedição ou ao fluxo de produção. A acumulação e triagem podem ser realizadas durante ou após o processo de *order-picking* (VAN DEN BERG; ZIJM, 1999).



A maioria das atividades de movimentação de materiais é de **intensiva e repetitiva mão de obra**.

Cada operação de manuseio tem um **custo único** e separado que é adicionado ao custo logístico total na cadeia de suprimento.

3.2 MANUSEIO DOS MATERIAIS

Os objetivos do estudo do manuseio de materiais são: (a) reduzir o custo do manuseio e (b) aumentar o espaço utilizável. O manuseio de materiais em um sistema de armazenagem é representado por três atividades principais: carga e descarga; movimento para e da estocagem; e atendimento dos pedidos (BALLOU, 2006).

- ✓ **Carga e Descarga:** A primeira e a última das atividades na cadeia de eventos de manuseio dos materiais são a carga e a descarga. A carga é similar a descarga, no entanto, o ponto de carga comporta várias atividades adversas às de descarga, como verificação final das condições do conteúdo do pedido; em alguns casos, esforços adicionais para prevenir danos aos produtos.
- ✓ **Movimentação para/da estocagem:** Entre os pontos de carga e descarga há produtos que chegam a ser movimentados diversas vezes ao longo de sua permanência de estocagem.
- ✓ **Atendimento dos Pedidos:** O atendimento dos pedidos é a seleção dos estoques das áreas de armazenagem de acordo



com as ordens de venda. Lidar com pedidos de pequeno volume exige muita mão-de-obra e custa mais do que outras atividades de manuseio de materiais.

A função de movimento e manuseio do produto ou material representa um dos componentes logísticos mais caros, principalmente se houver duplicação do esforço logístico. A economia de escala na movimentação é obtida quando todas as atividades são executadas com a maior quantidade possível de produtos. Em vez de movimentar caixa por caixa, as atividades de armazenagem devem ser programadas para movimentar grupos de caixas, em paletes ou em contêineres, ou seja, **unitizar cargas** (BOWER-SOX; CLOSS, 2009).

A **unitização** corresponde à transformação de mercadorias com dimensões menores em uma única unidade com dimensões padronizadas, o que facilita as operações de armazenagem e movimentação da carga sob a forma mecanizada.

À medida que aumenta o tamanho da carga, menor vai se tornando o número de viagens necessárias para estocar uma determinada quantidade de mercadorias e maior se revela a economia de custos, visto que o número de viagens se relaciona diretamente com o tempo de trabalho.

O *layout* das mercadorias, a extensão da utilização de equipamentos e o grau de automação são fatores que se refletem no **custo**. Conseguir a melhor combinação de todos esses fatores é



o objetivo do **projeto de manuseio de materiais** eficiente. As seguintes formas são viáveis para reduzir os custos do manuseio de materiais (BALLOU, 2006):

- Redução das distâncias percorridas,
- Aumento do tamanho das unidades manuseadas,
- Busca de oportunidades de roteirização da separação de pedidos ou da estocagem,
- Melhoria da utilização do espaço.

3.3 SEPARAÇÃO DE PEDIDOS

A recente tendência em sistemas de armazenagem indicou uma mudança de armazenar grande volume de poucos itens para pequeno volume de muitos itens. Isto é principalmente atribuído ao curto ciclo de vida do produto e da diversificação de produtos, que levou a gestão a adotar programas de redução de inventário como o *just-in-time*, redução de ciclo e resposta rápida (CHEW; TANG, 1999). Mais recentemente, o comércio eletrônico e as características inerentes ao *last-mile* ampliam essa tendência. Estes programas deverão exigir uma forma precisa, oportuna e altamente produtiva para sistema Separação de Pedidos (*order picking*).

Separação de pedidos é o processo pelo qual quantidades apropriadas de produtos são retiradas a partir de um local específico no armazém para atender aos pedidos de clientes; e tem sido considerado como a operação mais crítica em armazenagem.



Manuseio dos materiais é toda movimentação de materiais dentro do armazém, incluindo a separação de pedidos.

O objetivo mais comum de sistemas de separação de pedidos é maximizar o nível de serviços sujeitos a restrições de recursos, tais como: Máquinas, trabalho e capital. O nível de serviço é composto por uma variedade de fatores, tais como média e variação do tempo de entrega da ordem, integridade da ordem e precisão. A ligação crucial entre separação de pedidos e nível de serviço é que quanto mais rápido uma ordem pode ser recuperada, mais cedo estará disponível para envio ao cliente. Sua eficiência depende muito da política de armazenamento utilizada, ou seja, onde os produtos estão localizados dentro do armazém (veremos no próximo capítulo) (KOSTER *et al.*, 2007).

Dependendo das características dos produtos e das ordens, diferentes tipos de áreas funcionais podem ser incluídos e diferentes combinações de tipo de equipamento e políticas de funcionamento podem ser utilizadas (YOON; SHARP, 1995). Segundo Gu *et al.* (2007), a seleção de um método para separação de pedidos é uma decisão estratégica, uma vez que dispõe de um amplo impacto em muitas outras decisões no design do armazém e funcionamento.

O modelo ou planejamento de um sistema de seleção de pedidos (*Order Pick System* – OPS) não é estático. A constante evolução das exigências de um mercado já existente rapidamente tornar os OPS's obsoletos. Para sobreviver em tal ambiente dinâmico, modelar OPS deve ser um processo contínuo, no qual a previsão de exigências é refletida no *status* do sistema atual.



Os gestores estão interessados em encontrar a maneira mais econômica para a separação de pedidos, minimizando custo com a redução das distâncias percorridas e, em consequência, o tempo necessário.

(CHEN *et al.*, 2005)

A execução destas operações é influenciada pelo tipo de manuseio utilizado, que pode ir de totalmente manual até totalmente mecanizado/automatizado.

3.3.1 Classificação dos sistemas de separação de pedidos

Primeiramente, os sistemas de separação de pedidos são classificados em **manual** (força direcionadora é o emprego da mão de obra humana) e **robotizado/automatizado** (força direcionadora é o emprego de máquinas). Os sistemas de seleção manual e AS/RS (*miniload*) estão presentes na maioria dos depósitos. A coleta automatizada e robotizada ainda é pouco utilizada devido ao elevado investimento.

Le-Duc (2005) classificou os sistemas manuais em subdivididos em: *Picker-to-parts systems*, *Parts-to-picker systems* e *Put system*. O sistema *picker-to-parts* emprega os seres humanos para separação de pedidos. Aqui, os selecionadores de pedidos, fazem uso ou não de veículos de apoio, percorrem o armazém para recuperar as SKUs. Existem dois tipos:



1. *low-level picking* – totalmente manual com o auxílio ou não de equipamentos simples, como carrinhos e paleteiras manuais;
2. *high-level picking* – auxílio de paleteiras e/ou empilhadeiras motorizadas.

Uma grande quantidade de mão de obra é empregada neste tipo de sistema, o seu funcionamento pode resultar em custos elevados, especialmente quando há a superutilização da instalação, ou seja, elevado número de operações de separação de pedidos. Apesar disso, é ainda muito empregado nos armazéns, devido à alta variabilidade nas características das SKUs quanto à forma e/ou tamanho, variação da demanda e a sazonalidade, ou devido ao elevado investimento para adotar um sistema automatizado, ou seja, do tipo AS/RS (DIJKSTRA; ROODBERGEN, 2017; SHAH; KHANZODE, 2017).

Neste contexto, para que as organizações do sistema *picker-to-parts* melhorem o desempenho da instalação de armazenagem e reduzam seus custos, elas precisam otimizar suas operações de separação de pedidos conjuntamente com outras operações de armazenagem, possibilitando o aumento da produtividade, flexibilidade e confiabilidade das cadeias de suprimentos (CS) (SHARMA; SHAH, 2015; KLODAWSKI *et al.*, 2017).

O sistema *parts-to-picker systems* incluem sistemas automatizados de armazenamento e recuperação (*automated storage and retrieval systems* - AS/RS) como *miniload* e carrossel para mercadorias pequenas, onde faz uso de equipamentos para armazenar e recuperar as SKUs, permitindo que os selecionadores se concentrem na parte produtiva do trabalho. Integração com equipa-



mentos manuais são necessárias para finalizar as operações, ou seja, o selecionador pega o número de peças exigidas pelo pedido do cliente e o sistema armazenam a carga restante (quando houver) (BOYSEN; STEPHAN, 2016; LE-DUC, 2005).

Este sistema pode operar de diferentes modos: ciclos de comando único, duplo e múltiplo (LE-DUC, 2005; POHL *et al.*, 2009; ÖZTÜRKOGLU *et al.*, 2014).

Single-command operation: corresponde a viagem do selecionador entre a E/S (entrada/saída) e o local de armazenamento com uma unidade de carga por vez.

Dual-command operation: os selecionadores transportam uma unidade de carga do ponto de E/S para o local de armazenamento e, em seguida, recuperam outra unidade de carga para só então retornar aos pontos de E/S.

Multiple command operation: as máquinas S/R têm mais de uma lançadeira e podem coletar várias cargas em um ciclo, no ponto de E/S, ou recuperá-las dos locais de armazenamento.

Unidade de carga (unit-load) significa um único item ou vários itens agrupados em algum tipo de embalagem, como por exemplo, caixas, paletes e até contêineres (unitização).

Já no sistema *put* pode haver a integração dos dois anteriores. Muito usado em armazéns com elevado número de pedidos fragmentados, criando suas áreas: (a) estocagem e (b) *picking/sorting*.



Pedidos fragmentados são aqueles em que a quantidade solicitada de uma SKU é menor que uma unidade de carga padrão. Se a unidade de carga padrão é uma caixa com 30 unidades do SKU A, um pedido fragmentado pode ser cinco unidades do SKU A, por exemplo.

Área de *picking* é o nome comumente dado para o local onde são localizados os produtos para atendimento aos pedidos fragmentados.

Área de semipermanente, por sua vez, estoca as unidades de cargas padrão.

Área de *Sorting*, que podem ser junto ou próximo à área de *picking*, é destinada ao sortimento e consolidação das ordens dos clientes.

3.3.2 Estratégias para separação de pedidos

Para os sistemas manuais as principais estratégias para a separação de pedidos podem ser definidas como: *Discrete picking*; *Wave picking*; *Batch picking* e *Zone picking* (CHEN *et al.*, 2005; CHEN; WU, 2005; KOSTER *et al.*, 2007; LE-DUC, 2005; MUPPANI; ADIL, 2008a, 2008b).

Discrete picking, também conhecido por *Single-order* ou *pick-by-order* (“pegar por ordem”). Aqui o cada selecionador é exclusivo para atender a uma ordem (pedido) e ele percorre a área de armazenagem a fim de recuperar todas as SKUs que fazem parte desse pedido. Quando as unidades de carga são menores que



a capacidade de carga do equipamento de coleta, a otimização desta estratégia é possível por métodos de roteirização. Quando a capacidade de carga do equipamento não permite, o Zoneamento pode ser interessante.

Wave picking é muito semelhante ao *discrete picking*, sendo a principal diferença a janela de agendamento. Aqui a ordem não é do cliente, mas da expedição (transporte). Essa estratégia é usada quando as ordens para um destino comum (por exemplo, partida em um horário fixo com determinada transportadora) forem liberadas simultaneamente para coleta em várias áreas do depósito, ou seja, os pedidos podem ser programados para serem colhidos em horários específicos do dia. Isso permite coordenar e maximizar as operações de *picking* e expedição. Ideal para operações em larga escala.

Discrete picking → Foco na ordem de um cliente.

Wave picking → Foco no carregamento de um veículo de transporte (caminhão).

Quando as ordens individuais são grandes, o *Discrete picking* é mais eficiente. Quando as ordens individuais são pequenas, há um potencial de redução dos tempos de viagem, escolhendo um conjunto de ordens em um único *picking tour* (viagem de coleta).

Assim, o *Batch picking* é a coleta por lotes, sendo composto por um conjunto de ordens que são agrupadas para serem selecionadas juntas. Em outras palavras, a retirada de lotes é quando um selecionador coleta um grupo, ou lote, de pedidos ao mesmo



tempo. Isso é vantajoso quando há vários pedidos com o mesmo SKU. Quando isso ocorre, o selecionador só precisa ir até o local de coleta desta a SKU uma única vez para preencher os vários pedidos. Isto aumenta a produtividade. Interessante quando a dimensão do produto permite a coleta de n itens e quando haja similaridades nas ordens.

A principal decisão envolvida nessa estratégia é como um determinado conjunto de ordens do cliente deve ser combinado. Aqui algum esforço adicional será necessário para dividir o lote e consolidar os itens por ordem do cliente ou por destinos para os quais pedidos serão enviados:

- ✓ *Sortwhile-pick* – recuperar/coletar vários pedidos e simultaneamente separar por ordem (triagem). Mais comum quando há a área de *picking*;
- ✓ *Pick-and-sort* – o sortimento/triagem ocorre após o processo de coleta ter terminado. Mais comum em áreas de estocagem semipermanente.

Observação:

Originalmente, *batch* (loteamento) trata-se de um lote com n itens de 01 SKU de n clientes (ordens);

Mas, pode ser n itens de n SKUs de n clientes. Neste caso, políticas de roteamento são interessantes para melhorar o desempenho.



Geralmente, a heurística para *batching* inicia escolhendo gerador do lote e, posteriormente, expande o lote utilizando ordens similares/próximas ao gerador da ordem, enquanto a capacidade do veículo de *picking* não seja excedida. Definição de uma medida para a proximidade/similaridade das ordens para os lotes é o principal problema nessas heurísticas.

Por fim, no *Zone Picking*, zoneamento, a área de *picking* pode ser dividida em zonas. A cada selecionador (*picker*) é atribuída a parte da ordem que está na sua zona. Há dois tipos de *Zone picking*:

- ✓ Zoneamento progressivo (*progressive or sequential zoning*), cada pedido é processado somente em uma zona por vez. Em qualquer momento específico, cada zona processa um lote diferente dos outros. Portanto, a ordem é concluída somente depois de visitar todas as zonas que contêm seus itens.
- ✓ Zoneamento sincronizado (*synchronized zoning*), em toda a zona os seletores podem trabalhar na mesma ordem ao mesmo tempo.

Possíveis vantagens de zoneamento incluem o fato de que em cada ordem o selecionador precisa atravessar uma área menor, congestionamentos de tráfego são reduzido, ainda há a possibilidade dos selecionadores se familiarizarem com as localizações dos itens na zona. A principal desvantagem do zoneamento é que os pedidos são separados e têm de ser consolidadas novamente antes do envio para o cliente. Além disso, requer que o estoque esteja separado em zonas conforme a frequência, peso e semelhança dos itens para que a carga de trabalho seja equilibrada.



Observação:

Zoneamento é a forma escolhida de separação de pedidos dentro da área de *picking*.

Não confundir com armazéns que são divididos por áreas, como por exemplo áreas de *picking* e áreas de semipermanentes.

Estas estratégias apresentadas podem ser usadas combinadas ou isoladamente.

3.4 POLÍTICAS DE ROTEAMENTO

Quando as unidades de cargas são menores que a capacidade do equipamento de *picking* (coleta) é possível pegar vários itens da mesma SKU ou de SKUs diferentes da mesma viagem. Em outras palavras, é possível pegar várias unidades de cargas na mesma viagem. Para isso, devem-se considerar as **estratégias de roteamento**.

Por meio das políticas de roteamento, é possível definir a sequência que o selecionador de pedidos vai seguir para recuperar os itens do armazém. As políticas de rotas surgem com o objetivo de minimizar as distâncias percorridas pelo *picker* (seletor); consequentemente, o tempo necessário, utilizando para isso rotas ótimas ou heurísticas de roteamento (CHEN *et al.*, 2015; PETERSEN; AASE, 2004).



3.4.1 Heurísticas de roteamento

As heurísticas são mais difundidas, por apresentarem maior facilidade na implementação, no entendimento, na adaptação, além de exigir menos esforço computacional. Através das heurísticas é possível evitar, ou até mesmo reduzir, o congestionamento no corredor, porém, o algoritmo de otimização não incorpora essa informação.

As heurísticas mais populares (Figura 15) na literatura para estabelecer a sequência de recuperação das SKUs são (DIJKSTRA; ROODBERGEN, 2017; CHAN; CHAN, 2011; DE KOSTER *et al.*, 2007; HENN; WÄSCHER, 2012; SCHOLZ *et al.*, 2016):

- ✓ Transversal ou em forma S (*S-shape* ou *traversal*): O separador de pedidos percorre todo o corredor quando pelo menos um item estiver localizado nele, prosseguindo para os demais corredores que contém os itens da lista de *picking*. A exceção ocorre quando o selecionador estiver de frente para o último corredor, onde recuperaria as SKUs e retornaria. Essa política de roteamento é muito utilizada quando a densidade de recuperação é elevada.
- ✓ Retorno (*return*): Para recuperar as SKUs, o selecionador entra e sai dos corredores sempre pelo mesmo lado. Ele vai até o local de recuperação mais distante e retorna com as SKUs selecionadas, não percorrendo nenhum corredor por completo. Essa política é usada quando o armazenamento é baseado em classes, onde a densidade de recuperação é baixa.



- ✓ Maior lacuna (*largest gap*): O selecionador percorre completamente o primeiro e o último corredor, onde os demais corredores são inseridos a partir do corredor frontal ou traseiro;
- ✓ Combinada/ composta (*combined/composite*): combina as melhores características das políticas S-shape e a de retorno, proporcionando a minimização das distâncias. Nessa heurística é possível escolher entre as opções de percorrer todo corredor ou retornar.
- ✓ Ponto médio (*midpoint*): O armazém é dividido em duas partes, limitando o acesso do selecionador ao corredor até o ponto médio. Primeiro ele recupera os itens que estão na parte de trás, para depois recuperar os itens da parte da frente, para só assim ele retornar ao ponto de E/S (entrada/saída).
- ✓ Otimal: A estratégia de roteamento ideal pode calcular um caminho mais curto, independentemente do *layout* ou da localização dos itens. Rotas ótimas tipicamente se parecem com uma mistura de S-Shape e a maior lacuna.



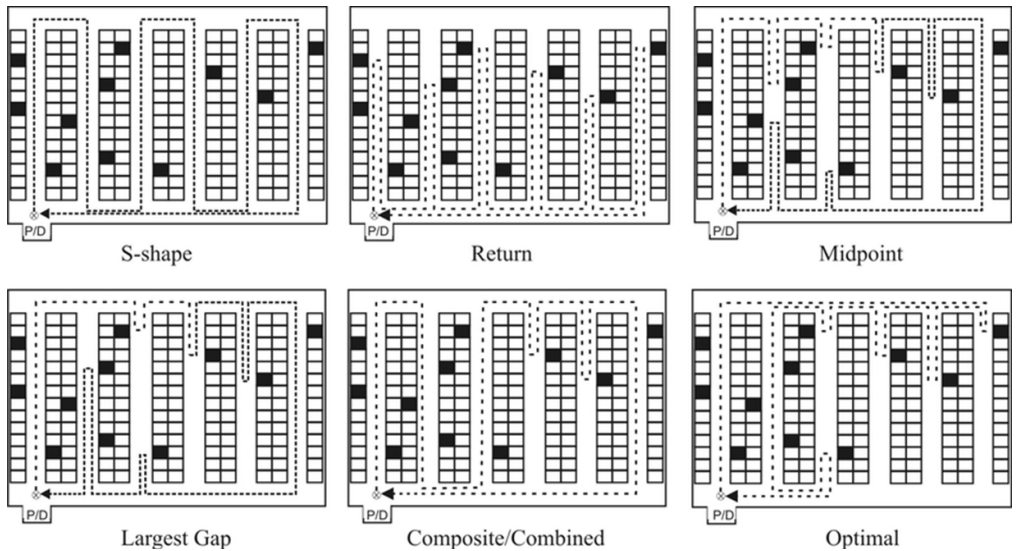


Figura 15 – Heurísticas de roteamento

Fonte: LE-DUC (2005).

3.5 QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. O que é uma ordem do cliente?
2. Qual é o objetivo do estudo do manuseio de materiais?
3. Qual é a função do manuseio dos materiais?
4. Por que se preocupar com o projeto de manuseio de materiais?
5. Qual é a diferença entre manuseio dos materiais e separação de pedidos?
6. Explique os sistemas manuais de separação de pedidos
7. Explique: *Discrete picking*, *Wave picking*, *Batch picking* e *Zone picking*.
8. Qual é o objetivo do roteamento dentro do armazém?



3.6 DINÂMICA – IMAGEM & AÇÃO

Essa dinâmica é uma adaptação do que foi elaborado na disciplina de Gestão da Cadeia de Suprimentos, do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEP/CAA/UFPE), juntamente com os discentes: Anderson Nunes, Gabriel Freire, Maria do Livramento, Solon Geórgenes, Targieli Soares.

3.6.1 Procedimento

A turma deve ser dividida em grupos. Sugere-se que cada grupo seja composto de quatro a dez integrantes.

Cartas

O professor deve levar várias cartas contendo um número e uma palavra, relacionada ao conteúdo da disciplina; neste caso, sugere-se que sejam as metodologias de separação de pedidos, roteamento, etc. Essas cartas serão usadas para a realização das mímicas e devem ser empilhadas em ordem aleatória antes de iniciar a dinâmica. Os números correspondem às perguntas bônus; portanto, não devem ser repetidos.

Primeira Rodada

TODOS JOGAM. Aqui o(a) professor(a) faz a primeira mímica, pode ser qualquer coisa. O grupo que acertar iniciará a jogada, mas ninguém pontua.



Próximas Rodadas

Um integrante do grupo que acertou a primeira mímica deve puxar uma carta e iniciar a mímica para os demais integrantes do seu grupo. Ele pode selecionar mais um integrante do grupo para ajudar na mímica, pois a depender a metodologia (na carta) pode ser necessário. O grupo terá dois minutos para adivinhar a palavra:

- Se não acertarem, passam a vez para a equipe que estiver mais próxima no sentido horário.
- Se acertarem, recebem a dois pontos e vão para a pergunta bônus.

Pergunta bônus

Cada carta deve conter um número correspondente à pergunta bônus de uma lista pré-elaborada.

Nestes casos:

- Se o grupo acertar a resposta da pergunta bônus, ganhará 1 ponto e inicia nova rodada, puxando a próxima carta de mímica.
- Caso contrário, perderá um ponto e passará a vez para a equipe que estiver mais próxima no sentido horário. Essa equipe deverá responder a pergunta,
 - ◆ Se acertar, ganha um ponto e o direito de inicia nova rodada, puxando a próxima carta de mímica,
 - ◆ Se errar, passa para a próxima equipe assim por diante. Se todas as equipes errarem a pergunta, a equipe que iniciou a rodada tem direito a iniciar nova rodada.



Regras Gerais

- A cada vez que uma equipe for realizar a mímica, ela terá um novo participante como executor da mímica (deverá haver um rodízio entre os participantes).
- Quem está realizando a mímica não deve falar, com a penalidade de perder a rodada.
- Nenhum material didático ou internet devem ser consultados durante a dinâmica.

3.6.2 Objetivo

O objetivo da dinâmica é, por meio de interação e linguagem corporal, gravar os conceitos relativos aos tipos de metodologias de separação de pedidos e roteamento.

3.6.3 Materiais necessários

- Cartas (palavra + número) para as mímicas.
- Lista de perguntas correspondente ao número nas cartas.
- Cronômetro/ampulheta.

Como dificultar:

O professor pode colocar palavras aleatórias para as mímicas, como nome de filmes por exemplo. Assim, será testada a atenção dos alunos, bem como eles não ficarão presos a uma “listagem” de metodologias.



O nível das perguntas bônus também deve ser alternado e podem compreender outros assuntos da disciplina.

3.7 CASE B

Separação de pedidos na Etilux

Fundada em 1982, a Etilux iniciou suas atividades como indústria de estojos de manicure e distribuição de artigos de cutelaria em geral. A parceria entre seus sócios reunia a experiência administrativo-financeira do ramo atacadista e a distribuição de produtos no Brasil. Com a abertura das importações em 1995, vislumbrou-se um nicho de mercado, e a empresa iniciou as importações da linha de ferramentas Western. O volume de mercadorias importadas permitiu o estabelecimento de um estreito vínculo entre produtores (exportadores) e a Etilux, de modo que qualquer lançamento no mercado internacional, logo seria disponibilizado para a avaliação quanto à possibilidade de tal produto servir ao mercado brasileiro.

Em 2003, estabeleceu-se uma parceria com a Mundial, quando a Etilux assumiu toda a logística, trabalhando conjuntamente – no desenvolvimento de novos produtos, com considerável ampliação de toda a linha Mundial e operando em parceria com distribuidores dos mais diversos segmentos. A experiência da distribuição com a excelência da industrialização formou uma estrutura perfeita levando a empresa a experimentar grande expansão. As marcas comercializadas pela



Etilux são líderes de mercado e ocupam destaque em todos os segmentos a que estão presentes.

O sucesso comercial da empresa estava ameaçado, porém, pela administração de sua operação. Cerca de 30% dos produtos possuíam um estoque médio de um ano. A ocupação de espaço para armazenagem decorrente restringia o correto armazenamento de novas mercadorias. Os produtos ficavam espalhados pelos corredores, acarretando transtornos à operação. O recebimento das mercadorias não era ágil o suficiente para atender à demanda: com frequência, ocorria a identificação incorreta dos materiais, sendo que embalagens grandes e pesadas eram sobrepostas sobre caixas menores ocasionando avarias. O abastecimento era efetuado ao longo do depósito sem a utilização de critérios. O sistema de armazenagem era verticalizado, não sistematizado e não garantia a utilização adequada do FIFO (*First- In First - Out*), fazendo com que toda a operação de movimentação e manuseio dos materiais fosse dependente de empilhadeira. A velocidade na operação também estava comprometida com a localização dos produtos com maior giro estocados distantes da expedição.

O estoque era dividido por áreas, sendo uma destinada às caixas fechadas (caixas armazenadas e movimentadas sempre com 72 peças) e outra que armazenava caixas abertas (caixas que podiam ser fracionadas). A empresa utiliza o sistema de separação unitária (*picking* discreto), onde cada separador de posse de um pedido (impresso) seguia para o estoque e coletava todos os itens listados para o atendimento do pedido. Com isso, um separador que precisasse consolidar um pedido de 84 peças teria que retirar do estoque uma caixa fechada com 72 peças, dirigir-se à área onde estavam as caixas abertas e coletar 12 peças, para formar o pedido. Esse processo era reconhecidamente moroso e concentrava uma grande movimentação



na área de caixas abertas, onde muitas vezes o separador ao buscar o item faltante para a formação de seu pedido, identificava que este estava em ruptura, ou seja, em processo de abastecimento, fazendo com que houvesse uma maior demora na consolidação do atendimento.

Fonte: GATTI JUNIOR, W.; GOMES, R. de M.; FRANCO, A. D. Reestruturação dos processos de separação e armazenagem de materiais: um estudo de caso em uma distribuidora. XII SEMEAD – Empreendedorismo e Inovação, 2009.

Questão sugerida:

Discorra sobre quais pontos devem ser revistos pela gerencia da Etilux e quais as possíveis soluções para estes pontos.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. *Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos*. 1. ed. 7. reimp. São Paulo: Atlas, 2009.

BOYSEN, N. B.; BRISKORN, D.; EMDE, S. Parts-to-picker based order processing in a rack-moving mobile robots environment. *European Journal of Operational Research*, v. 262, p. 550-562, 2017.



CHAN, F.T.S. & CHAN, H.K.. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage, *Expert Systems with Applications*, v. 38, p. 2686-2700, 2011.

CHEN, T.-L.; CHENG, C.-Y.; CHEN, Y.-Y.; CHAN, L.-K. An efficient hybrid algorithm for integrated order batching, sequencing and routing problem. *International Journal of Production Economics*, v. 159, p. 158-167, 2015.

CHEN, M. & WU, H. An association-based clustering approach to order batching considering customer demand patterns. *Omega*, v. 33, p. 333-343, 2005.

CHEW, E. P. & TANG, L. C. Travel time analysis for general item location assignment in a rectangular warehouse. *European Journal of Operational Research*, v.112, p. 582-597, fev. 1999.

DIJKSTRA, A. S.; ROODBERGEN, K. J. Exact route-length formulas and a storage location assignment heuristic for picker-to-parts warehouses. *Transportation Research Part E*, v. 102, p. 38-59, 2017.

GATTI JUNIOR, W., GOMES, R. de M., FRANCO, A. D. Reestruturação dos processos de separação e armazenagem de materiais: um estudo de caso em uma distribuidora, XII SEMEAD – Empreendedorismo e Inovação, 2009.



GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. F. Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, v. 177, p. 1-21, fev. 2007.

HENN, S.; WÄSCHER, G. Tabu search heuristics for the order batching problem in manual order picking systems. *European Journal of Operational Research*, v. 222, p. 484-494, 2012.

KLODAWSKI, M.; JACYNA, M.; LEWCZUK, K.; WASIAK, M. The Issues of Selection Warehouse Process Strategies. *Procedia Engineering* v. 187, p. 451-457, 2017.

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

LE-DUC, T. Design and Control of Efficient Order Picking Process. 2005. Tese (Doutorado em X) - Erasmus University, Rotterdam, 2005. Disponível em:<https://ep.eur.nl>. Acesso em: 23 mar. 2022.

MUPPANI, V. R. (Muppant) & ADIL, G. K. Efficient formation of storage classes for warehouse storage location assignment: A simulated annealing approach. *Omega-International Journal Of Management Science*, v. 36, p. 609-618, ago. 2008a.

MUPPANI, V. R. (Muppant) & ADIL, G. K. A branch and bound algorithm for class based storage location assignment. *European Journal of Operational Research*, v. 189, p. 492-507, set. 2008b.



ÖZTÜRKOGLU, Ö.; GUE, K. R.; MELLER, R. D. A constructive aisle design model for unit-load warehouses with multiple pick-up and deposit points. *European Journal of Operational Research*, v. 236, p. 382-394, 2014.

PETERSEN, C. G. & AASE, G. A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal Of Production Economics*, v. 92, p. 11-19, nov. 2004.

POHL, L. M.; MELLER, R. D.; GUE, K. R. An analysis of dual-command operations in common warehouse designs. *Transportation Research Part E*, v. 45, p. 367-379, 2009.

SCHOLZ, A.; HENN, S.; STUHLMANN, M.; WÄSCHER, G. A new mathematical programming formulation for the single-picker routing problem. *European Journal of Operational Research*, v. 253, p. 68-84, 2016.

SHAH, B.; KHANZODE, V. A Comprehensive Review of Warehouse Operational. *International Journal of Logistics Systems and Management*, v. 26, p. 346-378, 2017.

SHARMA, S.; SHAH, B. A proposed hybrid storage assignment framework: a case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 64, p. 870-892, 2015.

VAN DEN BERG, J.P. & ZIJM, W. H. M. Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal Of Production Economics*, v. 59, p. 519-528, mar. 1999.



YOON, C. S. & SHARP, G. P. Example application of the cognitive design procedure for an order picking system: Case study. *European Journal of Operational Research*, v. 87, p. 223-246, dez. 1995.

[CAPÍTULO 4]

ATRIBUIÇÃO DE LOCAIS DE ARMAZENAMENTO

A função da atividade de estocagem é guardar, proteger e preservar o material até que o mesmo seja requerido para uso. O local de armazenamento influencia quase todos os principais indicadores de desempenho da armazenagem, incluindo produtividade, tempo e custo para separação de pedidos. Além disso, as empresas não estão utilizando os seus espaços da melhor forma, o que acarreta maior custo e aumento no preço final, sendo ambos repassados para os consumidores finais.

No capítulo 2, foi falado sobre o arranjo físico do armazém. Aqui será abordado o arranjo físico das mercadorias dentro do espaço de armazenagem. Logo, o problema de atribuição dos locais de armazenamento é decidir sobre o *layout* físico da mercadoria para:

- ✓ Minimizar as despesas de movimentação de materiais.
- ✓ Obter a máxima utilização do espaço do armazém e
- ✓ Satisfazer certas restrições à localização do produto, tais como:



- ✓ Segurança, compatibilidade, complementaridade e necessidades de separação de pedidos (ex. popularidade).

A eficiência das operações de movimentação e armazenagem depende do grau de planejamento do *layout* das mercadorias.

4.1 SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO DE ESTOQUE

O principal objetivo da utilização de um sistema, ou da combinação de sistemas de localização de materiais, é estabelecer os parâmetros para a perfeita identificação e facilidade de localização dos itens estocados. Como existem vários sistemas de localização de estoque, para se estabelecer qual deles será mais adequado é necessário estar atento aos fatores indicadores desta questão, que são: o tipo dos produtos estocados, os tipos de instalações necessárias, os tipos de processamento e o tamanho dos pedidos SANTOS *et al.*, 2008).

A maneira como as SKUs são alocadas no espaço de armazenagem exerce influência não só no *layout*, no sistema de manuseio como também nos custos de armazenagem, sendo necessário solucionar o problema de atribuição de locais de armazenamento (*Storage Location Assignment Problem – SLAP*). O SLAP pode ser definido como a atribuição dos produtos aos locais do armazém que, se for realizado de modo eficaz, proporciona a redução dos esforços despendidos na operação de coleta, contribuindo para redução dos custos e para melhorar utilização do espaço (PAN *et al.*, 2012; DIJSTRA; ROODBERGEN, 2017).



Em geral, o SLAP busca atender três objetivos principais: (I) melhorar a eficiência operacional; (II) minimizar os custos com o espaço de armazenagem; (III) minimizar a distância percorrida na para separação de pedidos (CHUANG *et al.*, 2012). Além disso, o SLAP está sujeito a restrições, tais como: capacidade da instalação de armazenagem, capacidade de coleta, tempo de fornecimento, compatibilidade dos produtos e as políticas adotadas para recuperar os itens (GU *et al.*, 2007; GUERRIERO *et al.*, 2013). Para solucionar o SLAP, três partes principais que devem ser consideradas, que são: (1) políticas de estocagem, (2) atribuição do local de estocagem (SLA) e (3) avaliação das alternativas de SLA.

4.1.1 Políticas de estocagem

O principal objetivo da utilização de um sistema de estocagem é estabelecer os parâmetros para a perfeita identificação e facilidade de localização dos itens estocados. Três sistemas ou políticas de estocagem foram apresentadas por Hausman *et al* (1976 *apud* ROUWENHORST *et al.*, 2000): estocagem dedicada ou fixa; estocagem variável ou aleatória e estocagem baseada em classes.

4.1.1.1 Estocagem dedicada ou fixa

Política de Estocagem Dedicada (PED) reserva um espaço fixo suficiente para armazenar o estoque máximo de cada SKU. As SKUs são atribuídas a esses locais fixos, permitindo que os selecionadores se tornem familiarizados com os locais, porém, apresenta a pior utilização do espaço, uma vez que nenhuma outra SKU pode ser alocada naquele espaço, mesmo que vazio. Para



maximizar a reposição usando a estocagem fixa, é preciso designar as SKU's para os locais de estocagem, com base na proporção da sua atividade em relação ao número de espaços vazios. A SKU com a proporção mais alta é designada para os espaços vazios à frente: os itens de “movimentação rápida” estão na frente, e os de “movimentação lenta” estão atrás; a reposição/retirada é maximizada (DE KOSTER *et al.*, 2007; GU *et al.*, 2007).

4.1.1.2 Estocagem variável ou aleatória

Utilizada em armazéns por motivo da necessidade da otimização da área de armazenamento, na Política de Estocagem Aleatória (PEA), as SKUs são atribuídas em qualquer espaço livre de armazenamento, permitindo a utilização uniforme do espaço e reduzindo o congestionamento nos corredores, sendo o mais empregado devido à facilidade do uso. Quando os produtos são estocados no esquema aleatório, eles ocupam menos espaço. Como o estoque é reduzido, esses poucos boxes estão disponíveis para outros produtos. A estocagem em localizações aleatórias favorece o bom uso do espaço (alta densidade); contudo, devido à dispersão dos materiais, o manuseio dos materiais pode resultar em longos tempos de viagem, além requer a manutenção de um registro adequado de informações (MUPPANI & ADIL, 2008b; PETERSEN & AASE, 2004).

4.1.1.3 Estocagem baseado em classes

Na Política de Estocagem Baseada em classes (PEBC), as SKUs são agregadas em classes de acordo com um ou mais critérios

relevantes. Cada classe é atribuída a uma área fixa no armazém (política dedicada), e as SKUs são alocadas aleatoriamente dentro do espaço reservado para sua classe (política aleatória) (PAN *et al.*, 2012).

As Políticas de Estocagem Aleatória (PEA) e Dedicada (PED) são casos extremos de Política de Estocagem Baseada em classes (PEBC), na qual o primeiro considera uma única classe e o segundo considera uma classe para cada item.

A política baseada em classes promove um equilíbrio entre a aleatória e a dedicada, permitindo obter flexibilidade e alta utilização do espaço. Além disso, as políticas aleatória e dedicada são os seus extremos: a primeira considera que todas as SKUs pertencem à mesma classe, e a segunda considera cada SKU como uma classe (CHAN & CHAN, 2011). (MUPPANI & ADIL, 2008b).

4.1.1.4 Decisão sobre a política de estocagem

Para definir a política de estocagem que mais se adequa à instalação de armazenagem, é necessário considerar as particularidades da mesma. Deve-se observar, por exemplo, se a instalação possui espaço suficiente para armazenar todas as SKUs em locais pré-determinados. Caso não possua, a política de estocagem dedicada (PED) não é uma opção viável visto que ela estabelece locais fixos e reservados às SKUs. Se a organização não faz uso de um *software* para gerenciar o estoque, a política de estocagem



aleatória (PEA) se torna inviável, especialmente quando a quantidade de operações de estocagem/recuperação for elevada, dificultando o controle visual e aumentando os custos.

Devido a estes tradicionais *trade-offs* entre a PED e PEA, muitos autores convergem diretamente para a política de estocagem baseada em classes (PEBC), esquecendo-se que devem priorizar as características do espaço de armazenagem e as preferências do seu gestor. Além disso, ao analisar o fluxo reverso deve-se considerar, também, a existência da incerteza na quantidade dos retornos, não sendo eficiente definir um espaço fixo para as SKUs, neste caso. Assim, alguns questionamentos podem ser feitos que irão auxiliar na convergência da política de estocagem mais adequada, como mostra o fluxograma da Figura 16.

Deve-se destacar que o que consta a Figura 16 auxilia na convergência da política de estocagem mais adequada, mas ela por si só não garante a otimalidade da decisão. Alguns autores preferem preestabelecer a política de estocagem, minimizando o número de soluções. Quando não se pré-estabelece qual política de estocagem será utilizada, as soluções no SLAP serão atingidas por meio da combinação das diferentes agregações ou não de SKUs em classes, caracterizando um problema NP-Complexo, supondo que existam três SKUs, no armazém, $A = \{a, b, c\}$. Há n^n soluções possíveis.

Para isso, alguns autores utilizaram ou métodos determinísticos (FONTANA; CAVALCANTE, 2013; FONTANA; CAVALCANTE, 2014a, 2014b) ou heurísticos (FONTANA *et al.*, 2020; GUERRIERO *et al.*, 2013; MUPPANI; ADIL, 2008a, 2008b). O Quadro 3 mostra como seria a representação das soluções usando a heurística de algoritmos genéticos.



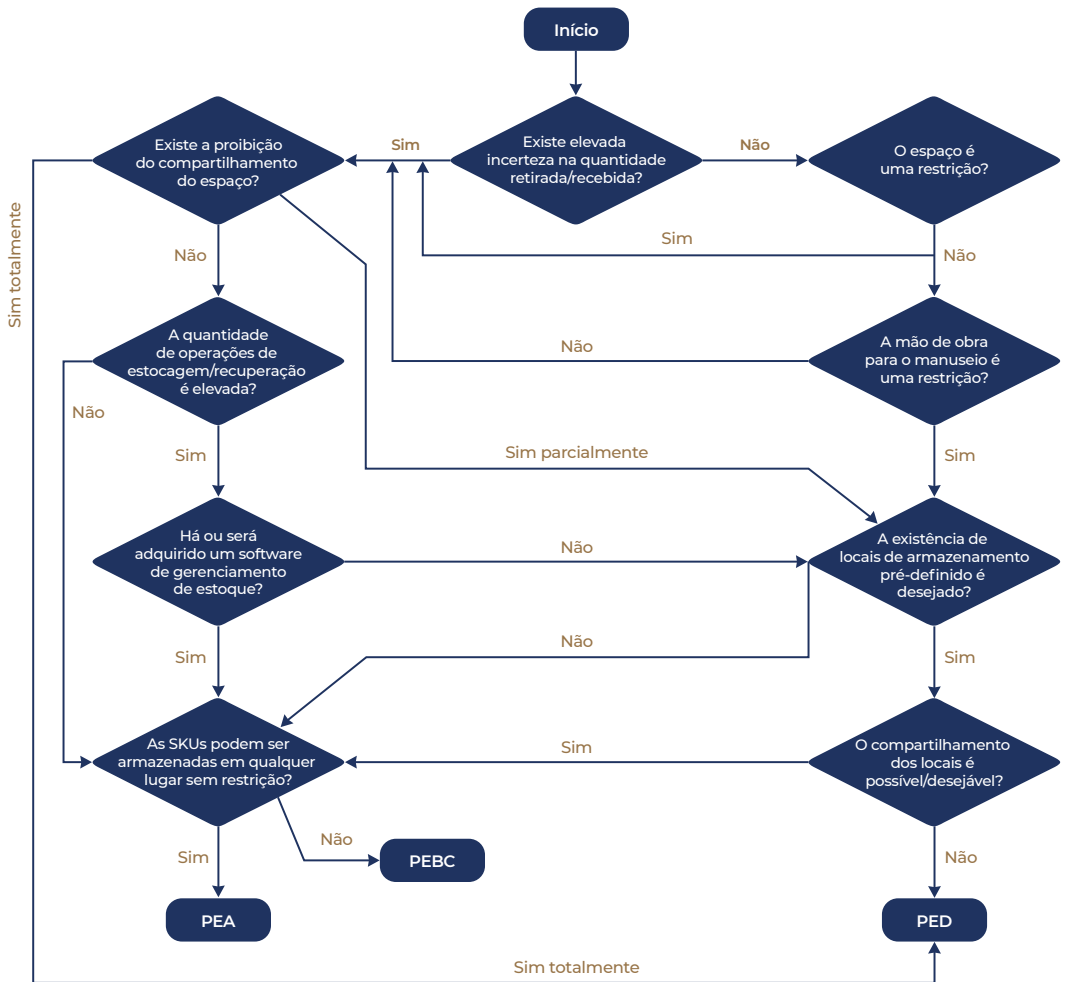


Figura 16 – Fluxograma para escolha da política de estocagem

Fonte: Vila Nova (2019).

Métodos heurístico (com o GA) testam todas estas n^n soluções, mas é muito comum o uso de algum critério de priorização para estabelecer este posicionamento (seção 4.1.2.1.) (DA SILVA *et al.*,

2015; FONTANA; CAVALCANTE, 2013; FONTANA; NEPOMUCENO, 2017). Desta forma, chega-se à segunda etapa do SLAP que trata da definição do local reservado a cada SKU, ou classe delas, dentro do armazém.

Quadro 3 – Soluções para SLAP

Nº	Soluções: Cri = {[a], [b], [c]}	Alternativa	Política
1	Cr1 = {[1], [2], [3]}	{[a], [b], [c]}	PED
2	Cr2 = {[1], [3], [2]}	{[a], [c], [b]}	
3	Cr3 = {[2], [1], [3]}	{[b], [a], [c]}	
4	Cr4 = {[2], [3], [1]}	{[b], [c], [a]}	
5	Cr5 = {[3], [1], [2]}	{[c], [a], [b]}	
6	Cr6 = {[3], [2], [1]}	{[c], [b], [a]}	
7	Cr7 = {[1], [1], [1]}; Cr8 = {[2], [2], [2]}; Cr9 = {[3], [3], [3]}	{[a+b+c]}	PEA
8	Cr10 = {[1], [1], [2]}; Cr11 = {[1], [1], [3]}; Cr12 = {[2], [2], [3]}	{[a+b], [c]}	PEBC
9	Cr13 = {[1], [2], [1]}; Cr14 = {[1], [3], [1]}; Cr15 = {[2], [3], [2]}	{[a+c], [b]}	
10	Cr16 = {[1], [2], [2]}; Cr17 = {[1], [3], [3]}; Cr18 = {[2], [3], [3]}	{[a], [b+c]}	
11	Cr19 = {[2], [1], [1]}; Cr20 = {[3], [1], [1]}; Cr21 = {[3], [2], [2]}	{[b+c], [a]}	
12	Cr22 = {[2], [1], [2]}; Cr23 = {[3], [1], [3]}; Cr24 = {[3], [2], [3]}	{[b], [a+c]}	
13	Cr25 = {[2], [2], [1]}; Cr26 = {[3], [3], [1]}; Cr27 = {[3], [3], [2]}	{[c], [a+b]}	

Fonte: A autora (2022).



4.1.2 Atribuição do local de estocagem (SLA)

Esta etapa de atribuição pode ser subdividida em outras duas partes:

- a) Estabelecer o critério de priorização do espaço.
- b) Estabelecer a regra de alocação nos corredores.

4.1.2.1 Estabelecer o critério de priorização do espaço

Estes critérios são úteis para estabelecer soluções e localização. Para compreender, no mesmo caso anterior, uma alternativa de política dedicada igual a {[a], [b], [c]} poderia receber outras cinco maneiras diferentes de ordenação (localização) no armazém: {[a], [c], [b]}, ou {[b], [a], [c]}, ou {[b], [c], [a]}, ou {[c], [a], [b]}, ou {[c], [b], [a]}. Na literatura, é muito comum o uso de algum critério de priorização para estabelecer este posicionamento, tais como (FONTANA; CAVALCANTE; 2013; GU *et al.*, 2007; GUERRIERO *et al.*, 2013; ROODBERGEN; VIS, 2009):

- ✓ Popularidade (*Popularity*): corresponde ao número de vezes que o selecionador recupera SKUs por unidade de tempo. Com esse critério, as classes são ordenadas de modo decrescente e as que possuem maior popularidade são destinadas aos locais mais desejáveis.
- ✓ Inventário Máximo (*Maximum inventory*): está associada ao espaço máximo destinado à classe. As classes que possuem os menores estoques são destinadas aos locais mais desejáveis.
- ✓ Volume: consiste na multiplicação da demanda esperada da SKU pelo inventário máximo.



- ✓ Volume de Negócios (*Turnover*): está relacionado com a frequência da demanda, quando as SKUs que são solicitadas com frequência são alocadas próximo aos pontos de entrada e saída.
- ✓ Densidade de Pick (*Pick Density*): é definida como a relação entre a popularidade e o volume do produto.
- ✓ Índice *Cuber-Per-Order* (COI): corresponde à relação entre o espaço de armazenagem necessário para SKUs e o número de solicitações por período. Esse índice leva em consideração a popularidade e o requisito de espaço, onde as classes que possuírem menor valor são armazenadas próximo aos pontos de entrada e saída.

COI_c = índice *cube-per-order* da classe c .

$$COI_c = \frac{f_d \times [Max I_{pc}^t]}{D_{pc}}$$

f_d = densidade dos produtos
(m²/unidade).

I_{pc}^t = nível do inventário em unidades de carga planejada para o produto p durante o período t na classe c .

D_{pc} = popularidade do produto p na classe c (em unidades).

- ✓ Consumidores: baseado no COI tem-se:
 - ◆ *Cube-Per-Consumer* (CIC) – a relação entre o inventário máximo e o número de clientes

$$CIC_p = \frac{f_d * [Max I_p^t]}{C_p}$$



- ♦ *Cube-Per-Order* e *Consumer* (COIC) – relação entre o estoque máximo e a popularidade multiplicada pelo número de clientes.

$$COIC_p = \frac{f_d * [Max I_p^t]}{C_p \times D_p}$$

Note que os índices surgiram como uma tentativa de agregar mais de um critério ao estabelecer a atribuição dos locais; contudo, estes índices acabam por realizar uma compensação entre os critérios considerados. Por este motivo, alguns autores propuseram a consideração de métodos multicritério. Além dos critérios descritos acima, podem-se adicionar características gerenciais, como a rentabilidade de cada produto e características dos clientes habituais, por exemplo. Outros autores não consideram critérios ou índices nesta etapa, e, ao gerar as n soluções, já seguem para a etapa de avaliação destas soluções, comparando-as com um ou múltiplos objetivos.

Ademais, os critérios e índices descritos acima podem ser considerados na armazenagem aleatória ao definir qual SKU será alocada primeiramente. Isso será viável apenas quando as SKUs estiverem no armazém no mesmo momento, visto que essa política de estocagem é dinâmica, prevendo a utilização de qualquer espaço livre conforme a chegada das SKUs.

Adicionalmente a essa decisão, é importante definir a regra de alocação.



4.1.2.2 Estabelecer a regra de alocação nos corredores

Dada a configuração dos corredores de estocagem, a questão chave aqui é: *Em que ponto será iniciado a alocação das SKUs, ou classes?*

Dada uma solução {[a], [c], [b]}, sabe-se que a primeira SKU a ser alocada no armazém será [a], mas em que local? Algumas regras podem ser consideradas em armazéns de duas dimensões (2D) (Figura 17), que são (PAN; WU, 2012; PETERSEN; SCHMENNER, 1999):

- ✓ *Perimeter*: as SKUs com maior volume são armazenadas próximo à saída, enquanto as demais são armazenadas no perímetro em sentido anti-horário, a partir da saída.
- ✓ *Within-aisle*: as SKUs são alocadas no primeiro corredor do início ao fim, para só depois passar para o segundo corredor e assim por diante.
- ✓ *Across-aisle*: as SKUs são alocadas no sentido perpendicular ao *within-aisle*, ou seja, primeiramente todas as posições iniciais (locais) dos corredores são ocupadas, para depois prosseguir para a segunda posição e assim por diante.
- ✓ *Diagonal*: corresponde a armazenagem das SKUs em diagonal.

Além disso, em armazéns com três dimensões (3D), é preciso definir como as regras *within-aisle*, *across-aisle* ou diagonal serão aplicadas em cada nível das *racks* (ou porta-paletes).



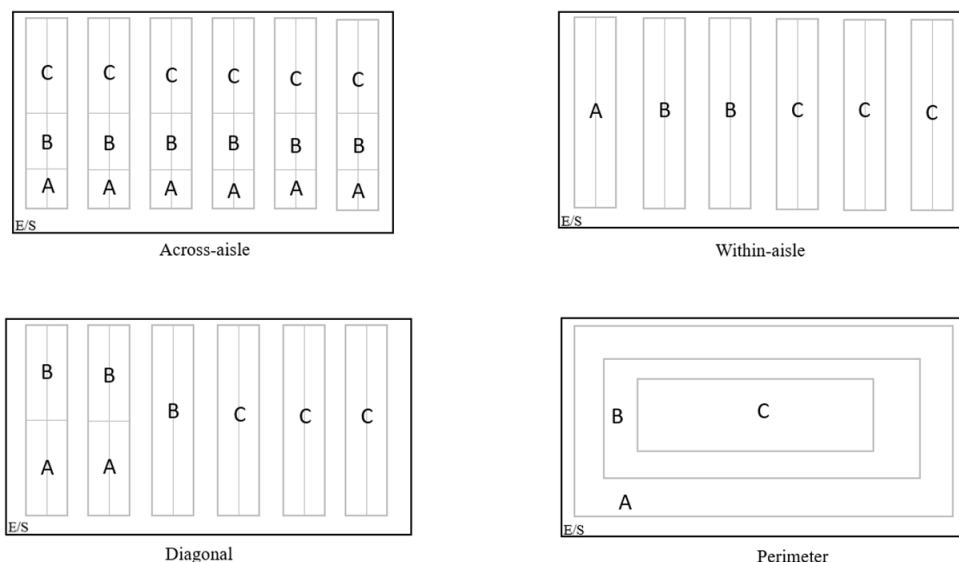


Figura 17 – Regra de alocação

Fonte: Adaptada de Petersen e Schmmmer (1999) e Quader e Castillo-Villar (2018).

4.1.3 Avaliação das alternativas de SLA

Como foi mencionado anteriormente, a partir do momento que o SLAP se baseia na combinação ou não de SKU em classes e a ordem influência na atribuição das SKUs ou classes no armazém, pode haver até n^n diferentes soluções. Cada solução gera um desempenho diferente no armazém (eficiência) e precisa ser avaliada. Esta etapa pode ser feita por meio de métodos de otimização – heurísticas ou multicritério – ao considerar um ou mais objetivos/critério para avaliar as soluções, tais como: quantidade e custo do espaço de armazenamento, bem como distância, tempo e custo para operação de separação de pedidos.



O gestor deve avaliar as alternativas a partir de um ou mais objetivos, podendo, para isso, fazer uso de heurística, análise estatística ou métodos multicritérios, por exemplo. Além disso, para definir a atribuição ideal, é necessário considerar, também, a política de separação de pedidos (Capítulo 3).

4.2 EXEMPLO PRÁTICO 3

Considerando uma estratégia de separação de pedido *Discrete picking* (*Single-order* ou *pick-by-order*) e capacidade de carga do equipamento de apenas uma unidade de carga, a popularidade pode ser igual à da demanda pelo SKU. Neste caso, o cálculo da distância média percorrida (considerado que no horizonte de planejamento analisado, todos os locais sejam visitados com a mesma probabilidade) pode ser simplificado, considerando apenas o deslocamento na direção y (Figura 18 e Tabela 6).

Tabela 6 - Dado dos SKUs

Produto	Espaço total utilizado (m ²)				Demanda (Popularidade) (un)
	$f_d \times [Max I_{pc}^t]$				
	1	2	3	4	
P1	5	10	15	10	20
P2	25	20	20	20	20
P3	15	10	10	10	5

Fonte: Adaptado de Muppani e Adil (2008b).



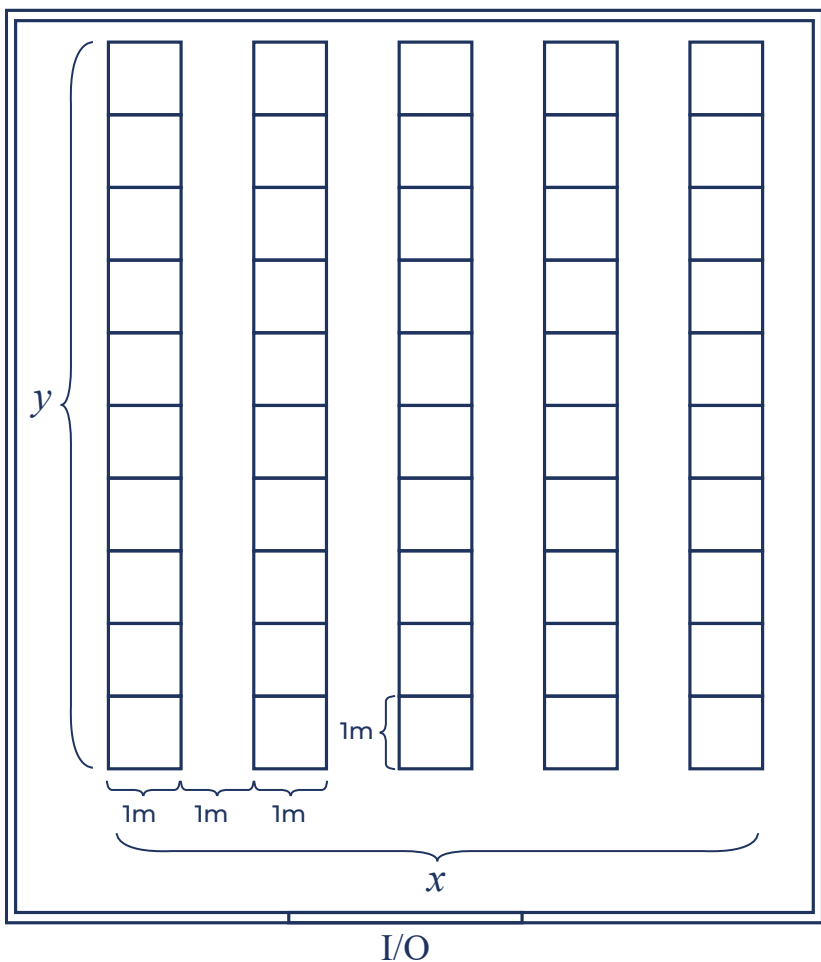


Figura 18 – Ilustração do *Layout*

Fonte: Adaptado de Fontana e Cavaltante (2014a).

Nesta situação, Muppani & Adil (2008b) apresentaram um esquema simplificado para analisar as políticas de estocagem, como nas tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7 – Política de Estocagem Dedicada (PED)

Classe	Produto	Espaço				MAX	Demanda	COI	Ordem	N° Linhas	Alocação						Distância Média	Distância Total	
		1	2	3	4						3	3	3	3	3	3			3
1	P1	5	10	15	10	15	20	0,75	1°	3	3	3	3	3	3	3	3	3/2 = 1,5	20 x 1,5
2	P2	25	20	20	20	25	20	1,25	2°	5	3	3	3	3	3	3	3	3 + 5/2 = 5,5	20 x 5,5
3	P3	15	10	10	10	15	5	3,00	3°	3	2	2	2	2	2	2	2	8 + 3/2 = 9,5	5 x 9,5
Total												55						187,5	

1 - P1, 2 - P2 & 3 - P3

Total Area = 55

Fonte: Adaptado de Muppani e Adil (2008b).

Tabela 8 – Política de estocagem Aleatória (PEA)

Classe	Produto	Espaço			MAX	Demanda	COI	Ordem	Nº Linhas	Alocação	Distância Média	Distância Total
		1	2	3								
1	P1+ P2 + P3	45	40	45	40	45	1	1º	9		9 / 2 = 4,5	45 x 4,5
Total					45							202,5

I/O												
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

1 - P1& P2 & P3
Total Area = 45

Fonte: Adaptado de Muppani e Adil (2008b).

Tabela 9 – Demonstração da redução de espaço com a formação de classes

SEM ECONOMIA DE ESPAÇO														
Classe	Produto	Espaço				MAX	Demanda	COI	Ordem	N° Linhas	Alocação	Distância Média	Distância Total	
		1	2	3	4									
1	P1+P2	5	10	15	10	15 + 25 = 40	20 + 20 = 40	1	1°	8	2 2 2 2	8/2 = 4	40 x 4	
		25	20	20	20									2 2 2 2
		1	1	1	1									1 1 1 1
2	P3	15	10	10	10	15	5	3,00	2°	3	1 1 1 1	8 + 3/2 = 9,5	5 x 9,5	
		1	1	1	1									1 1 1 1
		1	1	1	1									1 1 1 1
Total						55							207,5	

1 - P1 & P2, 2 - P3

Total Area = 55

I/O

Continuação da Tabela 9

COM ECONOMIA DE ESPAÇO															
Classe	Produto	Espaço			MAX	Demanda	COI	Ordem	Nº Linhas	Alocação			Distância Média	Distância Total	
		1	2	3						4					
1	P1+ P2	30	30	35	35	40	0,875	1º	7					7/2 = 3,5	40 x 3,5
2	P3	15	10	10	15	5	3,00	2º	3					7 + 3/2 = 8,5	5 x 8,5
Total					50										182,5
										1/0					

1 - P1 & P2, 2 - P3

Total Area = 50

Fonte: Adaptado de Muppani e Adil (2008b).



4.2.1 Exercício sugerido

Como visto no trabalho de Muppani e Adil (2008b), existem dois fatores principais para se analisar, especialmente em armazéns do tipo 2D (como foi o caso): (a) espaço requerido e distância percorrida para a separação dos pedidos. Deseja-se minimizar estes dois fatores. Evidentemente que existem maneiras mais “sofisticadas” para se calcular a distância total percorrida, obtendo valores exatos. Como o objetivo é comparar as políticas de estocagem, a metodologia apresentada – mesmo simples – é capaz de calcular a diferença entre as alternativas disponíveis, auxiliando na tomada de decisão. Ressalta-se que isso foi possível devido à consideração da estratégia de separação de pedido *discrete picking* com uma unidade de carga.

Analisando os resultados apresentados, responda:

- a. Por que é possível uma economia de espaço com a agregação de produtos em classes (Política de estocagem Baseada em classes)?
- b. Por que a política de estocagem Aleatória apresentou uma distância percorrida maior do que a Dedicada, mesmo havendo uma economia de espaços de armazenamento?
- c. Qual política de estocagem você recomendaria para Muppani & Adil?
- d. Que tipo de informação adicional poderia ser considerado para ajudar na tomada de decisão? Justifique.

Após essa análise, repita o procedimento para os dados da Tabela 10.

Tabela 10 – Dados para o exercício

Produto	Espaço total utilizado				Demanda / período
	1	2	3	4	
P1	35	30	30	30	5
P2	25	30	30	25	35
P3	10	5	10	5	10
P4	5	5	5	10	25

Fonte: A autora (2022).

- e. Considerando uma heurística de resolução, quantas soluções são possíveis?
- f. Dada a resposta da pergunta anterior, vamos simplificar. A formação de classe deve respeitar a ordem estabelecida pelo COI em política de estocagem dedicada (PED): apenas produtos próximos pela PED podem ser agregados. Quantas soluções você tem agora?
- g. Qual destas soluções você recomendaria? Justifique.

4.2.1.1 Solução do exercício

Resposta da questão (e): $n^n = 4^4 = 256$ soluções.

Resposta da questão (f): Ordem pela dedicada = $P4 > P2 > P3 > P1$. Logo as agregações devem respeitar esta ordem, ou seja, P3 só fará classe com P4 se P2 também estiveram, bem como P1 com P4 somente na aleatória. As soluções são resumidas na Tabela 11.

Tabela 11 – Solução item (f)

Política	Produto	Ordem	E	OP	Política	Produto	Ordem	E	OP
a	P1	4	85	357,5	d	P1 P3	2	80	382,5
	P2	2				P2 P4	1		
	P3	3			e	P1 P2 P3 P4	1	75	562,5
	P4	1			f	P2 P3 P4	1	80	377,5
b	P1	3	80	352,5		P1	2		
	P2 P4	1			g	P4	1	80	475
	P3	2				P1 P2 P3	2		
c	P1 P3	3	85	387,5	h	P2 P3	2	85	362,5
	P2	2				P1	3		
	P4	1				P4	1		

Fonte: A autora (2022).

4.3 QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. Explique o principal objetivo da utilização de um sistema de sistemas de localização de materiais
2. Explique as políticas de estocagem básicas.
3. Explique as etapas de atribuição: (a) estabelecimento do critério de priorização do espaço e (b) estabelecimento da regra de alocação nos corredores.



REFERÊNCIAS

CHAN, F. T.S.; CHAN, H.K.. Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems with Applications*, v. 38, p. 2686-2700, 2011.

CHUANG, Y.-F.; LEE, H.-T.; LAI, Y.-C. Item-associated cluster assignment model on storage allocation problems. *Computers and Industrial Engineering*, v. 63, p. 1171-1177, 2012.

DA SILVA, D. D.; DE VASCONCELOS, N. V. C.; CAVALCANTE, C. A. V. *Multicriteria Decision Model to Support the Assignment of Storage Location of Products in a Warehouse*. *Mathematical Problems in Engineering*. v. 2015, Article ID 481950, 2015.

DE KOSTER, R.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, v. 182, p. 481–501, 2007.

DIJKSTRA, A. S.; ROODBERGEN, K. J. Exact route-length formulas and a storage location assignment heuristic for picker-to-parts warehouses. *Transportation Research Part E*, v. 102,p. 38-59, 2017.

FONTANA, M. E.; CAVALCANTE, C. A. V. Electre Tri method used to storage location assignment into categories. *Pesquisa Operacional*, v. 33, n. 2, p. 283-303, 2013.



FONTANA, M. E.; CAVALCANTE, C. A. V. Use of Promethee method to determine the best alternative for warehouse storage location assignment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 70, p. 1615-1624, 2014a.

FONTANA, M. E.; CAVALCANTE, C. A. V. Using the Efficient Frontier to Obtain the Best Solution for the Storage Location Assignment Problem. *Mathematical Problems in Engineering*, 1p. 1-10, 2014b.

FONTANA, M. E.; NEPOMUCENO, V. S. Multi-criteria approach for products classification and their storage location assignment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 88, p. 3205, 3216, 2017.

FONTANA, M. E., NEPOMUCENO, V. S.; GARCEZ, T. V. Hybrid approach development to solving the storage location assignment problem in a picker-to-parts system. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2020.

GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. F. Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, v. 177, p. 1-21, 2007.

GUERRIERO, F.; MUSMANNO, R.; PISACANE, O.; RENDE, F. A mathematical model for the Multi-Levels Product Allocation Problem in a warehouse with compatibility constraints. *Applied Mathematical Modelling*, v. 37, p. 4385-4398, 2013.



MUPPANI, V. R. (Muppant); ADIL, G. K. Efficient formation of storage classes for warehouse storage location assignment: A simulated annealing approach. *Omega-International Journal Of Management Science*, v. 36, p. 609-618, ago. 2008a.

MUPPANI, V. R. (Muppant); ADIL, G. K. A branch and bound algorithm for class based storage location assignment. *European Journal of Operational Research*, v. 189, p. 492-507, set. 2008b.

PAN, J. C.-H.; WU, M.-H. Throughput analysis for order picking system with multiple pickers and aisle congestion considerations. *Computers e Operations Research*, v. 39, p. 1661-1672, 2012.

PAN, J. C.; SHIH, P.; WU, M. Storage assignment problem with travel distance and blocking considerations for a picker-to-part order picking system. *Computers & Industrial Engineering*, v. 62, p. 527-535, 2012.

PETERSEN, C. G.; AASE, G. R. A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, v. 92, p. 11-19, 2004.

PETERSEN, C. G.; SCHMENNER, R. W. An evaluation of routing and volume-based storage policies in an order picking operation. *Decision Sciences*, v. 30, p. 481-501, 1999.



QUADER, S.; CASTILLO-VILLAR, K. K. Design of an enhanced multi-aisle order picking system considering storage assignments and routing heuristics. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 50, p. 13-29, 2018.

ROODBERGEN, K. J.; VIS, I. F. A. A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European Journal of Operational Research*, v. 194, p. 343-362, 2009.

ROUWENHORST, B.; REUTER, B.; STOCKRAHM, V.; VAN HOUTUM, G.J.; MANTEL, R.J.; ZIJM, W.H.M. Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, v. 122, p. 515-533, 2000.

SANTOS, I. M. dos; SILVA, R. C. R. da; LIMA, T. P. de. Localização e endereçamento de mercadorias no ponto de estocagem: uma proposta de melhoria para duas empresas comerciais. *Interfaces de saberes-FAFICA*, v. 8, n. 1, 2008.

VILA NOVA, A. R. A. P. Suporte às decisões de operações de armazenagem do fluxo reverso em instalações híbridas por meio de uma estrutura conceitual integrativa. 2019. Orientadora: Marcele Elisa Fontana. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.



[CAPÍTULO 5]

COMÉRCIO ELETRÔNICO E *LAST MILE*

A disseminação da utilização da Internet tem conquistado um número crescente de consumidores que pesquisam e compram produtos *on-line*; da mesma forma, isso também tem criado oportunidades para os varejistas aumentarem as vendas. A crescente urbanização e, conseqüentemente, o rápido crescimento da base de clientes de e-commerce, novos modelos de negócios (por exemplo, e-mercearia), clientes mais exigentes para entrega mais rápida (por exemplo, entrega no mesmo dia e entrega instantânea), acompanhados por novas tecnologias de entrega (por exemplo, drones e veículos elétricos) implicam um forte aumento nas entregas de encomendas e são os principais motivos para mudanças na entrega comercial urbana de *last mile*, ou no português última milha (GUO *et al.*, 2019; ÖZARIK *et al.*, 2021; WORLD ECONOMIC FORUM - WEF, 2020).

Em áreas urbanas, especialmente em canais de *e-commerce business-to-customer* (B2C), devido às suas características específicas, as entregas de última milha impõem níveis adicionais de complexidade ao processo de e-cumprimento, como altos níveis



de congestionamento, aumento da fragmentação para atender às necessidades dos clientes e falta de infraestrutura logística dedicada, como, por exemplo, centros de distribuição (CÁRDENAS; BECKERS; VANELSLANDER, 2017; JANJEVIC; WINKENBACH, 2020).

Entende-se, aqui, que o comércio eletrônico trouxe mudanças irreversíveis nas características da logística como um todo. Isso provocou novas demandas em temas de metodologias e processos, especialmente nas operações de armazenagem e transporte. Nesse cenário, as entregas de *last mile* são as mais desafiadoras; por isso, também são introduzidas neste capítulo.

5.1 COMÉRCIO ELETRÔNICO

Comércio eletrônico, no inglês **e-commerce**, **comércio virtual** ou **venda não presencial** trata de uma modalidade de transação **comercial** (com ou sem fins lucrativos) não presencial, isto é, feita através de equipamentos eletrônicos, como, por exemplo, computadores, *tablets* e *smartphones*.

Fonte: Agência E-Plus, 2019.

Segundo Mendonça (2016), o comércio eletrônico pode ser agrupado em duas origens: empresa e consumidor. O Quadro 4 apresenta as tipologias dentro destas origens.

Quadro 4 – Tipos de comercio eletrônico

Origem	Tipo	Descrição
Empresas	Business to Business (B2B)	É a relação entre as duas empresas.
	Business to Consumer (B2C)	É o mais conhecido entre o público e envolve a venda direta entre fabricantes e distribuidores ao consumidor final.
	Business to Employee (B2E)	É quando empresas criam plataformas como a intranet para oferecer produtos aos seus funcionários com preços menores.
	Business to Government (B2G)	É quando uma empresa vende para o Governo.
	Know-how commerce (K-commerce)	Vendas de <i>know-how</i> empresarial no formato produto ou serviço.
Consumidores	Consumer to Business (C2B)	É quando o consumidor é que oferece seus produtos para as empresas.
	Consumer to Consumer (C2C)	Nesse formato, a relação é de consumidor para consumidor, isso é feito através de uma plataforma que promove a intermediação da operação.
	Mobile Commerce (M-commerce)	É um modelo de comércio eletrônico realizado especificamente por equipamento eletrônico móveis, como <i>smartphones</i> e <i>tables</i> .
	Television commerce (T-commerce)	Vendas de produtos veiculados em programas de anúncios na TV.
	Social Commerce (S-commerce)	Representa o comercio eletrônico formal/ informal por redes sociais.

Fonte: Adaptado de Mendonça (2016) e Sebrae (2016).



5.1.1 Mudanças na logística pelo comércio eletrônico

O sistema de **logística tradicional** foi criado a fim de atender o comércio entre as organizações cujos pedidos eram de grande volume e boa parte das entregas é destinada às lojas ou aos centros de distribuição: a logística tradicional não lida diretamente com o consumidor final. Seus clientes diretos são empresas, atacadistas, varejistas e lojistas.

Já a logística de **e-commerce** é composta por um alto número de pedidos de pequeno volume, que são entregues cada um em um local diferente e de forma fracionada. Geralmente na casa dos clientes, o que acaba gerando um custo muito mais alto de entrega, com relação à logística tradicional. “Os armazéns convencionais têm dificuldades em atender aos requisitos do comércio eletrônico” (BOYSEN; KOSTER; WEIDINGER, 2019). O Quadro 5 sumariza as principais diferenças.

Quadro 5 – Logística tradicional *versus* Logística do *e-commerce*

	Tradicional	E-commerce
Recebimento de mercadorias	As mercadorias chegam em carregamentos de grande volume e, normalmente, paletizadas. Isso exige uma gestão de estoque atenta, para que não exista perda de mercadorias e não falte espaço nos armazéns.	O abastecimento é contínuo e fracionado. Isso significa que a equipe precisa conhecer e controlar bem os níveis do estoque, para que o abastecimento ocorra no tempo certo e não comprometa os prazos de entrega ao cliente.
Variedade das mercadorias	Baixa amplitude, pois as lojas físicas dispõem de uma variedade de produtos muito menores do que as lojas virtuais.	Grande amplitude. Produtos de nicho, normalmente, respondem por uma proporção muito maior de vendas no comércio eletrônico do que nas lojas físicas (<i>brick-and-mortar stores</i>). Esse fenômeno também é conhecido sob o termo “cauda longa”.



	Tradicional	E-commerce
Estrutura física	Predominância de armazéns preparados para a armazenagem e movimentação dos paletes – já que a maioria das cargas é entregue assim. Isso significa investimentos em empilhadeiras e equipamentos específicos.	Há uma alta quantidade de endereços de pequena volumetria e diversas estruturas de manuseio. E, como a entrada e saída de produtos do estoque devem ser rápidas e eficientes, o uso de <i>flow racks</i> , por exemplo, pode simplificar o trabalho.
Característica do armazém	Existe apenas um SKUs por endereço.	Pode haver vários SKUs no mesmo endereço. Este sistema é muito utilizado pela Amazon.
Processamento de pedidos	Trabalha com poucos pedidos e grandes volumes de cargas por pedido sendo movimentadas.	Trabalha com um grande volume de pedidos e com poucos SKUs por pedido.
Lead time de processamento do pedido	O tempo de processamento do pedido é moderado.	Lojas virtuais devem ser ágeis e eficientes no processamento dos pedidos, o que inclui a análise do pagamento, separação, preparação e envio para o transporte.
Forma de execução do transporte	Cargas completas ou fracionadas. Há um investimento em frota própria e na contratação de transportadora – esse <i>mix</i> confere mais agilidade e economia ao negócio.	Cargas por encomenda, assim o transporte é feito, principalmente, por transportadoras e pelos Correios.
Programações de entrega	Moderada – há uma folga possível pela previsão de vendas e programação da produção.	Apertada - as entregas no dia seguinte ou até no mesmo dia são uma promessa elementar de muitos varejistas on-line, especialmente no segmento B2C.
Localização do cliente	Conhecida – habitual	Pulverizada
Trechos para a entrega	Utilizam múltiplos trechos, com transferência consolidada.	Utilizam um único trecho, com entrega direta. Para isso é necessário criar centros de distribuição em alguns locais estratégicos para aumentar a eficiência das suas entregas.

Fonte: Adaptado de Boysen, Koster e Weidinger (2019), De Souza, Lemos e Zorzo (2014) e Interpost (2018).



Os varejistas *on-line* estão se esforçando para oferecer aos consumidores serviços de entrega de *last-mile* cada vez mais responsivos, de forma a aumentar as vendas e ganhar participação de mercado de seus concorrentes; como resultado, muitas vezes não conseguem cobrir os custos dessas operações (ALLEN, 2018). Muitos varejistas *on-line* expandiram dinamicamente suas capacidades de armazém nos últimos anos e enfrentam demandas altamente voláteis, dependendo dos produtos oferecidos, por exemplo, devido às vendas sazonais. São necessárias capacidades escaláveis de armazém que podem ser ajustadas de maneira flexível para dar conta da carga de trabalho variada (BOYSEN; KOSTER; WEIDINGER, 2019).

5.2 LAST-MILE

O desempenho da entrega na última milha se tornou o fator mais crucial do relacionamento entre varejistas de comércio eletrônico e clientes finais, pois pode estabelecer ou quebrar o vínculo, o que afeta diretamente a decisão de reordenamento do cliente (BOPAGE *et al.*, 2019).

Last mile, ou a “última milha”, é um conceito logístico que envolve processos adaptados para garantir que a entrega final seja confortável para os clientes e eficiente (BOPAGE *et al.*, 2019). A entrega da última etapa desempenha um papel crucial na melhoria da eficiência logística e na aquisição de clientes por meio da melhoria da qualidade do serviço e do tempo (DATTA, 2018). O gerenciamento racional dos processos de entrega *Last mile* desempenha um papel importante na distribuição de mercadorias, confiabilidade, eficiência e suporte ao nível de serviço necessário (GALKIN *et al.*, 2019).



As variáveis que descrevem as expectativas do cliente e o desempenho do serviço ao cliente no e-cumprimento incluem a pontualidade das entregas, opção de devolução, disponibilidade do produto e condição do produto na chegada (JANJEVIC; WINKENBACH, 2020). De acordo com a perspectiva holística do cliente eletrônico, Vakulenko *et al.* (2019) propôs um mapa básico da jornada do e-cliente, que inclui a experiência do cliente *on-line* e os componentes do serviço de entrega. Começando com uma compra *on-line* padrão, o e-cliente inicia a jornada e toma uma cadeia de decisões e escolhas entre diferentes sites, produtos, marcas e preços apresentados por varejistas eletrônicos. Isso leva o e-cliente à próxima etapa da jornada, onde ele faz as escolhas de entrega e faz um pedido. Depois de colocar o pedido com sucesso, o que geralmente inclui o pagamento, o e-cliente aguarda sua chegada. Após verificar e experimentar o item comprado, o e-cliente ficará satisfeito ou insatisfeito com o produto e os serviços. Isso pode levar à devolução, à troca ou a uma intenção de compra futura do produto, vinculando, assim, a experiência a jornadas subsequentes do cliente eletrônico.

Uma das desvantagens das compras *on-line* é a incapacidade dos clientes de ver e sentir o produto antes de comprá-lo, aumentando as devoluções (HÜBNER *et al.*, 2016). A legislação brasileira prevê – pelo Código de Defesa do Consumidor, Lei nº 8.078 / 1990 – que produtos com pouco ou nenhum uso podem ser devolvidos à empresa em função de erros no processamento, defeito ou avaria no produto ou desistência da compra (BRASIL, 1990).

As devoluções são um elemento crucial que impacta o comportamento de compra dos clientes e, conseqüentemente, afeta



a fidelidade do cliente (DATTA, 2018). Desta maneira, esses retornos podem prejudicar as margens de lucro e impactar negativamente os resultados financeiros de uma organização se não forem gerenciados de maneira adequada. Atualmente, encontrar espaço de armazenamento para essas mercadorias é um grande desafio; um plano de logística reversa pode fornecer uma estrutura sólida para minimizar os impactos negativos dessas devoluções (BURNSON, 2021; WELCH, 2021).

De acordo com Gevaers (2013), existem quatro motivos principais para devoluções no e-commerce: (1) devolução definida por Lei / regulamento em prazo específico após o recebimento do produto; (2) devolução referente à garantia em prazo determinado; (3) políticas de retorno flexíveis para atrair consumidores e oferecer-lhes serviços flexíveis; (4) devoluções desnecessárias: por exemplo, se os consumidores não gostam mais de produtos específicos após algum tempo, alguns tendem a devolver os produtos como "defeituosos / quebrados", quando não estão.

Se o tratamento de devolução sem problemas não for garantido, a percepção da qualidade do serviço diminui consideravelmente, resultando em compras perdidas (DATTA, 2018). O fato de muitas empresas de comércio eletrônico não possuírem uma rede de varejo para devolução de seus produtos implica em configurações logísticas alternativas (WELCH, 2021; BURNSON, 2021).

As opções de devolução podem ser caracterizadas de acordo com os locais de devolução disponíveis (ou seja, coleta na casa do cliente ou entrega do cliente em um local secundário) e a possibilidade de devoluções instantâneas (ou seja, devoluções na entrega). Os locais de devolução disponíveis têm um efeito sobre



as instalações logísticas necessárias dentro da rede. Por exemplo, uma rede de pontos de coleta e entrega – ou lojas – pode ser benéfica para o tratamento de devoluções. Algumas empresas propõem um serviço em que o cliente pode experimentar o produto e devolvê-lo imediatamente (JANJEVIC & WINKENBACH, 2020).

Devolver mercadorias por empresas de serviço de correio expresso e encomendas (CEP) é a solução predominante (HÜBNER *et al.*, 2016). Contudo, a proposta de devoluções instantâneas na entrega impacta as opções de governança dos serviços de transporte, uma vez que, geralmente, não são tratadas por operadores de serviços logísticos por encomendas e correios (JANJEVIC; WINKENBACH, 2020).

5.2.1 Desafios de *last-mile* no *e-commerce*

Os principais desafios presentes das entregas *last-mile* no *e-commerce* são (ALLEN *et al.*, 2018, BRASIL 2021):

- ✓ Pressão de pico (*peak pressure*): é a capacidade de uma transportadora de lidar com a crescente demanda adicional por entregas de pacotes durante os períodos de pico e o investimento em infraestrutura necessário para manter esse serviço.
- ✓ Demandas complexas do cliente (*complex customer demands*): os consumidores estão exigindo serviços de entrega cada vez mais rápidos, confiáveis e convenientes, tornando as demandas mais complexas.
- ✓ Os impactos da entrega "gratuita" (*free delivery*): decisão de muitos varejistas de fornecer opções de entrega "gratuita"



para atrair clientes resultou em modelos de preços baixos que são exigidos das transportadoras.

- ✓ Baixo volume de venda x Custo da entrega: o baixo volume de vendas, ou sazonalidade dos pedidos, dificulta significativamente a realização de contratos de logística de longo prazo.
- ✓ Entregas com falha na primeira vez (*failed first-time deliveries*): Uma entrega com falha significa que a transportadora tentou efetuar a entrega, mas esta não foi possível. Quando tal acontece, na maioria das vezes, o estafeta irá deixar um recado na morada indicando a tentativa de entrega malsucedida e tentará fazer uma nova entrega. Isso ocorre normalmente devido ao fato de que regiões apresentam dificuldade de acesso (zonas rurais, regiões remotas, assentamentos urbanos, etc) ou pelas restrições de horário ou indisponibilidade de pessoas para receber a encomenda.
- ✓ Pressão para cumprir as janelas de entrega (*delivery windows*): essas janelas nada mais são do que agendas específicas para recebimento de produtos. Há datas e horários definidos para o recebimento de mercadoria e não os respeitar significa arcar com a devolução.
- ✓ Gerenciando devoluções de produtos (*managing product returns*): os produtos devolvidos de compras *on-line* representam uma proporção considerável de todos os bens entregues, o que causa uma questão considerável ao lidar com sua recolha e retorno.
- ✓ Condições de tráfego (*traffic conditions*): a piora das condições das estradas e as dificuldades em encontrar vagas de estacionamento adequadas ao lado da calçada nos centros



urbanos tornam a entrega de encomendas cada vez mais difícil de realizar para atender às necessidades do cliente.

- ✓ Dificuldades para cumprir as condições de alguns serviços de *fulfillment*: Muitos *marketplaces* oferecem esse serviço para seus parceiros, mas algumas condições precisam ser cumpridas para acesso a esse processo. Dentre os requerimentos do mercado, é comum exigir volume mínimo de vendas e outras condições específicas, relacionadas, por exemplo, à dimensão e ao peso dos produtos.

Fullfillment é o processo que envolve todas as etapas da logística após a compra da mercadoria pelo cliente, tais como: armazenagem da mercadoria (estoque), separação (localização do produto dentro do estoque), embalagem e transporte do produto até o cliente.

Fonte: *Brasil (2021)*.

5.2.2 Iniciativas e tendências

De acordo com os trabalhos de Allen *et al.* (2018), Alnaggar Gzara e Bookbinder (2019), Boysen, Koster e Weidinger (2019) e WEF (2020), é possível listar algumas iniciativas e/ou tendências para melhorar a eficiência das entregas de encomendas B2C e B2B:

- i. Os serviços *Click & Collect*: O e-cliente compra pela loja *on-line* e coleta na loja física do mesmo varejista, ou pertencente ao mesmo grupo comercial.



- ii. Pontos de coleta (*Collection points*): Quando a loja *on-line* não dispõe de lojas físicas. Esses pontos de coletas se tornaram populares na Europa e são localizados em lojas independentes, lojas de conveniência, agências dos correios, etc., onde o e-cliente pode buscar sua compra.
- iii. As entregas pessoais no local de trabalho (*Personal deliveries to the workplace*): são consideradas uma opção de entrega para alguns que, de outra forma, não estariam em casa durante o dia de trabalho. Embora isso ajude a reduzir as taxas de falha de entrega, pode ter outras consequências negativas, incluindo o impacto prejudicial que essas entregas colocam nas baías de carga das empresas, logística interna do prédio e salas de correio.
- iv. Os pontos de venda experimental (*Try & Buy* – “Experimente e Compre”): visam reduzir os custos associados à gestão de produtos devolvidos. Os consumidores só precisam se comprometer a comprar os bens após experimentá-los.
- v. A colaboração de última milha (*Last-mile collaboration*): oferece espaço para as transportadoras de encomendas trabalharem juntas na entrega de pedidos de compras *on-line*, a fim de reduzir os requisitos de infraestrutura e aumentar a eficiência de suas operações.
- vi. Hotéis logísticos (*Logistics hotels*): é um conceito onde um município trabalha com parceiros industriais para criar depósitos logísticos multiusuário em áreas urbanas centrais.
- vii. Centros de consolidação urbanos (*Urban Consolidation Centre - UCC*): Em todas as cidades, existem várias transportadoras nacionais tentando entregar encomendas, muitas vezes nos mesmos edifícios que seus concorrentes. O



UCC recolhe todas as encomendas das várias transportadoras e separa-as para entrega. A adição de EVs para entrega de última milha garante que a poluição atmosférica e sonora seja mantida ao mínimo.

- viii. *Micro hubs*: é uma instalação pequena onde as mercadorias são agrupadas para serem entregues em uma determinada área urbana, geralmente em um raio de 1 a 5 km. Devido ao espaço limitado, é necessário trocar os veículos tradicionais de distribuição, como caminhões ou automóveis, por outros mais leves, como as bicicletas de carga, o que evitaria o uso de veículos de grande porte na última etapa do quilômetro em áreas urbanas com os benefícios que isso acarreta; menos congestionamento, poluição ou ruído, entre outros.
- ix. *Hubs móveis*: pode ser uma *van*, um *trailer*, por exemplo. Nestes hubs móveis os entregadores recolhem as suas encomendas e efetuam as entregas em bicicletas, veículos elétricos ou a pé, regressando ao hub para efetuarem as novas rondas de entrega. Ideal para áreas urbanas movimentadas e com alta densidade de entregas.
- x. Entrega coletiva (*Crowdshipping*): se enquadra no conceito emergente mais amplo de “economia compartilhada, em que pessoas comuns realizam entregas de última milha com seus próprios veículos, de lojas ou armazéns até os destinos dos clientes.
- xi. *Omnichannel*: se baseia no uso simultâneo e interligado de diferentes canais de comunicação, com o objetivo de estreitar a relação entre *on-line* e *off-line*, aprimorando, assim, a experiência do cliente. Dessa forma, o *Omnichannel* possi-



bilita usar um aplicativo para encontrar um sapato, experimentá-lo na loja e recebê-lo no em casa.

- xii. Mudanças em veículo: Veículos elétricos (*Electric vehicle – EV*), Carro autônomo (*Autonomous car*) e Drones.
- xiii. Redirecionamento dinâmico (*Dynamic re-routing*): O redirecionamento dinâmico trata de encontrar a melhor maneira de ir de um ponto a outro, traz grandes benefícios em relação a: Redução da distância percorrida; Redução do tempo de viagem; Redução da emissão de CO₂; Redução de congestionamento; e, conseqüentemente, redução de custos com transporte.
- xiv. Entrega noturna (*Night-time delivery*): Consiste na ação da empresa em entregar os produtos no horário não comercial observando a legislação local, segurança e regras em condomínios.

Estas iniciativas que modificam as operações tradicionais da logística, incluindo as operações de armazenagem, podem reduzir o impacto negativo da entrega *last-mile*. Muitas delas ainda precisam de aprimoramentos e adequação ao contexto local, como é o caso dos carros autônomos.

5.3 QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. Não é uma vantagem do comércio eletrônico:
 - () Permite conexão direta entre compradores e vendedores.
 - () Facilita a troca de informações entre os envolvidos na transação.
 - () Elimina a limitação de tempo e lugar.
 - () É atualizado em tempo real.



- Trabalha com poucos pedidos e grandes volumes de cargas.
 Aumenta o alcance geográfico.

2. Não é uma tipologia de transação eletrônica:

- B2C B2G B2M C2G G2G

3. E-business "faz menção a todo o processo do negócio eletrônico, podendo vir a ter, ou não, uma transação comercial."

- Verdade Falso

4. "Como a entrada e saída de produtos do estoque devem ser rápidas e eficientes, o uso de *flow racks*, por exemplo, pode simplificar o trabalho." Estamos falando de:

- Armazém virtual Armazém de terceiros
 Armazém no e-commerce Armazém *drive-thru*

5. A logística tradicional trabalha com um grande volume de pedidos e com poucos SKUs por pedido.

- Verdade Falso

5.4 CASE C

AS 11 INOVAÇÕES EM LOGÍSTICA DA AMAZON

Criada em 1994, no começo de suas atividades no e-commerce, a logística da Amazon era ineficiente e passava por vários problemas para conseguir atender toda a demanda exis-



tente. Naquele momento, percebe-se a necessidade de fazer investimentos nessa área e aprimorar a cadeia de suprimentos. Isso tudo porque a empresa teve como foco aprimorar frequentemente os serviços fornecidos aos clientes, de maneira a aumentar a experiência de compra e conquistar sua fidelização. No entanto, entendeu-se que, para isso acontecer, era preciso sempre aplicar melhorias nos processos: desde a venda até a entrega do pedido ao consumidor final. Nesse sentido, foram implementadas mudanças relevantes no formato de entregas, em recursos que possibilitam a redução considerável dos **prazos** e alternativas interessantes para o recebimento da mercadoria. Essa ação deu resultados positivos, e, a partir de então, a empresa seguiu rumo ao sucesso, colocando-se como uma gigante no mercado, como atualmente é reconhecida.

Alguma coisa precisava ser feita

Quando as entregas começaram a apresentar problemas, o fundador da loja decidiu que era o momento de investir em inovação, então contratou **profissionais** qualificados, como engenheiros e cientistas, para avaliar melhor qual seria o sistema adequado para resolver a situação da logística da empresa. Nos primeiros anos, o time de logística estabeleceu diversos indicadores, fazendo o levantamento da quantia de pedidos despachados, o custo por unidade de embalagem e o envio de cada centro de distribuição. Com o passar do tempo, o sistema se tornou- mais moderno, aprimorando-se nas novas tendências que foram surgindo.

Entre os principais pontos sobre o conceito do sistema de logística da Amazon estão:

- **Simple:** Várias pessoas entendem que – por causa das extensões dos processos logísticos – essa é uma fase complexa. Com



uma organização adequada, é possível simplificar completamente a logística de uma companhia. Isso não quer dizer que tudo ocorrerá de uma hora para outra, mas, com todas as questões bem definidas, não existe motivo para se perder.

- **Fast:** A hora da entrega pode ser considerada a mais aguardada pelo cliente. Por isso, quanto mais rápido a mercadoria chegar à sua mão, mais satisfeito ele ficará. Dessa forma, avalie maneiras de proporcionar uma logística mais ágil, segura e que caiba no orçamento do consumidor.

- **Customer first:** Pelo fato de a entrega ser o momento mais esperado pelo público, é essencial cuidar de todas as etapas do processo – separação, organização, embalagem, nota fiscal, transporte e entrega – com toda dedicação a um público que, se bem atendido, manter-se-á fiel ao negócio.

- **Beginning of a new cycle:** O processo logístico não deve propor apenas o fim de uma negociação: ele engloba uma fase para o início de um novo ciclo de relacionamento. Nessa hora, ou se agrada o consumidor para que ele retorne ou o decepciona, perdendo a chance de novas vendas.

A partir desses conceitos, algumas das inovações foram desenvolvidas pela Amazon, contribuindo para todo o sucesso que ela se tornou. Conheça as principais:

- **Automatização das operações:** A Amazon investe bastante em tecnologia para **automatizar** as suas operações. Nos centros de distribuição, são usados robôs para aperfeiçoar os processos, como a movimentação de mercadorias e a separação dos pedidos. Além disso, a empresa conta com softwares de gestão que, junto com as melhorias das operações, auxiliam no



controle das atividades e ajudam na realização de avaliações e tomadas de decisão.

- **Prática de novas ideias:** A inovação é uma marca registrada na Amazon. Isso se deve ao fato de ela constantemente buscar a criação de estratégias e desenvolver serviços focados no aumento da qualidade de atendimento ao cliente. A aplicação dessas novas ideias é elaborada de forma a encontrar soluções que vão satisfazer a necessidade dos clientes, fidelizando-os.

- **Investimento em logística:** Aliada às alternativas enumeradas acima, a logística de entrega da Amazon se destacou pela agilidade e eficiência. Isso faz dela uma grande autoridade quando falamos do fornecimento de uma ótima experiência aos seus consumidores em relação à entrega de produtos.

A Amazon trata esse setor como um dos mais importantes. é um dos que mais recebem investimentos e melhorias. Para entender melhor quais são essas aplicações:

- **Frota própria:** Até 2013, a Amazon contava com serviços terceirizados, em parceria com empresas de transporte para realizar a entrega aos seus clientes, mas recebia um número grande de reclamações relativas aos atrasos. Com isso, definiu o objetivo de reduzir a amplitude da terceirização e começou a montar sua própria frota. Além disso, desenvolveu os centros de triagem, que ficam próximos aos seus clientes, auxiliando na administração das entregas até a última milha. Com isso, a companhia consegue conceder prazos de entregas menores que os dos concorrentes, criando uma boa vantagem competitiva.

- **Parcerias:** Para alcançar a meta de fornecer entregas mais rápidas, a Amazon criou parcerias com empresas aéreas. Ela



também conta com outras formas: caminhões do setor privado, táxi frete marítimo, bicicleta, entre outros. O importante é conseguir atender à expansão da demanda da maneira mais efetiva possível.

- **Funcionários:** A empresa conta com um time de mais de 100 mil colaboradores, que trabalha sob o regime de escala para conseguir atender a todos os pedidos no menor prazo possível. Nos períodos de Black Friday e Natal, esses funcionários realizam um revezamento para trabalhar todos os dias da semana, 24 horas por dia: mesmo de madrugada, existem pessoas separando pedidos para encaminhá-los aos clientes, evitando falhas operacionais com o aumento das vendas.

- **Entrega *last mile*:** A entrega na última milha é considerada um grande desafio para diversas instituições, tendo em vista seu alto custo e as dificuldades de se chegar até o consumidor final. Para resolver as restrições de trânsito, por exemplo, a Amazon colocou seus centros de triagem mais perto dos clientes e investiu nas entregas usando veículos pequenos ou contando com parceiros.

- **Embalagens:** A empresa investe muito em suas embalagens: criou um sistema de box on demand. Por meio dele, são elaboradas embalagens adequadas para cada espécie e tamanho de mercadoria, o que ajuda a otimizar o espaço dentro dos veículos de transporte e aproveitar a cubagem da melhor maneira.

- **Entrega no mesmo dia:** Nesse caso, a finalidade é preparar os produtos para a entrega antes mesmo que eles sejam adquiridos pelos consumidores: os clientes podem adquirir um livro, por exemplo, assim que ele for lançado.



- **Entrega por drones:** A entrega por drones é outra aposta tecnológica da Amazon, desenvolvida para oferecer ainda mais agilidade às entregas. Apesar da restrição em algumas localizações que esses equipamentos têm (atendem a um raio de somente 15 km), já podem ser vistos como uma opção.

- **Logística colaborativa:** Trata-se de parceria com outras empresas, em que todos trabalham e ajudam para atingir os mesmos objetivos. Dessa forma, a logística da Amazon conta com outras formas de entrega, usando drones, carros e demais veículos, como uma estratégia essencial para desenvolver a entrega last mile.

- **Same day delivery:** Um novo modelo de frete, que consiste na entrega do pedido no mesmo dia da compra. Amazon Fresh: “O que você quiser, na hora em que quiser, onde quiser, com a rapidez que quiser”. Encontra-se disponível em certos locais e produtos, limitados a certo horário em que as compras forem realizadas.

- **Lockers:** É um tipo de armário, nos quais as encomendas são entregues e guardadas para que os consumidores possam acessar e, por meio de um código, retirar as mercadorias. É uma ótima forma de disponibilizar os produtos para quem não consegue receber no próprio endereço, se tornando uma boa alternativa para atender o público que está localizado onde existe alguma restrição na entrega.

- **Amazon Flex:** é um conceito similar ao Uber, em que uma rede de entregadores regionalizados, dentro de uma mesma cidade e que recebem por hora trabalhada, fazendo coletas e entregas.



Fonte: <https://esales.com.br/blog/11-inovacoes-em-logistica-da-amazon/>

Questões:

1. Por que a Amazon está construindo mais depósitos conforme ela cresce?
2. Quais vantagens e desvantagens há na venda de produtos, como livros, pela Internet têm sobre as livrarias tradicionais (varejo)? (a) do ponto de vista do consumidor. (b) do ponto de vista do vendedor.
3. Para que produtos o *e-commerce* proporcionam mais vantagens? O que caracteriza esses produtos?
4. Comente a afirmação: “É muito mais fácil despachar caminhões cheios de encomendas do que garantir o transporte de uma única encomenda”.
5. Com sua estratégia, a Amazon tem chamado a atenção de outras empresas como uma alternativa de transporte para elas. Por que você acredita que isso acontece? Seria interessante para a Amazon?
6. Empresas pequenas podem tirar proveitos de benchmarking com a Amazon? De que maneira? (pode citar exemplos para explicar).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA E-PLUS. Definição de e-commerce: o que é comércio eletrônico? *E-commerce e Marketing Digital*: Agência E-Plus, 21 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.agenciaeplus.com.br/definicao-de-e-commerce>. Acesso em 16 dez. 2021.



ALLEN, J., PIECYK, M., PIOTROWSKA, M., MCLEOD, F., CHERRETT, T., GHALI, K., NGUYEN, T., BEKTAS, T., BATES, O., FRIDAY, A., WISE, S., AUSTWICK, M. Understanding the impact of e-commerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas: The case of London. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 61, p. 325–338, 2018.

ALNAGGAR, A., GZARA, F. BOOKBINDER, J.H. Crowdsourced Delivery: A Review of Platforms and Academic Literature, *Omega*, v. 98, p. 102139, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.102139>

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990.. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 set. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm. Acesso em: 2 abr. 2021.

BRASIL. *Nota Informativa SEI nº 15456/2021/ME: Desafio de comércio eletrônico – Novas formas de entrega*. Ministério da Economia. SEPEC/ME e ENAP, 25 maio 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/6348/3/Desafios%20-%20NI%20Novas%20Entregas.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2021.

BOPAGE, G., NANAYAKKARA, J., VIDANAGAMACHCHI, K. A strategic model to improve the last-mile delivery performance in ecommerce parcel delivery. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Bangkok, Thailand, March 5-7, 2019.



BOYSEN, N., KOSTER, R., WEIDINGER, F. Warehousing in the e-commerce era: A survey. *European Journal of Operational Research*, v. 277, p. 196-411, 2019.

BURNSON, P. State of Reverse Logistics: Leveraging “the loop” is key to profits in this year. *Logistics Management, LOCAL DO SITE*, 8 mar. 2021. Disponível em: https://www.logisticsmgmt.com/article/state_of_reverse_logistics_leveraging_the_loop_is_key_to_profits_in_this_year. Acesso em: 16 dez. 2021.

CÁRDENAS, I., BECKERS, J., VANESLANDER, T. E-commerce last-mile in Belgium: Developing an external cost delivery index. *Res. Transp. Bus. Manage.*, v. 24, p. 123–129, 2017.

DATTA, P. P. Decision framework for selecting last-mile delivery performance in Indian e-commerce companies. *Int. J. Information and Decision Sciences*, v 10, n. 1, p. 77–93, 2018.

DE MENDONÇA, H. G. E-commerce. *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias – IPTEC*, v. 4, n. 2, p. 240-251, 2016.

DE SOUZA, M.A., LEMOS, LB., ZORZO, L.S. Comercio Tradicional Versus Comércio Eletrônico: Um Estudo de Caso Sob o Olhar da Gestão dos Custos Logísticos. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, v. 9, n. 2, 2014.



GALKIN, A., OBOLENTSEVA, L., BALANDINA, I., KUSH, E., KARPENKO, V., BAJDOR, P. Last-Mile delivery for consumer driven logistics. *Transportation Research Procedia*, p. 74-83, 2019.

GEVAERS, R. Evaluation of innovations in B2C last-mile, B2C reverse & waste logistics. 2013. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de Antwerpen, Antwerpen, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22905.70245>. Acesso em: 2 abr. 2021.

GUO, X., JARAMILLO, Y. J. L., BLOEMHOF-RUWAARD, J., CLAASSEN, G.D.H. On integrating crowdsourced delivery in last-mile logistics: A simulation study to quantify its feasibility. *J. Clean. Prod.*, v. 241, p. 118365, 2019.

HÜBNER, A., KUHN, H., WOLLENBURG, J. Last-mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing. *International Journal of Retail & Distribution Management*, v. 44, n. 3, p. 228-247, 2016.

INTELIPOST. Logística tradicional x e-commerce: qual a diferença? Intelipost, local do site, 2018. Disponível em: <https://www.intelipost.com.br/blog/logistica-tradicional-%E2%9C%95-e-commerce-qual-a-diferenca/>. Acesso em: 16 dez. 2021.

JANJEVIC, M., WINKENBACH, M. Characterizing urban last-mile distribution strategies in mature and emerging e-commerce markets. *Transportation Research Part A*, v. 133, p. 164-196, 2020.



Título Operações de Armazenagem: Teoria e Prática
Autoria Marcela Elisa Fontana

Formato E-book (PDF)
Tipografia Palatino LT Std (texto) e Montserrat (títulos)

Desenvolvimento Proexc



Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20 | Várzea, Recife-PE
CEP: 50740-530 | Fone: (81) 2126.8397
E-mail: editora@ufpe.br | Site: www.editora.ufpe.br



PROEXC
PRÓ-REITORIA DE
EXTENSÃO E CULTURA

