

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**Métodos de arranjo físico e endereçamento: o caso de um
centro de distribuição de bebidas**

Por,
Deborah Marques Segalovich

Brasília, 13 de novembro de 2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

UNIVERSIDADE DE BRASILIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

MÉTODOS DE ARRANJO FÍSICO E ENDEREÇAMENTO: O CASO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE BEBIDAS

POR,

DEBORAH MARQUES SEGALOVICH

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção
do grau de Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, UnB/ EPR

Banca Examinadora

Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, UnB/ EPR
(Orientador)

Prof. Márcia Longen Zindel , UnB/ EPR

Luiza Lavocat Galvão de Almeida Coelho , UnB/ EPR

Brasília, 13 de novembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Wania e Yaron, por todo suporte, incentivo e amor incondicional. Ao meu irmão, Daniel, pelo apoio que recebi durante todos esses anos. Ao meu namorado, Marcos, por todo companheirismo. Serei eternamente grata à minha família, por tudo que me ensinou e devo a ela mais essa conquista.

Agradeço ao meu orientador, Sérgio Granemann, por ter contribuído para minha formação profissional, além de ter sido fundamental para conclusão dessa etapa. Obrigada por ter se mostrado sempre muito disposto a ajudar.

E, por último, agradeço a todos os grandes amigos que me acompanharam nessa jornada e que fizeram parte da minha formação como pessoa e profissional, em especial, Rafaela Dantas, Mateus Veiga, Jéssica Felice, Alexandre Jacob, Gabriela Franco e Virginia Castro.

RESUMO

A dinamização do mercado fez com que as organizações passassem a buscar cada vez mais a otimização dos seus processos logísticos de forma estratégica, de modo a minimizar as perdas e reduzir custos. Diversos especialistas acreditam que as atividades que envolvem movimentação dos produtos são atualmente a principal fonte de oportunidades para ganhos de eficiência e vantagem competitiva. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo analisar os métodos de arranjo físico de produtos e de endereçamento nos armazéns e depósitos. O estudo de caso foi realizado em um centro de distribuição de bebidas, onde foram utilizados os dados reais da operação da empresa para o desenvolvimento da análise. Através da comparação dos métodos, foi possível indicar aqueles que melhor se aplicam ao contexto da organização.

Palavras-chave: *Armazenagem. Centro de Distribuição. Arranjo físico. Endereçamento.*

ABSTRACT

The Market dynamism has led organizations to increasingly seek to optimize their logistics processes in a strategic way, in order to minimize losses and reduce costs. Several experts believe that the activities involving product movement and how they are allocated are currently the main source of opportunities for efficiency gains and competitive advantage. In this context, the current study aims to analyze the methods of physical product arrangement and addressing. The case study was carried out in a beverage distribution center, where the actual data of the company's operation were used for the development of the analysis. Through the comparison of the methods, it was possible to indicate those that best apply in the context of the enterprise.

Key- words: *Warehousing, Distribution center. Physical arrangement. Addressing.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipo de armazém por tipo de estocagem.....	15
Figura 2: Tipo de armazém por tipo de estocagem	16
Figura 3: Fluxo de materiais no armazém, entrada e saída independentes	18
Figura 4: Fluxo de materiais no armazém, entrada e saída próximas	18
Figura 5: Planta baixa de um CD com identificação nas Ruas	24
Figura 6: Identificação dos Porta- Paletes numa Rua do CD	24
Figura 7: Fotos do armazém atualmente	28
Figura 8: Fotos do armazém atualmente	29
Figura 9: Planta baixa atual do CD	29
Figura 10: Arranjo físico por compatibilidade	31
Figura 11: Representação gráfica do empilhamento piramidal	32
Figura 12: Planta baixa proposta para o CD	33
Figura 13: Codificação alfanumérica proposta	33
Figura 14: Comparação entre o “efeito colmeia” entre o arranjo atual e o proposto	34
Figura 15: Padronização do empilhamento quanto a litragem e embalagem	35
Figura 16: Arranjo físico por popularidade	37
Figura 17: Arranjo físico por tamanho	39
Figura 18: Arranjo dos produtos pelo índice cúbico por pedido	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de posições entre o arranjo atual e proposto	34
Tabela 2: Classificação ABC para os segmentos existentes	36
Tabela 3: Volume dos paletes em metros cúbicos	38
Tabela 4: Volume dos paletes por tipo de embalagem	39
Tabela 5: Cálculo do índice cúbico por pedido	41
Tabela 6: Configuração do endereçamento fixo para arranjo dos produtos pelo Índice cúbico por pedido	42
Tabela 7: Comparação entre os métodos	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABREVIATURAS

CD Centro de Distribuição

SKU Stock Keeping Unit

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Contextualização do tema.....	9
1.2 Justificativa.....	11
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivos Específicos	12
1.4 Metodologia do trabalho.....	13
1.5 Estrutura do trabalho.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Gestão da Armazenagem.....	15
2.2 Arranjo físico.....	17
2.2.1 Localização dos produtos no armazém.....	20
2.3 Endereçamento	23
2.3.1 Sistema de memória	25
2.3.2 Sistema de endereçamento fixo	25
2.3.3 Sistema de endereçamento aleatório	25
3. ESTUDO DE CASO	27
3.1 Cenário atual.....	28
3.1.1 Arranjo físico.....	29
3.1.2 Endereçamento	32
3.2 Cenário Proposto.....	32
3.2.1 Arranjo por popularidade os produtos.....	36
3.2.2 Arranjo por tamanho dos produtos	37
3.2.3 Arranjo dos produtos pelo índice cúbico por pedido	40
3.2.3.1 Endereçamento fixo	42
3.2.4 Comparação entre os métodos	43
4. CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

Métodos de arranjo físico e endereçamento: o caso de um centro distribuição de bebidas

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Atualmente, a estratégia competitiva é palavra-chave para o sucesso de qualquer organização, no que tange ao aspecto da tomada de decisão, principalmente naquelas voltadas à prática da logística. A dinamização do mercado, fez com que empresas começassem a se preocupar com as perdas decorrentes de seus processos, uma vez que a força de uma vantagem competitiva baseada na qualidade superior dos produtos começou a declinar, à medida que um número cada vez maior de empresas começou a melhorar a qualidade de seus produtos (CASSEL, 1996). Cada vez mais as organizações buscam alternativas para facilitar o gerenciamento de suas atividades, visando aumentar o controle e obter informações que possam de fato agilizar a tomada de decisões e, conseqüentemente, melhorar o nível do serviço prestado.

Segundo Ballou (2014), os armazéns executam um papel crucial para aumentar a eficiência da movimentação de mercadorias, pois permitem a compensação eficaz dos custos de estocagem com menores custos de transporte, ao mesmo tempo em que mantêm ou melhoram o nível de serviço. De acordo com Drucker (1993), o uso de armazéns permite a exploração de novos mercados, e, conseqüentemente, a conquista de uma posição única, garantindo a participação cada vez mais concorrida, exigente e de acordo com as necessidades dos clientes.

Atualmente, muitos operadores logísticos, e até empresas, vêm utilizando centros de distribuição para conseguirem ganhos de eficiência aliados a possíveis reduções de custo. Segundo Lacerda (2000), o objetivo principal dos CDs é permitir uma resposta rápida às necessidades dos clientes de determinada área geográfica, normalmente distante dos centros produtores, e com isso melhorar o nível de serviço prestado.

De acordo com Braga, Pimenta e Vieira (2008) o principal objetivo do armazenamento é utilizar, de forma eficaz, o espaço físico nas três dimensões

(comprimento, largura e altura). Desta forma, as instalações do armazém devem propiciar a movimentação ágil de suprimentos desde o recebimento até a expedição.

Para Lambert, Stock e Vantine (1998), a movimentação trata de todos os aspectos do manuseio ou fluxo de matérias-primas, estoques de produtos, e consiste na maior parte do trabalho executado num armazém, além de representar um dos custos com mão de obra mais elevados do sistema logístico.

Neste contexto, busca-se cada vez mais otimizar os processos logísticos de forma estratégica, através de uma boa gestão de armazenagem. Martins e Laugeni (2015) afirmam que o bom armazenamento ajuda a diminuir o espaço alocado na estocagem dos materiais e, conseqüentemente, o custo relacionado a ela. Importante ressaltar que para isso ocorrer são necessários padrões de alocação dos produtos na armazenagem, endereçamento dos produtos e um arranjo físico bem estruturado, de modo a facilitar tanto os processos de estocagem como a identificação dos produtos e minimizar a movimentação e o retrabalho.

A gestão de estoques abrange atividades que se estendem desde programação e planejamento das necessidades de materiais até o controle das quantidades adquiridas, de modo a responder com regularidade aos clientes em relação a preços, quantidades e prazos. Para otimizar e facilitar o controle e gestão do estoque existem métodos, como o endereçamento, *layout* e alocação de produtos.

A maneira como os produtos são alocados no armazém possui uma grande influência na utilização dos espaços. Para facilitar esse processo, a separação dos itens torna-se essencial para classificação e armazenamento dos produtos de maneira correta, objetivando agilizar cada vez mais o fluxo de materiais, sem que haja confusão na localização dos itens e atender de forma eficiente aos clientes.

De acordo com Martins e Laugeni (2015), para uma estocagem e uma recuperação adequada dos materiais, devem-se identificar os locais onde serão armazenados.

O endereçamento dos produtos apresenta-se como um diferencial na armazenagem e estocagem, pois influencia de forma precisa o espaço que deverá

ser utilizado, facilitando as operações, para atender à demanda com qualidade, rapidez e eficiência (JACINTO ET AL., 2011).

Contudo, para que a operação ocorra de maneira eficiente, é preciso que os dimensionamentos do armazém, bem como a disposição dos produtos e equipamentos, sejam devidamente planejados. De acordo com Almeida et al (2009), o planejamento de armazenagem envolve a localização, o dimensionamento da área, a definição do arranjo físico e das baias de atracação, a escolha dos equipamentos para movimentação e dos sistemas de informação para a localização de estoques, e por fim, da definição da quantidade e a qualificação da mão de obra necessária.

De maneira simplificada: o dimensionamento do armazém deve possibilitar o acondicionamento adequado dos produtos, movimentação de recursos e pessoas, evitando que esse processo se torne confuso e oneroso. As técnicas de análise e melhoria de *layout* estão, cada vez mais, sendo empregadas no mercado mundial, no intuito de otimizar processos produtivos, minimizando os investimentos necessários. Geralmente, um arranjo físico inadequado é responsável por problemas de produtividade ou nível de qualidade baixo.

Neste trabalho, os métodos de endereçamento e arranjo físico serão aplicados no processo de armazenamento de um centro de distribuição de bebidas localizada em Formosa. A partir da aplicação, objetiva-se analisar os resultados e definir os melhores métodos a serem aplicados no armazém, de modo a auxiliar no processo de tomada de decisão da filial e impactar positivamente em seus resultados.

1.2 Justificativa

Segundo Gasnier e Banzato (2001), a logística relacionada à armazenagem tem papel fundamental para atender com efetividade à gestão da cadeia de suprimento, apresentando-se como uma função agregadora de valor e de grande importância na obtenção de lucros, pois oferece soluções para problemas de estocagem de materiais, possibilitando maior integração entre as cadeias de suprimento, produção e distribuição.

Segundo Rodrigues (2010), as operações de armazenagem vêm adquirindo grande importância, funcionando não apenas como um amortecedor entre a produção e a demanda, mas também proporcionando continuidade à cadeia de suprimentos e agregando valor na oferta de serviços diferenciados aos clientes.

No processo de estocagem, dois fatores são considerados de grande importância por Moura (1997). Um deles em função das características do material, que explora possibilidades de agrupamentos por tipo, tamanho, frequência de movimentação, ou mesmo até a estocagem por tipo de material usado em um departamento específico. E o outro, em função das características do espaço, e a forma com que se pretende utilizar este espaço, considerando o tamanho, características da construção (paredes, pisos etc.), localização em consonância com as demais áreas de empresa que se relacionam, critérios de disponibilidade (existência de filas para atendimento) etc.

Segundo MOURA (2005), diversos especialistas acreditam que as atividades que envolvem movimentação dos produtos e como são alocados são atualmente a principal fonte de oportunidades para ganhos de eficiência e vantagem competitiva. Atividades como movimentação e armazenagem de materiais chegam a representar 50% dos custos de produção, e a consumir até 80% do tempo total gasto para produzir um bem.

Neste trabalho, pretende-se comparar a aplicação de diferentes métodos de endereçamento e arranjo físico no centro de distribuição de uma empresa fabricante de bebidas. A análise será realizada a partir de quatro critérios levantados pelos gestores da operação de armazenagem, sendo eles: aplicabilidade, probabilidade de inversão, necessidade de movimentação e incidência do “efeito colmeia”.

1.3 Objetivo geral

Propor os métodos mais adequados para a realização de endereçamento e de alocação dos produtos no espaço físico de um centro de distribuição do ramo de bebidas.

1.3.1 Objetivos Específicos

- 1) Identificar possíveis métodos de alocação e endereçamento de produtos.

2) Aplicar no centro de distribuição os métodos de endereçamento e de arranjo físico de produtos.

3) Realizar análise comparativa entre os resultados de cada método.

1.4 Metodologia do trabalho

Para que os objetivos anteriormente citados fossem alcançados, deve-se seguir as etapas aqui listadas:

- a) Revisão bibliográfica dos métodos de arranjo físico e endereçamento;
- b) Aplicação desses métodos no armazém do centro de distribuição;
- c) Análise dos cenários simulados;
- d) Determinação dos melhores métodos para implementação na fabricante de bebidas, segundo critérios estabelecidos pelos gestores da empresa.

Para Gil (2010) a pesquisa aplicada é voltada à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica. Com isso, pretende-se, a partir de um estudo de caso, fazer uma análise qualitativa dos métodos apontados. A pesquisa terá um caráter descritivo, pois os fatos serão observados, registrados e analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles (FONSECA, 2010). Nesta concepção, o estudo de caso será possível dado a premissa ao amplo acesso das informações necessárias fornecidas pela empresa, as quais serão utilizadas na aplicação dos métodos a fim de auxiliar o processo de tomada de decisão.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho será estruturado em quatro capítulos.

O primeiro capítulo compreende esta introdução que contém a contextualização, a justificativa, os objetivos e a metodologia utilizada para alcançar os objetivos.

No segundo capítulo é feito um detalhamento bibliográfico dos métodos de arranjo físico e endereçamento a serem aplicados no centro de distribuição de bebidas.

O terceiro capítulo apresenta detalhadamente a aplicação da metodologia selecionada e a apresentação dos resultados obtidos no estudo de caso.

O quarto e último capítulo contempla a conclusão e as recomendações para futuros trabalhos.

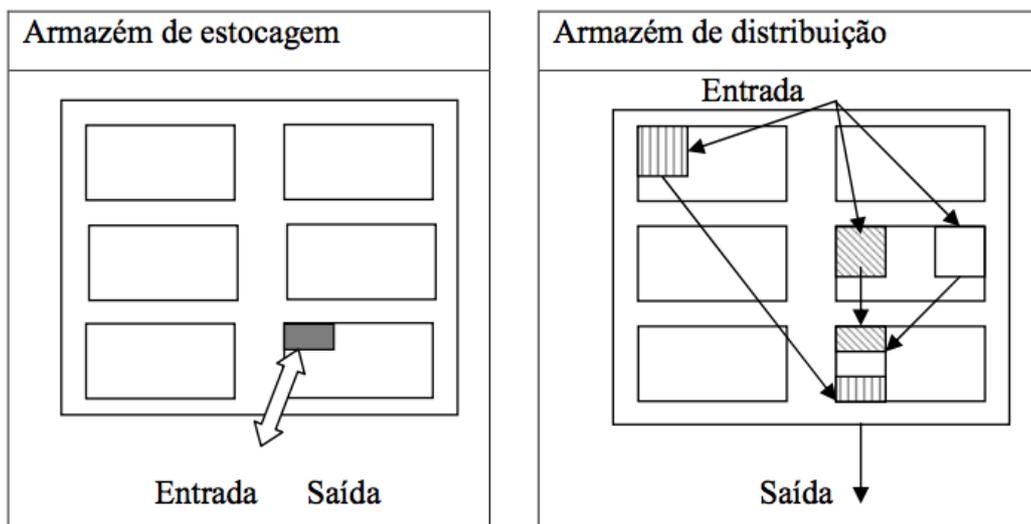
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão da Armazenagem

De acordo com Pozo (2010) a armazenagem faz parte do processo logístico e é considerada uma atividade de apoio que dá suporte às atividades primárias possuindo a função de atender com efetividade à gestão da cadeia de suprimento.

Para a logística cada tipo de estoque gera um tipo de armazém. Conforme pode ser visto na Figura 1 a seguir, o armazém de estocagem é caracterizado pela entrada e saída dos produtos pelo mesmo local enquanto, nos armazéns de distribuição a entrada e a saída é feita por lados opostos.

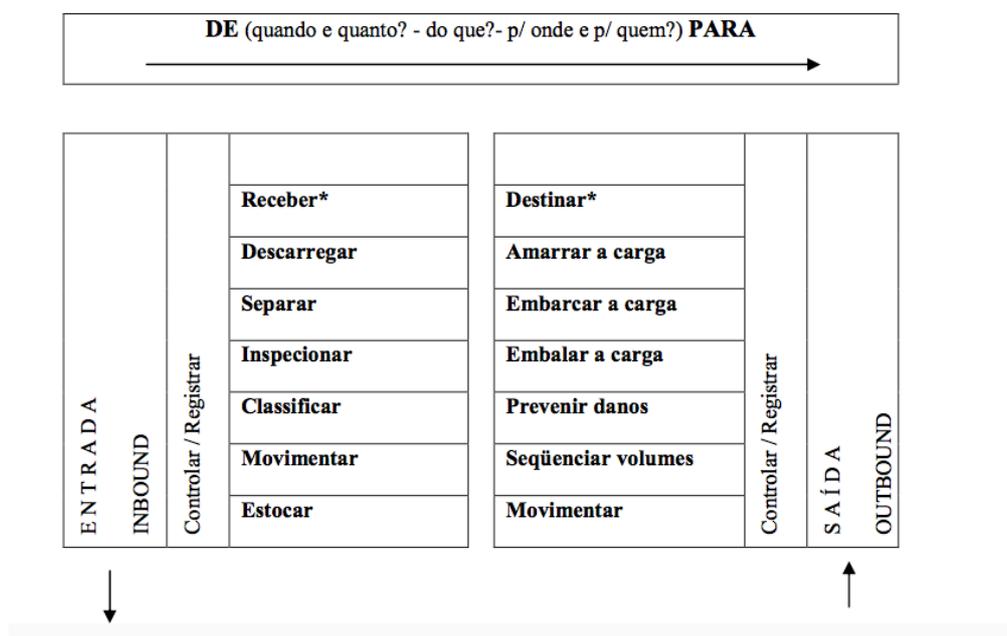
Figura 1- Tipo de armazém por tipo de estocagem



Fonte: Gasnier (2002)

De modo bastante simplificado e para os modelos acima, o manuseio de materiais segue o algoritmo apresentado na Figura 2.

Figura 2- Tipo de armazém por tipo de estocagem



Fonte: Gasnier (2002)

Para Moura (1997), existem quatro funções básicas que fazem parte da armazenagem: receber, estocar, separar e expedir. Guarnieri et al. (2006) afirmam que as atividades envolvidas neste processo, quando agem de forma integrada, atendem às necessidades logísticas, evitando falhas e maximizando os recursos. Na definição de Viana (2000), a melhor forma de guardar é aquela que minimiza o espaço disponível nas três dimensões do prédio: comprimento, largura e altura.

Segundo Pozo (2010), pode –se conceituar gestão da armazenagem como o processo que envolve administração dos espaços necessários para manter os materiais estocados. Assim, entre os objetivos da armazenagem, Gonçalves (2012) cita os seguintes:

- Maximizar o uso dos espaços;
- Facilitar o acesso aos itens do depósito;
- Proteger e abrigar os materiais;
- Facilitar a movimentação interna do depósito;
- Maximizar a utilização de mão de obra e equipamentos.

Além disso, Jacinto et al (2011) citam como objetivos a maximização do

serviço ao cliente, utilização de mão de obra, equipamentos, espaço, energia, giro de estoque, acesso às mercadorias, controle de perdas, produtividade e minimização de custos. Para alcançar tais objetivos e para que os clientes tenham as suas necessidades satisfeitas, é necessário que exista um planejamento das operações de armazenagem.

Santos (2005) define a armazenagem como uma operação que não acrescenta valor ao produto, mas aumenta o seu custo, fazendo com que mereça um planejamento específico, já que condições impróprias de materiais geram desperdícios, devido à dificuldade de acesso, controle de estoque, entre outros.

Uma questão básica do gerenciamento logístico é como estruturar sistemas de distribuição capazes de atender de forma econômica os mercados geograficamente distantes das fontes de produção, oferecendo níveis de serviço cada vez mais altos em termos de disponibilidade de estoque e tempo de atendimento. Neste contexto, a atenção se volta para as instalações de armazenagem e como elas podem contribuir para atender de forma eficiente as metas estabelecidas de nível de serviço. A funcionalidade destas instalações dependerá da estrutura de distribuição adotada pela empresa (LACERDA, 2000).

De maneira simplificada, para que a cadeia de suprimentos possa ser atendida de forma eficiente, é necessário que o fluxo de materiais e atividades operacionais sejam desenvolvidos de forma ágil. Isso exige que as empresas invistam cada vez mais em soluções menos onerosas e complexas que tragam maior flexibilidade em suas operações.

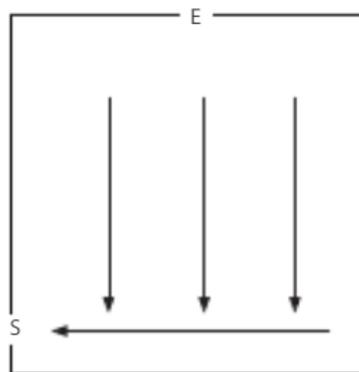
2.2 Arranjo Físico

Dado o aproveitamento inadequado do espaço, podem ser identificados problemas no *layout*, tais como: perda de tempo no deslocamento dos produtos; falta de materiais no estoque, deterioração, demora ao identificar à prateleira onde se encontra o produto solicitado, perda de itens vencidos ou perdidos no meio dos demais produtos. Tendo em vista essas dificuldades existentes no depósito, o bom *layout* diminuiria os custos, racionalizaria o espaço, permitindo um bom armazenamento para retirada de produtos do estoque, possibilitando a identificação dos itens (MARTINS e LAUGENI, 2014).

O planejamento do arranjo físico reflete as decisões mais amplas sobre as prioridades competitivas, o processo e a capacidade de uma empresa em arranjos físicos reais de pessoas, equipamentos e espaço. A meta consiste em permitir que os funcionários e os equipamentos operem com mais eficácia.

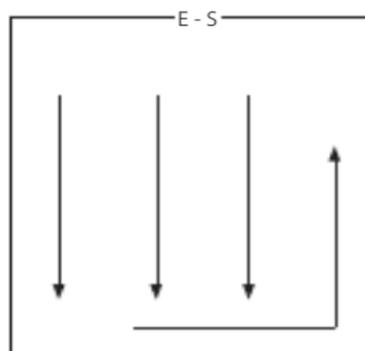
O *layout* do armazém deve facilitar o fluxo de materiais, evitando ao máximo cruzamentos ou sobreposição de operações de entrada e saída, carregamento e descarregamento. As Figuras 3 e 4 a seguir ilustram sugestões de *layout* para armazéns com portas de entrada (E) e saída (S) independentes ou próximas. Na Figura 3, observa-se a entrada e saída independentes, possibilitando, assim, que o material obedeça a um fluxo contínuo de recebimento, armazenagem e expedição, sem cruzamentos ou sobreposições, enquanto na Figura 4, com entrada e saída muito próximas, o fluxo de saída de materiais necessita ser isolado para evitar cruzamentos ou sobreposições.

Figura 3 – Fluxo de materiais no armazém, entrada e saída independentes



Fonte: Brito e Spejorim (2012)

Figura 4 - Fluxo de materiais no armazém, entrada e saída próximas



Fonte: Brito e Spejorim (2012)

As alterações no arranjo físico afetam sobremaneira o sistema de movimentação, e a única forma de se racionalizar a movimentação de materiais em uma planta industrial ou armazém dá-se por meio da otimização de *layout*, ou seja, otimizar um *layout* é reduzir as distâncias percorridas pelos fluxos de materiais.

Conforme Banzato (2008), quando se analisam os impactos das alternativas de *layout* sobre a movimentação de materiais, destacam-se duas variáveis que se tornam responsáveis pelo dimensionamento dos recursos de movimentação necessários: intensidade de fluxo e distância. A distância é a quilometragem que um equipamento de movimentação percorre ao longo do fluxo e, o fluxo pode ser medido através da quantidade de paletes transportados por hora, ou número de viagens de uma empilhadeira por dia, e assim sucessivamente.

Para Bowersox e Closs (2010, p.339) “o *layout* de depósito depende do sistema de manuseio de materiais escolhido e exige um plano de uso da área útil a fim de facilitar a movimentação de produtos”. Nesta concepção, para se obter resultados positivos sobre o mercado, as empresas precisam de um bom arranjo físico no armazém com o intuito de aperfeiçoar a movimentação das mercadorias e locomoção dos funcionários, para possibilitar a redução dos custos, desperdícios de tempo, diminuição de perda de produtos vencidos pela falta desorganização e garantir o crescimento da empresa.

A avaliação de uma alternativa de *layout* consiste em investigar suas características sob condições reais de tempo, espaço e informação. Assim, índices que permitam mensurar estas características são necessários de modo a tornar objetiva a avaliação de um *layout* e proporcionar a seleção da melhor alternativa (LIN; SHARP, 1999).

Segundo os autores, Slack, Chambers e Johnston (2009), *layout* significa: decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da operação. Também determina a maneira segundo a qual os recursos transformados - materiais, informação e clientes - fluem pela operação.

De acordo com Ling-Feng e Lhui (2006), a disposição dos itens em um armazém deve atender aos seguintes objetivos:

- ocupação: possibilitar a melhor utilização do espaço de acordo com a

metragem cúbica;

- utilização: aumentar o ganho no uso dos recursos produtivos no armazém;
- coordenação: tornar o sistema de informação cópia fiel do estoque;
- atendimento: de acordo com o arranjo dos materiais, possibilitar um satisfatório atendimento às demandas dos clientes;
- seletividade: promover a correta utilização dos tipos de materiais;
- custos: reduzir os tempos de movimentação no depósito de forma a proporcionar um melhor valor agregado;
- perdas: identificar produtos vencidos e perdas relacionadas às características dos materiais;
- nível: agregação de valor com a evolução nas atividades operacionais nos processos.

2.2.1 Localização dos produtos no armazém

A armazenagem e o manuseio de mercadorias são componentes fundamentais do conjunto de atividades logísticas. A armazenagem e o manuseio de materiais ocorrem, na grande maioria das vezes, em algumas localidades fixadas. Portanto, os custos destas atividades estão estreitamente relacionados à seleção desses locais (BALLOU, 2008).

Segundo Ballou (2006), a localização do estoque é o problema de decidir o arranjo físico das mercadorias em um armazém, a fim de minimizar as despesas com manuseio dos materiais, conseguir a utilização máxima do espaço do armazém e superar determinadas restrições à localização das mercadorias, como aquelas necessárias para a segurança, proteção contra incêndios, compatibilização dos produtos e separação dos pedidos. Em outras palavras, o objetivo de planejamento da localização consiste em minimizar os custos totais de manuseio. Isto muitas vezes traduz-se na minimização da distância total percorrida ao longo do armazém.

De acordo com Dias (2012), o objetivo de um sistema de localização deve estabelecer os princípios necessários à perfeita identificação da localização dos materiais estocados. Na visão do autor, é importante classificar um material e agrupá-lo segundo sua forma, dimensão, peso, tipo, uso de maneira que cada

gênero de produto ocupe seu respectivo local, com simplicidade e possibilidades de itens em estoque e informações mensuráveis, caracterizando um sistema decimal, o sistema mais utilizado pelas empresas. Já Moura (2005), sugere que uma boa estocagem se caracteriza por armazenar os materiais de maior giro nas imediações da saída ou expedição a fim de facilitar o manuseio.

Dias (2012) afirma que classificar um material “é agrupá-lo segundo sua forma, dimensão, peso, tipo, uso etc. de acordo com a semelhança, sem contudo, causar confusão ou dispersão no espaço e alteração na qualidade”. Classificar estoques consiste em categorizá-los para a priorização dos esforços de gerenciamento dos itens em estoque. De fato, dependendo da diversidade de itens trabalhados pela organização, dar atenção a todos é praticamente uma tarefa impossível.

Para Bowersox e Closs (2001) o *layout* do local de armazenagem, independente do tamanho ou da complexibilidade, deve seguir três princípios básicos:

- Critérios de Projetos - estão diretamente associados às características das instalações físicas (número de andares e altura útil), e à movimentação dos produtos (fluxo dos produtos);
- Tecnologia de Manuseio – refere-se à eficácia e eficiência da operação com relação à tecnologia adotada para a movimentação dos produtos. Os dois pilares da tecnologia de manuseio são: a continuidade do movimento (responsável em minimizar o tempo total gasto e o risco dos produtos) e a economia de escala na movimentação (obtida quando todas as atividades são executadas com a maior quantidade possível de produtos);
- Plano de Armazenagem – considera o volume, peso, giro e acondicionamento dos produtos para a armazenagem.

Adicionalmente, Brito e Spejorim (2012) explicam que o *layout* é muitas vezes intuitivamente baseado em quatro critérios: complementaridade, compatibilidade, popularidade e tamanho. A seguir é apresentado um resumo do funcionamento de cada método com base em Brito e Spejorim (2012).

A complementaridade expressa a noção de que itens são quase sempre separados em conjunto deveriam ficar estocados perto uns dos outros.

A compatibilidade inclui a questão de como localizar determinados itens perto uns dos outros de maneira prática. Produtos são considerados compatíveis quando não existe restrição alguma a que sejam localizados em proximidade mútua. Restrições legais quanto ao manuseio de produtos perigosos podem também ser aplicáveis a esse caso.

O *layout* por popularidade reconhece que os produtos têm diferentes taxas de giro em um armazém, e que o custo de manuseio de materiais é relacionado com a distância percorrida no armazém para localizar e separar o estoque. Produtos que possuem maior giro devem ser localizados próximos ao ponto de saída, ou área de expedição, e dos itens de movimentação menos rápida na retaguarda desses. Isso leva a consideração que os itens que exigem maior número de *pickings* (nível de demanda) terão a menor distância possível percorrida a cada movimentação de separação de pedidos. Esse método pode ser aplicado com auxílio da classificação ABC, que consiste em multiplicar o consumo médio do item pelo seu custo de reposição. A partir do ranking dos itens, estratifica-se três categorias de itens por meio de cortes previamente definidos em termos da percentagem acumulada. Assim, por essa classificação, os itens Classe A são prioritários; os Classe B, intermediários; e os Classe C, secundários.

O *layout* por popularidade deixa de lado o tamanho do item que é armazenado e a possibilidade de que um número maior de itens menores venha a ser localizado perto do ponto de saída ou área de expedição. Isso indica que os custos de manuseio podem ser minimizados ao se utilizar o tamanho (volume cúbico) como diretriz do *layout*. Ao localizar os itens menores, perto do ponto de saída no armazém, o manuseio de materiais pode ser menor do que no acerto por popularidade, à medida que uma densidade maior de itens pode ser localizada mais perto da doca de embarque.

O *layout* por popularidade ou por tamanho não é inteiramente satisfatório porque cada um deles negligencia um importante fator do outro. Heskett (1963) combinou ambas as particularidades em um índice que é a relação da capacidade

média em pés cúbicos requerida pelo produto para estocagem e o número médio de pedidos diários nos quais o item é solicitado. Produtos com valores de índice baixos são localizados tão perto quanto possível do ponto de saída. O índice cubico por pedido (COI – cubic per order index) pretende ocupar o espaço do armazém de maneira a que o maior volume de estoque precise de um índice mínimo de movimentação.

2.3 Endereçamento

Na rotina comum de um armazém, quando as mercadorias são recebidas, são encaminhadas às posições de estocagem após sua conferência. Quando é preciso realizar o *picking* dos itens componentes de um pedido, as mercadorias adequadas têm de ser encontradas, retiradas dos locais de estocagem e encaminhadas ao destino.

A localização dos produtos é uma importante ação a ser implementada, pois de acordo com Dias (2012, p.167) “o objetivo de um sistema de localização deve estabelecer os princípios necessários à perfeita identificação da localização dos materiais estocados”. É fundamental que o endereçamento seja preciso e correto, caso contrário dificultará a localização dos produtos, interferindo nos processos de movimentação e reposição.

Um esquema de endereçamento tem por finalidade estabelecer os meios necessários e proporcionar facilidades em identificar imediatamente o endereço da guarda do material dentro de um armazém ou CD. Desta forma não pode haver dúvidas na identificação das localizações (VIANA, 2000).

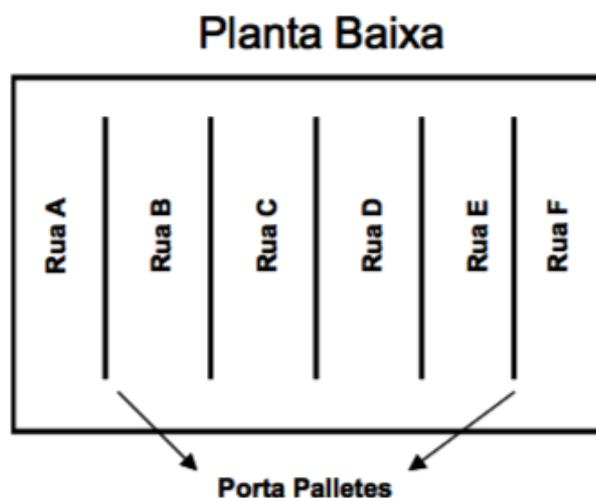
O endereçamento dos produtos facilita a busca por produtos dentro de um centro de distribuição, ademais otimiza todo o trabalho de armazenagem, *picking* e expedição. O sistema determina o local onde deve ser colocado um novo item que entrou no estoque e permite a localização de todos os itens estocados priorizando uma determinada tarefa em função da disponibilidade dos recursos humanos e de movimentação informando a sua localização no armazém.

A localização implica em se utilizar uma codificação, normalmente alfa-numérica, representativa do local da armazenagem. A definição do sistema de

localização está intimamente ligada à disposição do arranjo físico dos materiais armazenados, sendo imprescindível à fixação e determinação do *layout*. É com base no *layout* que o melhor método de endereçamento é determinado.

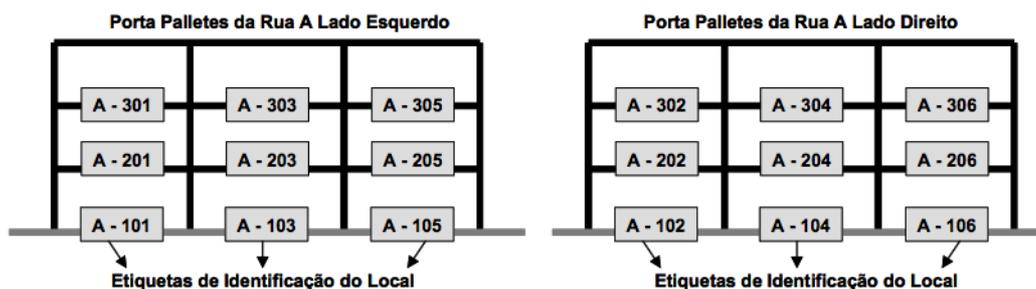
Um exemplo clássico de endereçamento num CD é a identificação da localização através da construção de “ruas”, onde cada uma tem os níveis de armazenagem numerados e comporta paletes. A numeração é ímpar no lado esquerdo destas “ruas” e par no lado direito, e de acordo com a “altura” ou andar recebe a codificação 101, 201 e assim por diante conforme os apartamentos num edifício. Essas três coordenadas (rua, número e altura) constituem o “sistema de referência”. Com os três dados, qualquer operário do armazém ou CD tem sempre a posição correta onde buscar ou colocar o paleta(FRANKLIN, 2003). As Figuras 5 e 6 exemplificam o endereçamento.

Figura 5 - Planta baixa de um CD com identificação nas Ruas.



Fonte: Franklin (2003)

Figura 6 - Identificação dos Porta- Paletes numa Rua do CD



Segundo Moura (1997) os sistemas de endereçamento de estoques podem ser divididos em três tipos: sistema de memória, sistema de endereçamento fixo e sistema de endereçamento aleatório.

2.3.1 Sistema de memória

Utiliza a memória das pessoas para saber a localização de determinados itens e funciona bem se algumas premissas forem atendidas, entre elas é a existência de apenas uma pessoa na área de estocagem, o número de unidade individual de estocagem deve ser relativamente pequeno e, o número de locais diferentes de estocagem também.

2.3.2 Sistema de endereçamento fixo

Consiste em fixar posições no armazém para estocagem de produtos que podem ser estabelecidas de acordo com métodos de localização de estoques (popularidade, compatibilidade, COI etc.). Com esse sistema pode ocorrer desperdício de área de armazenagem, em virtude do fluxo intenso de entrada e saída de materiais, podendo ocorrer a falta de determinado material e excesso de outro, levando a criação de espaços subutilizados. Como os níveis de pico de estocagem dos produtos em geral não ocorrem simultaneamente, pode resultar a má utilização do espaço. Para que isso não ocorra, é preciso que a capacidade de estocagem seja dimensionada de acordo com as necessidades de pico de estocagem para cada produto.

2.3.3 Sistema de endereçamento aleatório

Neste sistema de localização, quando o material é recebido, inicialmente verifica-se se já existe outros do mesmo item armazenados. Caso exista e ainda haja espaço disponível no mesmo local, direciona-se o item para lá. Caso não exista, direciona-se para qualquer local disponível do armazém, com exceção dos materiais especiais. O único problema é manter perfeitamente o controle do endereçamento, uma vez que deverá ser refeito sempre que ocorrerem modificações, para que não haja risco de possuir material em estoque perdido. Em decorrência dessa mudança, o modelo exige um sofisticado e confiável sistema manual ou computadorizado de

registro de estoques.

Conforme Ballou (2006), o método de identificação-localização aleatório é projetado para compensar as desvantagens do método de identificação-localização fixo. Embora o método aleatório proporcione uma melhor utilização do espaço, pode acarretar também maior demora no momento do picking.

Em sistemas de alto volume e manuseio paletizado, uma combinação dos dois métodos tem se mostrado eficiente. Uma modificação com bom grau de aceitação é a que confina produtos semelhantes ou compatíveis em determinadas regiões fixas do armazém e, nessas regiões, os produtos podem ser armazenados de forma aleatória (BRITO e SPEJORIM, 2012).

As posições de armazenagem devem obedecer uma lógica estabelecida que seja ágil e de fácil compreensão pelos operadores. Ackerman (1997) propõe que o armazém seja dividido em regiões. Essas regiões podem seguir os pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste), uma numeração alfanumérica (A1, B2, etc), níveis ou andares do armazém, cores ou ainda pelo meio de armazenagem utilizados (PP-porta palete, CX-caixa bins).

Independentemente do tipo de sistema de endereçamento a ser utilizado, outros fatores devem ser levados em consideração na determinação dos endereços dos produtos no interior de um armazém, são eles (MOURA, 1997):

- Intensidade do uso – os produtos de maior rotatividade devem estar localizados em locais de fácil acesso;
- Semelhança ou Complementaridade – os itens que com frequência são solicitados juntos devem ser armazenados próximos para evitar deslocamentos excessivos durante o picking;
- Tamanho – os produtos pesados, volumosos e de difícil movimentação devem estar armazenados próximos à expedição;
- Características dos materiais – o *layout* do armazém ou CD deve proporcionar locais de armazenagem para produtos com características particulares, como por exemplo os produtos que necessitam de refrigeração ou produtos perigosos.

3. ESTUDO DE CASO

A empresa situa-se no Distrito Federal e é responsável pela fabricação, comercialização e distribuição dos produtos da marca The Coca-Cola Company e Heineken. Constam no portfólio os seguintes segmentos: refrigerantes, sucos, águas, cervejas, energéticos, chás, isotônicos e sementilhas, resultando em uma alta variedade de *Stock Keeping Unit*.

Ao longo de 20 anos, a empresa brasileira expandiu sua área de atuação e ultrapassou as barreiras geográficas do Distrito Federal. Atualmente, atua nas regiões de influência da capital, como o sudeste e o nordeste de Goiás, três municípios do noroeste de Minas Gerais e o sul do Tocantins. Assim como a maior parte das fabricantes de bebida, a empresa apresenta um sistema misto de distribuição, portanto, além da matriz situada no DF, dispõe de quatro centros de distribuição nos municípios de Catalão, Formosa, Unaí e Simolândia. Segundo Lacerda (2000), o objetivo principal dos CDs é permitir uma resposta rápida às necessidades dos clientes de determinada área geográfica, normalmente distante dos centros produtores e, com isso, melhorar o nível de serviço prestado. Logo, as filiais desempenham um papel fundamental na cadeia logística.

O presente trabalho consiste na comparação entre os métodos de alocação de produtos por popularidade, tamanho e índice de volume por pedido e nos métodos de endereçamento fixo e aleatório no armazém do CD de Formosa. Acredita-se que os métodos encontrados são apropriados para aplicação no centro de distribuição do estudo dada às especificações da operação e dos produtos comercializados. Além disso, deve-se considerar a compatibilidade dos produtos na aplicação dos métodos em se tratando de norma imposta à armazenagem de produtos alergênicos.

Desse modo, a fim de se escolherem os melhores métodos, devem ser analisados os seguintes cenários:

1. Arranjo por popularidade dos produtos;
2. Arranjo por tamanho dos produtos;
3. Arranjo pelo índice cúbico por pedido.

Complementarmente, serão aplicados os métodos de endereçamento fixo e aleatório nos cenários conforme necessidade. Após se analisarem todas as situações, a decisão deverá ser tomada com base nas opções que apresentarem maior ganho de produtividade.

Para isso, foram utilizadas como base a planta do CD, a demanda média, o histórico de vendas de julho de 2017 até julho de 2018 e o portfólio de produtos, bem como suas especificações de armazenagem. Todos os dados necessários ao longo do estudo foram fornecidos pela empresa, todavia, por razões contratuais, algumas informações foram ocultadas no presente relatório.

3.1 Cenário Atual

Primeiramente, foi empreendida visita ao local para a coleta de informações acerca da situação atual do CD e para a identificação de oportunidades de melhoria nas operações realizadas. As Figuras 7 e 8 retratam o que foi visto na visita.

Figura 7 – Fotos do armazém atualmente



Fonte: Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 8 - Fotos do armazém atualmente

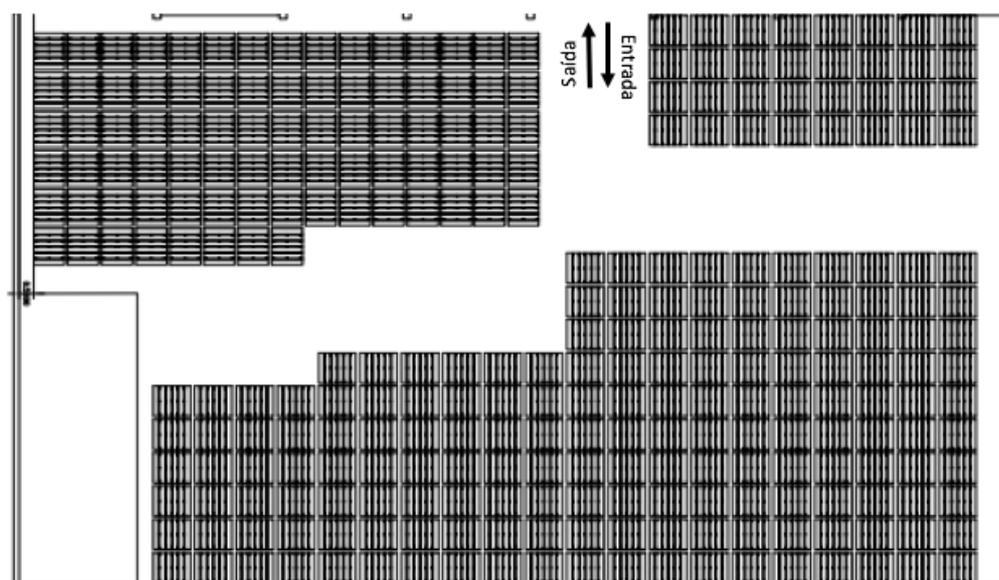


Fonte: Próprio autor (2018)

3.1.1 Arranjo físico

Com auxílio do software de desenho AutoCAD, foi possível elaborar a planta baixa do CD, representada na Figura 9 a seguir:

Figura 9 - Planta baixa atual do CD



Fonte: Próprio autor (2018)

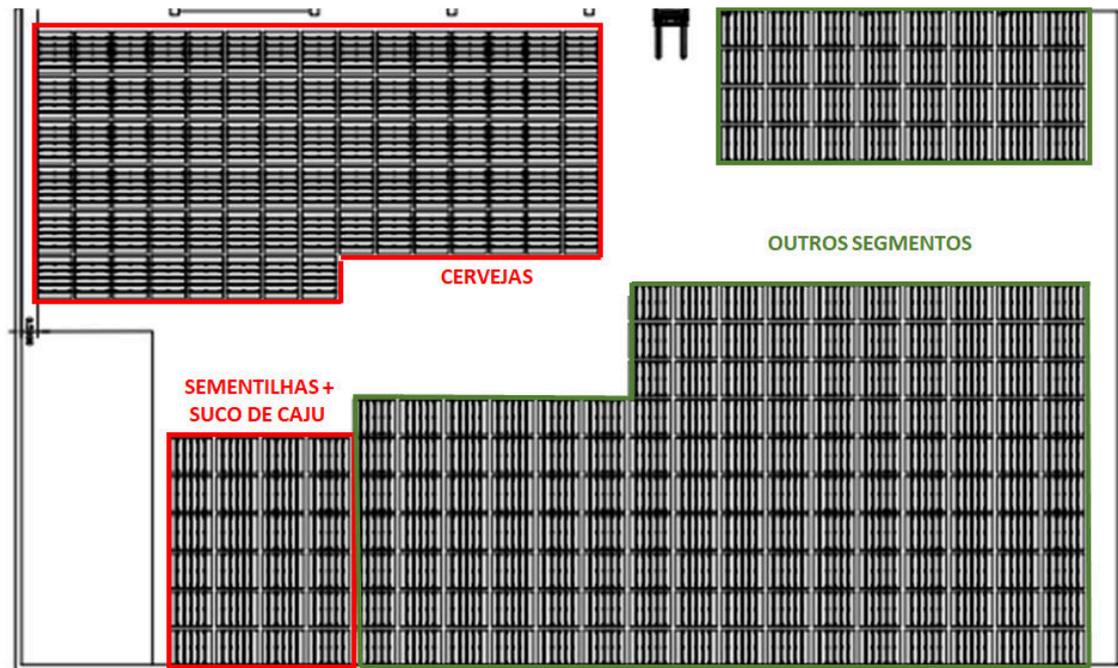
Os produtos acabados são armazenados em paletes, enquanto que cada quadrado na planta representa uma posição de piso. Devido ao peso dos paletes, sob essa configuração, só é possível armazená-los blocados empregando-se no máximo 2 paletes por posição. O estoque atual conta com 281 posições de piso, ou seja, considerando-se os blocados, totalizam-se 562 posições.

As normas da legislação de alergênicos, dispostas na RDC 26/2015 da Anvisa, preveem que produtos que contêm ingredientes causadores de alergias devem ser devidamente identificados aos consumidores. Entretanto, é importante que a produção, o manuseio, a armazenagem e a distribuição destes produtos sejam feitos com o cuidado necessário, visando evitar a contaminação cruzada. Em conformidade à legislação, os produtos são alocados no armazém a partir do método de arranjo físico por compatibilidade.

Embora não exista nenhuma norma da Anvisa relacionada especificamente à armazenagem desses produtos, o sistema adotado pela Coca-Cola Company determina que produtos alergênicos devam ser armazenados em locais separados, devidamente identificados. No centro de distribuição referenciado, os seguintes produtos devem ser alocados por compatibilidade: as cervejas por conterem glúten, os sucos de caju por conterem castanhas e os sucos de sementilhas por conterem soja. Deve-se atentar ao fato de que mesmo na falta de espaço físico, o armazenamento destes deve ocorrer abaixo daqueles produtos desprovidos de alergênicos para que não haja contaminação cruzada.

No presente momento, os produtos alergênicos são alocados nas posições de armazenagem designadas somente a esses *skus*, em uma área limitada e identificada. Já os produtos não –alergênicos são armazenados na área remanescente do estoque. A Figura 10 demonstra uma esquematização de como é o arranjo físico de compatibilidade do CD por segmento de produto.

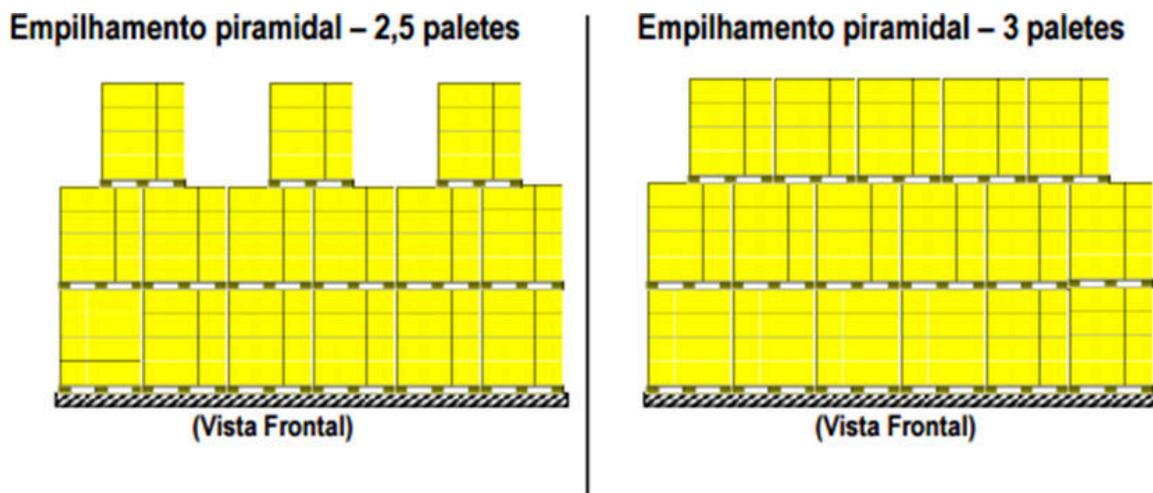
Figura 10 – Arranjo físico por compatibilidade



Fonte: Próprio autor (2018)

Foi observado ainda que esse *layout* não favorece a movimentação, bem como colabora para incidência do “efeito colmeia”. Este último pode ser descrito, segundo Neves (2012), como o resultado do mau aproveitamento cúbico do espaço disponível, ou seja, quando um produto de baixo giro é alocado em uma rua com muitas posições, perde-se espaço de armazenagem para outros produtos. Entre as causas para o fenômeno, cabe citar: a alta profundidade das ruas, a grande quantidade de paletes por rua e o corredor estreito para movimentação da empilhadeira. Além disso, neste *layout*, não é possível armazenar um terceiro paleta bloqueado na configuração piramidal, representada na Figura 11, o que aumentaria a capacidade de armazenagem.

Figura 11- Representação gráfica do empilhamento piramidal



Fonte: Empresa do estudo de caso (2017)

3.1.2 Endereçamento

Nota-se que, atualmente, não há nenhum padrão de endereçamento para os produtos do armazém. Os produtos são recebidos e armazenados de modo aleatório nas ruas desenhadas no estoque, de modo que os operadores logísticos se utilizam apenas do método de sistema de memória para a localização dos paletes. A identificação das ruas por meio de um sistema alfanumérico é inexistente.

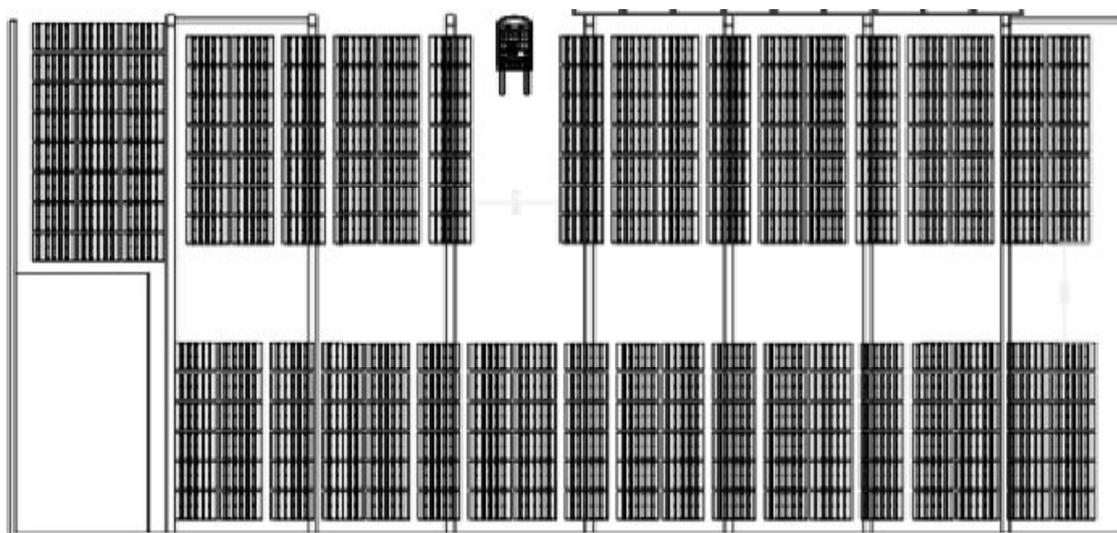
A principal desvantagem do método utilizado é o aumento no grau de autonomia do operador, elevando a probabilidade de erro. Mesmo empregando-se apenas um operador para o período matutino e dois para o período noturno nas operações de armazenagem, a falta de identificação das ruas pode levar a quebra do FEFO – método de valoração de estoque utilizado pela empresa, em que o primeiro a vencer deve ser o primeiro a sair para entrega - ou até mesmo levar a inversão dos produtos na hora do carregamento.

3.2 Cenário Proposto

Após análise da situação atual, julgou-se necessária a realização de algumas alterações no *layout* da planta, visando aumentar a capacidade de armazenagem do CD, bem como, facilitar a aplicação dos métodos estudados. Adicionalmente, definiu-se uma codificação alfanumérica, onde o armazém foi dividido em duas

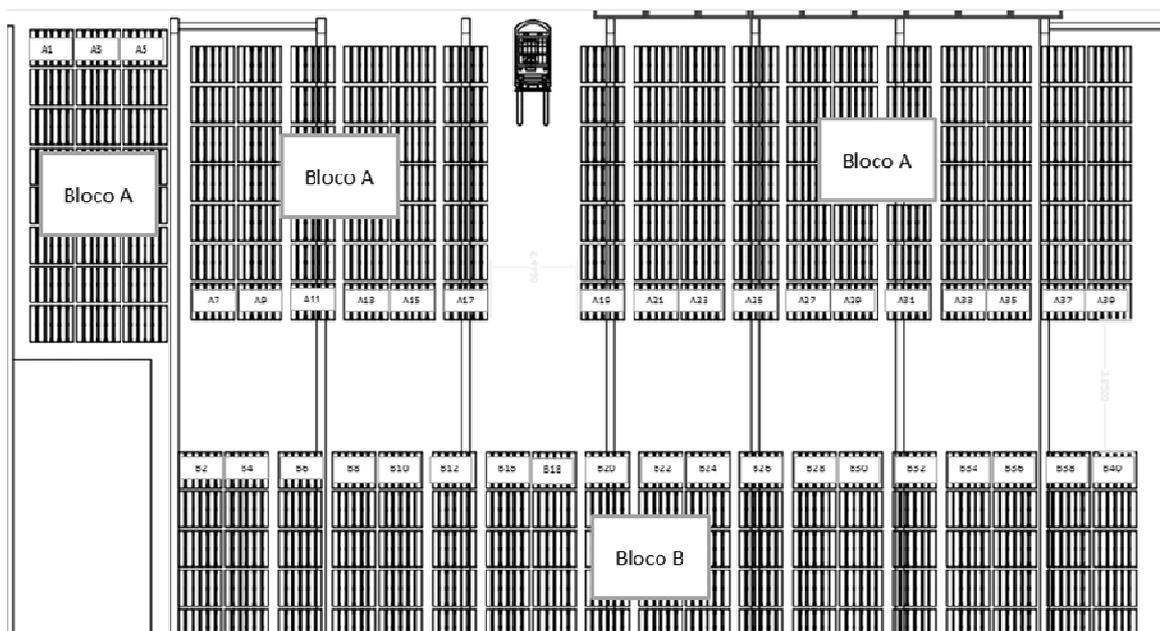
regiões (A e B) com numeração ímpar no lado esquerdo destes blocos e par no lado direito. A Figura 12 representa a planta proposta, e a Figura 13, a codificação.

Figura 12 – Planta baixa proposta para o CD



Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 13 – Codificação alfanumérica proposta



Fonte: Próprio autor (2018)

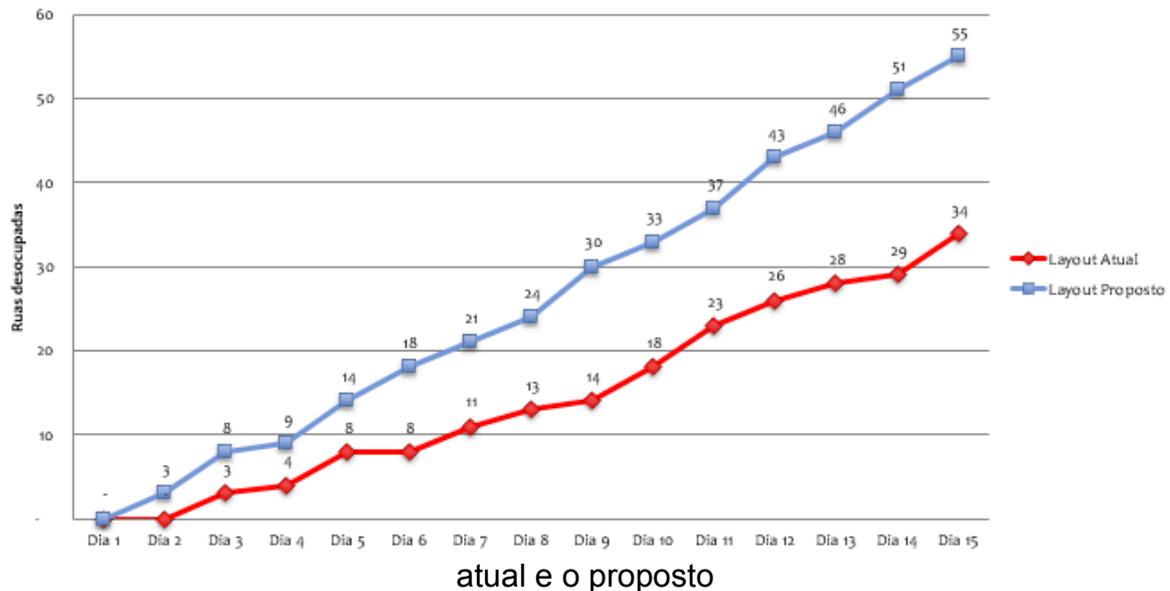
Com as alterações efetuadas, pode-se esperar uma melhora na movimentação da empilhadeira e, conseqüentemente, um aumento na produtividade do operador de empilhadeira, visto que o corredor de acesso foi ampliado. A contagem e controle do estoque também foram favorecidos com as mudanças. Ainda, esse *layout* foi proposto de modo a minimizar o “efeito colmeia”, a partir da redução da profundidade das ruas e da possibilidade de armazenar os paletes por empilhamento piramidal. As melhorias propostas no novo arranjo físico são evidenciadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Comparação de posições entre o arranjo atual e proposto

COMPARATIVO	ATUAL	PROPOSTO
TOTAL DE POSIÇÕES NO PISO	281	267
TOTAL DE POSIÇÕES BLOCADO (2)	562	514
TOTAL DE POSIÇÕES PIRAMIDAL (2,5)	-	577
AUMENTO DA CAPACIDADE (POSIÇÕES PALLET)		15

Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 14 – Comparação entre o “efeito colmeia” entre o arranjo



Fonte: Próprio autor (2018)

O resultado obtido na comparação da Tabela 1 indica que o ganho em posições palete com o novo *layout* foi de 15 posições. A Figura 14, por sua vez, apresenta a relação entre o número de paletes remanescentes conforme a passagem dos dias, demonstrando que, com o *layout* proposto, tem-se mais ruas desocupadas, ou seja, livres para novos produtos. Na medida em que, sob o *layout* atual, as ruas estão ocupadas por poucos produtos, resultando no bloqueio do armazenamento de novos paletes, configura-se o mau uso do espaço físico.

Por outro lado, revela-se fundamental comunicar aos funcionários a padronização do empilhamento dos produtos por embalagem. Os requisitos foram definidos para o sistema Coca-Cola por meio do Manual de Unitização de Produto, com a finalidade de instruir as franquias quanto ao modo correto e seguro de empilhar os produtos, levando em conta a quantidade de litros e as características inerentes a sua embalagem. A Figura 15 foi elaborada visando representar didaticamente como deve ser feito o empilhamento de modo a garantir a segurança e a otimização do espaço no armazém.

Figura 15- Padronização do empilhamento quanto a litragem e embalagem.



Fonte: Próprio autor (2018)

O *layout* recomendado será utilizado como base para a aplicação e comparação dos métodos propostos na literatura em relação ao atual, uma vez que o estudo pretende propor formas de se aumentar a produtividade da operação de armazenagem no CD.

3.2.1 Arranjo por popularidade dos produtos

Para a aplicação do método de arranjo de produtos por popularidade, utilizou-se a classificação ABC como ferramenta para determinar os produtos de maior giro a serem alocados próximos ao ponto de saída, a fim de diminuir a movimentação interna no armazém.

Devido à alta variedade de *skus* e à limitação do espaço físico, definiu-se que a classificação ABC fosse elaborada somente para os segmentos existentes. O resultado obtido está representado na Tabela 2, todavia, os respectivos volumes de venda foram ocultados para a preservação dos dados da empresa.

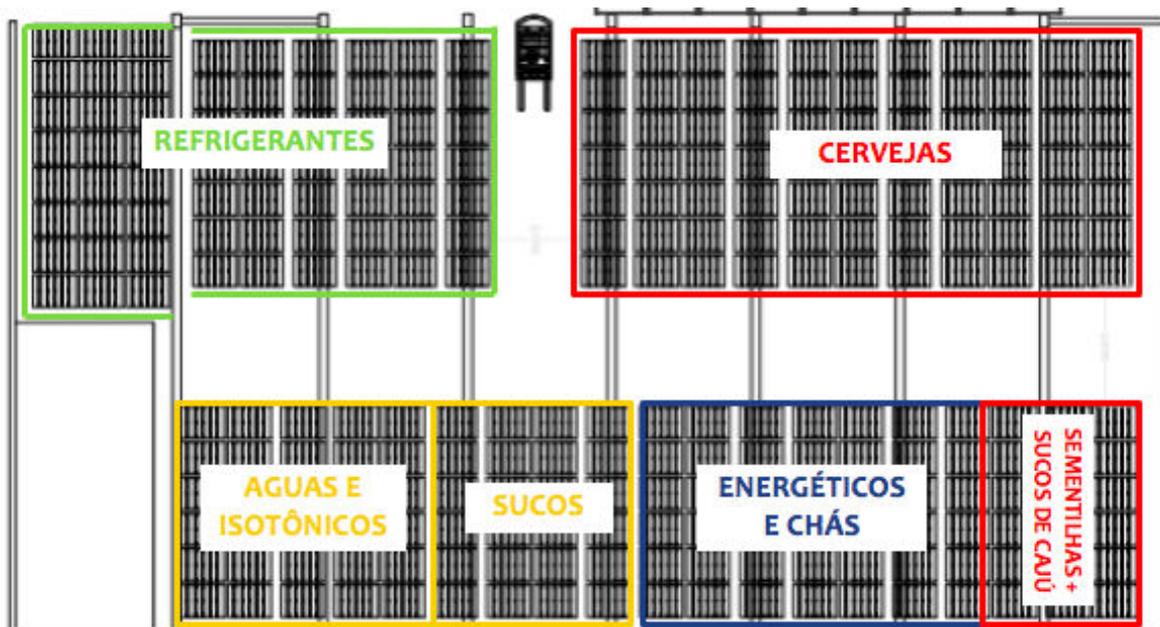
Tabela 2 – Classificação ABC para os segmentos existentes

SEGMENTO	%	%AC	CLASSIFICAÇÃO
CERVEJAS	54,67%	54,67%	A
REFRIGERANTES	37,12%	91,78%	B
SUCOS	5,21%	96,99%	B
AGUAS	1,91%	98,90%	C
ENERGETICOS	0,43%	99,33%	C
CHAS	0,32%	99,64%	C
ISOTONICO	0,26%	99,90%	C
SEMENTILHAS	0,10%	100,00%	C

Fonte: Próprio autor (2018)

Atestou-se, assim, que as cervejas são os produtos de maior giro no CD, representando cerca de 55% de todo volume de venda no último ano e, portanto, assume-se que devam ser priorizados e alocados mais próximos à área de *picking*. Também é importante que esses produtos sejam alocados em ruas profundas, para garantir o aproveitamento do espaço e minimizar o “efeito colmeia”. Considerando que os refrigerantes e os sucos inserem-se, pela classificação, na classe intermediária, estes devem ficar próximos às cervejas e à saída. Os demais segmentos devem ser organizados nas posições mais distantes, haja vista que são de baixo giro. Em razão das normas de compatibilidade, os produtos alergênicos seguirão armazenados em áreas próximas, separados dos demais. A Figura 16 representa o arranjo físico dos produtos por popularidade.

Figura 16 – Arranjo físico por popularidade



Fonte: Próprio autor (2018)

Quando da aplicação desse método, não se julgou necessário aplicar o endereçamento fixo, pois o ganho com movimentação seria mínimo, já que as regiões são próximas. Dessa forma, os produtos podem ser armazenados aleatoriamente, uma vez em sua determinada região.

3.2.2 Arranjo por tamanho dos produtos

A princípio, é necessário entender que o armazenamento dos produtos é paletizado e, por isso, deve-se considerar o volume do palete para aplicação do método. Após análise do portfólio dos produtos, o padrão de volume dos segmentos existentes segundo o qual combina-se o tipo de embalagem com a quantidade em litros pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 – Volume dos paletes em metros cúbicos

EMBALAGEM	SEGMENTO	VOLUME (mL)	CAMADAS	ALTURA PALETE(m)	VOLUME PALETE(m ³)
TETRA BIRK	SUCOS	200 ml	8	1	1,32
TETRA BIRK	SUCOS	1000 ml	5	1,025	1,353
TETRA BIRK	SUCOS	1500 ml	4	1,08	1,4256
PET	Chás	300 ml	7	1,1914	1,572648
PET	Isotonico	500 mL	6	1,26	1,6632
LATA	Energético	473 ml	8	1,28	1,6896
VIDRO	Refrigerantes	290 ml	10	1,32	1,7424
VIDRO	Refrigerantes	200 ml	7	1,365	1,8018
PET	Refrigerantes	600 ml	6	1,38	1,8216
PET	Refrigerantes	2500 ml	4	1,4	1,848
PET	Chás	1500 ml	4	1,48	1,9536
LATA	Refrigerantes	350 ml	12	1,56	2,0592
LATA	Cerveja	350 ml	12	1,56	2,0592
PET	Água	350 ml	8	1,56	2,0592
PET	Água	500 ml	7	1,575	2,079
PET	Água	1000 ml	6	1,623	2,14236
PET	Sucos	1000 ml	6	1,623	2,14236
VIDRO	Cervejas	600 ml	6	1,83	2,4156
PET	Refrigerantes	1500 ml	5	1,85	2,442
PET	Refrigerantes	2000 ml	5	1,85	2,442

Fonte: Próprio autor (2018)

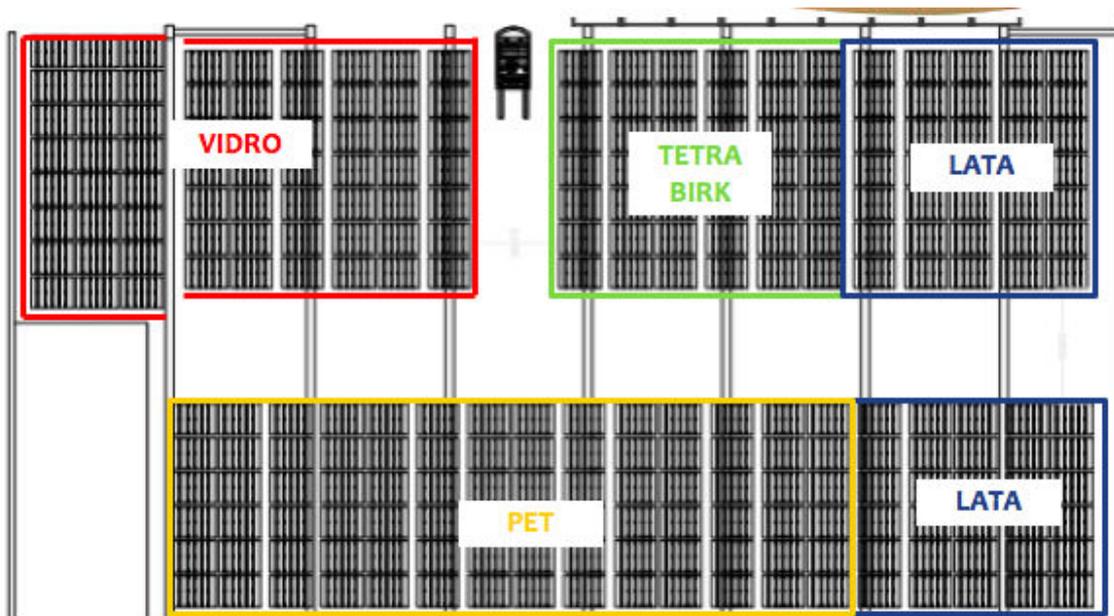
A vantagem do método de arranjo de produtos por tamanho é a diminuição dos custos de manuseio dos produtos, pois o método consiste em alocar os menores volumes próximos a saída. Observou-se que os volumes encontrados para produtos do mesmo segmento não possuem um padrão, enquanto que existe uma proximidade entre os valores por tipo de embalagem, conforme demonstrado na Tabela 4. Portanto, sugere-se que o arranjo seja feito por embalagem, como representado pela Figura 17.

Tabela 4 – Volume dos paletes por tipo de embalagem

EMBALAGEM	SEGMENTO	VOLUME unit (mL)	CAMADAS	ALTURA PALETE(m)	VOLUME PALETE(m ³)
LATA	Energético	473 ml	8	1,28	1,6896
LATA	Refrigerantes	350 ml	12	1,56	2,0592
LATA	Cerveja	350 ml	12	1,56	2,0592
PET	Chás	300 ml	7	1,1914	1,572648
PET	Isotonico	500 mL	6	1,26	1,6632
PET	Refrigerantes	600 ml	6	1,38	1,8216
PET	Refrigerantes	2500 ml	4	1,4	1,848
PET	Chás	1500 ml	4	1,48	1,9536
PET	Água	350 ml	8	1,56	2,0592
PET	Água	500 ml	7	1,575	2,079
PET	Água	1000 ml	6	1,623	2,14236
PET	Sucos	1000 ml	6	1,623	2,14236
PET	Refrigerantes	1500 ml	5	1,85	2,442
PET	Refrigerantes	2000 ml	5	1,85	2,442
TETRA BIRK	SUCOS	200 ml	8	1	1,32
TETRA BIRK	SUCOS	1000 ml	5	1,025	1,353
TETRA BIRK	SUCOS	1500 ml	4	1,08	1,4256
VIDRO	Refrigerantes	290 ml	10	1,32	1,7424
VIDRO	Refrigerantes	200 ml	7	1,365	1,8018
VIDRO	Cervejas	600 ml	6	1,83	2,4156

Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 17 - Arranjo físico por tamanho



Fonte: Próprio autor (2018)

Uma vez que foram definidos cerca de 16 volumes diferentes, seria indicado, neste caso, a combinação com o método de endereçamento fixo por região. A fixação das regiões de armazenamento diminuiria a autonomia do operador no momento de alocar e retirar o palete, elevando a produtividade e conferindo efetividade ao método. Caso contrário, seria inviável que a alocação por tamanho fosse aplicada todas as vezes, posto que a definição da lógica de armazenamento dependeria da memória do colaborador, a ser realizada no momento do recebimento dos produtos.

Vale ressaltar também que neste caso, o armazenamento dos produtos alergênicos deve ser realizado pelo operador no momento de alocação dos produtos. Conforme explicado anteriormente, é necessário que esses produtos fiquem armazenados em local separado, de modo que se evite a contaminação cruzada com os outros produtos.

3.2.3 Arranjo dos produtos pelo Índice cúbico por pedido

Dentre os métodos aplicados anteriormente, nota-se que um omite um fator importante considerado pelo outro e, portanto, o último método escolhido para aplicação combina ambos os fatores. O método de arranjo dos produtos pelo índice

cúbico por pedido pretende ocupar o armazém de modo que o maior volume de estoque necessite do mínimo de movimentação, ou seja, que os produtos com índice baixo sejam situados mais próximos dos pontos de saída.

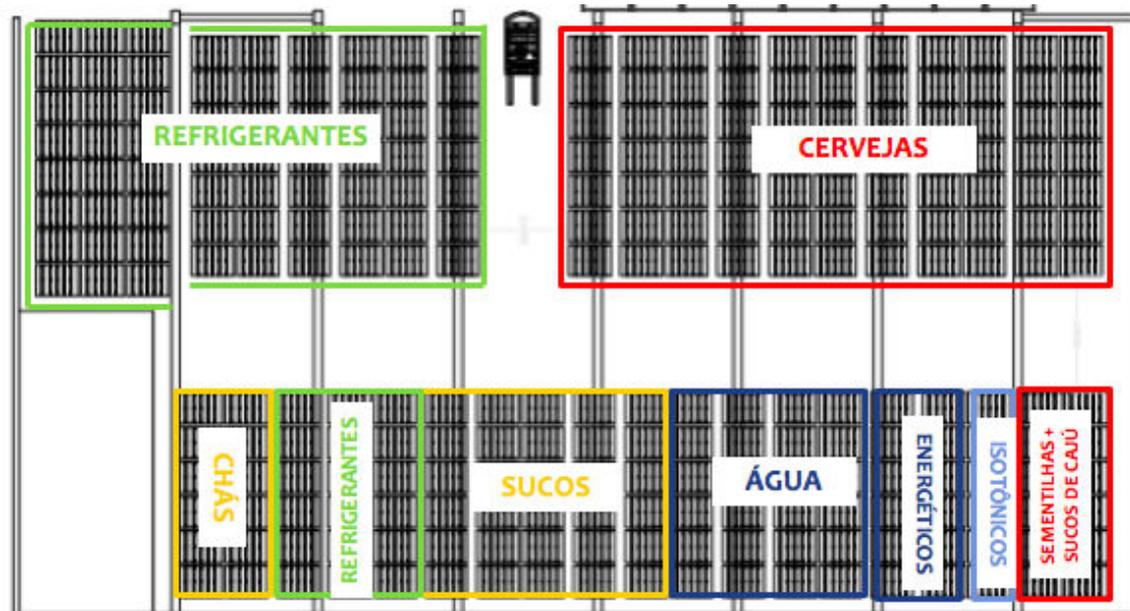
Foi necessário para a implementação do método, a utilização dos dados anteriormente coletados, sobre a quantidade, em paletes, dos pedidos no horizonte de um ano e o volume dos paletes em metros cúbicos. Levando em consideração ainda o número de *skus* e complementaridade dos produtos, definiu-se que o índice deve ser calculado por segmento e aberto por variação de volume dos produtos, como apresentado na Tabela 5. Dessa forma, a alocação dos produtos pode ser feita por segmento, simplificando assim o armazenamento. Destinar os segmentos com mais baixo índice para as proximidades da saída conduz ao layout apresentado na Figura 18.

Tabela 5 – Cálculo do Índice cúbico por pedido

SEGMENTO	(1) VOLUME (mL)	(2) VOLUME (m ³)	(3) PEDIDOS EM PALETES / ano	(4)= (3)/250 PEDIDOS EM PALETES / dia	(5)=(2)/(4) Índice cúbico por pedido
Água	500 mL	2,079	323,4	1,2936	1,607142857
Água	350 ml	2,0592	81,2	0,3248	6,339901478
Água	1000 ml	2,14236	8,3	0,0332	64,52891566
Cervejas	350 ml	2,0592	9341,9	37,3676	0,055106563
Cervejas	600 ml	2,4156	2472,9	9,8916	0,244207206
Chás	1500 ml	1,9536	64,5	0,258	7,572093023
Chás	300 ml	1,572648	8,2	0,0328	47,94658537
Energético	473 ml	1,6896	33,3	0,1332	12,68468468
Isotonico	500 mL	1,6632	27,1	0,1084	15,34317343
Refrigerantes	350 ml	2,0592	2996,1	11,9844	0,17182337
Refrigerantes	1500 ml	2,442	2885,2	11,5408	0,211597116
Refrigerantes	2000 ml	2,442	2141,7	8,5668	0,285053929
Refrigerantes	2500 ml	1,848	468,5	1,874	0,986125934
Refrigerantes	290 ml	1,7424	353,6	1,4144	1,231900452
Refrigerantes	600 ml	1,8216	220,6	0,8824	2,0643699
Refrigerantes	200 ml	1,8018	173,2	0,6928	2,600750577
SUCOS	1000 ml	1,353	441,4	1,7656	0,766311735
SUCOS	1500 ml	1,4256	412,3	1,6492	0,864419112
SUCOS	200 ml	1,32	74	0,296	4,459459459

Fonte: Próprio autor (2018)

Figura 18 – Arranjo físico pelo índice cúbico por pedido



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.3.1 Endereçamento fixo

Aplicando o método de endereçamento fixo, obteve-se a configuração de armazenagem representada na Tabela 6. Devido à variedade de produtos, a definição do endereço deu-se por segmentos com distinção de volume. Importante ressaltar, que a condição ideal de posicionamento é colocar somente um *sku* por rua.

Tabela 6 – Configuração do endereçamento fixo para arranjo dos produtos pelo Índice cúbico por pedido

SEGMENTO	VOLUME (mL)	POSIÇÃO DE ARMAZENAGEM
Água	500 mL	B20, B22 E B24
Água	350 ml	B26
Água	1000 ml	B28
Cervejas	350 ml	A19 - A35
Cervejas	600 ml	A37 e A39
Chás	1500 ml	B4
Chás	300 ml	B2
Energético	473 ml	B32 E B34
Isotonico	500 mL	B36
Refrigerantes	350 ml	A13, A15 E A17
Refrigerantes	1500 ml	A7, A9 E A11
Refrigerantes	2000 ml	A3 e A5
Refrigerantes	2500 ml	A1
Refrigerantes	290 ml	B10
Refrigerantes	600 ml	B8
Refrigerantes	200 ml	B6
SUCOS	1000 ml	B22 E B24
SUCOS	1500 ml	B18 E B20
SUCOS	200 ml	B16

Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.4 Comparação entre os métodos

Para mensurar as diferenças entre os métodos anteriormente aplicados foi necessário estabelecer critérios para comparação. O levantamento desses critérios foi realizado por meio de entrevistas abertas com três gestores responsáveis pela operação de armazenagem da empresa, para que a escolha da melhor estratégia seja de fato aplicável no CD.

O primeiro critério analisado foi a aplicabilidade do método, que se refere a facilidade de ajustar e implementar o método no período necessário, sem que esta se torne uma tarefa onerosa. O segundo critério considerado foi a probabilidade de inversão que diz respeito à troca de produtos no momento da operação, devido a variedade de *skuse* semelhança das embalagens. O terceiro critério levantado trata

da redução de movimentação dos equipamentos na operação de armazenagem. O quarto e o último se relaciona com a incidência do “efeito colmeia”.

Após o levantamento dos critérios, cada gestor avaliouos três métodos de modo quantitativo sendo 1a menor escala, 3 a intermediária e 5 a maior. Para obter o resultado representado na Tabela 7, realizou-se a média das pontuações atingidas nas avaliações com os entrevistados.

Tabela 7 – Comparação entre os métodos

Crítérios	Método Popularidade	Método Tamanho	Método Índice Cúbico por Volume
Aplicabilidade do método	5	3	1
Probabilidade de não inversão	5	3	3
Redução da necessidade de movimentação	5	3	5
Não incidência do "Efeito colmeia"	3	5	1
Total	18	14	10

Fonte:Próprio autor (2018)

Concluiu-se então que todas as metodologias contribuem positivamente para a operação, porém o método da popularidade atingiu a maior pontuação, sendo assim, o mais adequado para implementação no CD.

4. CONCLUSÃO

Através da análise do contexto atual de armazenagem no CD, foi possível detectar oportunidades de melhoria no layout que contribuirão para o aumento da produtividade da operação. Este trabalho buscou igualmente aplicar métodos de alocação de produtos por popularidade, tamanho e índice cúbico por pedido e dos métodos de endereçamento fixo e aleatório.

A partir da implementação do novo *layout* para o armazém será possível aumentar a produtividade reduzindo custos e tempo da operação, uma vez que, o corredor de circulação aumentará e, conseqüentemente, reduzirá a movimentação da empilhadeira para carregamento dos paletes. Portanto, o melhor aproveitamento do espaço reduzirá o número de cruzamentos, de modo a evitar acidentes. Além disso, o novo *layout* configurou um aumento de 15 posições palete e reduziu a profundidade das ruas, de modo a minimizar o “efeito colmeia”.

O objetivo do estudo era determinar qual dos métodos aplicados seria o mais adequado à estratégia da empresa, consideradas as características de seus produtos. Os métodos foram pesquisados da literatura e tiveram de ser adaptados ao contexto do centro de distribuição. As comparações entre eles foram feitas através de critérios determinados pelos gestores da operação, ao passo que a escolha do método foi determinada pela pontuação final obtida no comparativo representado na Tabela 8.

Foram analisados também os métodos de endereçamento, restando entendido que o método de endereçamento fixo para uma grande variedade de produtos é inviável, por isso, sugere-se que a empresa aplique o método de endereçamento fixo por segmentos divididos em regiões. Segundo Gurgel (2000) a identificação clara das posições de armazenagem evita a improdutividade decorrente da procura pelo local de armazenagem. Dessa forma, diminui-se a autonomia do operador, pois o mesmo acaba fixando a localização dos produtos. Além disso, a velocidade da operação e a produtividade irá, conseqüentemente, aumentar.

A partir do estudo, foi possível conceber a importância da implementação conjunta dos métodos supracitados com uma identificação alfanumérica das ruas, com o objetivo de facilitar a visualização do operador durante a execução da

atividade, minimizando possíveis erros. Identificou-se também que para se obter um resultado satisfatório com a aplicação dos métodos é recomendado que a empresa implemente um sistema de gerenciamento de estoque que consiga indicar aos operadores o local correto de armazenagem.

Para futuros estudos, recomenda-se uma análise da viabilidade econômica da aquisição de estruturas de armazenagem, principalmente, para os produtos cartonados, visto que, não podendo ser armazenados em blocos, reduzem o número de posições palete do armazém. Além disso, para uma melhor avaliação dos métodos aplicados sugere-se a simulação dos cenários através de *softwares*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, K. B. **Practical Handbook of Warehousing**. 4. ed Boston: Kluwer Academic Publishers, 1997.

ALMEIDA, Célio Mauro Placer Rodrigues de; SCHULTER, Mauro Roberto. **Estratégia Logística**. Curitiba: IESD Brasil S.A, 2009.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2008.

BALLOU, R. H.. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial**. 5 ed. Porto Alegre. Bookman: 2006.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: Transportes, Administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo T. Y. Yoshizaki. ed. 29. Reimp. São Paulo: Atlas, 2014.

BANZATO, Eduardo. **Projeto de Armazéns**. São Paulo: IMAM, 2008

BARROS, Monica Coutinho de. **Warehouse management system (WMS): conceitos teóricos e implementação em um centro de distribuição**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005.

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. Tradução Equipe do Centro de Estudos em Logística. 1. ed.8.reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

BRAGA, L.M.; PIMENTA, C.M.; VIEIRA, J.G.V., **Gestão de armazenagem em um supermercado de pequeno porte**. Revista P&D em Engenharia de Produção, Viçosa, n. 08, p. 57-77, 2008.

BRITO JR, I.; SPEJORIM, W. **Gestão Estratégica de Armazenagem**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012.

CASSEL, R. A. “**Desenvolvimento de uma abordagem para a divulgação da simulação no setor calçadista gaúcho**”. Porto Alegre, 1996. 147p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGEPP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DRUCKER, Peter F. **Managing in a time of great change - USA**, New York: Truman Talley, Books 1993.

FONSECA, Luiz Almir Menezes. **Metodologia científica alcance de todos**. 4.ed. Manaus: Valer, 2010.

- FRANKLIN, Ronaldo. **Conhecimentos de Movimentação e Armazenagem**. E-Quality Núcleo de Treinamento e Pesquisa da Consultoria InfoJBS, 2003.
- GASNIER, D.; BANZATO, E. **Armazém Inteligente**, Revista LOG Movimentação e Armazenagem, São Paulo, n. 128, Junho, 2001.
- GASNIER, Daniel Georges. **A dinâmica dos estoques: guia prático para o planejamento, gestão de materiais e logística**. São Paulo: IMAM, 2002.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GONÇALVES, Paulo Sergio. **Administração de matérias: obtendo vantagens competitivas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- GUARNIERI, P.; CHRUSCIAK, D.; OLIVEIRA, I. L.; HATAKEYAMA, K.; SCANDELARI, L.; BELMONTE, D. L. **WMS - Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa**. In: Produção, v. 16, n. 01, p. 126-139, 2006.
- HESKETT J.L. **Cube Per Order Index – A key to warehouse stock location, transportation and distribution management**. V.3, april, 1963.
- JACINTO, Juliano et al. **Logística: O endereçamento como ferramenta fundamental na armazenagem e estocagem**. 2011.
- LACERDA, Leonardo. **Implantação de Tecnologias de Automação de Depósitos: Um Estudo de Casos – Rio de Janeiro 2000 – Dissertação Mestrado – COPPEAD/UFRJ**.
- LAMBERT, Douglas, STOCK, James, VANTINE, José. **Administração Estratégica da logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.
- LARSON, TN.; MARCH, H. & KUSIAK, A. **A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage**. IIE Transactions, volume 29, Nº 4, Abril 1997.
- LIN, L. C.; SHARP, G. P. **Application of the integrated framework for the plant layout evaluation problem**. European Journal of Operational Research, v. 116, n. 1, p. 118-138, 1999.
- LING-FENG, H.; LIHUI, T. **The optimum design of a warehouse system on order picking efficiency**. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v.28, n.5/6, p.626-637, 2006.
- MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
- MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. 5 ed. rev. São Paulo: IMAM, 2005.
- MOURA, R.A. **Manual de Logística: Armazenagem e Distribuição Física**. São Paulo: IMAN, 1997.

NEVES, Marco. **A importância da Engenharia Logística.** Disponível em: <<http://gcmeneghellologistica.blogspot.com/2012/05/>> Acesso em: 03 de setembro de 2018

POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: Uma Abordagem Logística.**São Paulo: Atlas, 2010.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrósio. **Gestão estratégica da armazenagem.** 2 ed São Paulo: Aduaneiras, 2010.

SANTOS, Cristiano Chester C. Ribeiro. **Logística Interna de Movimentação e Armazenagem de Materiais.** Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá, 2005.

SITE DA COCA-COLA BRASIL. **Quais produtos possuem ingredientes alergênicos?** Disponível em:<<https://www.cocacolabrasil.com.br/nos-respondemos/quais-produtos-da-coca-cola-brasil-possuem-ingredientes-alergenicicos>> Acesso em: 10 de setembro de 2018

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira 3.ed.São Paulo: Atlas, 2009.

VIANA, J. J. **Administração de materiais: Um enfoque prático.** Editora Atlas. São Paulo: 2000.