



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BÁRBARA CAROLINE CIPRIANO GUERRA

**AVALIAÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT DE UM ARMAZÉM EM
UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE BEBIDAS**

Caruaru

2024

BÁRBARA CAROLINE CIPRIANO GUERRA

**AVALIAÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT DE UM ARMAZÉM EM
UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE BEBIDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Arranjo Físico.

Orientador: Prof. Dr. Caio Bezerra Souto Maior

Caruaru

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Guerra, Bárbara Caroline Cipriano.

Avaliação e proposta de melhoria de layout de um armazém em um centro de distribuição de bebidas / Bárbara Caroline Cipriano Guerra. - Caruaru, 2024.

56 p. : il., tab.

Orientador(a): Caio Bezerra Souto Maior

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2024.

1. Melhoria de layout. 2. Arranjo físico. 3. Armazenamento. 4. Produtividade. 5. Segurança operacional. I. Maior, Caio Bezerra Souto. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

BÁRBARA CAROLINE CIPRIANO GUERRA

**AVALIAÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT DE UM ARMAZÉM EM
UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE BEBIDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 19/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Caio Bezerra Souto Maior (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dra. Marina Dantas de Oliveira Duarte (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dra. July Bias Macedo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a Nossa Senhora e toda Luz que é emanada e criada aqui na terra pelas oportunidades e bênçãos ao longo de minha vida.

Agradeço também, aos meus pais, irmãos, amigos e minha família, por me encherem de amor, carinho, inspiração e confiança.

E, por fim, agradeço a todos os meus professores, membros e servidores da UFPE, todas as pessoas que cruzaram e participaram dessa minha caminhada de graduação e, em especial, ao meu orientador, por toda paciência e dedicação.

RESUMO

Diante da competitividade acirrada de mercado, é fundamental para o seu desenvolvimento e estabilidade que uma organização possua um layout bem definido e planejado. Layout é definido como a forma que os materiais, equipamentos, departamentos e produtos são organizados no espaço disponível. Ter um fluxo operacional bem definido resulta em uma operação mais funcional, processos seguros e produtivos, além, de possuir os custos controlados. O presente trabalho foi desenvolvido em um centro de distribuição de bebidas localizado no Agreste pernambucano e tem como objetivo propor melhorias de layout para o armazém. Por meio da metodologia aplicada, foram desenvolvidas duas propostas de mudança de layout para o armazém da unidade a fim de sanar problemas de segurança e produtividade, decorrentes da limitação predial e do crescimento de mercado. De acordo com as propostas de mudança de layout, verificou-se que a ampliação do 'picking' da unidade resultou no aumento dos indicadores de eficiência de montagem de mais de 10%, além, do aumento da segurança operacional. Ainda, observa-se que ao realizar uma proposta de mudança de layout em um armazém, é necessário analisar não apenas a área que necessita da melhoria, e sim o espaço disponível por completo a fim de identificar oportunidade para a realização do arranjo físico. Logo, os estudos sobre melhoria de layout são de suma importância para o embasamento na tomada de decisões e planejamento do layout organizacional.

Palavras-chave: melhoria de layout; arranjo físico; armazenamento; produtividade; segurança operacional.

ABSTRACT

In the face of the fierce market competitiveness, it is fundamental for its development and stability that an organization has a well-defined and planned layout. Layout is defined as the way that materials, equipment, departments and products are organized in the available space. Having a well-defined operational flow results in more functional operation, safe and productive processes, in addition to having controlled costs. This work was carried out in a beverage distribution center located in the Agreste region of Pernambuco and aims to propose layout improvements for the warehouse. Through the applied methodology, two proposals of layout change for the warehouse of the unit were developed in order to solve safety and productivity problems, resulting from the building limitation and market growth. According to the layout change proposals, it was found that the expansion of the unit's 'picking' resulted in increased assembly efficiency indicators of more than 10%, in addition to increased operational safety. Still, it is observed that when making a proposal for a change of layout in a warehouse, it is necessary to analyze not only the area that needs improvement, but the space available completely in order to identify opportunity for the realization of the physical arrangement. Therefore, studies on layout improvement are of paramount importance for the foundation in decision making and organizational layout planning.

Keywords: layout improvement; physical arrangement; storage; productivity; operational safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Duplo bloqueado.....	24
Figura 2 -	Tripla piramidal.....	24
Figura 3 -	Armazém 2: Representação da curva ABC.....	26
Figura 4 -	Armazém 1.....	27
Figura 5 -	‘Picking’ descartável e retornável.....	28
Figura 6 -	Representação do deslocamento do ajudante – área verde até a área roxo.....	29
Figura 7 -	Armazém 1 lado B, antes da expansão.....	31
Figura 8 -	Armazém 1 lado B, após expansão.....	31
Figura 9 -	‘Picking’ após retirada da segregação de pedestre do lado B.....	32
Figura 10 -	Armazém 1 lado A, antes da expansão.....	33
Figura 11 -	Armazém 1 lado A, após expansão.....	33
Figura 12 -	Armazém 1 antes das adequações.....	35
Figura 13 -	Armazém 1 após as adequações.....	35
Figura 14 -	Layout armazém 2.....	36
Figura 15 -	Modelo de layout 1.....	43
Figura 16 -	Modelo de layout 2.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Diagrama da curva ABC.....	19
Gráfico 2 - Resultados do indicador PPS.....	47
Gráfico 3 - Resultados do indicador EFM.....	47
Gráfico 4 - Giro de estoque modelo 1.....	51
Gráfico 5 - Giro de estoque modelo 2.....	51
Gráfico 6 - Diferença do giro de estoque - Modelo 1.....	52
Gráfico 7 - Diferença do giro de estoque - Modelo 2.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tipos de embalagens e seus empilhamentos.....	24
Tabela 2 -	Resumo do ganho <i>versus</i> perda de posição palete.....	34
Tabela 3 -	Resumo dos SKUs utilizados em cada cenário.....	37
Tabela 4 -	Indicadores cenário 1.....	40
Tabela 5 -	Indicadores cenário 3.....	42
Tabela 6 -	Resultados modelo 1.....	49
Tabela 7 -	Resultados modelo 2.....	49
Tabela 8 -	Capacidade de armazenamento reduzida modelo 1.....	50
Tabela 9 -	Capacidade de armazenamento reduzida modelo 2.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	LAYOUT.....	14
2.2	ARMAZENAMENTO E ESTOCAGEM.....	16
2.3	FERRAMENTAS DE GESTÃO.....	17
2.3.1	Curva ABC.....	18
2.3.2	Giro de estoque.....	19
2.3.3	FEFO e FIFO.....	20
2.4	INDICADORES DE DESEMPENHO.....	21
3	METODOLOGIA APLICADA.....	23
3.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	23
3.2	GERENCIAMENTO ATUAL DE ARMAZENAMENTO VIA CURVA ABC.....	25
3.3	DESCRIÇÃO DE PROPOSTAS PARA ESTOCAGEM DE PRODUTOS – CASO 1 AMPLIAÇÃO DO PICKING.....	27
3.4	DESCRIÇÃO DE PROPOSTAS PARA ESTOCAGEM DE PRODUTOS – CASO 2 ADEQUAÇÃO DO LAYOUT DO ARMAZÉM 2.....	36
3.4.1	Descrição dos cenários.....	37
3.4.2	Método do cenário 1.....	38
3.4.3	Método do cenário 2.....	40
3.4.4	Método do cenário 3.....	40
3.4.5	Propostas de modelos de layout.....	42
3.4.6	Método para avaliação dos modelos de layout.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.1	CASO 1 - AMPLIAÇÃO DO PICKING.....	46
4.2	CASO 2 - ADEQUAÇÃO DO LAYOUT DO ARMAZÉM 2.....	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Por trás de uma organização com uma operação eficiente e que entrega resultados existe um layout operacional bem planejado, estruturado e definido. O arranjo físico de uma organização é peça fundamental para que a operação consiga se manter estável e lucrativa no mercado, este que se torna cada vez mais competitivo e complexo com o passar dos tempos.

Layout é definido como a forma que os materiais, equipamentos, departamentos e produtos são organizados no espaço disponível. Ter um fluxo operacional bem definido considerando a disposição desses elementos é a chave para que a operação seja a mais funcional possível e com os custos controlados. Para Graciano *et al.* (2024) o conceito de layout está diretamente associado ao planejamento das instalações e departamentos, onde busca-se a integração da execução dos equipamentos de movimentação, do fluxo dos materiais, somados as características que proporcionam a maior produtividade a operação, isto para que o processo de armazenagem dos produtos atue com o máximo de economia e com atividades eficientes.

De fato, um layout bem estruturado está ligado a um estoque saudável, processos bem estruturados e que fazem uso de ferramentas de gestão (Por exemplo: curva ABC, gestão de FEFO e gestão de empurrada dos pedidos). Porém, muitas vezes existem desafios relacionados a layout funcionais. Limitações físicas, de gestão ou liderança existem e saber conciliar e sanar esses *gaps* é diferencial para as organizações. Por isso, é tão importante a existência de estudos que apresentem propostas de melhoria de layout diante das particularidades de cada operação e que façam uso de ferramentas de gestão.

As organizações visam e buscam o crescimento, seja ele organizacional, operacional ou financeiro e diante da alta competitividade, para que esses objetivos sejam alcançados, as organizações precisam estar sempre a frente do mercado, com estratégias, planejamentos específicos e uma boa gestão. Dentro desse cenário, restringindo ao âmbito dos armazéns não seria diferente, os armazéns precisam estar prontos e ter capacidade de adaptação para suportar o crescimento, dinâmica e competitividade do mercado. Neumann (2009) fala que as organizações atuam em ambientes cada vez mais mutável e com constante introdução de novos produtos, serviços e recursos.

O layout de um armazém de um centro de distribuição é variável e, por vezes, precisa ser modificado, pois ele está interligado a fatores externos e internos que atuam sobre a organização. O aumento das vendas, a diversificação dos produtos da organização, a solicitação de demanda desalinhada e o alto recebimento de produtos de baixa saída de venda são exemplos desses fatores. Outro ponto, são os processos operacionais que vão se modificando e passando

por melhoria ao longo dos tempos. Novas exigências vão surgindo e a forma de trabalhar se torna cada vez mais complexa e, portando, necessitando de mais espaços para operar da forma correta e segura.

Dias (2010) afirma que o arranjo físico sofre mudanças periódicas que afetam altamente a vida dos armazéns e, por vezes, essas alterações são esperadas. São os casos das indústrias de alimentos e bebidas, que por conta do mercado competitivo, lançam eventualmente novas embalagens de produtos. Isto exige modificações operacionais, como: mais profissionais atuando, maior flexibilidade na operação, mais recursos, dentre outros fatores.

A curva ABC é uma ferramenta de gestão que serve para categorizar e estabelecer prioridade sobre o critério analisado. Essa ferramenta classifica os itens analisados para que a gestão e esforços possam ser direcionados de acordo com a relevância de cada item. A aplicação da curva ABC é muito utilizada para a análise de gestão de estoque, dessa forma, esse método tem grande aplicabilidade em estudos de layout e na gestão de arranjo físico dos armazéns. Dalmonech e Junior (2023) falam que a curva ABC é uma ferramenta de grande importância para a identificação dos produtos no estoque que necessitam de maior gestão dentro do período analisado, além de permitir um agrupamento dos itens de acordo com sua relevância na organização.

O presente trabalho é desenvolvido em um armazém de um centro de distribuição de bebidas no Agreste pernambucano. A unidade possui dois armazéns onde são realizadas as atividades operacionais e o armazenamento dos produtos acabado. A organização possui uma estrutura predial pequena levando em consideração sua capacidade de volume de entrega. Assim, torna-se claro que diante dos fatores internos e externos, explanados anteriormente, o armazém se tornou limitado e impossibilitado de crescimento devido ao seu porte físico. Em meio a esse problema foi necessário realizar um ajuste no layout para que a organização conseguisse operar de forma segura e produtiva.

Assim sendo, o trabalho tem como objetivo propor melhorias de layout para o armazém a fim de sanar os *gaps* da empresa. Visto que o ‘picking’ da unidade não comporta todos os SKUs em seu interior, o que representa uma não conformidade com o processo de segurança e produtividade da organização, além do modelo de layout atual do armazém de produtos acabados da unidade impactar nas atividades operacionais e rotinas de gestão, o que reflete, diretamente, no engajamento do time, clima organizacional e metas da companhia.

Aqui, duas problemáticas da unidade foram abordadas e, assim, foram geradas discussões sobre seus resultados e benefícios. Ainda, a segunda aplicação foi desenvolvida com

o intuito de poder ser feita a adaptação para outros armazéns, inclusive, de outros segmentos de atuação.

O trabalho está dividido em cinco capítulos: o primeiro capítulo foi destinado a apresentação do trabalho, contendo introdução e objetivos; o segundo capítulo abordar o referencial teórico necessário para o entendimento dos conceitos, modelos e ferramentas de gestão utilizadas ao longo da aplicação; o terceiro capítulo vem descrever a metodologia aplicada, toda a parte da aplicação dos casos em que abrange a descrição dos problemas e dos métodos; e por fim, o quarto e quinto capítulo, respectivamente, foram destinados a discussão dos resultados e a conclusão do trabalho.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor melhorias de layout para o armazém do centro de distribuição de bebidas a fim de sanar os *gaps* de segurança e produtividade da operação.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Propor uma mudança de layout do ‘picking’ a partir dos problemas pontuados pela unidade;
- Analisar o comportamento dos indicadores de produtividade pós ajuste de layout do ‘picking’;
- Desenvolver um método para simular dois modelos de melhoria de layout para o armazém de produtos acabados da unidade;
- Utilizar ferramenta da curva ABC para auxiliar no desenvolvimento do método proposto de ajuste de layout do armazém de produtos acabados da unidade;
- Comparar os resultados dos três cenários propostos dentro dos modelos de layout desenvolvido sob a ótica de redução da capacidade de hectolitro e paletes perdidos;
- Analisar o resultado do giro de estoque e entender a viabilidade dos modelos propostos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta secção serão detalhados os temas que serão abordados ao longo do trabalho a fim de ajudar o leitor a respeito dos conceitos e métodos utilizados.

Serão descritos sobre o conceito de layout e importância do seu planejamento; apresentada as definições e relação que existe entre o processo de armazenamento, estocagem e arranjo físico; realizada uma abordagem sobre as ferramentas de gestão da curva ABC, giro de estoque e processos de estocagem FIFO e FEFO; e, por fim, será apresentado sobre os indicadores de desempenho e sua importância para manter a organização dentro de suas metas e objetivos.

2.1 LAYOUT

Layout é definido como a forma que os materiais, equipamentos, departamentos e produtos são organizados no espaço disponível. Ter um fluxo operacional bem definido considerando a disposição desses elementos é a chave para que a operação seja a mais funcional possível, trabalhe com processos seguros e produtivos, além, de possuir os custos controlados.

Slack *et al.* (2018) define layout (ou arranjo físico) de uma organização como a configuração que os recursos que irão ser transformados são dispostos no meio disponível, como as atividades são distribuídas aos recursos de transformação e, ainda, a apresentação visual desses recursos.

Entender a importância e benefícios que uma boa gestão e manutenção de layout traz para as organizações é fundamental, pois, um layout bem estruturado facilita a locomoção e gera um melhor aproveitamento do espaço, reduz custos, melhora a produtividade e traz mais segurança para a operação.

Para Moreira (2009) a disposição que os postos de trabalho vão possuir em uma organização é originária de um planejamento do arranjo físico baseados em tomadas de decisões acerca do melhor posicionamento. Ainda, nesse planejamento sempre existirá o cuidado de deixar mais simples a operação e seus processos, sejam os processos de movimentação de matérias, produto acabado ou pessoas.

Ainda segundo Moreira (2009), existem três princípios que sustentam o fato da tomada de decisão, no que diz respeito ao arranjo físico, ser tão importante:

1. O layout afeta diretamente a capacidade da instalação e a produtividade operacional. Uma vez que um ajuste adequado do espaço pode aumentar a capacidade do meio e melhorar a produtividade, devido a reorganização do meio, das pessoas e dos materiais;

2. Alterações no layout da organização pode implicar em gastos exorbitantes, de acordo com a área que será modificada e dos ajustes necessários, dentre outros fatores;
3. As necessidades de possíveis ajustes podem gerar paradas indesejáveis para a operação, além, das limitações, custo e dificuldade técnica que vão existir para os reparos.

Assim, fica claro notar a importância que um planejamento correto de layout de uma organização traz para seus resultados e metas, gestão e processos diários, além, de possibilitar futuras adaptações devido ao meio dinâmico e competitivo do mercado em que elas estão inseridas. Sales *et. al* (2023) completa e reafirma que através de um bom planejamento de layout, as empresas conseguem minimizar seus custos através do ganho de produtividade, da agilidade nas trocas de informações e da liberação de áreas que podem ser sublocadas para outras atividades e/ou como armazenamento.

Moreira (2009) diz que as decisões sobre o arranjo físico não são eventuais como as decisões a respeito da localização de instalação de uma unidade ou centro de distribuição, elas são decisões táticas, ou seja, decisões de médio prazo. Elas não são tratadas diariamente, porém, precisam ser analisadas e planejadas de acordo com a necessidade da organização e mudanças do meio. Moreira relata que:

Por todos esses motivos, poderia à primeira vista parecer que um arranjo físico, uma vez estabelecido, é quase imutável e se aplica prioritariamente a novas instalações. Isso não é verdade, entretanto, pois diversos fatores podem conduzir a alguma mudança em instalações já existentes: a ineficiência de operações, taxas altas de acidentes, mudança no produto ou serviço, necessidade de expor mais convenientemente produtos ou serviços ao cliente (no comércio, em supermercados, bancos etc.), mudanças no volume de produção ou fluxo de clientes, e assim por diante (2009, p. 239).

Percebe-se, que o autor afirma que as organizações sofrem influências do meio e, com isso, por vezes, precisam se adaptar e se modificar dentro do seu espaço disponível e em meio as suas limitações e necessidades operacionais. Todavia, ao realizar um ajuste para alterar a disposição do arranjo físico é necessário entender e levar alguns pontos em consideração, o autor Dias relata em seu trecho que:

No caso de rearranjo de instalações, o importante é reduzir o desperdício de mão de obra em operação de transporte, evitar esforço físico excessivo e acidentes, possibilitar a expansão do volume de produção dentro da área de trabalho disponível, procurando ganhar espaço útil, através de melhor disposição das máquinas ou dos pontos de estocagem (2010, p. 152).

Dessa forma, pode-se concluir que um planejamento correto de layout atrelado a uma boa gestão é essencial para evitar paradas inesperadas por conta de possíveis necessidades de

mudanças no meio físico, além de permitir a realização de pequenos ajustes sem causar grandes impactos financeiros e operacionais para a organização.

2.2 ARMAZENAMENTO E ESTOCAGEM

Receber, estocar, conferir, separar e distribuir são atividades operacionais de um armazém e fazem parte do processo de armazenamento. Armazenagem é um processo operacional amplo que requer planejamento, gestão e monitoramento. Esse processo é composto pelo fluxo logístico, que vai desde o armazenamento dos produtos, as movimentações até a sua distribuição. Já a estocagem é uma atividade que faz parte do processo de armazenagem. Essa atividade é responsável pela manutenção saudável e correta do estoque dos materiais, recursos e produtos acabado.

Rimélé *et al.* (2021) fala que o processo de armazenamento tem um papel decisivo em uma cadeia logística. Saderova *et al.* (2021) contribui mostrando que a definição do processo de armazenamento ideal em uma organização é uma decisão que requer planejamento e investigação, dado que esse processo afeta a utilização da capacidade do armazém, dita o ritmo das atividades de armazenamento, como a estocagem, controle e distribuição, além de influenciar na segurança operacional.

O arranjo físico da unidade tem papel importante no processo de armazenagem e estocagem pois é através dele que podemos garantir a qualidade do estoque, o melhor aproveitamento da capacidade e garantir um fluxo contínuo das tarefas que acontecem no meio. Viana afirma:

A realização de uma operação eficiente e efetiva de armazenagem depende muito da existência de um bom layout, que determina, tipicamente, o grau de acesso ao material, os modelos de fluxo de material, os locais de áreas obstruídas, a eficiência da mão-de-obra e a segurança do pessoal e do armazém (2006, p. 309).

As instalações de um armazém precisam oferecer um fluxo de movimentação contínua desde o recebimento dos produtos e/ou matérias até o carregamento e distribuição. O propósito principal do armazenamento é aproveitar, de forma eficiente, todo o espaço disponível da unidade, incluindo a terceira dimensão (Ibidem).

Rodrigues (2018) fala que quando o processo de armazenamento e organização do arranjo físico são escolhidos corretamente eles impulsionam o rendimento da operação, reduz os custos, melhora o nível de serviço, além de proporcionar ambientes de trabalho seguros e de qualidade.

Martins e Campos (2009) relatam que as empresas precisam fornecer um ambiente de fácil acesso para o armazenamento dos materiais e/ou produtos estocados, assim, precisam analisar os gastos efetivo do uso do espaço disponível. Essas áreas de armazenamento precisam estar disponíveis e em conformidade, além, de permitir uma boa qualidade do estoque e facilidade no processo de distribuição.

Viana (2006) fala que os objetivos de um armazenamento necessitam ser:

- Garantir a utilização de máxima do espaço disponível;
- Possibilitar uma movimentação contínua dos materiais;
- Assegurar um estoque o menos dispendioso possível, em relação a suas atividades e recursos utilizados;
- Transformar o armazém em um padrão de boa organização.

Ainda, existem cinco passos para planejar um layout de um armazém (Ibidem):

1. Mapear e estabelecer a localização de todos os gargalos;
2. Identificar as áreas de recebimento, carregamento e distribuição;
3. Identificar as áreas de movimentações/operação e de estocagem;
4. Estabelecer um sistema de localização de estoque;
5. Analisar as possibilidades do arranjo físico do armazém.

Assim, é nítido perceber a relação que existe entre o arranjo físico do armazém e o processo de armazenagem. Tal relação é tão dependente, pois, para garantir um uso máximo do espaço do armazém e um fluxo adequado na movimentação durante as atividades é necessário possuir um layout bem planejado e estruturado.

2.3 FERRAMENTAS DE GESTÃO

Nesta subsecção serão apresentadas as ferramentas de gestão que foram utilizadas na metodologia aplicada do presente trabalho.

Ferramentas de gestão são métodos que auxiliam a organização na tomada de decisão e no gerenciamento do dia a dia, além, de ter um papel de nortear a unidade a entender seus objetivos e quais ações precisam ser tomadas para alcançá-los.

2.3.1 Curva ABC

A curva ABC é uma ferramenta de gestão que serve para categorizar e estabelecer prioridade sobre o critério analisado. Essa ferramenta classifica os itens analisados para que a gestão e esforços possam ser direcionados de acordo com a relevância de cada item.

A aplicação da curva ABC é muito utilizada para a análise e organização de estoque. Seu desenvolvimento é realizado periodicamente, dependendo da análise e decisões que pretendem ser tomadas com seus resultados, podendo ser a cada 3 meses, 6 meses ou 1 ano. A análise consiste na quantificação do consumo dos produtos armazenados no estoque para que possa ser feita a organização decrescente quanto a relevância dos itens, essa quantificação diz respeito ao valor monetário ou quantidade unitária (Martins e Campos, 2009).

Os produtos analisados são classificados em ordem decrescente e, em seguida, calculado o percentual de cada produto em relação ao todo. Ainda, é realizado o cálculo do percentual acumulado para se ter o quanto que cada grupo de produtos necessita de um gerenciamento mais cuidadoso e o quanto que eles vão influenciar e impactar na organização, armazenamento, custo e demandas da organização.

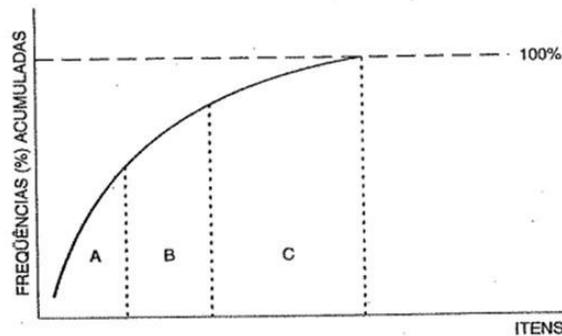
Catarino (2017) apresenta os grupos da curva ABC como:

- Grupo A: conjunto de itens com maior grau de importância e, conseqüentemente, necessitam ser tratados com prioridade. Por possuir demanda de mercado, apresentam alta rotatividade e são os produtos que proporcionam maior rentabilidade para empresa;
- Grupo B: conjunto de itens com classificação média de prioridade, apresentam demanda e movimentação intermediária. São os itens que estão entre os grupos A e C e não necessitam de atenção total, porém, devem ser tratados de forma coerente;
- Grupo C: conjunto de itens com menor grau de importância que explicam a pouca atenção necessária. Possuem baixa comercialização e maior quantidade de tipos de itens armazenados.

Falando da aplicação da curva ABC utilizando na gestão de estoque, é curioso analisar que a minoria dos itens armazenados corresponde a maior porcentagem do valor investido. Moreira (2009) fala que os produtos de curva A correspondem a 20% dos itens totais, porém preenche cerca de 70% a 80% dos investimentos. No grupo intermediário, produtos de curva B, os itens correspondem a 20% do todo e, por volta, de 20% do valor investido. E, por fim, o último grupo, produtos de curva C, é o grupo que está contido a grande parte dos produtos,

correspondem entre 60% e 70% dos itens e contribuem com 10% do investimento. O Gráfico 1 abaixo representa essa divisão.

Gráfico 1- Diagrama da curva ABC



Fonte: Moreira (2009).

Ainda, dentro do contexto da curva ABC na gestão de estoque e em um armazém, pode-se analisar que a metodologia da curva ABC é utilizada na organização do armazenamento dos produtos. Os itens que são de curva A, aqueles com maior nível de consumo, maior quantidade de recebimento e menor número de itens, são armazenados na entrada do armazém, onde existe o acesso mais fácil. Os itens de curva B, itens de nível médio, são armazenados na parte do meio do estoque. E, os produtos de curva C, aqueles em maior quantidade de itens e menor nível de consumo, são armazenados no fundo do armazém.

As organizações que utilizam a aplicação da metodologia da curva ABC conseguem gerir melhor e tomar melhores decisões nos âmbitos: das análises de custos, possíveis mudanças do arranjo físico, organização do estoque de produto acabado e matéria prima, política de vendas e prioridade da programação de produção.

2.3.2 Giro de estoque

O giro de estoque é um indicador de gestão que mede quantas vezes o estoque do armazém se renova por completo ao longo do período analisado. Para Pozo (2009) o giro de estoque pode ser medido através da quantidade monetária (R\$) ou da quantidade de peças/unidade e seu resultado é apresentado em unidade de tempo. As fórmulas abaixo descrevem o cálculo do giro de estoque:

$$\text{Giro de estoque} = \frac{\text{Custo das vendas do período analisado (R\$)}}{\text{Custo dos estoques do período analisado (R\$)}}$$

$$\text{Giro de estoque} = \frac{\text{Peças vendidas do período analisado}}{\text{Peças em estoque período analisado}}$$

Analisando o resultado do giro de estoque, quanto maior for o seu resultado melhor, pois, significa que os produtos armazenados são vendidos, ou seja, tudo que é recebido/comprado tem saída para o mercado. Em outras palavras, o estoque gira e resulta em lucro para organização, além, de evitar risco de *shelf life* (i.e., tempo de vida útil de um produto) em casos de armazenamento de produtos perecíveis.

Segundo Pozo (2009) a utilização do giro de estoque como ferramenta de gestão é muito útil e rápida e, através dela, pode-se analisar a situação operacional da organização. Ainda, a qualidade e desempenho da organização também é dita com o resultado do giro do estoque, pois, quanto maior seu resultado, melhor será a administração e gestão logística, os custos da unidade serão controlados e reduzidos e a unidade será mais competitiva no mercado.

Acrescentando, vale ressaltar, ao realizar a gestão do giro do estoque e tomar decisões gerenciais, é necessário realizar a análise do cenário e situação das particularidades de cada organização por completo, pois, vão existir outros fatores que vão influenciar no resultado do giro de estoque e esses fatores precisam ser analisados de forma singular. Um exemplo, é o aumento do giro do estoque gerado pela perda de capacidade de armazenamento.

2.3.3 FEFO e FIFO

O FIFO, conhecido como *first in first out*, primeiro a entrar, primeiro a sair, e o FEFO, conhecido como *first expire, first out*, primeiro a expirar/vencer, primeiro a sair são estratégias de sequenciamento comumente usadas para gestão de estoque.

O FEFO é utilizado para o armazenamento correto de produtos perecíveis, está relacionado com a data de validade do produto. Nem sempre o lote do produto que chegou primeiro apresentará data de vencimento mais próxima que outro que apresente entrada posterior no estoque (i.e., respeitando a ordem de fabricação e vencimento), por esse motivo, é necessário realizar o *check* de idade do produto e armazenar conforme aquele que vence primeiro deve ser o primeiro a sair. Enquanto o FIFO está relacionado ao produto que entrou primeiro no estoque, ou seja, o lote que chegou primeiro será o primeiro a sair. Assim, o autor Hertog *et al.* completa:

As estratégias comuns de gestão de armazém e da cadeia de abastecimento que visam uma gestão eficiente dos produtos ao longo da cadeia de distribuição incluem o FIFO e o FEFO. O FIFO é a abordagem mais comum adotada, pois parece ser uma escolha

lógica para a rotação dos ativos, garantindo que o estoque é expedido com base na sua data de chegada. Esta abordagem exige que cada armazém ou centro de distribuição individual deve expedir primeiro os produtos que passaram mais tempo no local, independentemente do seu prazo de validade restante e do seu destino final. A abordagem FEFO parte de pressupostos diferentes em termos do prazo de validade de um produto. O FEFO apenas expedirá os produtos em função do seu potencial de vida útil em relação ao seu destino final. Esta abordagem só enviará produtos quando a sua data de validade for conhecida, garantindo assim que apenas produtos de alta qualidade cheguem ao seu destino, eliminando a perda de produtos durante o transporte (2014, p. 4-5).

2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Toda organização realiza planejamentos e estratégias a nível operacional, tático e estratégico que são traçados de acordo com seus objetivos particulares. Para que essas estratégias e objetivos sejam alcançados é necessário que a organização monitore de perto cada parte que compõe a operação. Esse monitoramento é feito a partir de indicadores que medem o desempenho dos processos e comparam com a meta, já pré-estabelecida, a fim de alcançar o objetivo central da companhia. Ballou (1993, p. 351) fala que “se os objetivos logísticos de custo e serviço devem ser atingidos, então o desempenho do sistema deve ser mantido dentro do planejado”.

Ballou (1993) afirma que os indicadores de desempenho oscilam, porém, se a variação ultrapassar o limite pré-estabelecido corre um alto risco de os objetivos da unidade não serem alcançados, por isso que é tão importante monitorar, de forma contínua, os indicadores de desempenho.

Slack *et al.* (2018) fala que os objetivos de desempenho são formados por cinco objetivos que são qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Ainda, esses cinco objetivos são formados por indicadores menores que, de forma individual, vão nortear e medir a efetividade do objetivo de desempenho (Por exemplo: se o objetivo de desempenho for custo, pode-se citar como indicador menor a produtividade da mão de obra ou a eficiência do maquinário). Assim, com o monitoramento dos indicadores menores, é possível analisar e entender o rumo do objetivo de desempenho e, através dos resultados, identificar pontos de melhoria e traçar ações para impulsionar o indicador.

Os indicadores de produtividade são importantes para monitorar e acompanhar o desempenho dos processos operacionais e a eficiência dos funcionários. Ainda, esses indicadores de produtividade, através das análises e gestão, possibilitam uma melhor visualização para ajustar possíveis *gaps* no espaço físico, na organização estrutural e ausência de recursos de trabalho que impactam, diretamente, a produtividade dos funcionários. Ballou menciona que:

O relatório de produtividade oferece diversos índices para as várias atividades logísticas, que podem ser comparadas diretamente com padrões de eficiência estabelecidos pela companhia ou com médias da indústria. Além disso, pode dar valiosas informações sobre tendências da produtividade. Índices de períodos anteriores podem ser incluídos no relatório, de modo a indicar claramente se a produtividade está caindo, melhorando ou mantendo-se na mesma. A identificação antecipada de tendências desfavoráveis é importante para a boa administração (1993, p. 354).

Portanto, conclui-se que para uma organização se desenvolver e melhorar os seus processos é necessário monitorar, controlar, direcionar bem seus esforços e gerar ações. Esses acompanhamentos são realizados através da mensuração de indicadores de desempenho, que, por sua vez, precisam ser bem escolhidos de acordo com o objetivo global da organização.

3 METODOLOGIA APLICADA

Nesta secção serão apresentadas: a descrição da empresa onde o estudo foi realizado, a aplicação da curva ABC utilizada pela unidade e as aplicações das propostas para estocagem de produtos, bem como seus devidos métodos.

As aplicações das propostas de melhoria foram divididas em duas: a primeira delas vem abordar o desenvolvimento da proposta de ampliação do ‘picking’ da unidade, a fim de impulsionar a produtividade e segurança operacional. E a segunda aplicação será voltada para o desenvolvimento de dois modelos de ajuste de layout para o armazém de produtos acabados da unidade, com o intuito de melhorar a produtividade e rotinas diárias da organização.

Vale ressaltar que as aplicações das propostas de melhoria de layout foram iniciadas e desenvolvidas no período de atuação da autora na unidade, ano de 2021 a 2023, de acordo com as necessidades e cenário vivido pela organização, no qual teve participação e envolvimento direto com os projetos, juntamente com as demais lideranças e funcionários da empresa.

3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa em estudo está localizada no Agreste pernambucano e atua na fabricação e distribuição de bebidas. A operação local é formada por um centro de distribuição direta (CDD) que realiza o recebimento do produto acabado, o armazenamento e, pôr fim, a entrega para os clientes e pontos de venda da região e cidades circunvizinhas.

A empresa opera no ramo de bebidas alcoólicas e não alcoólicas com produtos como cervejas, energéticos, água tônica e refrigerantes. Além disso, há também produtos de Marketplace (i.e., são produtos fabricados por terceiros que são distribuídos e comercializados pela unidade) que foram introduzidos ao portfólio da unidade na metade do ano de 2022, como bebidas destiladas, *snacks*, vinhos e água.

Nesta empresa, os produtos são divididos de acordo com suas embalagens: as latas, vidros, PETs, *Long Neck* e *One Way*. No processo de armazenamento dos paletes fechados dos produtos cada tipo de embalagem tem um tipo específico de empilhamento, devido a sua capacidade de suportar peso e sua fragilidade, podendo ser o empilhamento tipo triplo piramidal (são aqueles que permitem o empilhamento com três paletes de altura e o palete inicial e final precisam ter um palete de reserva) e o duplo blocado (são aqueles que permitem o empilhamento com dois paletes de altura). A Tabela 1 apresenta os tipos de embalagens e seus respectivos empilhamentos:

Tabela 1 - Tipos de embalagens e seus empilhamentos

Embalagens	Empilhamento
Latas	Triplo piramidal
Vidro 300 ml	Triplo piramidal
Vidro 600 ml	Duplo bloqueado
Vidro 1 Litro	Triplo piramidal
PETs	Duplo bloqueado
<i>Long Neck</i>	Duplo bloqueado
<i>One Way</i>	Duplo bloqueado
Marketplace	Produtos não empilham

Fonte: A autora (2024).

As Figuras 1 e 2 representam o formato do empilhamento:

Figura 1 - Duplo bloqueado



Fonte: A autora (2024).

Figura 2 - Triplo piramidal



Fonte: A autora (2024).

A estrutura física da unidade é composta pela área administrativa, pelo pátio de estacionamento e por dois armazéns. O armazém 1 da unidade é formado por 18 ruas de armazenamento de produto acabado e por áreas de operação, como o 'picking', o *repack*, recebimento de carretas, dentre outras. Já o armazém 2 é formado apenas por áreas de armazenamento que, por sua vez, possuem 32 ruas, mais a área destinada aos produtos do Marketplace contendo 5 ruas.

A organização possui uma estrutura predial pequena levando em consideração sua capacidade de volume de entrega. Por essa razão, pequenas mudanças no arranjo físico da unidade foram sendo realizadas, ao longo dos anos de 2021 a 2023, para melhorar a operação, como por exemplo: a aquisição de uma tenda, onde foi alocada na área externa do estacionamento das frotas da unidade, para servir de armazenamento para aumentar a capacidade do armazém; a divisão da oficina mecânica da unidade para que parte dela fosse utilizado como armazenamento de produtos acabados; e a retirada da área de armazenamento do material do setor de *marketing* para instalar a área dos produtos do Marketplace recém chegados.

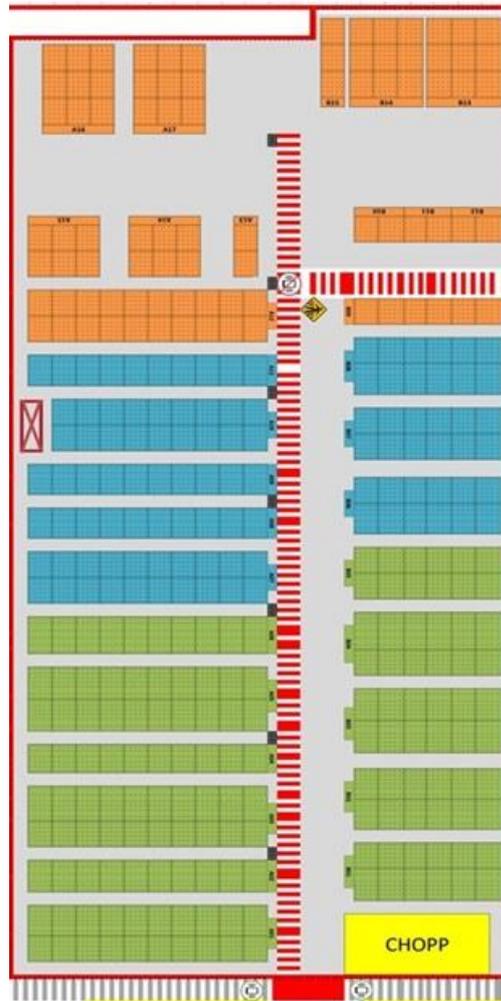
Na próxima secção será abordada o sistema atual de gerenciamento do armazenamento da empresa conforme a curva ABC, destacando suas especificidades e necessidades de aplicação.

3.2 GERENCIAMENTO ATUAL DE ARMAZENAMENTO VIA CURVA ABC

A gestão e aplicação da curva ABC da unidade é realizada a cada três meses. Para realizá-la são utilizados relatórios extraídos do sistema *Promax* (sistema de gerenciamento utilizado pela organização), contendo o histórico de vendas mensal de cada SKU (*Stock Keeping Unit*, ou em português Unidade de Manutenção de Estoque). Utilizando como ferramenta uma planilha de Excel e como base a quantidade de volume vendido de cada produto, para análise em questão são utilizados os últimos três meses de vendas, é calculado a curva ABC de cada SKU, bem como, a análise de Pareto entre eles.

Como mencionado anteriormente, a unidade possui dois armazéns (i.e., armazém 1 e armazém 2) com 18 e 32 ruas, respectivamente. Cada rua dos armazéns é identificada com o segmento da curva ABC ao qual está associado (i.e., as ruas mais próximas a saída do armazém são as destinadas aos produtos de curva A, as ruas do meio destinadas aos produtos de curva B e as do fundo destinadas aos produtos de curva C). As ruas identificadas com a cor verde, representada na Figura 3 abaixo, são as destinadas aos produtos de curva A, já, as ruas identificadas com a cor azul são destinadas aos produtos de curva B e, por fim, as ruas identificadas com a cor laranja são as destinadas aos produtos de curva C.

Figura 3 - Armazém 2: Representação da curva ABC



Fonte: A autora (2024).

Após a atualização trimestral da curva ABC, através da planilha de Excel, é realizada a distribuição dos SKUs nas ruas correspondentes dos armazéns para que seja feito o armazenamento no layout físico de maneira correta. Assim, os produtos que são de curva A são direcionados às ruas A, os produtos de curva B nas ruas B e os produtos que são de curva C nas ruas C dos armazéns.

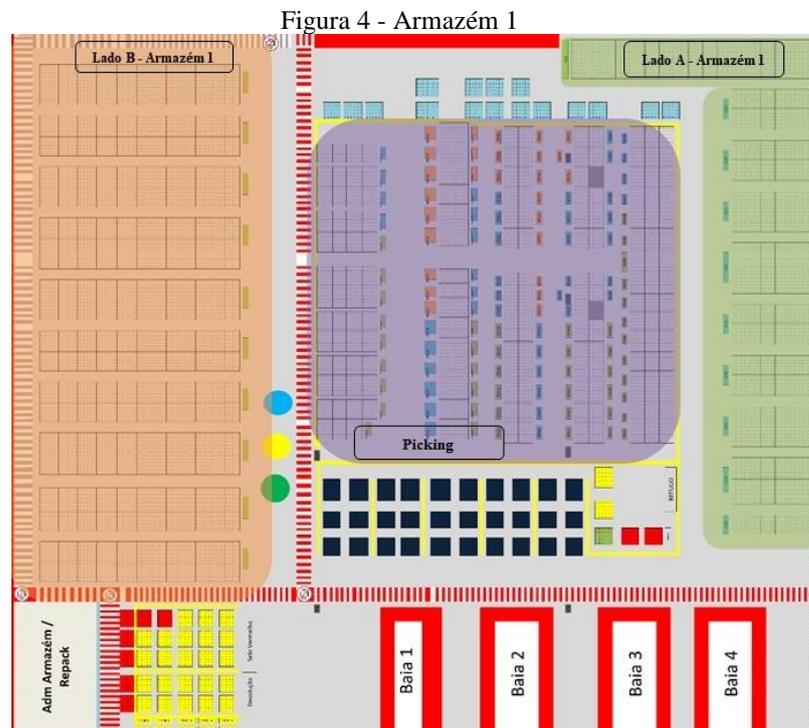
Por a quantidade dos produtos ser maior que a quantidade de ruas de cada curva, no momento em que é realizado a distribuição dos SKUs nas ruas devidas, existirão casos em que uma rua vai possuir mais de um produto. Nesse processo é levado em consideração a embalagem dos SKUs. Preferivelmente, são colocadas latas juntas, bem como, as embalagens de PET juntas e as embalagens de vidro (*long neck*, *one way* e retornável) juntas também.

Como forma de gestão e atividade autônoma, para equipe de operadores que realizam o armazenamento dos produtos no armazém, são espalhados QR Codes por todo armazém.

Quando eles são acionados reportam a lista atualizada dos produtos segundo sua curva ABC e onde devem ser armazenados.

3.3 DESCRIÇÃO DE PROPOSTAS PARA ESTOCAGEM DE PRODUTOS – CASO 1 AMPLIAÇÃO DO PICKING

O armazém 1 da unidade é composto por áreas de armazenamento e áreas de movimentações. Como observado na Figura 4, as áreas marcadas com as cores verde e laranja são as áreas de armazenamento e a área em roxo representa o ‘picking’, setor de movimentações onde acontece a atividade de montagem dos paletes.

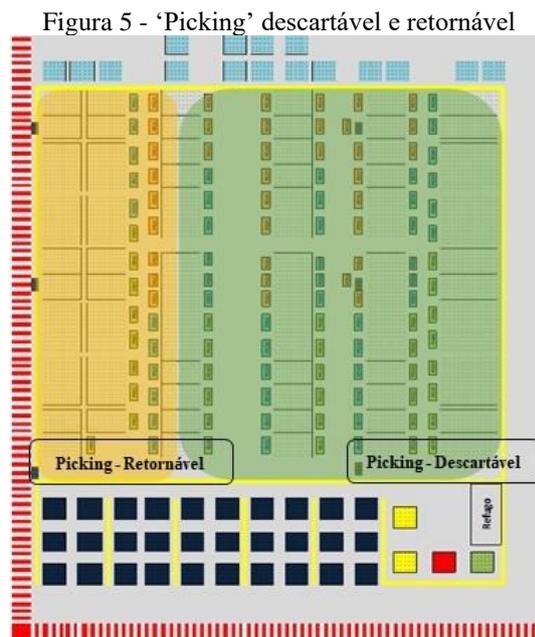


Fonte: A autora (2024).

A atividade de montagem das cargas que serão distribuídas para os pontos de venda pela unidade é realizada no ‘picking’. O ‘picking’ consiste em uma área segregada em que todos os SKUs da empresa estão alocados, onde cada SKU pode possuir uma ou mais posições paletes (i.e., corresponde ao espaço no chão ocupado por um paleta) dependendo da saída de vendas do produto. Durante a atividade de montagem dos paletes, para formar os paletes de *mix* dos SKUs, os ajudantes do armazém se deslocam no interior do ‘picking’, área destacada em roxo na Figura 4, utilizando uma paleteira como equipamento de trabalho e o sistema de WMS (*Warehouse Management System*) que sugere a ordem de montagem dos produtos.

A atividade de montagem exige que os ajudantes fiquem dentro do ‘picking’ para garantir sua segurança e impedir que eles se ponham em risco, pois em paralelo a atividade de montagem e fora da área do ‘picking’ acontecem outras atividades. É possível destacar atividades como o carregamento dos carros, realizado por um operador de empilhadeira, o recebimento de carretas, o armazenamento de produtos, dentre outras.

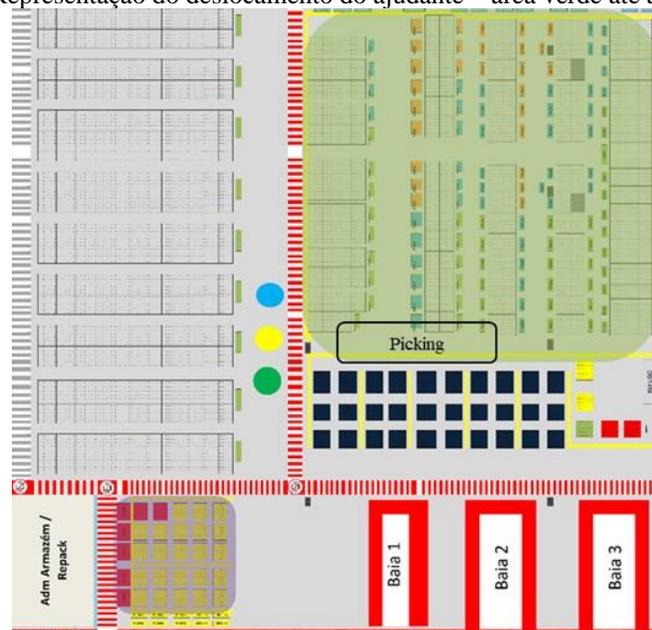
O ‘picking’ da unidade era dividido em dois, como apresentado na Figura 5: (i) ‘picking’ retornável, sombreado em laranja, com 2 ruas de produtos, 30 SKUs e 69 posições paletes, e (ii) ‘picking’ descartável, sombreado de verde, com 6 ruas de produtos, 89 SKUs e 121 posições paletes. No total, 56 SKUs ficavam localizados fora do ‘picking’, o que não era um cenário favorável e ideal para a operação levando em consideração pontos como segurança, ergonomia e produtividade. Ao longo dos anos, o portfólio dos SKUs da unidade foi expandido e, em paralelo, as vendas também cresceram. Assim, o ‘picking’ da unidade tornou-se pequeno e impossibilitado de crescimento por limitações prediais e estruturais.



Fonte: A autora (2024).

Do ponto de vista da segurança e ergonomia, o fato de os produtos não estarem 100% alocados dentro do ‘picking’ poderia gerar condições de insegurança, uma vez que o ajudante precisava se deslocar com sua paleteira até a área em que o produto estava alocado (área sombreada de verde até a área sombreada de roxo na Figura 6) e em seguida retornava para o ‘picking’ para dar continuidade a montagem do palete. Logo, o ajudante ficava exposto as movimentações e as atividades que aconteciam em paralelo a montagem no armazém.

Figura 6 - Representação do deslocamento do ajudante – área verde até a área roxa



Fonte: A autora (2024).

Em termos de produtividade, a Eficiência de Montagem (EFM) e Pontos por segundo (PPS) são indicadores que medem a porcentagem do tempo que o ajudante de armazém monta o palete de acordo com o tempo sugerido pelo WMS, o que é dependente da complexidade da tarefa. Esses indicadores, EFM e PPS, mensuram a mesma atividade que é a montagem dos paletes, porém, apresentam métricas distintas.

A EFM mensura se o ajudante consegue realizar a atividade de montagem dentro do tempo sugerido pelo WMS, contabilizando apenas se o tempo for dentro do esperado, ou seja, a EFM possui uma representação binária: 1 para quando o tempo de montagem do palete for menor ou igual ao tempo sugerido pelo WMS e 0 para os casos em que o tempo de montagem for maior que o tempo esperado pelo sistema WMS. Assim, a porcentagem de atingimento da EFM é dada pela fração do somatório dos paletes montados que ficaram dentro do tempo esperado sobre a quantidade total dos paletes montados pelo ajudante (i.e., somatório dos paletes que ficaram dentro do tempo esperado (1) mais os paletes que não foram montados dentro do tempo esperado (0)).

Já o PPS, como o próprio nome já diz, pontos por segundo, mensura o tempo em que o ajudante consegue atingir a pontuação que o WMS atribuiu ao palete de *mix* de produtos que será montado, ou seja, mede o tempo que o ajudante leva para finalizar a montagem do palete. A pontuação de cada palete varia de acordo com sua complexidade de montagem. Assim, a porcentagem do PPS é obtida através dos pontos adquiridos após finalização de montagem do palete dividido pelo tempo da atividade em segundos.

Por o ajudante trabalhar em um ‘picking’ pequeno, recorrentemente ele precisava se ausentar para buscar produtos fora do ‘picking’, áreas representadas na Figura 6, afetando negativamente sua produção e os indicadores de produtividade (eficiência de montagem, pontos por segundo e ociosidade).

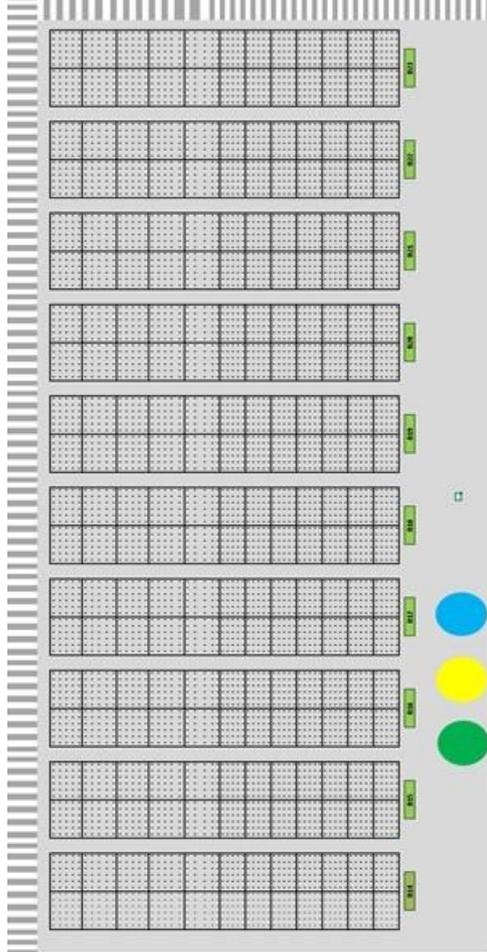
Dessa forma, viu-se a necessidade de realizar uma análise de expansão, dentro das condições estruturais do armazém, especificamente do ‘picking’, para que todos os SKUs da unidade pudessem comportar no mesmo espaço.

Ainda, esse *gap* também foi pontuado por uma consultoria que auditou o armazém local no primeiro semestre de 2022 que observou que o ‘picking’ da unidade não comportava todos os SKUs, o que representava uma não conformidade com o processo de produtividade e segurança exigido pelo *book* vigente (livro de critérios obrigatórios para ser seguido pela operação). Desta forma, iniciou-se o processo de análises, mensurações *in loco* e representações do arranjo físico na tentativa de conseguir melhorar o uso do espaço disponível.

O lado B do armazém 1, representado na Figura 7, era formado por 10 ruas com 24 posições paletes cada uma, totalizando 240 posições paletes. Por trás dessas posições existia uma separação que formava um corredor de passagem de pedestres (faixa cinza e branca representada na Figura 7) mas era praticamente inutilizado devido à existência de outros acessos mais fáceis. Deste modo, caso este acesso fosse retirado, seria possível recuar as posições paletes e, conseqüentemente, expandir o ‘picking’ sem causar perdas significativas a ocupação dos produtos armazenados, representação na Figura 8.

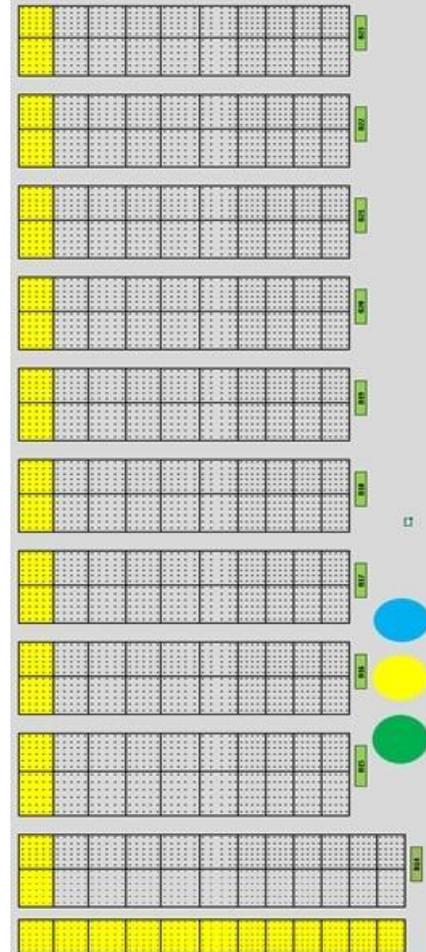
A alteração iria implicar em uma redução de 24 posições paletes no lado B do armazém 1, resultando em 11 ruas, sendo elas divididas em 9 ruas de 20 posições paletes cada, 1 rua de 24 posições paletes e 1 rua de 12 posições paletes, totalizando em 216 posições paletes. As ruas representadas na cor amarela na Figura 8 são as posições modificadas no layout.

Figura 7 - Armazém 1 lado B, antes da expansão



Fonte: A autora (2024).

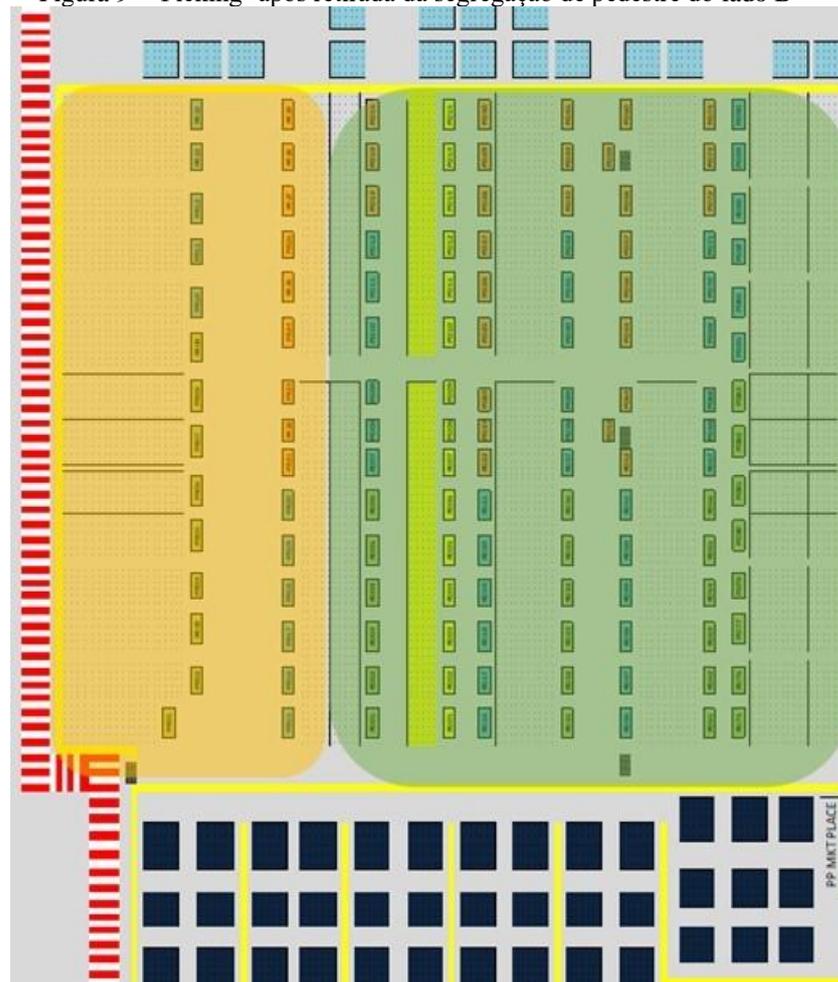
Figura 8 - Armazém 1 lado B, após expansão



Fonte: A autora (2024).

Com o ajuste do layout que resultou no recuo dos paletes do lado B do armazém 1 (modificação representada nas Figuras 7 e 8) foi possível ganhar uma rua de 15 posições paletes no ‘picking’ e 20 SKUs, rua destacada em amarelo representado na Figura 9. Porém, como mencionado anteriormente, a unidade possui um total de 56 produtos fora do ‘picking’, sendo necessário alterar também o lado A do armazém.

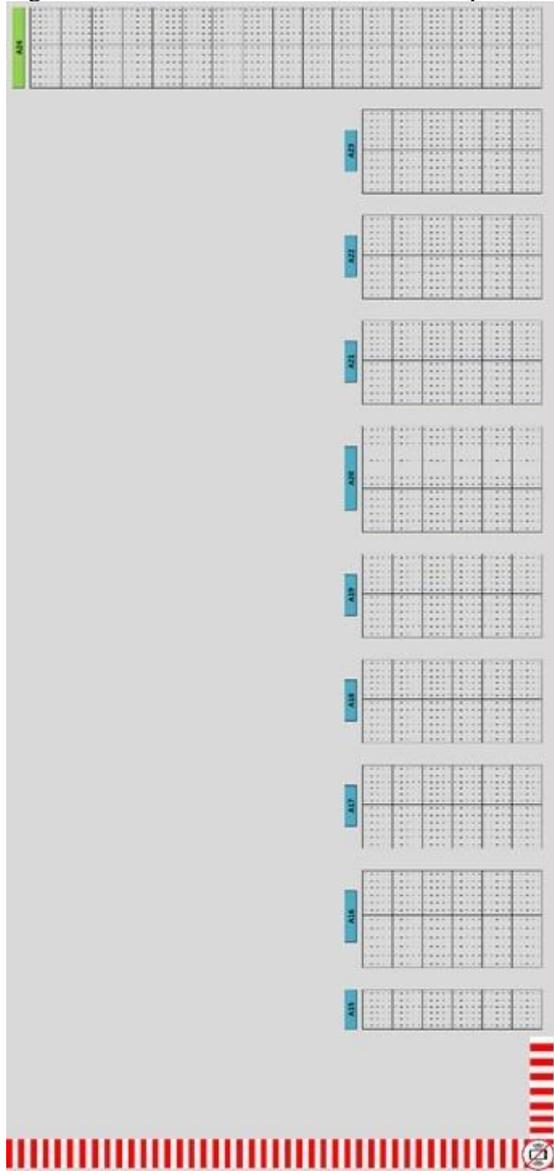
Figura 9 - 'Picking' após retirada da segregação de pedestre do lado B



Fonte: A autora (2024).

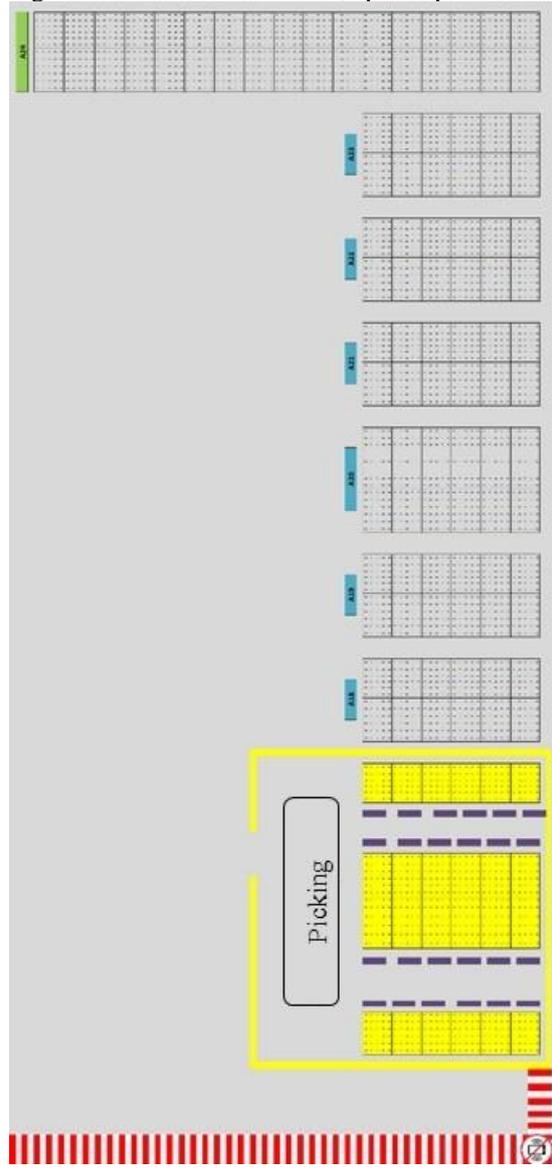
O lado A do armazém 1 era formado por 8 ruas de 12 posições paletes cada uma, 1 rua de 6 posições paletes e 1 rua de 34 posições paletes, totalizando 136 posições paletes, ilustração representada na Figura 10. Para aumentar as posições paletes existentes no 'picking', se buscou substituir 3 ruas (2 ruas com 12 posições paletes e 1 rua com 6 posições paletes) e transformá-las em 'picking', colocando uma estrutura de ferro móvel unindo o espaço ao 'picking' já existente, criando um anexo. A alteração implicou na perda de 30 posições paletes no lado A do armazém 1 e em um aumento de 24 posições paletes no 'picking', além, da alocação dos 36 SKUs restantes ao 'picking', alteração representado em amarelo na Figura 11.

Figura 10 - Armazém 1 lado A, antes da expansão



Fonte: A autora (2024).

Figura 11 - Armazém 1 lado A, após expansão



Fonte: A autora (2024).

Com a validação do setor de segurança para os ajustes do armazém 1 e com a redução no total dos dois lados (i.e., lados A e B) do armazém 1 de apenas 15 posições paletes (30 posições paletes perdidas no lado A, 24 posições paletes perdidas no lado B e 39 posições paletes adquiridas no 'picking'), o projeto foi realizado no mês de agosto de 2022. Após a implantação, foi realizada a análise dos benefícios adquiridos *versus* a perda de capacidade para assim compreender a viabilidade do projeto. Tais análises serão discutidas detalhadamente na Secção 4.

A Tabela 2 apresenta o resumo do ganho *versus* a perda de posição paletes que resultou com a implantação do projeto apresentado nesta secção.

Tabela 2 - Resumo do ganho *versus* perda de posição palete

Antes das adequações	Após as adequações
Posições Paletes do armazém 1 lado A: 136	Posições Paletes do armazém 1 lado A: 106
Posições Paletes do armazém 1 lado B: 240	Posições Paletes do armazém 1 lado B: 216
Posições Paletes do 'picking': 190	Posições Paletes do 'picking': 229
SKUs do 'picking': 119	SKUs do 'picking': 175

Fonte: A autora (2024).

As Figuras 12 e 13 ilustram o layout do armazém 1 da unidade antes e após as adequações realizadas para sanar o problema estrutural do 'picking'.

Figura 12 - Armazém 1 antes das adequações



Fonte: A autora (2024)

Figura 13 - Armazém 1 após as adequações

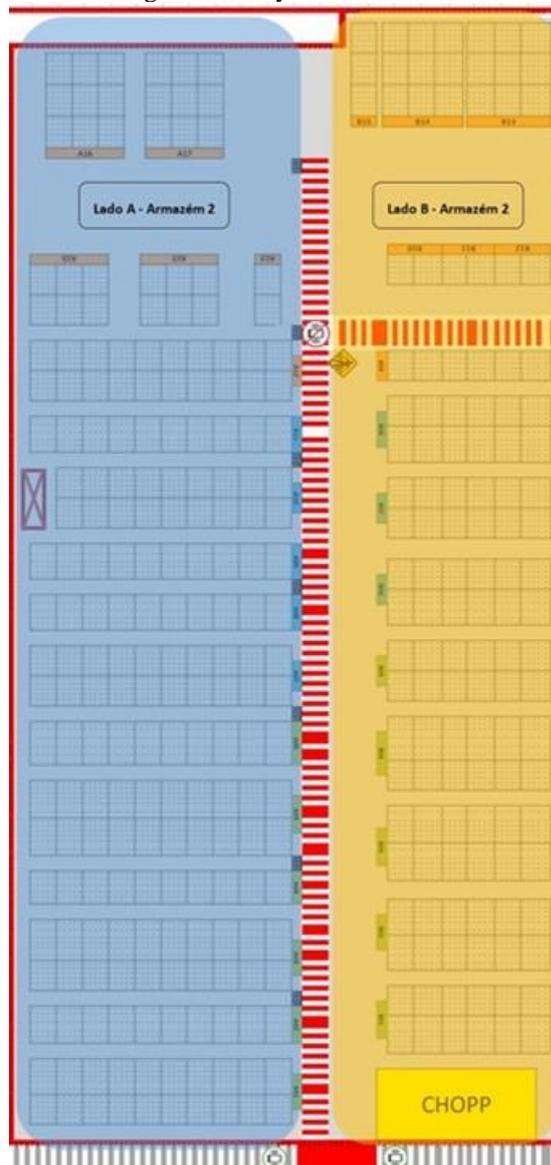


Fonte: A autora (2024)

3.4 DESCRIÇÃO DE PROPOSTAS PARA ESTOCAGEM DE PRODUTOS – CASO 2 ADEQUAÇÃO DO LAYOUT DO ARMAZÉM 2

O layout do armazém 2 da unidade é composto por 32 ruas e 339 posições paletes, que por sua vez é dividido em lado A (lado esquerdo) e lado B (lado direito), como apresentado na Figura 14. As ruas do lado A são ruas, em sua maioria, compridas formadas por 10 ou 20 posições paletes na horizontal. Enquanto as ruas do lado B são ruas menores formadas, em sua maioria, por 6 ou 12 posições paletes também na horizontal. Ainda, suas 32 ruas são divididas em 11 ruas de produtos de curva A, 8 ruas de produtos de curva B e 13 ruas de produtos de curva C.

Figura 14 - Layout armazém 2



Fonte: A autora (2024).

A configuração das ruas longas do lado A do armazém dificulta atividades específicas, trazendo uma maior suscetibilidade de erros. Por exemplo, no processo do *check* da idade (i.e., organização dos produtos conforme a data de validade), o produto com a data mais próxima do prazo de vencimento de comercialização deve ser o primeiro a sair (FEFO). Dessa forma, durante o armazenamento de produtos, uma grande quantidade destes será retirada para realizar a organização se existir diferenças de idades. Ainda, a quantidade de SKUs misturados nas ruas prejudica o processo de contagem do estoque uma vez que não há ruas suficientes para a alocação de forma independente.

Dessa forma, foi proposto uma revisão no layout do armazém com o intuito de melhorar as rotinas diárias e produtividade da operação. Após análises *in loco* e momentos de discussão entre as lideranças do Armazém (Gestora da operação, Coordenadora de Armazém e Supervisora de Armazém) e Conferentes da operação, foram desenvolvidos três cenários e dois modelos de layout para serem feitas simulações e comparações a fim de encontrar o layout ideal e viável que apresentasse a menor redução de armazenamento em contraste aos ganhos da operação. Foram levados em consideração as embalagens armazenadas no local, a curva ABC, o volume entregue, o empilhamento dos SKUs, as posições paletes existentes e a volumetria.

3.4.1 Descrição dos cenários

A Tabela 3 descreve, resumidamente, a proposta dos SKUs utilizados em cada cenário nos modelos 1 e 2:

Tabela 3 - Resumo dos SKUs utilizados em cada cenário

Cenário 1	Utilização dos SKUs que foram direcionados para a área do layout segundo atualização real da Curva ABC
Cenário 2	Utilização dos SKUs que possuem embalagens de lata (litragem 473 ml, 350 ml e 269 ml)
Cenário 3	Utilização da junção do Cenário 1 e do Cenário 2 com a média dos seus valores

Fonte: A autora (2024).

Para realizar a análise do cenário 1, foram utilizados os reais produtos alocados na área do lado A do armazém, ou seja, os produtos que foram direcionados para a área do layout

segundo a atualização da Curva ABC (em sua maioria, embalagens de PET). Para completar a análise, foram utilizados também o volume entregue de um período pré-estabelecido (i.e., julho/2023), a litragem dos SKUs alocados na área, a embalagem e o empilhamento.

Já o cenário 2 considerou a volumetria máxima que poderia ser ocupada na área (i.e., utilizando embalagens de lata que possibilitam o maior empilhamento), representando o cenário máximo de perda de capacidade que a unidade poderia possuir em contraste ao ganho nas rotinas e gestão do armazém. Similarmente ao cenário 1, foram utilizados também o volume entregue no período pré-estabelecido, a litragem dos SKUs alocados na área, a embalagem e o empilhamento.

Por fim, no cenário 3, foi considerado uma análise composta pela junção dos dois cenários anteriores. Este caso foi motivado por, no dia a dia da operação, não existir uma organização seguindo fielmente a curva ABC e nem a possibilidade de estocagem máxima na área, já que existem um *mix* de embalagens e rotatividade dos SKUs. Mais uma vez, para completar a análise, também foram utilizados o volume entregue no período pré-estabelecido, a litragem dos SKUs alocados na área, a embalagem e o empilhamento.

3.4.2 Método do cenário 1

Como mencionado anteriormente, o cenário 1 considera os SKUs direcionados em cada rua conforme última atualização e classificação da curva ABC (i.e., maio/2023). Ainda, deve ser apurados o volume entregue referente ao mês de julho/2023, dito anteriormente, o tipo de embalagem, o empilhamento de cada produto que foram direcionados e armazenados conforme classificação ABC nas ruas do lado A do armazém 2 e as posições paletes existentes em cada rua.

Para as ruas que possuem mais de um SKU (conforme descrição do método da curva ABC - Secção 3.2), foram feitas a média dos produtos de cada uma delas para encontrar o volume entregue médio dos SKUs da rua:

$V_m =$ *Volume entregue médio da rua;*

$V_p =$ *Volume entregue de cada produto;*

$p =$ *produto;*

$n =$ *quantidade de produto da rua.*

$$V_m = \frac{V_{p1} + V_{p2} + \dots + V_{pn}}{n} \quad (1)$$

Ainda, foi apurado a quantidade de caixas por palete de cada SKU para encontrar o hectolitro de cada paleta. A fórmula abaixo descreve a média do hectolitro por paleta de cada rua em função da quantidade de tipos de produtos existente. O índice i varia de 1 até n , que por sua vez, n corresponde a quantidade de tipos de produtos de cada rua.

Hl_{plmR} = Hectolitro por paleta médio da rua;

Fh = Fator hecto (o fator hecto é um valor padrão e fixo de cada SKU);

$Cxpl$ = Quantidade de caixa por paleta.

n = quantidade de produto da rua.

$$Hl_{plmR} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n (Fh_i * Cxpl_i) \right) \quad (2)$$

Sabendo das posições paletes existentes em cada rua do lado A do armazém e do tipo de empilhamento do SKU alocado na rua (i.e., duplo blocado para as embalagens de PET, *One Way* e *Long Neck*; triplo piramidal para as embalagens de Lata), foi possível calcular a capacidade total de cada rua (i.e., a quantidade de paletes armazenados em cada rua do layout considerando o empilhamento).

Por fim, foram considerados dois fatores médios por rua para auxiliar na mensuração: o fator paleta (capacidade total da rua dividido pela posição paleta da rua) e o fator litragem – hectolitro (hectolitro do paleta armazenado no local dividido pela posição paleta da rua multiplicado pela capacidade da rua total).

F_{pl} = Fator paleta;

Ct_R = Capacidade total da rua;

Pp_R = Posição paleta da rua.

$$F_{pl} = \frac{Ct_R}{Pp_R} \quad (3)$$

F_{hl} = Fator litragem – hectolitro;

Ct_R = Capacidade total da rua;

Pp_R = Posição paleta da rua;

Hl_{plmR} = Hectolitro por paleta médio da rua.

$$F_{hl} = \left(\frac{Hl_{plmR}}{Pp_R} \right) * Ct_R \quad (4)$$

Em resumo, para desenvolvimento do cenário 1 é necessário a obtenção dos valores descritos anteriormente e apresentados na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 - Indicadores cenário 1

SKU	Rua do SKU	Volume entregue hl	Empilhamento	Curva ABC	Posição PL da rua	Capacidade da rua (PL Total)	Fator palete	HL/Palete Médio do SKU	Fator HL

Fonte: A autora (2024).

Após a apuração dos valores descritos acima, será aplicado o método do modelo descrito na Secção 3.4.6. do trabalho. Esse mesmo processo deve ser executado na simulação do cenário 1 para o modelo 1 e modelo 2.

3.4.3 Método do cenário 2

No cenário 2, a proposta seria simular a quantidade de posições paletes e hectolitro perdidos considerando o armazenamento máximo possível. A embalagem que permite o empilhamento máximo, triplo piramidal, é a lata. Assim, foi feita uma alteração na organização da curva ABC redistribuindo todas as latas (i.e., com litragem 269 ml, 350 ml e 473 ml) para serem armazenadas no lado A do armazém 1, o qual existia a necessidade de realizar o ajuste de layout.

Após a alteração da curva ABC, foi feito o mesmo passo a passo descrito na Secção 3.4.2 que apresenta o método utilizado no cenário 1 e, em seguida, aplicado o método do modelo descrito na Secção 3.4.6. Esse mesmo processo deve ser executado na simulação do cenário 2 para o modelo 1 e modelo 2.

3.4.4 Método do cenário 3

Por fim, no cenário 3, foi pensado em simular um cenário mais realista, considerando que a organização do armazém em questão não segue fielmente a curva ABC. Assim, foi proposto um último cenário constituído pela junção dos cenários 1 e 2 (i.e., uma média dos produtos utilizados no cenário 1 com os produtos utilizados no cenário 2).

Essa média foi desenvolvida de acordo com a curva ABC cadastrada em cada rua no lado A do armazém 2 e, conseqüentemente, dos produtos armazenados nestas ruas. Os produtos de curva A, bem como os de curva B e de curva C, utilizados no cenário 1 e no cenário 2 foram separados. Em seguida, foi realizada a média do volume entregue de cada produto ou grupo de produto de cada curva. O valor encontrado representa o novo volume entregue de cada grupo

de produto de acordo com sua classificação da curva ABC, a equação abaixo descreve essa média. O índice i corresponde o grupo dos produtos de classe A, B e C:

$VmP_i =$ *Volume médio entregue dos produtos da curva;*

$\sum Vpc1_i =$ *Somatório do volume entregue dos produtos da curva do cenário 1;*

$\sum Vpc2_i =$ *Somatório do volume entregue dos produtos da curva do cenário 2;*

$R_{c1i} =$ *Quantidade de ruas do cenário 1;*

$R_{c2i} =$ *Quantidade de ruas do cenário 2.*

$i = A, B \text{ e } C.$

$$VmP_i = \frac{\sum Vpc1_i + \sum Vpc2_i}{R_{c1i} + R_{c2i}} \quad (5)$$

Quanto a capacidade de paletes totais de cada rua deve ser feita uma média geral, ou seja, foram feitos o somatório total da capacidade de paletes total de cada rua usando os dados do cenário 1 e do cenário 2 e, assim, dividindo pela quantidade total. Equação descrita abaixo:

$Cpl_{Tm} =$ *Capacidade média de paletes total;*

$\sum Cpl_{Tc1} =$ *Somatório da capacidade de paletes total do cenário 1;*

$\sum Cpl_{Tc2} =$ *Somatório da capacidade de paletes total do cenário 2;*

$R_{c1} =$ *Quantidade de ruas do cenário 1;*

$R_{c2} =$ *Quantidade de ruas do cenário 2.*

$$Cpl_{Tm} = \frac{\sum Cpl_{Tc1} + \sum Cpl_{Tc2}}{R_{c1} + R_{c2}} \quad (6)$$

Semelhantemente, foi feito com o hectolitro por paletes, utilizando o somatório total do cenário 1 e do cenário 2 e, assim, dividindo pela quantidade total. Conforme equação descrita abaixo:

$Hl_{plm} =$ *Hectolitro por paletes médio;*

$\sum Hl_{Plc1} =$ *Somatório do hectolitro por paletes do cenário 1;*

$\sum Hl_{Plc2} =$ *Somatório do hectolitro por paletes do cenário 2;*

$R_{c1} =$ *Quantidade de ruas do cenário 1;*

$R_{c2} =$ *Quantidade de ruas do cenário 2.*

$$Hl_{plm} = \frac{\sum Hl_{Plc1} + \sum Hl_{Plc2}}{R_{c1} + R_{c2}} \quad (7)$$

Os valores encontrados serão os valores médios da capacidade total de palete por rua e o hectolitro por palete que serão utilizados na simulação do cenário 3.

Após a obtenção dos resultados acima e da utilização das posições paletes existentes em cada rua, deve-se calcular, de forma semelhante ao cenário 1, os dois fatores: o fator palete (capacidade total da rua dividido pela posição palete da rua) e o fator litragem – hectolitro (hectolitro do palete armazenado no local dividido pela posição palete da rua multiplicado pela capacidade da rua total), fórmulas 3 e 4, descritas na Secção 3.4.2.

Em resumo, para desenvolvimento do cenário 3 é necessário a obtenção dos valores descritos anteriormente e apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Indicadores cenário 3

SKU	Curva ABC	Volume médio entregue hl	Posição PL da rua	Capacidade média da rua (PL Total)	Fator palete	HL/Palete médio do SKU	Fator HL

Fonte: A autora (2024).

Após a apuração dos valores descritos acima, será aplicado o método do modelo descrito na Secção 3.4.6 do trabalho. Esse mesmo processo deve ser executado na simulação do cenário 3 para o modelo 1 e modelo 2.

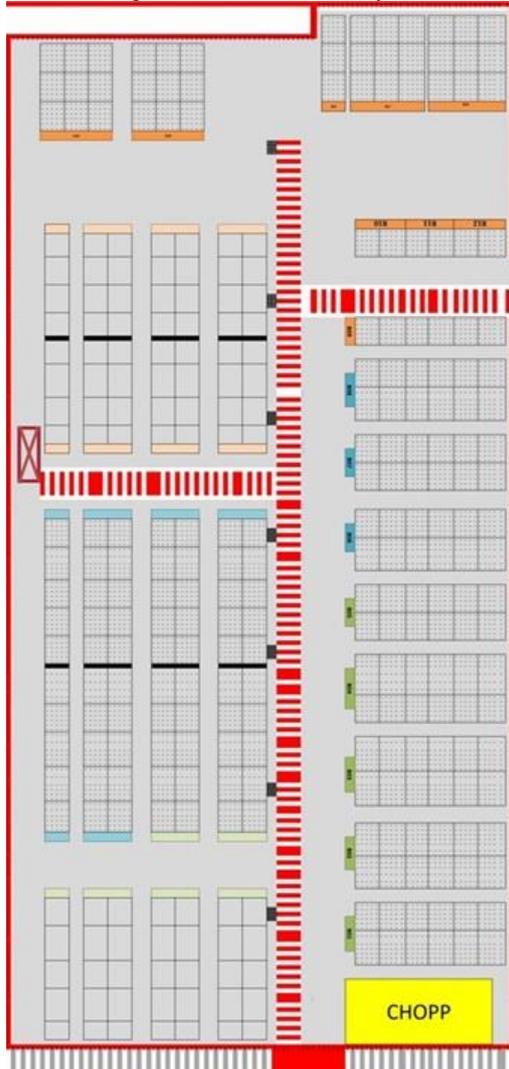
3.4.5 Propostas de modelos de layout

Como mencionado anteriormente, foram desenvolvidos dois modelos para serem realizadas as simulações utilizando os cenários descritos acima. O modelo 1, representado na Figura 15 tem como proposta modificar todo o layout do lado A do armazém 2, posicionando as ruas que estão na horizontal para a posição vertical, aumentando sua quantidade, mas diminuindo seu comprimento. Neste caso, a modificação aumentaria de 17 ruas para 22 ruas, ruas horizontais para ruas verticais, e ruas de 10 ou 20 posições paletes para ruas de 10 ou 5 posições paletes e 8 ou 4 posições paletes.

Já no modelo 2, representado na Figura 16, a proposta seria para modificar apenas parte do layout do lado A do armazém. Assim, 6 ruas do modelo atual (ruas compridas e com 10 posições paletes) seriam utilizadas para armazenar os produtos de curva A, já que são de maiores quantidades e com maior rotatividade. Ainda, as 11 ruas horizontais restantes seriam modificadas para ruas verticais seguindo a mesma ideia do modelo 1, aumentando de 11 ruas para 14 ruas e ruas de 10 ou 20 posições paletes para ruas de 10 ou 5 posições paletes e 8 ou 4

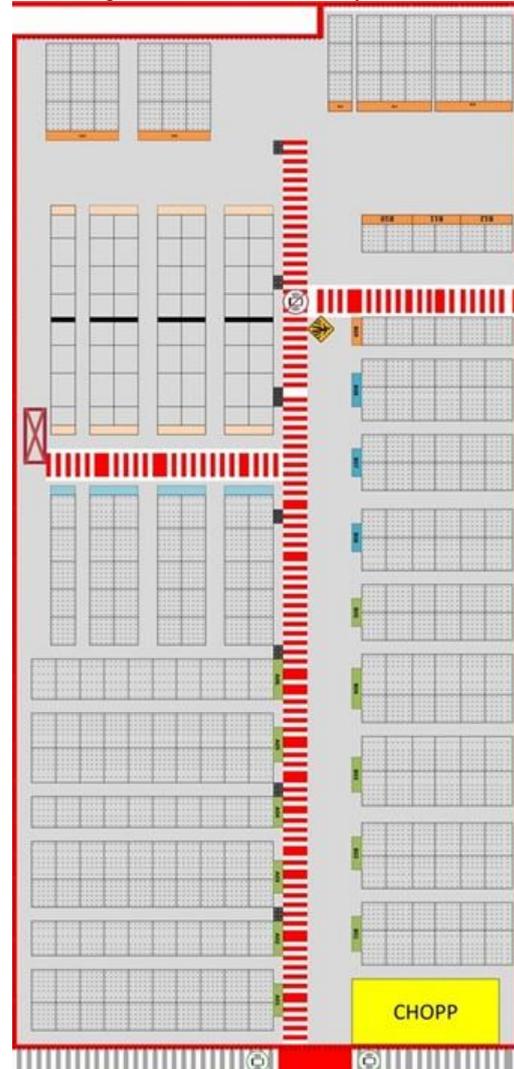
posições paletes. Com os dois modelos, foram feitas as simulações mensurando os ganhos *versus* a perda de capacidade utilizando os três cenários.

Figura 15 - Modelo de layout 1



Fonte: A autora (2024).

Figura 16 – Modelo de layout 2



Fonte: A autora (2024).

3.4.6 Método para avaliação dos modelos de layout

Utilizando a ferramenta planilha de Excel foram realizadas as simulações considerando a combinação de cada um dos três cenários em cada um dos dois modelos de layout. Como já mencionado, foram levados em consideração os SKUs armazenados nas ruas do lado A do armazém 2, o tipo de embalagem, a curva ABC, o volume entregue, o empilhamento dos SKUs, as posições paletes existentes em cada rua, a volumetria, o hectolitro por palete, a quantidade de caixas por palete e dois fatores, o fator palete e o fator litragem – hectolitro.

Com os dados apurados (apresentados nas Tabelas 4 e 5) e os fatores devidamente calculados é possível realizar o desenvolvimento do modelo. Inicialmente, deve calcular o somatório da quantidade de posições paletes das ruas.

Depois, calcular a média ponderada do volume e do fator paleta. Deve somar os produtos entre o fator paleta e o peso que será o volume entregue do SKU, dividido pela soma dos pesos, resultando na equação representada abaixo:

X_{pl} = Média ponderada do fator paleta e o volume entregue;

F_{pl} = Fator paleta do sku trabalhado;

V_p = Volume do produto trabalhado;

n = Quantidade de ruas.

$$X_{pl} = \frac{F_{pl1} * V_{p1} + F_{pl2} * V_{p2} + \dots + F_{pln} * V_{pn}}{V_{p1} + V_{p2} + \dots + V_{pn}} \quad (8)$$

Nesse momento, calcula a média ponderada do volume e do fator hectolitro. Ainda, soma os produtos entre o fator hectolitro e o peso que será o volume entregue do SKU, dividido pela soma dos pesos. A equação está representada abaixo:

X_{hl} = Média ponderada do fator hectolitro e o volume entregue;

Hl_{pl} = Hectolitro do paleta trabalhado;

V_p = Volume do produto trabalhado;

n = Quantidade de ruas.

$$X_{hl} = \frac{Hl_{pl1} * V_{p1} + Hl_{pl2} * V_{p2} + \dots + Hl_{pln} * V_{pn}}{V_{p1} + V_{p2} + \dots + V_{pn}} \quad (9)$$

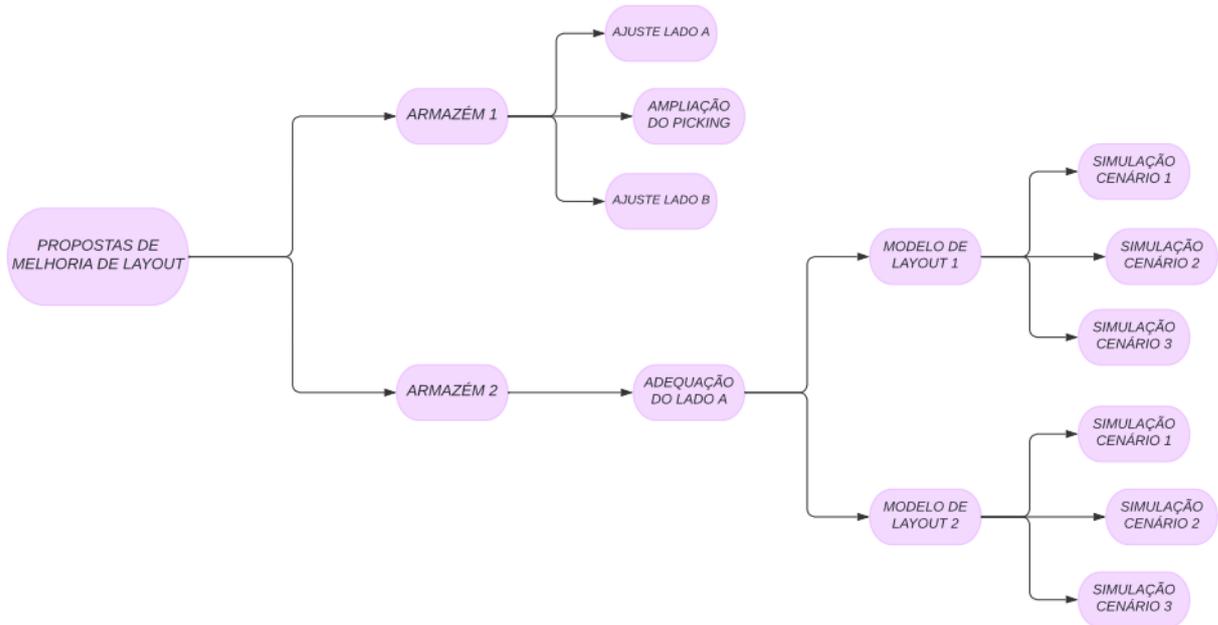
Por fim, deve-se realizar a multiplicação da média ponderada do fator paleta com o somatório das posições paletes do cenário atual e dos cenários dentro dos modelos propostos, para que seja encontrar o delta de paletes que será perdido. Da mesma forma, para encontrar o delta de hectolitro perdido, deve ser feita a multiplicação da média ponderada do fator hectolitro com o somatório das posições paletes do cenário atual e dos cenários dentro dos modelos propostos:

- Δ Paleta – Diferença de paletes perdidos com a modificação do layout do armazém 2 da unidade;
- Δ Hectolitro – Diferença de hectolitros perdidos com a modificação do layout do armazém 2 da unidade.

Esse modelo foi utilizado para encontrar a quantidade de posições paletes e o hectolitro perdidos nos 2 modelos propostos utilizando os 3 cenários apresentados.

O Fluxograma 1, abaixo, descreve resumidamente as propostas que foram sugeridas, ao longo de toda esta Secção 3, para serem realizadas nos armazéns da unidade, a fim de realizar um consolidado orientativo ao leitor.

Fluxograma 1 – Resumo das propostas de melhoria de layout apresentada a unidade



Fonte: A autora (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta secção serão apresentadas as discussões dos resultados encontrados e testes realizados nas aplicações das propostas para estocagem de produtos da organização.

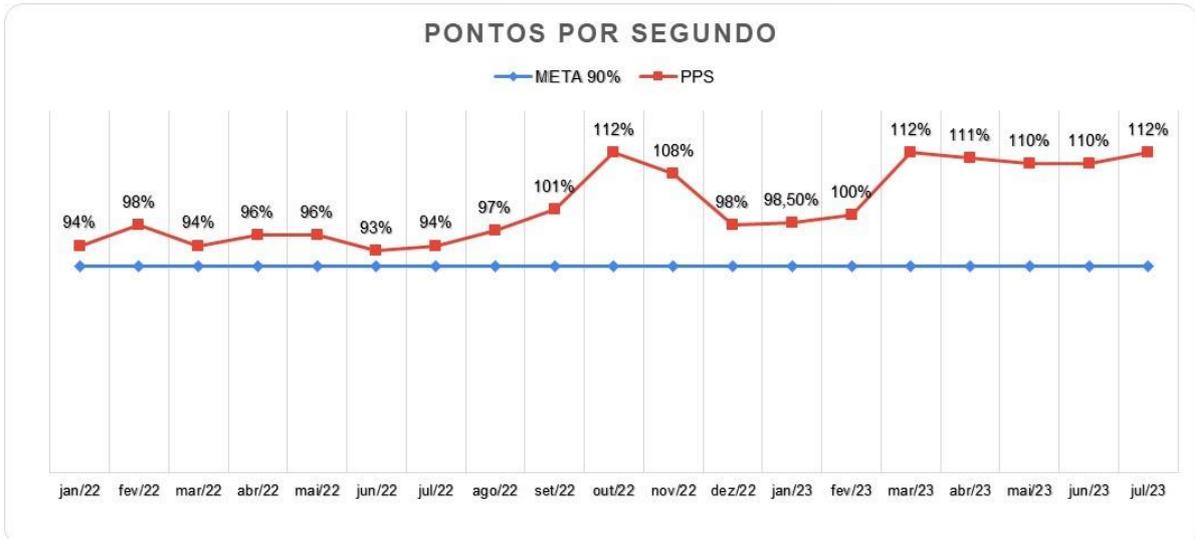
4.1 CASO 1 - AMPLIAÇÃO DO PICKING

A modificação do layout do armazém 1, projeto realizado em agosto de 2022 e apresentado na Secção 3.3, trouxe resultados satisfatórios nos dois quesitos críticos: segurança e produtividade.

O Gráfico 2 representa a evolução do indicador PPS. Percebe-se que a partir do mês de setembro do ano 2022 o resultado do PPS começou a crescer, passando do resultado do 100%, atingindo até 112%, esse aspecto se dá devido a métrica de apuração do indicador. Como já apresentado na Secção 3.3, o PPS é um indicador que calcula a porcentagem dos pontos por segundo obtido pelo ajudante após a finalização da montagem do palete dividido pelo tempo de realização da atividade em segundos. Dessa forma, se o ajudante realizar a atividade em um tempo abaixo do sugerido pelo WMS resultará em uma porcentagem de PPS acima dos 100%. Ilustrativamente, se um ajudante hipotético está com um palete *mix* para iniciar a montagem que tem pontuação de 890 pontos e um tempo de montagem sugerido de 14 minutos e 50 segundos (i.e., $14 \times 60 + 50$) e esse mesmo ajudante finalizar a atividade em um tempo de 12 minutos e 28 segundos (i.e., 748 segundos), o resultado de PPS de 119% ($890/748 = 1,189$).

Outro ponto a ser observado no gráfico abaixo, é que nos meses de novembro e dezembro de 2022 e janeiro de 2023 houve um declínio, o resultado do PPS ficou abaixo dos 100%, devido a adaptação dos novos contratados, contratações necessárias para a temporada do plano verão, e, conseqüentemente, aumento do volume de entrega.

Gráfico 2 - Resultados do indicador PPS

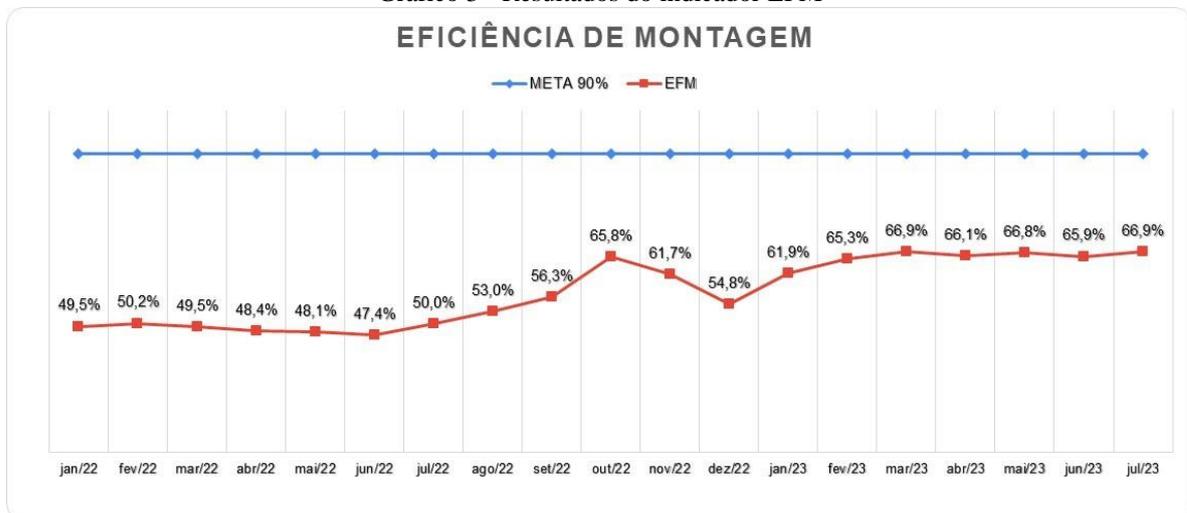


Fonte: A autora (2024).

Na análise do indicador de EFM (Gráfico 3), pode-se observar, como esperado, uma crescente também a partir do mês de setembro do ano 2022, mantendo-se então estável, dentro da casa dos 60 pontos percentuais, desde o início do ano 2023. Semelhantemente ao PPS, houve um declínio nos meses de novembro e dezembro, e em dezembro ficando ainda abaixo dos 60%, devido a adaptação dos novos contratados e, conseqüentemente, aumento do volume de entrega.

A explicação para a EFM não atingir a meta pré-estabelecida pela organização (90%) é devido a sua métrica de apuração que diverge do indicador PPS. Como já apresentado na Seção 3.3, na EFM o ajudante para pontuar precisa, necessariamente, realizar a atividade de montagem em um tempo igual ou menor ao tempo sugerido pelo WMS.

Gráfico 3 - Resultados do indicador EFM



Fonte: A autora (2024).

É importante destacar que, mesmo com a EFM abaixo da meta, é possível que o PPS consiga atingir um resultado dentro da meta e, por muitas vezes, acima dos 100% devido aos diferentes níveis de produtividade existente no quadro de ajudantes da organização. Por exemplo, um grupo hipotético composto por 6 ajudantes, dos quais 2 ajudantes são muito produtivos (PPS de 142% e 128%, respectivamente), 2 ajudantes possuem produtividade média e dentro da meta (PPS de 93% e 92%, respectivamente), e outros 2 ajudantes improdutivos (PPS de 83% e 72%), a média geral do PPS da organização atingiria um resultado de 101% e explicaria o efeito descrito anteriormente.

Quanto aos resultados do quesito de segurança, pode-se citar a melhoria intrínseca a ampliação do layout do ‘picking’. Com a ampliação do ‘picking’, todos os SKUs da unidade foram comportados em seu interior e anulou, automaticamente, a necessidade do ajudante de armazém de se ausentar do ‘picking’ durante a atividade de montagem para buscar um produto. Assim, não haverá mais o risco do ajudante ficar exposto as outras atividades que acontecem em paralelo a montagem dos paletes *mix*.

Outro ganho obtido com os ajustes do layout do armazém 1 foram as áreas de segregações das devoluções dos produtos que retornam de rota e dos produtos não conformes que são recebidos das fábricas, áreas inexistentes no armazém devido a sua limitação física. Antes da reforma, o espaço era utilizado para armazenar o restante dos produtos que não comportavam no ‘picking’ (representação na Figura 6, Secção 3.3).

Pode-se destacar, também, como benefício das modificações existentes, a remuneração variável (RV) dos ajudantes. A RV se caracteriza pela remuneração extra que os ajudantes recebem, ela é medida de acordo com sua produtividade. Assim, o aumento da EFM e PPS individual dos ajudantes aumenta diretamente sua remuneração variável e esse aumento provoca uma melhoria no engajamento da operação. Ainda, outro indicador que pode ser destacado é a Eficiência de Carregamento (EFC). A EFC mede a porcentagem de carros que foram carregados dentro do horário previsto, esse indicador depende da montagem dos paletes *mix* e, conseqüentemente, precisa que a EFM e PPS tenham um ótimo desempenho.

Por fim, é importante mencionar, que todas as modificações originárias do ajuste de layout do armazém 1 possibilitou que a unidade ficasse em conformidade com o *book* vigente exigido pela consultoria que audita a unidade.

4.2 CASO 2 - ADEQUAÇÃO DO LAYOUT DO ARMAZÉM 2

As simulações dos modelos realizadas no layout do armazém 2, proposta apresentada na Secção 3.4, trouxeram os resultados que serão desdobrados neste tópico.

As tabelas abaixo, Tabela 6 e Tabela 7, apresentam os resultados encontrados com a simulação dos modelos 1 e 2 utilizando os três cenários. São apresentados o delta do palete e hectolitro perdido de cada cenário, linhas destacadas nas tabelas.

Como esperado, percebe-se que a modificação proposta pelo cenário 2, tanto no modelo 1 como no modelo 2, apresenta a maior perda de hectolitro e palete, por representar a simulação do cenário em que contêm os produtos que permitem o maior empilhamento. Outro ponto a ser destacado é que no modelo 1, para todos os cenários, a diferença de paletes e hectolitros perdidos representa 16% da quantidade do cenário atual. Já no modelo 2, para todos os cenários também, a diferença de paletes e hectolitros perdidos representa 11% da quantidade do cenário atual. Ficando claro, que em ambos os modelos o percentual das perdas dos cenários é igual, a diferença entre eles se dá com os números absolutos de acordo com o grupo de produtos que está armazenado na área (representação dos diferentes cenários).

Observa-se ainda que o cenário 2 e cenário 3, de ambos os modelos, apresentam resultados bastante parecidos (Δ Palete perdido, dos dois modelos, de apenas 1 palete. E o Δ Hectolitro perdido: para o modelo 1, diferença de 64,7 hl; e para o modelo 2, diferença de 27,4 hl), entendendo que realizando a simulação do cenário real (cenário 1) e do cenário máximo (cenário 2) seria suficiente para a tomada de decisão da viabilidade do projeto.

Tabela 6 - Resultados modelo 1

	Modelo 1		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Quantidade de paletes do cenário atual	368	499	493
Quantidade de paletes do cenário proposto	309	419	414
Δ Palete perdido	59	80	79
Quantidade de hectolitro do cenário atual	3718,8	6025,3	5624,9
Quantidade de hectolitro do cenário proposto	3118,3	5052,4	4716,7
Δ Hectolitro perdido	600,5	972,9	908,2

Fonte: A autora (2024).

Tabela 7 - Resultados modelo 2

	Modelo 2		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Quantidade de paletes do cenário atual	201	264	261
Quantidade de paletes do cenário proposto	179	235	233
Δ Palete perdido	22	29	28
Quantidade de hectolitro do cenário atual	2131,2	3226,3	2971,9
Quantidade de hectolitro do cenário proposto	1901,3	2878,4	2651,4
Δ Hectolitro perdido	229,9	347,9	320,5

Fonte: A autora (2024).

As Tabelas 8 e 9 representam a porcentagem de armazenamento perdido (linhas destacadas) em função da capacidade de armazenamento de hectolitro total dos armazéns.

Tabela 8 - Capacidade de armazenamento reduzida modelo 1

	Modelo 1		
Capacidade total de armazenamento atual (em HL)	14686	14686	14686
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Quantidade de HL perdido	600,5	972,9	908,2
% Porcentagem de armazenamento perdido (em HL)	4,09%	6,62%	6,18%

Fonte: A autora (2024).

Tabela 9 - Capacidade de armazenamento reduzida modelo 2

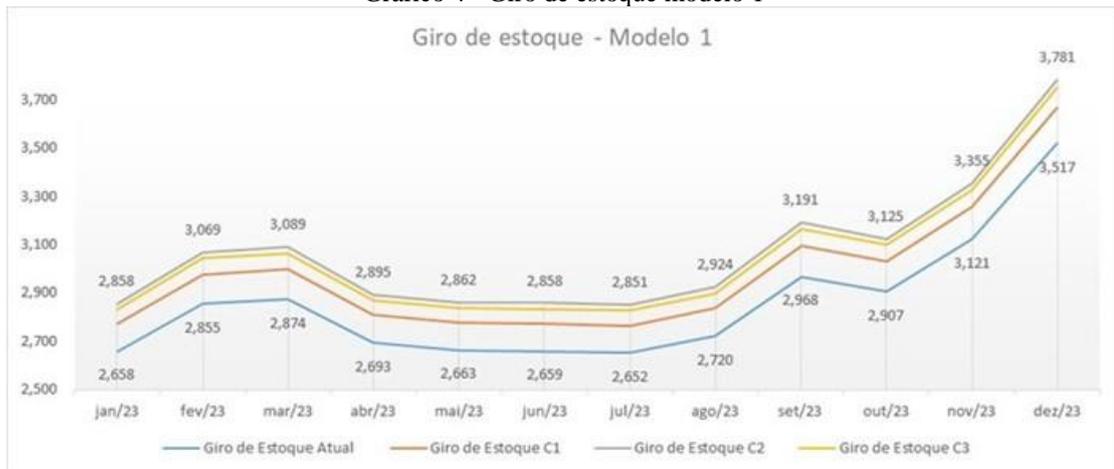
	Modelo 2		
Capacidade total de armazenamento atual (em HL)	14686	14686	14686
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Quantidade de HL perdido	229,83	378,7	320,5
% Porcentagem de armazenamento perdido (em HL)	1,56%	2,58%	2,18%

Fonte: A autora (2024).

É possível observar que a porcentagem de armazenamento perdida obteve maior resultado no cenário 2 do modelo 1, apresentando o pior cenário com perda de capacidade de 6,62%, já o cenário 1 do modelo 2 apresentou o resultado do melhor cenário de perda de capacidade com 1,56%. Assim, para contribuir com a análise da perda de armazenamento foi realizado a comparação do aumento do giro de estoque por cenário de cada modelo.

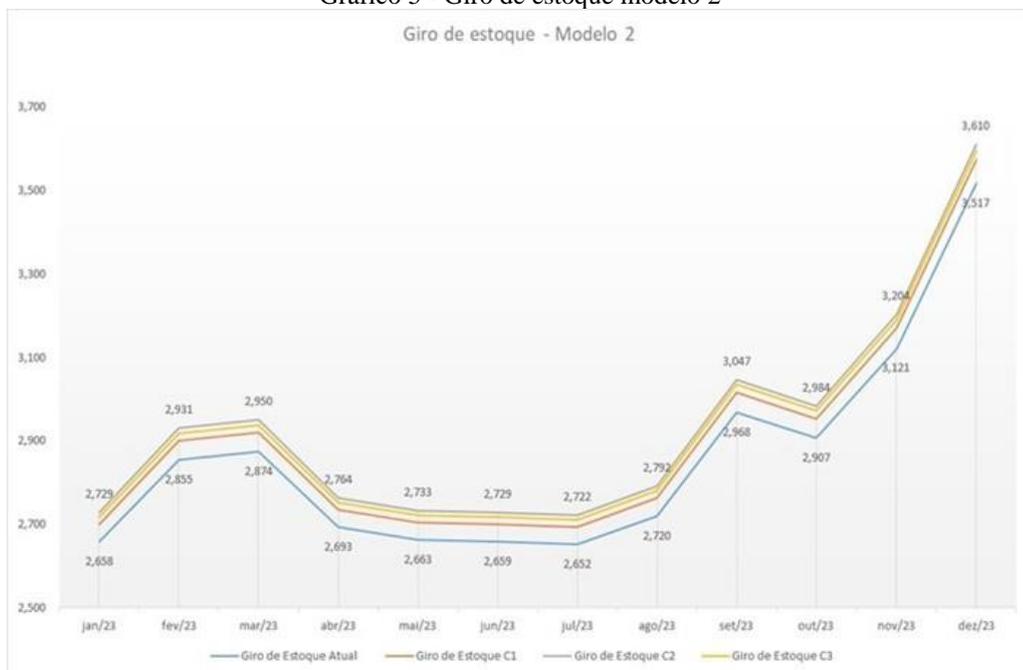
Os Gráficos 4 e 5 demonstram o giro de estoque atual e dos três cenários. O giro de estoque foi calculado utilizando a demanda esperada mensal de todo o ano de 2023 e a capacidade de armazenamento total dos armazéns da unidade (i.e., demanda do mês dividida pela capacidade de armazenamento total). É observado que o maior giro de estoque se deu no cenário 2 de ambos os modelos. Esse efeito é resultado, também, da utilização dos produtos que permitem o maior empilhamento durante a simulação.

Gráfico 4 - Giro de estoque modelo 1



Fonte: A autora (2024).

Gráfico 5 - Giro de estoque modelo 2



Fonte: A autora (2024).

Nos Gráficos 6 e 7, é apresentado o delta do giro de estoque dos três cenários. Percebe-se que a variação não passa de 0,3, em ambos os modelos. Existe uma premissa gerencial da companhia, para alteração de layout que afete diretamente a capacidade de armazenamento, ou seja, que exista perda de hectolitro: a variação do giro de estoque não pode ser $\geq 0,6$. Logo, os gráficos abaixo deixam claro que a proposta desenvolvida se encontra dentro das exigências da organização.

Gráfico 6 - Diferença do giro de estoque - Modelo 1



Fonte: A autora (2024).

Gráfico 7 - Diferença do giro de estoque - Modelo 2



Fonte: A autora (2024).

Segundo o conceito de giro de estoque, quanto maior for seu resultado melhor para a organização pois significa que os produtos têm volume de venda e não ficam retidos no estoque. Porém, no caso em particular da unidade, o aumento do giro de estoque resultaria de uma diminuição do espaço físico e, conseqüentemente, de capacidade de armazenamento. Por esse motivo, o aumento do giro de estoque se torna um fator limitante para a continuidade do projeto da melhoria do layout do armazém 2.

Reduzir capacidade de armazenamento e, conseqüentemente, aumentar o giro de estoque significa, para unidade, menos paletes de produtos armazenados em um determinado

intervalo de tempo e mais carretas recebidas das fábricas ao longo do dia para suprir a perda de capacidade de armazenagem. Os dois fatores são críticos para organização, pois, o centro de distribuição em estudo possui a menor capacidade de armazenamento comparado aos demais CDDs da regional em que a empresa está inserida (o CDD local possui capacidade de armazenamento de apenas 9 dias). Ainda, possui uma estrutura física para o recebimento de apenas uma carreta por vez, o que provocaria um gargalo caso o número de carretas viesse a aumentar (média do processo de atendimento completo de uma carreta é de duas horas e meia), além, de depender da produção fabril dos produtos para esse recebimento.

Portanto, com a análise quantitativa da perda de capacidade realizada e a comparação do aumento do Giro de Estoque por cenário de cada modelo foi visto que qualquer um dos cenários dentro de qualquer um dos modelos seriam viáveis para implantação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou a importância e relevância de estudos sobre arranjo físico. Verificou-se, diante da problemática encontrada no layout da organização, que o objetivo de melhoria de layout foi alcançado através do desenvolvimento de dois projetos de mudança de arranjo físico para o armazém da unidade. Vale ressaltar que foi possível realizar a implantação de imediato do caso da ampliação do ‘picking’ da unidade e, quanto ao caso 2, ficou a cargo da decisão gerencial e regional da organização para viabilizar a implantação do projeto.

De acordo com as propostas de mudança de layout apresentadas, verificou-se que a aplicação da ampliação do ‘picking’ da unidade resultou no aumento dos indicadores de eficiência de montagem de mais de 10%, além, do aumento da segurança operacional. Ainda, a proposta de mudança de layout do armazém 2, apresentou um resultado da variação do giro de estoque abaixo de 0,3 em ambos os modelos, tornando o modelo factível para implantação, posto que a organização exige que a variação do giro de estoque da unidade não pode ser $\geq 0,6$, devido ao seu porte físico, para casos de alteração de layout que afete diretamente a capacidade de armazenamento.

Ressalta-se, que o resultado positivo da melhoria do caso 1 (ampliação do ‘picking’ da unidade) não é exclusivo da modificação de layout. O projeto contribuiu de forma significativa para o resultado, como foi demonstrada na Seção 4.1, mas outros fatores como rotinas de gestão, lideranças, e armazenamento conforme curva ABC também contribuem para o bom desempenho dos indicadores citados.

Fica claro, com o presente estudo, que ao realizar uma proposta de mudança de layout em um armazém, é necessário analisar não apenas a área que necessita da melhoria, e sim o espaço disponível por completo a fim de identificar oportunidade para a realização do arranjo físico.

Ainda, é possível citar três abordagens de tema como indicação de continuidade da pesquisa: primeiro, a análise da produtividade e qualidade das rotinas do armazém pós aplicação do arranjo físico do armazém 2 apresentada neste trabalho; o segundo, como a demanda *versus* as vendas podem influenciar na capacidade do armazém e planejamento do layout, abordar o histórico de demanda aberta que influencia no recebimento do produto acabado ocasionando superlotação no armazém por longos períodos; e o terceiro, a avaliação e proposta de verticalização do ‘picking’ da unidade.

REFERÊNCIAS

- ARMAZENAGEM e estocagem:** entenda a diferença entre os dois conceitos. Stokki, 2024. Disponível em: <https://www.stokki.com.br/blog/armazenagem-e-estocagem-diferenca#:~:text=A%20armazenagem%20tem%20como%20principal,enquanto%20n%C3%A3o%20precisa%20ser%20movimentando>. Acesso em: 24/02/2024.
- BALLOU, Ronald H.. **Logística Empresarial:** Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- BRANDÃO, Rodrigo Rolim. **Melhorias no processo de armazenagem em um almoxarifado de embalagens:** Estudo de caso numa indústria alimentícia. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso.
- CATARINO, Flávia Ramielle Silva et al. **Gestão de estoque em uma microempresa do ramo alimentício: Comparação entre a Curva ABC e o Método XYZ.** Revista Caribeña de Ciencias Sociales. ISSN, p. 2254-7630, 2017.
- DIAS, Marco Aurélio. **Administração de Materiais:** Uma Abordagem Logística. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GERENCIAMENTO estoque com FEFO e FIFO.** CCA Express. Disponível em: <https://www.ccaexpress.com.br/blog/gerenciando-estoque-com-fffo-e-fifo/#:~:text=Enquanto%20o%20m%C3%A9todo%20FEFO%20se,FIFO%20para%20gerenciamento%20do%20armaz%C3%A9m>. Acesso em: 21/02/2024.
- Graciano, L. A. P., da Silva, R. C. R., da Silva, A. C. C. J., Bianchi, R. C., & Boligon, J. A. R. (2024). **Análise de layout - estudo de caso em uma Indústria de confecções.** International Journal of Scientific Management and Tourism, 10(1), 579–595. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/ijsmtv10n1-027>. Acesso em: 10/03/2024.
- GODOY, Rodrigo dos Santos. **Indicador de Produtividade aplicado ao processo de separação de pedidos:** Um estudo de caso na empresa XYZ. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Hertog MLATM, Uysal I, McCarthy U, Verlinden BM, Nicolai BM. 2014. **Shelf life modelling for first-expired-first-out warehouse management.** Phil. Trans. R. Soc. A 372: 20130306. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2013.0306>. Acesso em: 05/03/2024.
- JUNIOR, Valdeir Anacleto Chaves; DALMONECH, Luiz Fernando. **Curva ABC:** Estudo de caso sobre a gestão de estoque de uma empresa automotiva do município de Colatina. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4101>. Acesso em: 25/03/2024.
- MARTINS, Petrônio Garcia; CAMPOS ALT, Paulo Renato. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- NEUMANN, Carla Simone Ruppenthal. **Sistemática para avaliação e melhoria da flexibilidade de layout em ambientes dinâmicos.** UFRGS, 2009.

POST, Lucas. **Ampliação do Giro de Estoque da empresa Rioplast**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: Uma Abordagem Logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Rimélé, A.; Grangier, P.; Gamache, M.; Gendreau, M.; Rousseau, LM. **E-commerce warehousing: learning a storage policy**. 2021. Disponível em: E-commerce warehousing: learning a storage policy (arxiv.org). Acesso em: 07/03/2024.

RODRIGUES, Jonathan. **Estudo de layout e condições de trabalho em uma empresa de serviços industriais**. UFRGS, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/186155>. Acesso em: 11/03/2024.

Saderova, J.; Rosova, A.; Sofranko, M.; Kacmary, P. **Example of Warehouse System Design Based on the Principle of Logistics**. Sustainability 2021, 13, 4492. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13084492>. Acesso em: 07/03/2024.

Sales, F. de A., Mesquita, S. D. L. de, & Santis, S. H. da S. de. (2023). **PROPOSTA DE MUDANÇA DE LAYOUT EM UM ALMOXARIFADO DE UMA EMPRESA DO SEGMENTO GRÁFICO**. Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 9(6), 1552–1567. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i6.10343>. Acesso em: 11/03/2024.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

VASCONCELOS, Sanny. **Indicadores de produtividade: saiba como eles podem fazer a diferença na sua empresa**. Sólides, 2018. Disponível em: <https://blog.solides.com.br/indicadores-de-produtividade/#:~:text=Os%20indicadores%20de%20produtividade%20s%C3%A3o,ou%20servi%C3%A7os%20que%20s%C3%A3o%20entregues>. Acesso em: 23/02/2024.

VIANA, João José. **Administração de Materiais: Um Enfoque Prático**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.