

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

Jean Augusto Lemes

**PROPOSTA DE UM NOVO LAYOUT PARA O SETOR DE EXPEDIÇÃO
DE UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA**

Cachoeira do Sul, RS
2023

Jean Augusto Lemes

**PROPOSTA DE UM NOVO LAYOUT PARA O SETOR DE EXPEDIÇÃO DE UMA
INDÚSTRIA METALMECÂNICA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vanessa Teresinha Alves

Cachoeira do Sul, RS
2023

Jean Augusto Lemes

**PROPOSTA DE UM NOVO LAYOUT PARA O SETOR DE EXPEDIÇÃO DE UMA
INDÚSTRIA METALMECÂNICA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em **Engenharia de Transportes e Logística**.

Aprovado em 11 de dezembro de 2023:

Prof.^a Dr.^a Vanessa Teresinha Alves (UFSM)
(Orientadora)

Prof. Dr. Leander Luiz Klein (UFSM)

Prof. Dr. Lucas Veiga Avila (UFSM)

Cachoeira do Sul, RS
2023

RESUMO

PROPOSTA DE UM NOVO LAYOUT PARA O SETOR DE EXPEDIÇÃO DE UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA

AUTOR: Jean Augusto Lemes

ORIENTADOR: Prof.^a Dr.^a Vanessa Teresinha Alves

As empresas competitivas buscam na excelência operacional o seu potencial de diferenciação estratégica. Contudo, elas têm o desafio logístico de regular as diferenças de fluxos de entrada e saída de materiais ditados pela variação da demanda em função do tempo. Essa disparidade apresentada pode ser coordenada, entre outras maneiras, pelo acúmulo do estoque de produto acabado dentro de uma instalação. No que tange às atividades logísticas neste ambiente, sendo essa responsável pela movimentação, armazenamento e gerenciamento dos estoques, este trabalho tem por objetivo propor um novo layout para o setor de expedição em uma indústria metalmeccânica do município de Cachoeira do Sul/RS. Os procedimentos metodológicos foram separados em duas fases, a primeira responsável por coletar dados do estado atual do setor de Expedição e a segunda pela aplicação de ferramentas que resultam na proposta de layout. Foi aplicado uma curva ABC para organizar os estoques representativos, através da base de dados dos clientes que possuem 12 meses de pedidos futuros. O diagrama de espaguete quantificou o transporte necessário para consolidação de uma carga para os clientes que atendem aos critérios de demanda. Através do estudo, pode-se verificar que os desperdícios estão associados à distância dos pontos de origem e destino dos materiais ao longo dos processos de expedição e a não utilização de técnicas de verticalização dos estoques causando a dispersão dos itens pela área do setor. Para minimizar os efeitos levantados pelo estudo, foram propostas adequações de layout e fluxo de materiais do setor de Expedição que podem resultar na diminuição de em média 81% na quantidade de transporte necessário dos volumes.

Palavras-chave: Logística. Desperdícios. Expedição.

ABSTRACT

PROPOSAL FOR A NEW LAYOUT FOR THE DISPATCH DEPARTMENT OF A METAL MECHANIC INDUSTRY

AUTHOR: Jean Augusto Lemes
ADVISOR: Prof.^a Dr.^a Vanessa Teresinha Alves

Competitive companies seek operational excellence for their potential for strategic differentiation. However, they have the logistical challenge of regulating the differences in input and output flows of materials dictated by demand variation over time. This disparity can be coordinated, among other ways, by the accumulation of finished product inventory within a facility. Regarding logistical activities in this environment, which is responsible for the movement, storage and management of stocks, this work aims to propose a new layout for the shipping sector in a metal-mechanical industry in Cachoeira do Sul/RS town. The methodological procedures were separated into two phases, the first responsible for collecting data on the current state of the Dispatch sector and the second for applying tools that result in the layout proposal. An ABC curve was applied to organize representative stocks, using the customer database that has 12 months of future orders. The spaghetti diagram quantified the transportation required to consolidate a load for customers that meet the demand criteria. Through the study, it can be seen that waste is associated with the distance from the points of origin and destination of materials throughout the shipping processes and the non-use of inventory verticalization techniques causing the dispersion of items throughout the sector area. To minimize the effects raised by the study, adjustments to the layout and flow of materials in the Dispatch sector were proposed, which could result in a reduction of an average of 81% in the amount of necessary transportation of volumes.

Keywords: Logistics. Waste. Dispatch.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das vendas anuais de máquinas agrícolas (unidades).....	14
Figura 2 - Evolução do valor da produção agrícola brasileira (bilhões de reais).	15
Figura 3 - Exemplificação do diagrama de pareto, curva ABC	20
Figura 4 - Fases do plano de coleta dados	22
Figura 5 - Fases do plano de análise dos dados.....	24
Figura 6 - Exemplo da generalização da análise.....	25
Figura 7 - Definição das famílias	27
Figura 8 - Exemplo de área repartida em blocos.....	29
Figura 9 - Visão macro do fluxo logístico.....	30
Figura 10 - Layout encontrado no setor de expedição	32
Figura 11 - Modo de armazenagem de peças encontrado	34
Figura 12 - Fluxograma do processo de expedição	35
Figura 13 - Peças em espera para estoque	36
Figura 14 - Processo de manipulação para embalagem	36
Figura 15 - Consolidação dos volumes na área externa	37
Figura 16 - Diagrama de espaguete atual, cliente 1	40
Figura 17 - Diagrama de espaguete atual, cliente 2.....	42
Figura 18 - Proposta novo fluxo de material.....	44
Figura 19 - Proposta novo layout do setor de expedição	45
Figura 20 - Diagrama de espaguete sobre novo layout proposto.....	47
Figura 21 - Distribuição física no armazém	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo dos dados de demanda extraídos.....	26
Tabela 2 - Discriminação das famílias na curva ABC	28
Tabela 3 - Detalhamento do uso da área	33
Tabela 4 - Curva ABC família sem fins nacional.....	38
Tabela 5 - Curva ABC família sem fins exportação	38
Tabela 6 - Curva ABC família diversos	39
Tabela 7 - Discriminação das distâncias percorridas, cliente 1	41
Tabela 8 - Discriminação das distâncias percorridas, cliente 2	43
Tabela 9 - Comparação entre layout atual e proposto.....	47
Tabela 10 - Comparação de distância percorrida entre layout atual e proposto.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	PROBLEMÁTICA DE PESQUISA.....	10
1.2	OBJETIVOS	10
1.2.1	Objetivo Geral	10
1.2.2	Objetivos Específicos	11
1.3	JUSTIFICATIVA.....	11
1.4	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	11
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	13
2.2	LOGÍSTICA	15
2.3	LEAN MANUFACTURING E OS OITO DESPERDÍCIOS	16
2.4	ARMAZÉNS.....	18
2.5	LAYOUT	19
2.6	CURVA ABC	19
3	METODOLOGIA.....	21
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	21
3.2	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	21
3.3	PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS	24
3.3.1	Fase 1	24
3.3.2	Fase 2	25
4	RESULTADOS	30
4.1	LAYOUT DO PROCESSO LOGÍSTICO DE EXPEDIÇÃO.....	30
4.2	FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE EXPEDIR.....	34
4.3	CURVA ABC	37
4.4	DIAGRAMA DE ESPAGUETE	39

4.4.1	Cliente 1.....	39
4.4.2	Cliente 2.....	41
4.5	PROPOSTA DE NOVO LAYOUT.....	43
5	DISCUSSÃO.....	49
6	CONCLUSÕES.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira desempenha um papel fundamental na economia do país, sendo um setor diversificado e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico (IEDI, 2018). Ao longo das últimas décadas, a indústria brasileira passou por diferentes fases de expansão e desafios, refletindo as mudanças no cenário global, as políticas econômicas internas e as transformações tecnológicas. Apesar das dificuldades enfrentadas no período pandêmico, empresas fornecedoras às montadoras de máquinas e implementos agrícolas experimentaram crescimento na demanda. Segundo a Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ, 2023), a venda de máquinas agrícolas no mercado interno somou R\$ 91 bilhões em 2022, crescimento de 2% em comparação ao ano anterior. Esse resultado recorde foi alcançado sobre um excelente retrospecto, crescimento de 48% em 2021 e 17% em 2020.

Para fornecer produtos às principais montadoras do mercado, é necessário que as empresas fornecedoras se adaptem rapidamente frente os desafios, incluindo com o gerenciamento dos custos de produção e garantia da qualidade dos produtos. Para Nunes *et al.* (2012), a competitividade das empresas pode estar na melhoria dos processos atrelados a utilização ótima dos recursos de produção disponíveis para atender aos requisitos do cliente, sendo o layout uma ferramenta importante para esse processo.

O layout das instalações industriais possui grande impacto no desempenho produtivo das empresas e nas operações realizadas. Conforme Araújo (2010), o layout é o equilíbrio entre as máquinas, os equipamentos, as ferramentas, as pessoas e os materiais de uma organização, determinado pelos processos para garantir um bom funcionamento do processo produtivo. Um projeto de layout deve ser conduzido de forma eficaz, desde o posto de trabalho do operador até a montagem final do produto, pois, isso reflete diretamente nos resultados do negócio da organização (FAVARETTO, 2011). Para o desenvolvimento de um layout mais eficiente é recomendado analisar a empresa e elaborá-lo de forma a diminuir os desperdícios nos processos industriais baseados no conceito de Lean Manufacturing (FURMAN e MALYSA, 2021).

Esses objetivos podem ser aprimorados por meio da implementação de práticas de gestão eficientes, tecnologias avançadas e uma abordagem sistemática para melhorar continuamente as operações.

Diferentes conceitos, métodos e técnicas de organização e gestão dos processos produtivos desempenham um papel importante na garantia da melhoria, entre outros o conceito de Lean Manufacturing merece atenção (FURMAN e MALYSA, 2021), essa metodologia de análise permite aplicar ferramentas para diminuir os desperdícios nos processos da empresa e com isso causar economias para a empresa, ou seja, essas economias colocam a empresa a frente de seus concorrentes.

1.1 PROBLEMÁTICA DE PESQUISA

A empresa estudada está se adequando ao novo cenário de volume de mercado e busca nos setores a eliminação de desperdícios como chave para redução dos custos operacionais. Isso inclui a otimização da produção nas áreas de transformação de materiais e em paralelo nas operações logísticas. O setor de Expedição absorveu área útil externa para aumento da capacidade de armazenagem, mas o cenário reativo de alta demanda provocou a dispersão dos pontos de estoque do setor e pode estar fomentando ineficiências na operação logística. Outro fator importante são as especificidades do tipo de produto fabricado pela empresa, pois isso altera os recursos necessários para armazenagem e movimentação na área fabril.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Diante do exposto este trabalho tem por objetivo propor um novo layout para o setor de expedição em uma indústria metalmeccânica do município de Cachoeira do Sul/RS.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com o propósito de atingir o objetivo geral descrito tem-se os seguintes objetivos específicos:

- a. Analisar o fluxo logístico sobre o setor de expedição;
- b. Coletar dados para prospectar variáveis de demanda;
- c. Coletar informações de movimentação e estoques do layout existente no setor de expedição;
- d. Quantificar operação de movimentação e estoque
- e. Propor mudanças associadas à identificação dos desperdícios do processo atual.

1.3 JUSTIFICATIVA

Técnicas de organização e gestão dos processos produtivos desempenham um papel importante na melhoria dos processos produtivos das empresas. O valor agregado de um produto/serviço é o reflexo do trabalho concreto empregado na transformação dele, não estão incluídas operações de transportes e movimentação, embora sejam necessários (LIKER e ROSS, 2018). Com base nos conceitos da manufatura enxuta que visa a aplicação de ferramentas para diminuir os desperdícios gerados pelos processos produtivos surge a necessidade da construção de um layout planejado com objetivos de otimizar a operação logística através da identificação e redução dos desperdícios encontrados pois eles geram custos evitáveis e tempos excessivos (MOURA, 2021, p.16).

1.4 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O presente trabalho ocorreu em uma indústria metalmecânica que atua há mais de duas décadas no setor de máquinas e implementos agrícolas, situada em Cachoeira do Sul- Rio Grande do Sul (RS). Seu modelo de negócio é o fornecimento de peças de acordo com o projeto e especificidades do cliente, os principais produtos

são conjuntos soldados de transporte helicoidal, plataformas de corte, componentes soldados para colheitadeiras, tratores e plantadeiras.

Atualmente é um dos principais fornecedores de helicoides para colheitadeiras do mundo, com seus produtos equipando máquinas das montadoras com maior *market share* do mundo. A empresa fornece para clientes em São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Goiás e, exporta para Argentina, Estados Unidos, Bélgica, Polônia e Alemanha.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O estudo está estruturado em três capítulos fundamentais. Na fase inicial, são apresentados os elementos introdutórios, delineando as diretrizes e o foco central do trabalho. Em seguida, adentra-se ao desenvolvimento, abordando a literatura atual sobre o tema e as metodologias adotadas para atingir os objetivos da pesquisa.

O referencial teórico expõe os tópicos essenciais para fundamentar o estudo, fornecendo informações cruciais que subsidiam os capítulos subsequentes, tais como metodologia e resultados.

A metodologia delinea os caminhos a serem percorridos para alcançar os resultados almejados. Nessa etapa, são definidas as fases da pesquisa e a estrutura completa para obtenção dos resultados desejados. Detalhes minuciosos das principais ferramentas utilizadas durante os processos cruciais também são discutidos neste capítulo.

A condução da pesquisa seguirá essas diretrizes, culminando na apresentação dos resultados adquiridos ao longo das diversas fases. Serão expostas as principais análises e características identificadas durante todo o processo de pesquisa, oferecendo uma compreensão abrangente dos insights e descobertas obtidos.

Ao final se encontra as discussões e conclusões do trabalho onde serão acompanhados os principais resultados gerados e conexões com os objetivos propostos para o estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, serão apresentadas todas as características e literaturas imprescindíveis para a construção do trabalho em si, definições como: o sistema de produção agrícola, a logística, o lean manufacturing, os armazéns, o layout e a curva ABC.

2.1 PRODUÇÃO AGRÍCOLA

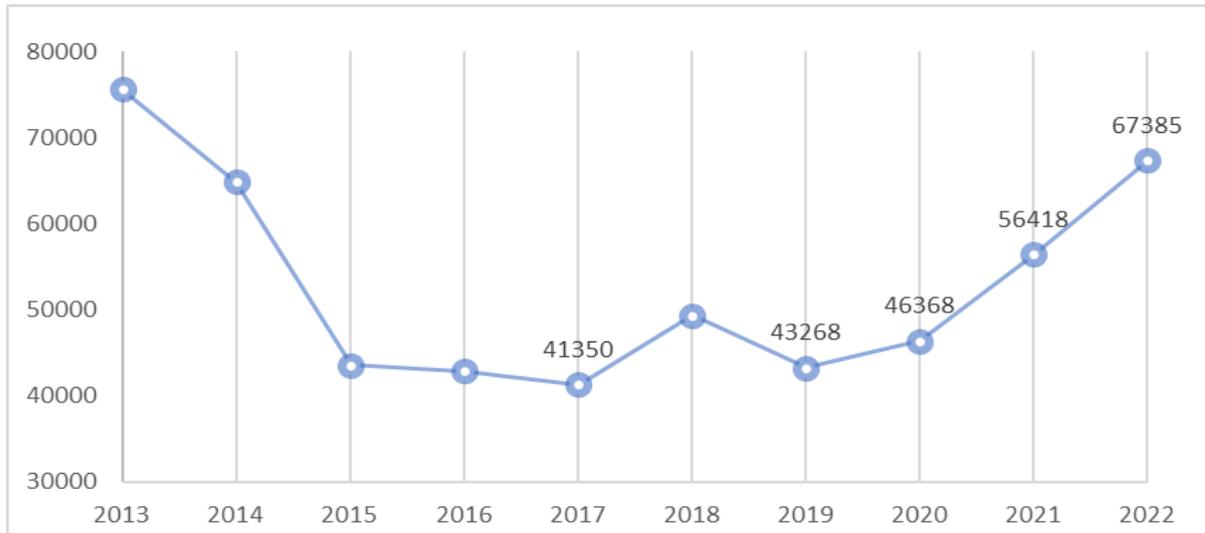
Originada no século XVIII durante a Revolução Industrial, a conexão entre a indústria e a agricultura surgiu com o propósito de atender à crescente demanda, resultante do aumento desordenado da população e da modernização do setor agrícola através da introdução de máquinas e implementos agrícolas. Essa união desenvolveu significativamente todos os estágios do processo agrícola, desde o plantio até a colheita. E a partir dos anos 2000, com o fortalecimento da agricultura de precisão, melhores resultados no campo puderam ser alcançados (BUCK, 2020).

O processo de mecanização da agricultura ocorre quando máquinas e implementos agrícolas são introduzidos na produção dos bens agrícolas, são projetadas especificamente para realizar de modo integral ou coadjuvante a produção agrícola, como: tratores, plantadeiras, colheitadeiras. Já os implementos agrícolas são todos aqueles que podem ser acoplados às máquinas, não sendo autopropelidos, dos quais são exemplos os arados, grades, tanque graneleiro (BARICELO, 2013).

Segundo Oliveira (2019), o processo da modernização no Brasil vem acontecendo de forma progressiva, proporcionando diferentes estruturas no meio rural, com isso os produtos estão tendo maior valorização e possibilitam um crescimento econômico mais rápido em locais considerados como os principais centros da economia brasileira.

O aumento da produção e venda de máquinas agrícolas nos últimos anos propiciou a renovação da frota no país, conferindo maior tecnologia e produtividade no campo, reforçando a posição estratégica do segmento na indústria brasileira (VEGRO e FERREIRA, 2008). Segundo dados da FENABRAVE (2023), as vendas de máquinas agrícolas e colheitadeiras mantiveram o crescimento pelo terceiro ano consecutivo, com alta de 19,4% em 2022, frente a 2021.

Figura 1 - Evolução das vendas anuais de máquinas agrícolas (unidades).



Fonte: elaborado com base em dados do FENABRAVE, Relatório Anual 2022 do Setor de Distribuição de Veículos Automotores no Brasil.

O uso da mecanização agrícola nas diversas operações de campo é uma das grandes ferramentas que impulsionou o aumento da produção mundial de grãos, trazendo diversos benefícios, como a redução de custos e a rapidez na realização das operações de campo (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Segundo Salomão (2003), o Brasil possui um setor agrícola altamente competitivo, conseguindo ser mais produtivo do que muitos outros países, inclusive países considerados desenvolvidos. Esse autor afirma que tais países não possuem uma produção agrícola tão eficiente quanto a do Brasil, além de necessitarem de vultosos gastos governamentais para subsidiar a produção agrícola.

Em 2022 a maior safra de grãos registrada na série histórica do IBGE totalizou 91,1 milhões de hectares plantados, área 5,2% superior à registrada no ano anterior. As culturas de soja e milho juntas, representaram em 2022, cerca de 58,2% do valor total gerado com a produção agrícola nacional. Apenas ao longo das últimas duas décadas, pudemos observar que a produção nacional dessas duas culturas praticamente triplicou. A soma do valor da produção totalizou R\$ 830,1 bilhões em 2022, o que representou um crescimento de 11,8% (IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2023).

Figura 2 - Evolução do valor da produção agrícola brasileira (bilhões de reais).



Fonte: elaborado com base em dados do IBGE - Produção Agrícola Municipal 2013-2022.

2.2 LOGÍSTICA

Bowersox *et al.* (2014) caracteriza que a logística deve “projetar e administrar sistemas para controlar o transporte e a localização geográfica dos estoques de produtos em processo ou acabados pelo menor custo”, onde o emprego de recursos humanos e financeiros devem ser minimizados para busca de melhor eficiência operacional.

As atividades logísticas são as ligações entre as fontes produtoras e as forças que reivindicam seus serviços vencendo as barreiras temporais e espaciais. Apresenta a logística como um processo que atua entre o ponto de origem ao ponto de consumo, através de planejamento, implantação e controle dos fluxos dos produtos de forma eficiente e eficaz, visando atender as exigências dos clientes e o nível de serviço requerido (BALLOU, 2006)

Existe a ideia que uma empresa cria quatro tipos de valor que estão atribuídos aos seus produtos: forma, tempo, lugar e posse. A forma é agregada pelos processos produtivos de transformação dos insumos resultando no produto acabado. O tempo e o lugar são ditados pelos processos logísticos referentes ao transporte, fluxos de informação, gerenciamento e controle de estoques. O valor de posse é referente às exclusividades em patentes, domínio científico do processo, *marketing*, condições de

venda; todos utilizados como forma de induzir os clientes a aquisição dos produtos (BALLOU, 2006).

Ching (2010) ressalta que as atividades relacionadas à logística empresarial podem ser divididas em primárias e secundárias. A primeira é responsável pelo desprendimento de maior custo logístico e volume transportado, através do transporte com a escolha dos modais, gestão de estoque e o balanço entre oferta e demanda, e processamento de pedidos gerindo o *lead time* das entregas. As atividades secundárias dão suporte às primárias através da armazenagem, manuseio, empacotamento, programação e fluxo de informação.

As empresas buscam através da logística uma inovação na qualidade de serviços, satisfação do cliente e conseqüentemente, vantagens competitivas e maior flexibilidade na gestão empresarial. Um produto perde parte ou totalmente o seu valor quando não disponível ao cliente no ponto de consumo ou no tempo adequado (BALLOU, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2015). No momento em que o produto é entregue ao cliente final cerca de 55% do custo do produto corresponde a custos relacionados com atividades logísticas (RUSHTON, 2017).

Frente a necessidade das empresas de um gerenciamento de operações mais eficiente e com um menor custo, surge o termo “*Lean manufacturing*” que é a manufatura enxuta adverso do modelo tradicional de manufatura que se concentra no estoque do sistema, este considera o estoque como um desperdício na organização (OHNO, 1988; LIKER, 2004; HODGE *et al.*, 2011; GUPTA e JAIN, 2013).

2.3 LEAN MANUFACTURING E OS OITO DESPERDÍCIOS

O Lean foi introduzido no Japão, e a *Toyota Production System* foi a pioneira na utilização desse sistema. Os princípios do Lean são definidos em 5 etapas: definir o que é e agrega valor ao cliente, fluxo de valor, fluxo contínuo, sistema puxado e buscar a excelência através da melhoria contínua. O Lean objetiva a eliminação dos 8 desperdícios classificados por: superprodução, espera, transporte, super processamento, estoque excessivo, movimento excessivo, defeitos e intelectual (OHNO, 1988; GUPTA e JAIN, 2013).

Abaixo estão relacionados os principais desperdícios em uma empresa ou em processos de fabricação.

1. **Superprodução** - Produzir itens sem pedido ou além do previsto, gerando desperdícios com excesso de pessoal, custos de armazenamento e transporte devido ao excesso de estoque. Pode ser causado por falha no planejamento, setup de máquina ou lote múltiplo de produção.
2. **Espera (tempo disponível)** - Trabalhadores aguardando uma máquina, próxima etapa do processo, abastecimento de material, ferramenta, peça, ou simplesmente não tendo trabalho por falta de estoque ou atrasos.
3. **Transporte desnecessário** - Transporte de itens em processo por longas distâncias, entre processos de recebimento, estoque, separação ou consolidação, resultando em transportes ineficientes.
4. **Super processamento** - Executar etapas de fabricação incorretas, ou a falta de conhecimento delas. Processamento ineficiente devido a ferramenta ou disposição ilógica de itens para montagem do produto, resultando retrabalho e a chance de defeitos.
5. **Estoque não planejado** - Excesso de matéria prima, itens em processo ou produtos acabados causando obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e armazenamento. Além do fato de o excesso de estoque esconder um desequilíbrio da produção.
6. **Movimento desnecessário** - Qualquer movimento desperdiçado que os colaboradores tenham que realizar durante a execução do seu trabalho, como procurar, alcançar ou empilhar peças.
7. **Defeitos** - Produção de peças defeituosas. Reparo ou retrabalho, sucata, produção de reposição e inspeção significam desperdício de manuseio, tempo e esforço.
8. **Intelectual / pessoas** - Perda de tempo, ideias, melhorias e oportunidades de aprendizado por não se envolver ou ouvir os colaboradores.

A manufatura enxuta ajuda a melhorar os processos de produção além se partir do princípio de que os clientes pagarão pelo valor dos serviços que recebem e não pelos erros de produção (GUPTA e JAIN, 2013).

Para sustentar seu lugar no mercado, muitas empresas começaram a seguir o conceito de manufatura enxuta para melhorar os sistemas de produção. Nesse contexto da necessidade de reduzir os processos que não agregam valor ao produto acabado, surge a importância do gerenciamento dos armazéns, utilizando recursos de layout dos processos, visando na redução de custos durante o processo de

produção estocagem e expedição (GADALLA, 2010; CARVALHO, 2017; FABER, 2018).

2.4 ARMAZÉNS

A armazenagem pode ser definida como o gerenciamento de forma eficaz de um local tridimensional disponível para abrigo de mercadorias, que serão movimentadas de maneira rápida e facilitada, com técnicas compatíveis às suas respectivas atribuições, preservando a sua integridade física. Esta área é também responsável pela gestão da área de *picking* e realização do endereçamento dos produtos, minimizando o tempo de procura e movimentação tanto no recebimento como na expedição dos materiais (RODRIGUES, 2003; ACCORSI e MANZINI, 2012).

O principal objetivo de um armazém é gerenciar a movimentação e armazenagem dos itens da maneira mais eficiente, enquanto também provém flexibilidade na gestão dos recursos (WOMACK, 2007). Uma gestão eficiente de armazéns leva à redução de estoque e ao aumento da taxa de utilização dos recursos e da rapidez de resposta. A informação disponível passará a ser mais precisa e todos os custos serão diminuídos (CARVALHO, 2017).

As principais atividades de um armazém são (FRAZELLE, 2002):

- Receber: descarregar e inspecionar os itens para garantir a qualidade da entrega.
- Armazenar: estocar os itens recebidos.
- Separação: demanda dos clientes, essa operação consiste na coleta e preparação para expedição.
- Despachar: quando a ordem do cliente está completa, torna-se pronta para entrega.

A aplicação da filosofia Lean nas atividades do armazém, podem resultar em melhorias substanciais, com a melhoria da eficiência e eficácia dos procedimentos, redução do tempo de processamento e lean time para o cliente, e controle do estoque e acuracidade (GU, 2010).

2.5 LAYOUT

O layout traduz-se no planejamento, desenho e arranjo físico das zonas dentro de um armazém, onde têm lugar as operações logísticas. Um layout adequado e perfeitamente definido otimiza a utilização de recursos, liberta as operações logísticas de dificuldades e obstáculos, satisfazendo igualmente outros critérios como a qualidade, controle, segurança, entre outros. Além destes critérios, também é importante considerar a evolução das estruturas, processos e equipamentos técnicos. Devido a muitos destes critérios a definição de um layout é um processo de elevada complexidade (WRENNALL, 2004).

A melhoria do layout do processo produtivo pode ser uma ferramenta a agregar na performance industrial para redução dos custos de fabricação, estabelecendo um fluxo de pessoas e materiais adequado a produção. O projeto de um novo layout pode seguir diferentes formas, como produto, processo, misto, posição fixa ou agrupado (HOSSAIN, 2014).

A rotatividade do produto é o principal fator que orienta o layout de um depósito, onde produtos de alto volume deve ser posicionados de modo a minimizar a distância de movimentação seja vertical ou horizontal, adjacente aos corredores principais ou a doca de carregamento (BOWERSOX *et al*, 2014).

Conforme Nunes (2012), o layout de uma empresa deve condizer com sua estratégia, pois existem arranjos físicos que são direcionados para melhorar a flexibilidade, outros viabilizam a customização de produtos, e outros possuem a função de melhorar a eficiência da empresa, melhorando os fluxos dos recursos ao longo do processo de produção.

O layout influencia diretamente a produtividade de uma organização, pois um layout mal elaborado pode culminar em altos custos operacionais, devido a excesso de movimentação de materiais e pessoas, falta de clareza do fluxo de produção, falta de acessibilidade e outros (SILVA, 2020).

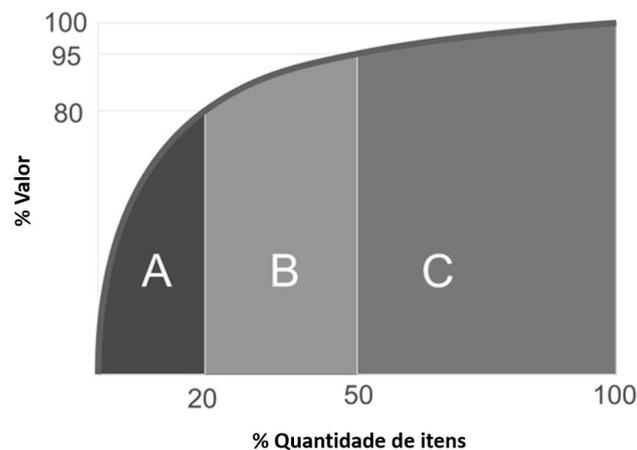
2.6 CURVA ABC

A curva ABC baseia-se no raciocínio do diagrama de Pareto, no qual nem todos os itens têm a mesma importância e complexidade, além do grande número de fatores

e itens de natureza diversa, direcionam a um tratamento diferenciado aos mais significativos. Em geral, 20% dos itens são responsáveis por 80% do valor em estoque (ALVARENGA, 2000).

Para calcular a representatividade de cada item, multiplica-se o consumo anual de cada item pelo seu respectivo custo. Em seguida, listar em ordem decrescente de valor e calcular o percentual relativo de cada item em relação ao custo do estoque. São determinados os grupos A, B e C em uma separação de 20-30-50% dos itens em estoque que representam 80-15-5% do valor do estoque (CHING, 2016).

Figura 3 - Exemplificação do diagrama de pareto, curva ABC



Fonte: Autor.

Destes itens escolhidos, irá se calcular o dimensionamento dos estoques através de uma política de análise contínua. É um processo que se analisa continuamente a situação do estoque para determinar a necessidade do reabastecimento, através de uma quantidade que indique o ponto de reposição (BOWERSOX *et al*, 2014). A priorização de quais itens e qual quantidade, ocuparão a área de estoque, será regida pelo método da análise de Curva ABC.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentado a metodologia para elaboração do presente trabalho, o qual compreende o delineamento da pesquisa, os procedimentos de coleta e análise de dados e as limitações dos métodos e técnicas de pesquisa.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

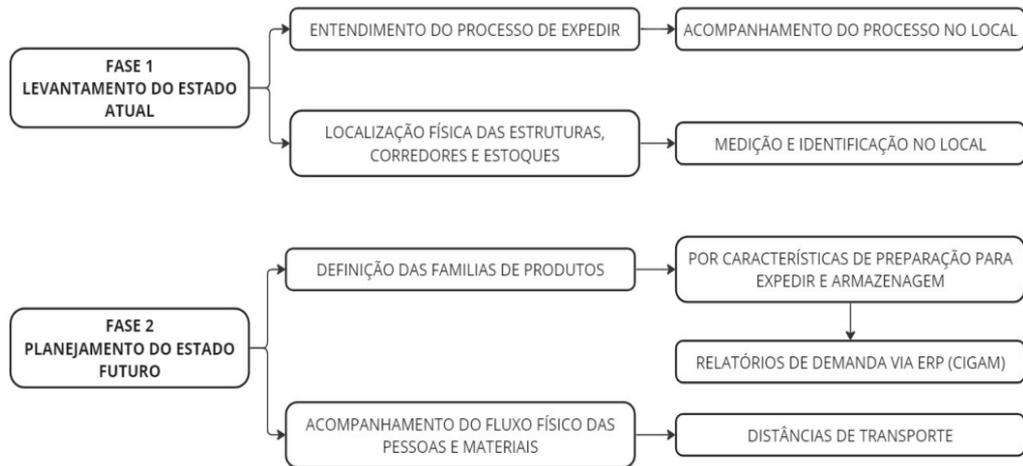
O presente trabalho é um estudo de caso de abrangência transversal e abordagem de natureza qualitativa e quantitativa. A coleta de dados e informações ocorreu no setor de expedição de uma indústria metalmeccânica no município de Cachoeira do Sul/RS com o objetivo de apresentar o fluxo logístico e identificar os desperdícios do processo em relação ao transporte, movimentação e estoque de materiais. Um estudo de caso é uma observação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, essa investigação haverá mais variáveis de interesse do que pontos de dados. Para a obtenção de resultados utiliza-se de várias fontes de evidências e do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise dos dados (YIN, 2015).

3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta dos dados utilizados na pesquisa foi realizada de forma exploratória nas bases de dados do sistema gerencial da empresa, arquivos do layout fabril foram coletados dos documentos da empresa. Juntamente com a obtenção dos relatórios foram feitas coletas de dados e acompanhamento *in loco* para conferir informações e coletar medidas relacionadas ao processo de expedição.

A Figura 4 a seguir, apresenta as atividades desenvolvidas para a realização do levantamento dos dados necessários, bem como suas fontes de coleta.

Figura 4 - Fases do plano de coleta dados



Fonte: Autor.

A primeira fase do estágio metodológico, Levantamento do Estado Atual, apresenta uma introdução ao setor como função e nascedouro da problemática em pesquisa.

No período de janeiro de 2023 a junho de 2023, foram realizadas visitas ao local com o objetivo de compreender o processo em questão e coletar dados relevantes. As observações aconteceram durante o período diurno e coincidiram com o período de estágio curricular realizado na empresa.

Entre o período 01/05/2023 e 29/05/2023 ocorreu o acompanhamento das rotinas do setor e leitura das Instruções de Trabalho e Processos (ITP) e outros documentos do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), conversas com Supervisor de Expedição e Coordenador de Logística e seus liderados. As atividades do setor foram acompanhadas no local e construído um fluxograma do processo de expedição, através da plataforma online Miro, essa ferramenta possibilitará a visualização do fluxo e a busca por similaridades e desconexões.

Para reconhecimento do fluxo no setor de expedição, informações relacionadas ao layout do setor foram consultadas e extraídas dos arquivos da empresa, incluindo os desenhos originários da época de construção da planta fabril, contemplando somente as estruturas fixas. Para a inclusão das informações necessárias, dados foram obtidos com auxílio de trena métrica no local de estudo para conferência de medidas, assim como anotações incluindo a disposição de equipamentos e objetos. O *software* CAD utilizado para representar o layout foi o ZWCAD.

A partir dos dados coletados no setor, como o entendimento do fluxo logístico e o layout físico do processo, a segunda fase chamada Planejamento do Estado Futuro faz a conexão entre o estado atual e as metodologias para busca de oportunidades de melhoria. Essa fase aplicará ferramentas para identificação e quantificação de desperdícios, demandas e produtos semelhantes. Para isso, as informações obtidas através da primeira fase serão entradas para a segunda etapa.

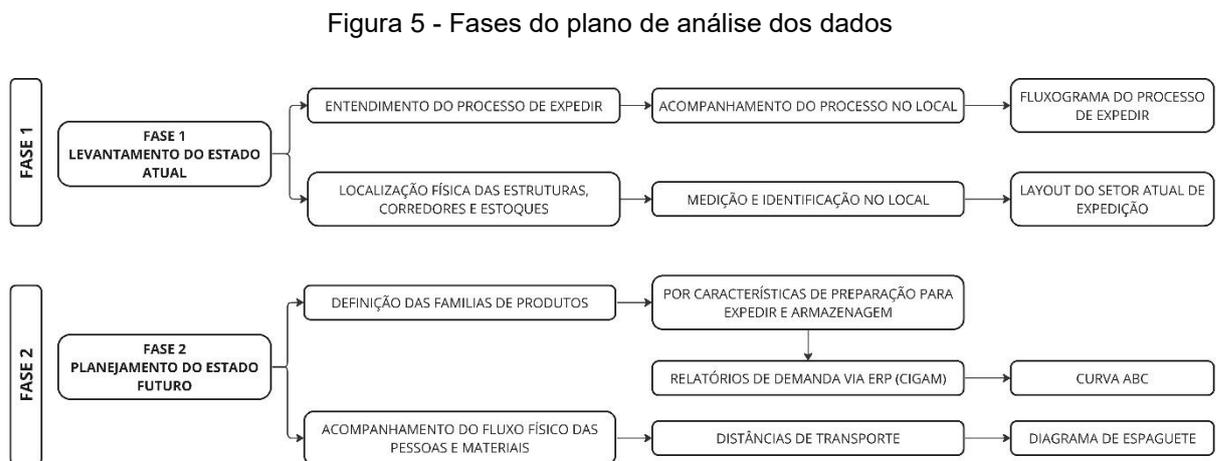
A definição das famílias de produtos será caracterizada pelos processos semelhantes, características de embalagem (recursos necessários) e armazenamento (espaço físico, peso, complexidade de movimentação). Essas informações serão obtidas da análise do fluxograma de processos e do acompanhamento da operação, ambas entradas são oriundas da fase anterior (Fase-1) e objetivam filtrar os dados de demanda para aplicação da ferramenta.

Os dados de prospecção de demanda serão extraídos do software ERP - Planejamento de Recursos Empresariais, utilizando a ferramenta de *Business Intelligence* (BI) do fornecedor da plataforma CIGAM. O conjunto de dados das demandas são recebidas pelo ERP via EDI (*Electronic Data Interchange*) enviado com frequência semanal do cliente para a empresa fornecedora, e possuem duas fases de confirmação, demanda firme e demanda prevista. A demanda firme possui data de carregamento e quantidade firmadas de acordo com lotes múltiplos, esse período é sempre futuro exceto quando há atrasos de faturamento, o período firme de demanda pode variar de 15 dias até 3 meses dependendo de diversos fatores relativos ao cliente (*lead time* de produção, *transit time*, flutuação da demanda). Os dados para esse estudo foram extraídos via BI para os clientes que possuem previsão de demanda de 12 meses a partir da data de consulta, após filtrados e tratados no software *Microsoft Excel*.

Após a descrição e obtenção do processo e layout atual, é proposta a visualização dos fluxos físicos por meio do diagrama de espaguete. Essa ferramenta possibilita a visualização das etapas do processo e compreensão sobre quais deles são passíveis de aproximação, a construção do diagrama utiliza o layout atual e será de grande valia na prospecção do cenário proposto. O acompanhamento das movimentações de pessoas e produtos será realizado em uma semana normal de trabalho, para preparação de carregamento de clientes representativos no faturamento. As imagens do diagrama serão construídas no *software Miro* e a quantificação dos resultados será feita em planilha do *Microsoft Excel*.

3.3 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados neste trabalho buscou encontrar respostas qualitativas e quantitativas. Da mesma forma como ocorreu no item anterior, o procedimento de análise de dados foi subdividido em distintas ações correspondentes ao faseamento anterior, e estas são expressas pela Figura 5.



Fonte: Autor.

3.3.1 Fase 1

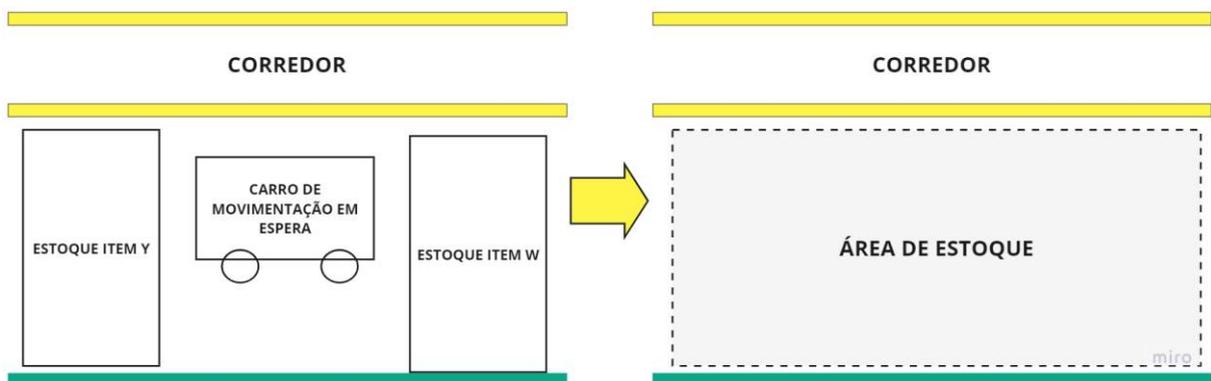
Durante o período de acompanhamento foi possível analisar a rotina de trabalho e a forma como os produtos são expedidos, a frequência de carregamentos para atendimento dos clientes e como a empresa garante a qualidade e integridade do processo para atendimento dos requisitos do cliente. O acompanhamento do processo no local de estudo, que culminará no fluxograma, buscou levantar características dos processos que irão segmentar etapas posteriores na coleta de dados.

Foram identificados os fluxos de materiais, com o intuito de compreender e mapear os principais processos logísticos de recebimento, armazenamento, separação, consolidação e carregamento. Para auxiliar na projeção atual e planejamento do layout, obteve-se a planta baixa da empresa e procedeu-se à

medição dos principais equipamentos e máquinas em operação no local. Identificou-se a localização dos estoques das peças, a lógica de armazenagem e regras de endereçamento dos materiais.

O desenho de um layout de operação logística representa uma fotografia do estado atual encontrado na realização do estudo, por se tratar de operação logística o giro de estrutura e estoques é algo natural. A empresa trabalha em teoria com o sistema de produção puxado, que é caracterizado principalmente pela produção a partir de uma demanda real, logo é provável que o cenário encontrado durante o estudo inicial não seja idêntico ao final dele. Contudo, para representar as áreas de estoques, preparação e movimentação, por exemplo, o autor identifica o local como sua principal razão de existir ou majoritariamente o uso dado a ele. O julgamento do uso da área foi definido com base no questionamento ao gestor do setor, esse tratamento objetiva assim simplificar a visualização do desenho e a posterior análise.

Figura 6 - Exemplo da generalização da análise



Fonte: Autor.

3.3.2 Fase 2

Os dados disponibilizados em planilha eletrônica foram retirados através de relatórios do ERP da empresa, são constituídos por informações de *Nome Cliente*, *Data do Pedido*, *Part Number do Item*, *Descrição do Item*, *Quantidade do Pedido* e *Valor Unitário*. Por se tratar de informações estratégicas e de terceiros, os nomes, códigos e descrições serão substituídos por genéricos. Isso não afetará a tomada de

decisão pois objetivamos a aplicação da metodologia atrelada ao volume e representatividade do item dentro do processo. Os dados de demanda serão extraídos para os clientes que possuem previsão de demanda para 12 meses a partir da data de coleta.

A curva ABC será realizada após a demanda ser desmembrada em famílias de peças, é a análise por item do somatório da quantidade de peças vendidas multiplicado pelo valor unitário, dentro do período da demanda. O valor total desse item em comparação com a soma de todos do grupo, indicará o quanto ele será representativo dentro do grupo. As categorias de representatividade serão o acumulado de itens até representar 80% do valor do grupo (curva A), 15% (curva B) e 5% (curva C).

Seguindo os critérios de seleção para avaliação da demanda estipulados no Capítulo 3.2, dois clientes da empresa em estudo atendem ao critério de janela temporal disponibilizada para prospecção de demanda, ou seja, 1(um) ano a partir da data da pesquisa. O período da demanda analisada neste estudo foram os 12 meses do ano de 2023.

A partir da base de dados obtida, foi representado os Cliente 1 e Cliente 2, os quais utilizam o sistema de Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI) para encaminhar suas projeções de demanda. Na tabela 2 apresenta-se um recorte da base de dados da demanda, exemplificando a obtenção dos dados para posterior tratamento.

Tabela 1 - Exemplo dos dados de demanda extraídos

<i>Código_cliente</i>	<i>Data_pedido</i>	<i>CódigoItem_Concatenado</i>	<i>Descrição_Item</i>	<i>Qtde_Pedido</i>	<i>Valor_Unit</i>
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0001	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	300	R\$ 172,10
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0002	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	200	R\$ 181,22
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0002	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	50	R\$ 181,22
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0004	SEM FIM TRANSPORTADOR INCLINADO	24	R\$ 943,32
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0004	SEM FIM TRANSPORTADOR INCLINADO	24	R\$ 943,32
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0062	SEM FIM INFERIOR DE RETRILHA PINTADO	27	R\$ 478,82
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0062	SEM FIM INFERIOR DE RETRILHA PINTADO	27	R\$ 478,82
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0049	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	250	R\$ 199,05
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0049	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	100	R\$ 199,05
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0051	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	200	R\$ 199,05
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0051	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	100	R\$ 199,05
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0063	SEM FIM TRANS. DE GRAOS COLHEITADEIRA 2085mm DII	28	R\$ 658,07
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0064	SEM FIM DO ELEVADOR DE GRÃOS INFERIOR PINTADO	50	R\$ 657,41
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0027	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	32	R\$ 919,77
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0027	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	32	R\$ 919,77
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0053	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	50	R\$ 200,63
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0052	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	50	R\$ 204,13
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0042	SEM FIM FUNDO DO TANQUE TRASEIRO	36	R\$ 957,28
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0042	SEM FIM FUNDO DO TANQUE TRASEIRO	36	R\$ 957,28
12274	23/01/2023	20.XX.YY.0065	SEM FIM TRANSPORTADOR DE GRAOS COLHEITADEIRA	48	R\$ 547,42

Fonte: Autor.

Para os clientes que não entraram neste estudo, o setor de Planejamento de Produção adota um modelo de produção sob demanda, programando a fabricação de itens específicos de acordo com as datas de pedido e os disponibiliza na Expedição próximo a data de embarque. Esses produtos de menor volume compartilham recursos nas áreas de manipulação e serão beneficiados caso haja melhorias no processo.

Obtida a base de dados, inicia-se o processo para execução da ferramenta curva ABC. Para tornar o estudo representativo à realidade da empresa, em discussão com a gestão foram separados dois grupos (famílias) de produtos dos dois clientes, em *Conjunto Soldado Sem Fim* e *Diversos*. O primeiro representa o produto principal da empresa e de maior volume e representatividade dentre todos os clientes, além de possuir especificidades na movimentação, manuseio e armazenagem. O segundo grupo de produtos diversos é composto por chaparias, conjuntos soldados ou montados diversos, suportes, dentre outros, esse caracteriza em grande parte, menor dificuldade de movimentação, manuseio e técnicas de armazenagem.

Os produtos da família Sem fim foram classificados em duas categorias: "Nacional" e "Exportação" devido às diferenças nos requisitos de embalagem e controle dos lotes. Na Figura 7 está exemplificado o esquema adotado.

Figura 7 - Definição das famílias



Fonte: Autor.

Produtos destinados ao mercado nacional seguem as normas de transporte terrestre e fazem uso de embalagens metálicas ou plásticas retornáveis, enquanto

aqueles destinados à exportação seguem os padrões de transporte marítimo/aéreo e são acondicionados em caixas de madeira e recebem tratamento de óleo protetivo nas máquinas que podem ser visualizadas no layout da figura 9.

Foram excluídos do estudo os itens que por estratégia da empresa já são armazenados por padrão da operação, na parte externa da expedição. Esses itens possuem dimensão que pode ultrapassar os 10 metros de comprimento, de difícil movimentação na área interna e representam 0,5% do total de peças da demanda, porém 16,4% do valor dela. Retratando que são itens de elevado valor agregado e requerem operações especiais. Na tabela 3, indica os percentuais que serão incluídos para aplicação da curva ABC, onde será analisado 83,6% do valor total da demanda para na soma dos dois clientes, e 99,5% do total de peças.

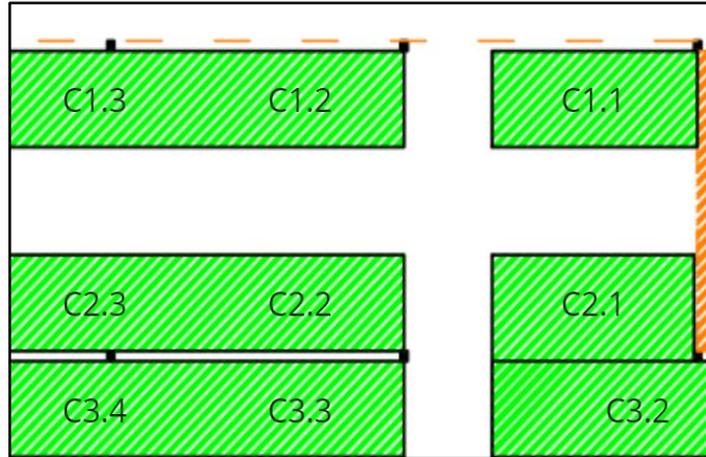
Tabela 2 - Discriminação das famílias na curva ABC

<i>Status</i>	<i>Família</i>		<i>% do valor da demanda</i>	<i>% da qtd de peças da demanda</i>
Inclusos	Conjunto Sem fim	Exportação	15,0%	3,4%
		Nacional	35,6%	10,5%
	Diversos	32,9%	85,6%	
% total da demanda inclusa			83,6%	99,5%
Excluídos	Conjunto e subconjuntos molinetes, sem fim de plataforma de milho		16,4%	0,5%
Total geral da demanda			100,0%	100,0%

Fonte: Autor.

A análise de distâncias percorridas será obtida através do acompanhamento da consolidação de um carregamento pela equipe de expedição, para cada cliente representativo pelo critério da demanda. Os valores serão referentes às movimentações dos volumes embalados por uma ou mais empilhadeiras à combustão, pois elas fazem a conexão entre pontos de manipulação, estoques intermediários e ponto de agrupamento da carga. O quantitativo da movimentação das pessoas não será mensurado devido a complexidade da operação e recursos disponíveis. O método de coleta será manual, indicando pontos de origem (OD) e destino dos volumes, posteriormente plotando os trajetos e colhendo as distâncias aproximadas no layout elaborado no ZWCAD, a ilustração será feita na plataforma Miro. Para conectar os pontos OD, blocos fictícios serão inseridos no layout para indicar pontos de estoque, manuseio/preparação e consolidação (Figura 8).

Figura 8 - Exemplo de área repartida em blocos



Fonte: Autor.

4 RESULTADOS

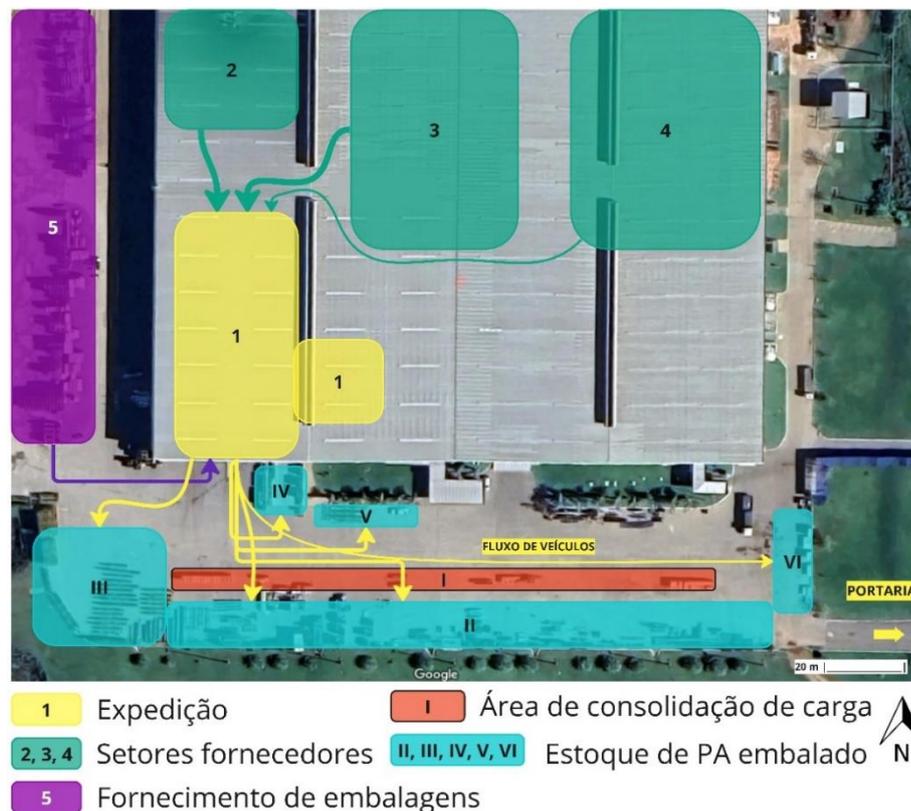
Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da metodologia apresentada.

4.1 LAYOUT DO PROCESSO LOGÍSTICO DE EXPEDIÇÃO

O setor de expedição é responsável por armazenar o produto acabado, preparar e embalar para a entrega ao cliente de acordo com os requisitos e qualidade requerida, solicitar ou intermediar o meio de transporte e gerenciar a acuracidade do seu estoque

O fluxo logístico para o setor de Expedição (1) visto de uma maneira macro, possui 3 principais fornecedores de produtos acabados, em ordem decrescente em volume de peças, Pintura (2), Linhas de Solda (3) e Estamparia e Conformação (4), (Figura 8).

Figura 9 - Visão macro do fluxo logístico

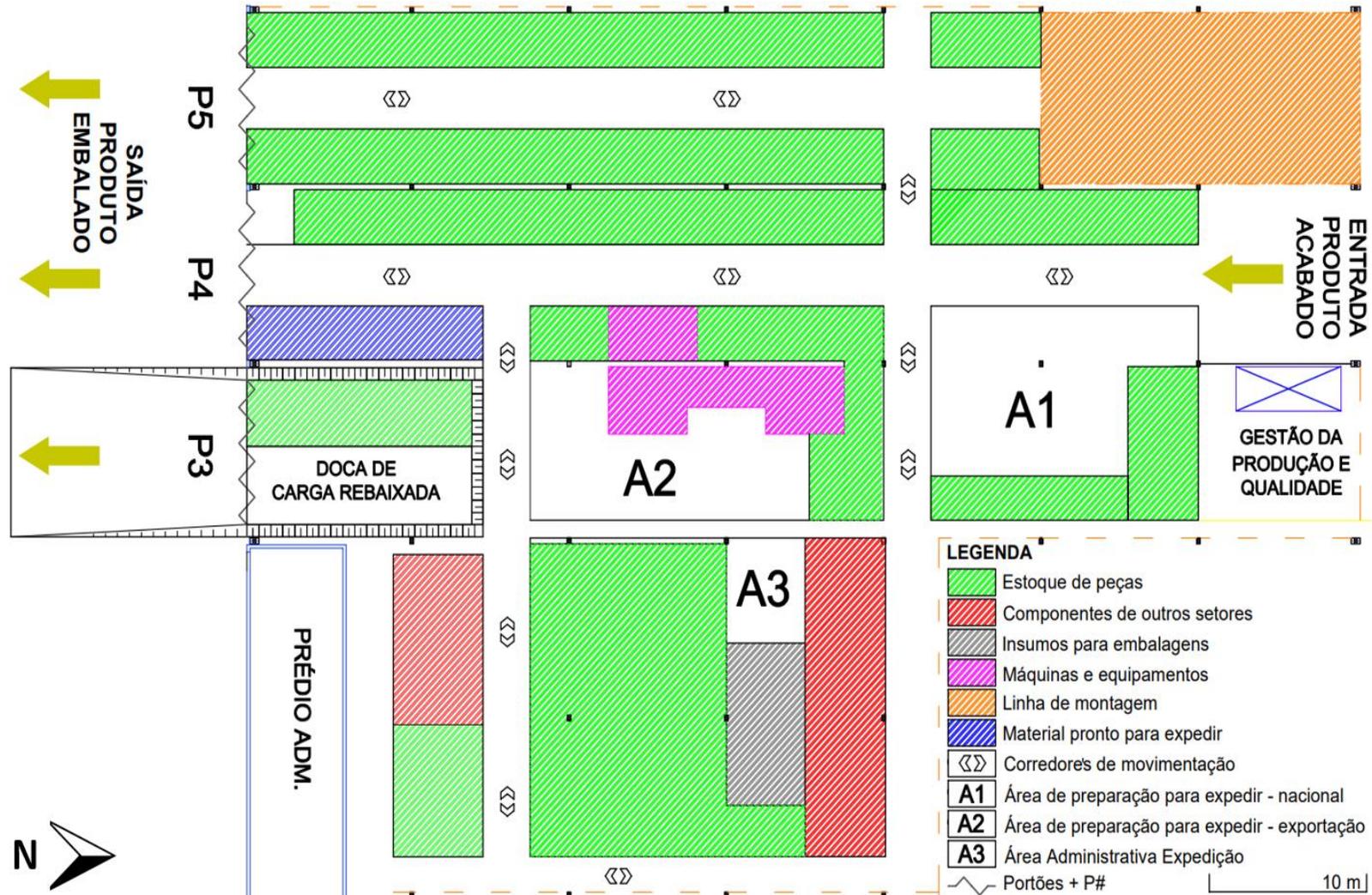


Fonte: Autor.

Um insumo importante para o processo, são as embalagens dos clientes ou próprias, localizadas na área 5 externa, são solicitadas aos operadores de empilhadeira a combustão. As áreas II, III, IV, V e VI são ocupadas por volumes embalados de peças preferencialmente pintadas prontas ou não para o envio.

Todos os carregamentos de clientes montadoras são realizados na área externa (I), separadas por demarcações no solo estão as estações de consolidação de carga, onde são carregados os veículos em paralelo a essa. A área II é ocupada pelo produto sem fins de diversos clientes, em embalagem de envio ou alternativa. A área III é ocupada por itens de 6 a 11 metros de comprimento de alto valor agregado, somente movimentados com empilhadeira ou ponte rolante. A área IV está ocupando a doca de carregamento, são todos itens sem fim em embalagem alternativa. Área V e VI são produtos prontos e embalados, em especial a área VI armazena produto acabado de exportação que têm menor movimentação, porém são representativos em valor. O layout da do setor de expedição está detalhado na figura 9.

Figura 10 - Layout encontrado no setor de expedição



Fonte: Autor.

O setor conta com piso industrial de alta capacidade de carga, plano e liso, pé direito de 10 metros e 57% da área, possuindo disponibilidade de talha com ponte rolante para movimentação de materiais. A equipe logística distribui 3 transpaleteiras elétricas para uso exclusivo do setor e 2 a 3 empilhadeiras a combustão com operador dedicado para atender as movimentações do setor por turno. No momento do estudo, haviam dois turnos de trabalho (diurno e noturno) totalizando 35 funcionários no quadro de lotação do setor.

Tabela 3 - Detalhamento do uso da área

Descrição	área dedicada encontrada	% do total
Estoque de peças	1068 m ²	48%
Corredores (exceto PPCI)	539 m ²	24%
Componentes de outros setores	147 m ²	7%
A1 - área de preparação para expedir nacional	130 m ²	6%
A2 - área de preparação para expedir exportação	113 m ²	5%
Máquinas e equipamentos	67 m ²	3%
Doca de carregamento	63 m ²	3%
Insumo de embalagens para expedir	46 m ²	2%
Material Embalado para Expedir	46 m ²	2%
A3 (adm expedição)	30 m ²	1%
Área total de setor Expedição	2248 m²	100%

Fonte: Autor.

O método de estocar peças de conjunto soldado helicoidal predominantemente é através de cavalete de aço em formato de “U” (vide Figura 11). É um método difundido na empresa para armazenar os estoques entre os processos, que fornece para esse modelo de peças, otimizar o espaço ocupado entrelaçando as peças para contato entre rosca e tubo. É necessário no mínimo dois cavaletes para armazenar uma certa quantidade de produto.

Figura 11 - Modo de armazenagem de peças encontrado

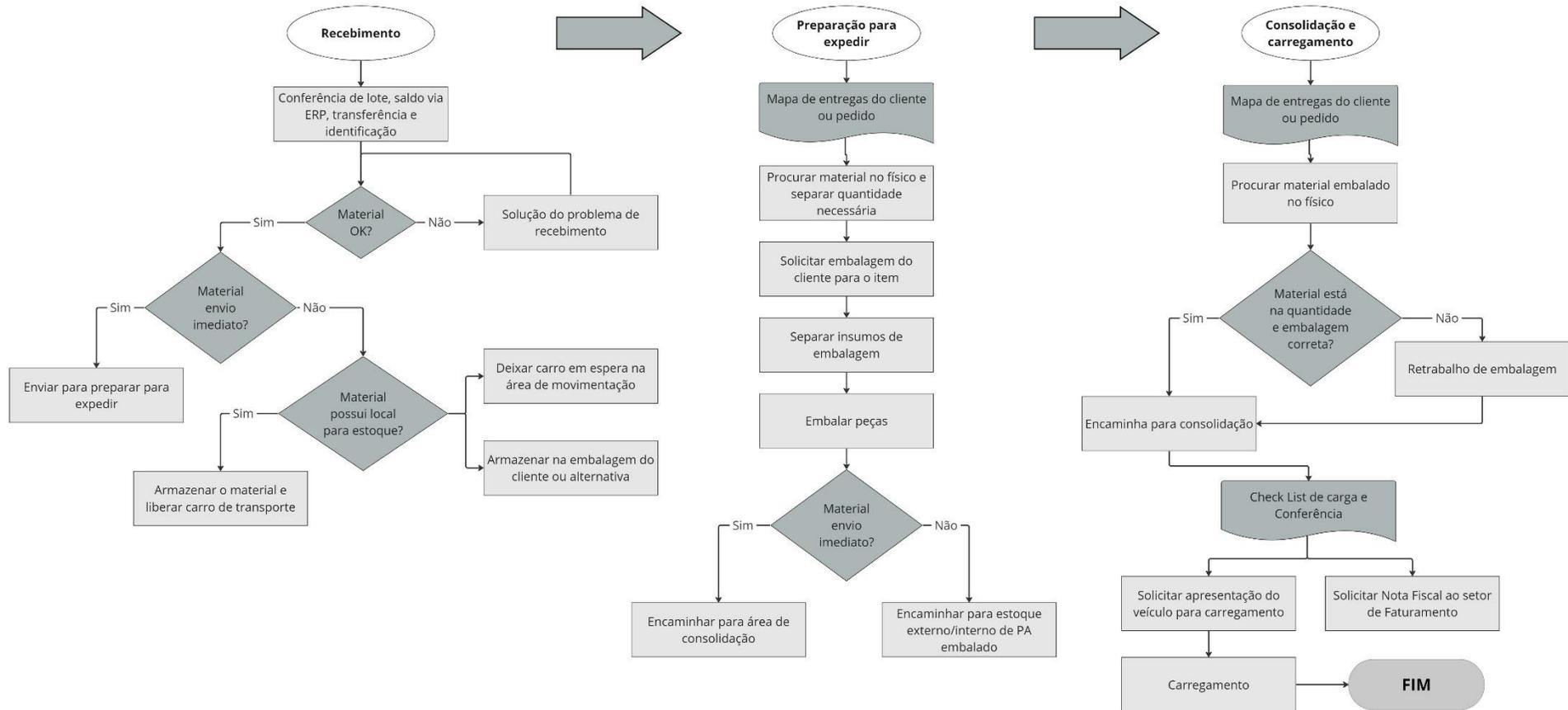


Fonte: Autor.

4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE EXPEDIR

Através do acompanhamento dos processos no local de estudo, leitura dos documentos do setor e conversa com gestores, foi possível estabelecer as atividades e seus fluxos objetivando a expedição de um item. Foram mapeadas as atividades e separadas em três etapas macro, pois uma pode ser ou não sequência da anterior, dependendo de diversos fatores que não cabem a esse estudo, contudo é fidedigno à realidade encontrada. Entre cada etapa há o estoque do produto acabado e uma espera pelo processo seguinte.

Figura 12 - Fluxograma do processo de expedição



Fonte: Autor.

A etapa de Recebimento é responsável pela entrada do material na Expedição através dos procedimentos via sistema ERP e identificação do material. A interface com o processo seguinte é a movimentação do lote de peças para área de preparação de embalagens (figura 13) onde a pessoa líder do processo ou seu subsequente determinará a disposição do mesmo.

Figura 13 - Peças em espera para estoque



Fonte: Autor.

O processo de Preparação para Expedir é o ato de embalar os itens e agrupá-los em um volume (plástico, madeira, metal), necessita dos insumos de embalagem e material de proteção (plástico, papelão e cintas) e ferramentas, é um trabalho manual na sua totalidade (figura 14).

Figura 14 - Processo de manipulação para embalagem



Fonte: Autor.

A consolidação das mercadorias para envio é realizada na área externa para clientes montadoras que possuem grandes volumes (figura 15), o pátio a frente do setor de expedição possui vantagem da grande mobilidade para movimentação de empilhadeiras e acúmulo de mercadorias. Nessa etapa os itens são selecionados e agrupados, gerando uma relação de itens e embalagens da carga e após uma pessoa realiza a conferência dos volumes e produtos. É comum haver retrabalhos nessa etapa devido a alguns volumes já estarem estocados e embalados, porém não coincidir a quantidade de peças com a demanda do cliente.

Figura 15 - Consolidação dos volumes na área externa



Fonte: Autor.

A distância entre o ponto de preparação e embalagem e a consolidação das cargas é relevante, podendo ser a causa para desperdícios relacionados a transporte excessivo de materiais e movimentação de pessoas.

4.3 CURVA ABC

Fator decisivo que influi na agilidade e no custo das operações é a demanda pelo produto ou mercadoria, razão pela qual os produtos mais solicitados devem estar mais próximos das docas de entrada e saída de mercadorias. Para isso, é aplicado o conceito de rotatividade, de acordo com o consumo dos produtos, estes são classificados em:

- A. Alta rotatividade;
- B. Média rotatividade;
- C. Baixa rotatividade.

A família de sem fins nacional possui ao total 224 produtos, onde 80% do valor somatório da demanda está representado em 25,7% dos itens, 15% do valor em 23,3% e 5% está representado em 50,6%. Essa família possui característica de poucos itens apresentarem alto valor de faturamento, diluindo o percentual dentre o grupo (Tabela 4).

Tabela 4 - Curva ABC família sem fins nacional

Classe	% do valor	% dos itens	Qtde de itens
A	80%	25,7%	63
B	15%	23,3%	57
C	5%	50,6%	124
Total	100%	100%	244

Fonte: Autor.

A família de sem fins de exportação possui ao total 71 produtos, onde 80% do valor somatório da demanda está representado em 40,8% dos itens, 15% do valor em 22,5% e 5% está representado em 36,6%. Esse grupo tem como característica a distribuição mais uniforme do valor ao longo dos itens, com vários deles (40,8%) sendo representativos dentre os 80% do valor, além de uma amostra menor em quantidade de produtos (Tabela 5).

Tabela 5 - Curva ABC família sem fins exportação

Classe	% do valor	% dos itens	Qtde de itens
A	80%	40,8%	29
B	15%	22,5%	16
C	5%	36,6%	26
Total	100%	100%	71

Fonte: Autor.

A família de diversos possui ao total 289 produtos, onde 80% do valor somatório da demanda está representado em 17,6% dos itens, 15% do valor em 21,8% e 5% está representado em 60,6%. Esse agrupamento tem como característica a baixa quantidade de itens representativos na classe A e muitos itens de baixa demanda, representados pela curva C (Tabela 6).

Tabela 6 - Curva ABC família diversos

Classe	% do valor	% dos itens	Qtde de itens
A	80%	17,6%	51
B	15%	21,8%	63
C	5%	60,6%	175
Total	100%	100%	289

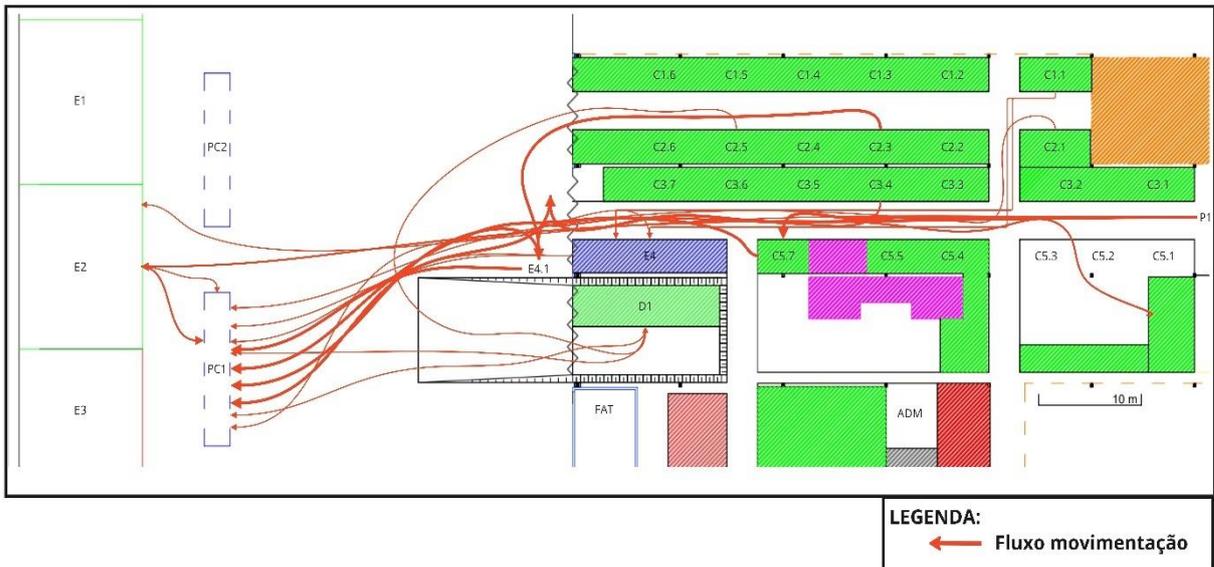
Fonte: Autor.

4.4 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

4.4.1 Cliente 1

Acompanhamento das movimentações da montagem de carga para o cliente 1 no dia 04/05/2023 que teve 3:30 horas de processo, envolvendo 4 pessoas para embalagem, 1 pessoa para consolidação, 1 operador de empilhadeira a combustão e 1 pessoa conferente. Na figura 16 está destacada a movimentação das embalagens prontas.

Figura 16 - Diagrama de espaguete atual, cliente 1



Fonte: Autor.

Totalizaram 39 volumes, sendo 25 de itens da família diversos e 14 de sem fins. A origem dos volumes de diversos foi originária das áreas P1, C1.1 e C2.1, C5.2, onde os itens de P1 vieram embalados diretamente do setor fornecedor Pintura devido a urgência para embarque, C1.1 e C2.1 eram itens em embalagens menores e boa parte já estava embalada no momento da consolidação, em C5.2 eram tiras pintadas de complexa movimentação para empilhadeira. A área D1 (doca) e E2 (estoque externo) foram utilizadas para movimentação transitória dos volumes.

Os volumes da família sem fins são resultado do trabalho de *picking* realizado por duas pessoas, onde consolidam um mix de produtos para abastecer a linha de montagem do cliente, em ordem produtiva, chamado de sequenciado. Principalmente neste, foi constatado que todo o trabalho é realizado no corredor de movimentação, ocorrendo conflito entre pessoas e veículos, situação potencial de acidentes.

Tabela 7 - Discriminação das distâncias percorridas, cliente 1

Volume	Familia	Qtde Volumes	Viagens realizadas	Ponto Origem (PO)	PO -> D1 (m)	Destino 1 (D1)	D1 -> D2 (m)	Destino 2 (D2)	Distância percorrida (m)
Rack Metálico	Diversos	7	3	P1	42,17	C5.7	56,8	PC1	296,91
Rack Metálico	Diversos	1	1	C1.1	50	E4	45,19	PC1	95,19
Rack Metálico	Diversos	1	1	C1.1	50	E4	45,19	PC1	95,19
Rack Metálico	Diversos	1	1	C2.1	91,8	PC1			91,8
Rack Metálico	Diversos	6	3	P1	65,5	P3	37,8	PC1	309,9
Rack Metálico	Diversos	1	1	C5.2	108,1	E2	18	PC1	126,1
Rack Metálico	Diversos	1	1	C5.2	108,1	E2	18	PC1	126,1
Rack Metálico	Diversos	1	1	C5.2	108,1	E2	18	PC1	126,1
Rack Metálico	Diversos	2	1	E4	45,19	PC1			45,19
Rack Metálico	Diversos	2	2	P1	103,64	E2	18	PC1	243,28
Rack Metálico	Diversos	2	2	P1	103,64	E2	18	PC1	243,28
Rack Metálico	Sem fins	1	1	C2.5	75	D1	41	PC1	116
Rack Metálico	Sem fins	1	1	D1	41,03	PC1			41,03
Rack Metálico	Sem fins	9	5	C3.4	36,8	E4.1	30,6	PC1	337
Rack Metálico	Sem fins	3	3	C2.3	49,4	E4.1	30,6	PC1	240
Total		39	27						2533,07

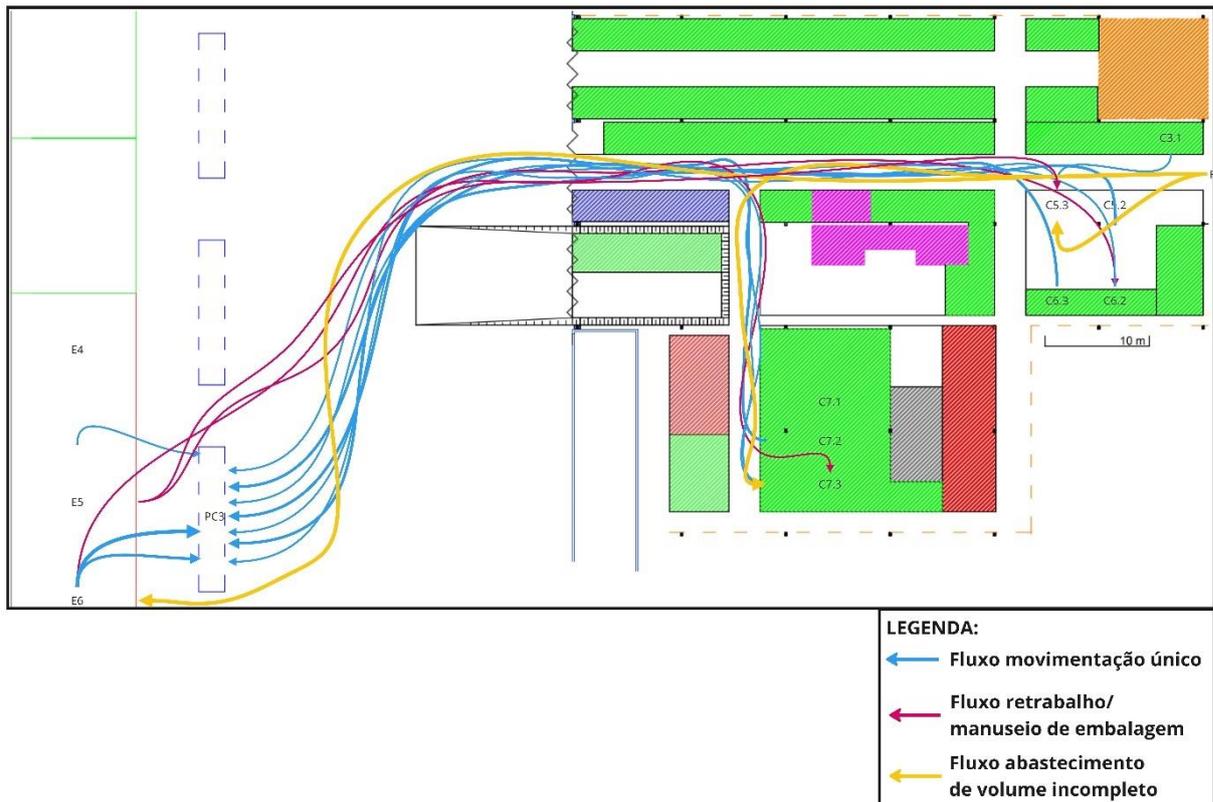
Fonte: Autor.

A totalização das distâncias de transporte dos volumes com empilhadeira resultou em 2,5 Km. Resultou na consolidação de um carregamento de aproximadamente 12,5 metros de comprimento, no veículo tipo carreta sider.

4.4.2 Cliente 2

Acompanhamento das movimentações da montagem de carga para o cliente 2 no dia 25/05/2023 que teve 07:30 horas de processo, envolvendo 6 pessoas para embalagem, 1 pessoa para consolidação, 1 operador de empilhadeira a combustão e 1 pessoa conferente. Na figura 17 está destacada a movimentação das embalagens prontas.

Figura 17 - Diagrama de espaguete atual, cliente 2



Fonte: Autor.

O acompanhamento do processo para o cliente 2 foi mais complexo e resultou em outras variáveis que acompanham o fluxo do processo. Foi observada quantidade significativa de transportes para abastecimento de novas peças e retrabalho de embalagens. As setas em cor azul representam uma única movimentação do volume da área de embalagem para área de consolidação, a seta da cor magenta representa o retorno do volume para área interna para receber retrabalho (inserir/retirar peças), a seta em amarelo são carros de movimentação manual que foram manuseados pelos auxiliares para abastecimento dos retrabalhos. A distância percorrida na Figura 17 é a soma do fluxo único (azul) e retrabalho/manuseio (magenta), ambos realizados por empilhadeira.

Tabela 8 - Discriminação das distâncias percorridas, cliente 2

Volume	Familia	Qtde Volumes	Viagens realizadas	Ponto Origem (PO)	PO -> D1 (m)	Destino 1 (D1)	D1 -> D2 (m)	Destino 2 (D2)	Distância percorrida (m)
Pallet	Diversos	2	2	C3.1	13,45	C5.3	101,8	PC3	230,5
Rack Metálico	Sem fins	3	3	C6.3	5,6	C5.2	106,7	PC3	336,9
Rack Metálico	Sem fins	1	1	C7.2	100,6	PC3			100,6
Rack Metálico	Sem fins	5	3	C5.2	106,7	PC3			320,1
Rack Metálico	Sem fins	3	1	C7.2	100,6	PC3			100,6
Rack Metálico	Sem fins	1	1	E5	7,5	PC3			7,5
Rack Metálico	Sem fins	1	1	C7.3	105,3	PC3			105,3
Rack Metálico	Sem fins	2	2	E5	117,3	C6.2	108,9	PC3	452,4
Rack Metálico	Sem fins	1	1	E6	114,5	C7.3	105,3	PC3	219,8
Rack Metálico	Sem fins	1	1	P1	125,9	E6	4,5	PC3	130,4
Rack Metálico	Sem fins	3	2	P1	125,9	E6	4,5	PC3	260,8
Rack Metálico	Sem fins	5	4	E5	106,5	C5.3	101,8	PC3	833,2
Rack Metálico	Sem fins	2	1	E5	106,5	C5.3	101,8	PC3	208,3
Total		30	23						3306,4

Fonte: Autor.

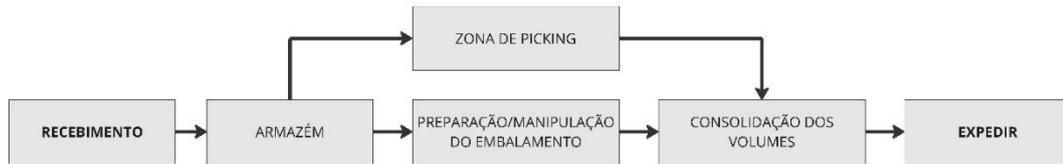
A soma das distâncias de transporte dos volumes com empilhadeira resultou em 3,3 Km, representando 30% a mais na distância para realizar 4 viagens a menos que o cliente 1. Resultou na consolidação de um carregamento de aproximadamente 13 metros de comprimento, no veículo tipo carreta sider.

4.5 PROPOSTA DE NOVO LAYOUT

A proposta do layout se propõe a reduzir os desperdícios diagnosticados ao longo dos resultados gerados. Com base nos desperdícios mencionados pela literatura no capítulo 2.3 e nos resultados anteriormente analisados ao longo do capítulo 4, observou-se a ocorrência de estoques não planejados, movimentos desnecessários, e transporte excessivo.

O fluxo do material inicia no ato de recebimento e é encaminhado para um armazém de acordo com a família do item, esse armazém abastece a zona de *picking* como um pulmão da operação e também fornece para área de preparação de embalagem onde produto acabado e embalagem se unem. A consolidação dos volumes vem das áreas de preparação e *picking* para após ocorrer os processos normais de conferência e carregamento.

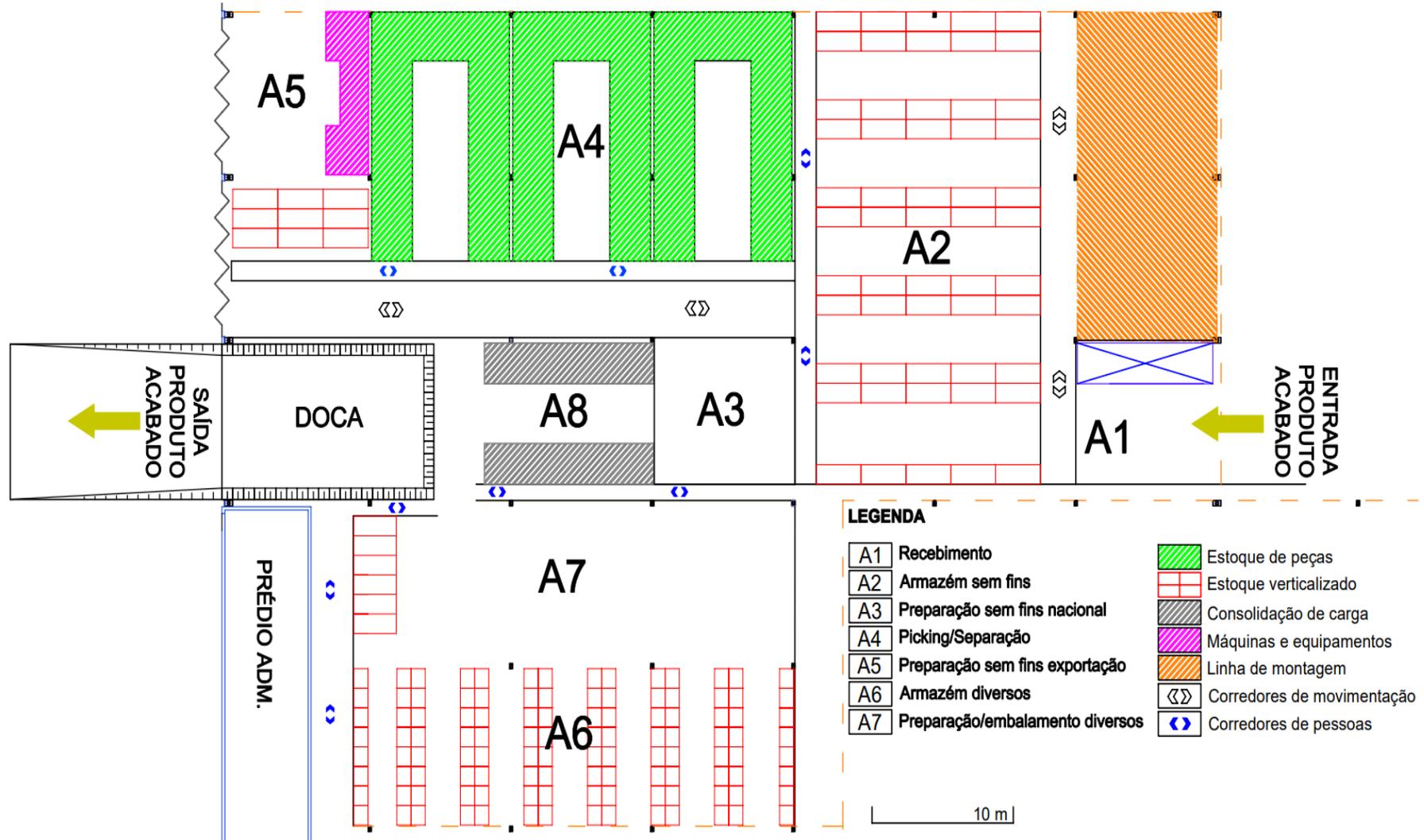
Figura 18 - Proposta novo fluxo de material



Fonte: Autor.

Os processos de expedição, enquanto manuais, requerem as pessoas manuseando os materiais para logística ocorrer, logo se os materiais estiverem próximos entre o ponto de origem e destino as pessoas também se movimentarão menos. A construção do desenho do layout e o fluxo dos materiais parte dos princípios para eliminação de retrabalhos de embalagem, uso de técnicas de verticalização dos estoques e giro de estrutura física dentro do setor.

Figura 19 - Proposta novo layout do setor de expedição



Fonte: Autor.

Referente a entrada do produto acabado, é proposta a rotação do setor de Linha de Montagem (laranja) para as áreas de estudo serem retangulares, sem perder área útil, a área de recebimento A1 trocaria de lado para não conflitar movimentos com os componentes da linha de montagem e proporcionar transportes de itens em linha reta, paralelo ao corredor principal. Os componentes que não pertencem ao processo de expedição deverão ser absorvidos pelo interessado, os insumos para embalagem serão encaminhados para o almoxarifado da empresa.

As áreas de armazenagem A2, A6 e A5 fornecerão aos processos de *picking* e preparação de embalagens. Área A2 dedicada a estoque de itens da família sem fins, possui corredores para movimentação de material e pessoas, entre as prateleiras e transversal a elas, a área A6 é dedicada a itens diversos. A máquina de olear peças situada na área A5 foi diminuída como proposta para também ter estoque de sem fins exportação próximo a esse ponto, próximo ao portão de saída diminuirá a distância para abastecimento de embalagens e saída para o pátio.

A área A4 será zona de *picking* em formato “U” para produtos de sem fins nacionais, a proposta é abastecer embalagens vazias e remover elas completas seguindo uma lógica de pilhas. Áreas A3 e A7 receberão produto acabado fracionado das áreas A1, A2 ou A6 para embalagem, após consolidação da carga na área A8, onde está disposto dois retângulos projetando o espaço útil de carregamento de um veículo.

Essa proposta tem benefícios no aumento da segurança das pessoas, com a presença de corredores dedicados ao trânsito cruzando o setor e o aumento de áreas de manipulação onde efetivamente é realizado o trabalho de embalagem, reduzindo o conflito de empilhadeiras a combustão e pessoas. O trânsito desse tipo de veículo será substituído em boa parte por transpaleteiras elétricas, pois não será necessário grandes deslocamentos e todo o processo ocorrerá dentro do ambiente fabril com piso industrial próprio para esse equipamento.

É necessário investimento em métodos de armazenagem dos produtos para verticalização como prateleiras e embalagens de movimentação interna empilháveis, principalmente nas áreas A2 e A6. A doca deixará de ser alternativa de estoque para uso pleno de carregamentos, precisará de alterações como plataformas elevatórias e proteções para o uso com carretas sider. A área administrativa da expedição será absorvida por outras estruturas já existentes.

Abaixo está a comparação do uso da área em metros quadrados, entre o estado atual e o cenário proposto. Quando não há porcentagem de diferença, significa que a base anterior ou posterior é zero.

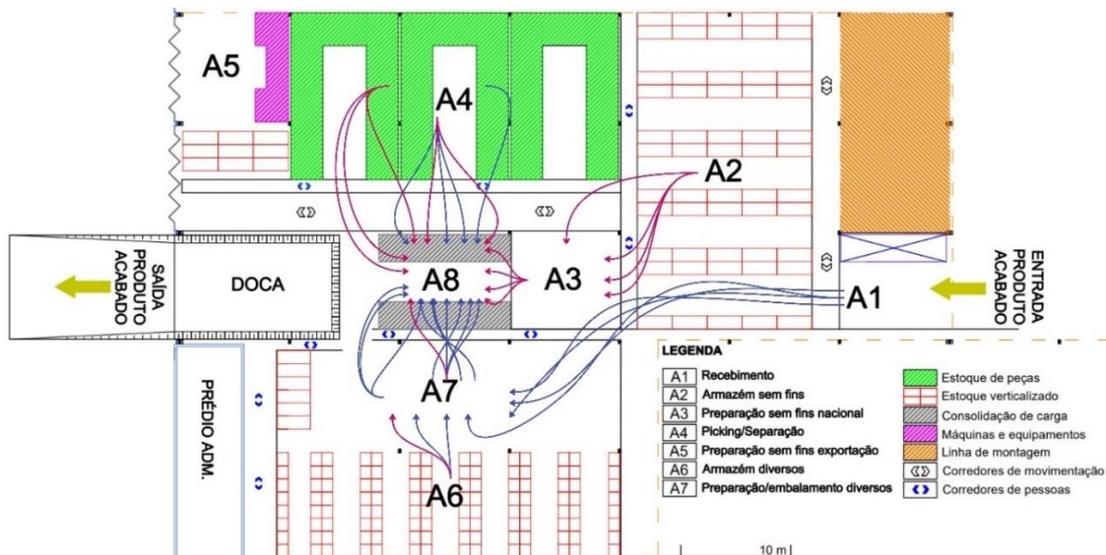
Tabela 9 - Comparação entre layout atual e proposto

Uso da área	Estado atual	Layout proposto	Diferença (%)
Verticalização dos estoques	0 m ²	864 m ²	-
Estoque de peças avulsas	1068 m ²	447 m ²	-58%
AX - áreas de preparação/embalamento	243 m ²	388 m ²	60%
Corredores (exceto PPCI)	539 m ²	298 m ²	-45%
Doca de carregamento	63 m ²	117 m ²	86%
Consolidação de carga	0 m ²	104 m ²	-
Máquinas e equipamentos	67 m ²	30 m ²	-55%
Componentes de outros setores	147 m ²	0 m ²	-
Insumo de embalagens para expedir	46 m ²	0 m ²	-
Material Embalado para Expedir	46 m ²	0 m ²	-
A3 (adm expedição)	30 m ²	0 m ²	-
Área total de setor Expedição	2248 m²	2248 m²	

Fonte: Autor.

Para análise da presente proposta, realizou uma simulação de montagem de carga para os clientes 1 e 2 utilizando diagrama de espaguete foi realizada sobre o novo layout, com os mesmos volumes do estudo realizado no capítulo 4.4. A cor azul representa o cliente 1 e a cor magenta representa o cliente 2, podemos observar na figura 20 que os deslocamentos são menores e convergem à área de consolidação.

Figura 20 - Diagrama de espaguete sobre novo layout proposto



Fonte: Autor.

Considerando a mesma quantidade de volumes totais e quantidade de viagens necessárias para o transporte delas, alterando as métricas de origem e destino para o novo layout base proposto, foi possível alcançar uma diminuição de 72% no deslocamento para montagem de carga para o cliente 1 e 88% para o cliente 2. Os retrabalhos e abastecimentos apresentados no diagrama de espaguete do cliente 2 no capítulo 4.4.2 também foram desconsiderados pois no novo fluxo da figura 18 busca eliminar esse custo.

Tabela 10 - Comparação de distância percorrida entre layout atual e proposto

Cliente	Família	Qtde Volumes	Distância percorrida atual (m)	Distância percorrida simulada (m)	Diferença (%)
Cliente 1	Diversos	25	2533	719	-72%
	Sem fins	14			
Cliente 2	Diversos	2	3306	412	-88%
	Sem fins	28			
			5839	1131	-81%

Fonte: Autor.

5 DISCUSSÃO

O acompanhamento da operação no setor de expedição demonstrou que o crescimento orgânico da produção e conseqüentemente dos estoques, ampliou a área de estocagem para além da área original do setor. Essa área interna deixou de ser um local de atividades logísticas para uma área de transição entre ambiente fabril e estoque externo. A principal razão para essa ocupação é justificada pela falta de área útil interna para as atividades de logística.

A implementação do armazenamento na área externa conteve o principal problema relatado, mas não a solução dele. Contudo, o layout atual adota soluções de armazenagem simples sem alternativas de empilhamento e uso do espaço vertical, como por exemplo com o uso de alternativas como porta pallets. Metade de toda área do setor é dedicada ao estoque de peças e 11% às áreas de preparação para embalagem. O fato de não ter endereçamento do estoque e também não haver uma política de controle dele, é um dos fatores apontados pelos responsáveis da área para o armazenamento excessivo de produto acabado no setor.

A falta de alternativas em termos de estruturas para verticalização dos estoques de produtos resulta na dispersão de peças e pessoas pelo setor, o que, por sua vez, estimula um aumento nas movimentações e nos transportes. A falta de disponibilidade e endereçamento dos estoques naturalmente induz ao embalagem dos itens mesmo sem saber quando eles serão expedidos, utilizando a embalagem como alternativa forçada para estocar peças.

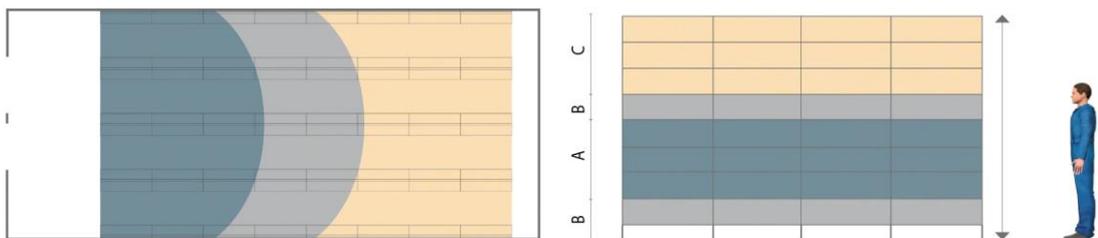
As atividades relacionadas ao fluxograma de processos têm sua velocidade influenciada pela demanda de envios programados, através do mapa de entrega ao cliente e pedidos. A transição entre os processos gera um período de espera até a disposição do material que está no carro de movimentação, seja para armazenamento ou preparação.

A base de dados de demandas para os clientes 1 e 2 clientes apresentam um baixo índice de alterações nas previsões, de acordo com o Planejamento de Vendas e Operações (S&OP) da empresa. Vale ressaltar que a relevância desses dois clientes é significativa, uma vez que eles respondem por aproximadamente 90% da receita da empresa e constituem cerca de 80-90% do estoque mantido no departamento de Expedição.

É relevante observar que os produtos destinados a clientes de menor porte compartilham muitas semelhanças com aqueles comercializados para os Clientes 1 e 2, compartilhando recursos humanos, materiais de preparação e processos de expedição. A principal distinção entre eles se encontra na embalagem e nos lotes, os quais são ajustados de acordo com as especificações individuais de cada pedido.

A curva ABC aplicada às famílias de produtos resultou no agrupamento de itens de alta, média e baixa rotatividade. A distribuição física dos itens dentro do armazém pode ser vinculada a lógica de posicionar os itens de maior rotatividade próximos das áreas de manipulação, na figura abaixo é possível visualizar possibilidades para organização do material.

Figura 21 - Distribuição física no armazém



Fonte: MECALUX, 2023.

A aplicação do diagrama de espaguete permitiu visualizar quão distante estão a origem e destino de um volume com o objetivo de consolidar um carregamento. A média da distância de transporte para um volume do cliente 1 é de 97 metros, para o cliente 2 resulta em 136 metros, a distância da área de recebimento da expedição até o portão de saída do setor é de 60 metros. Essa distância influencia na dependência da empilhadeira a combustão para acessar a área externa, tempo e custo do transporte e das pessoas.

A proposta do novo layout institui um novo fluxo de materiais e a convergência para a área de carregamento, a segregação das famílias devido às especificidades e redução dos desperdícios identificados de acordo com a metodologia Lean. A expressiva redução de 81% da distância de transporte dos volumes é o reflexo da adoção de armazenagem vertical para possibilitar a entrada de duas áreas de consolidação dentro do armazém e propor o uso da doca. Cabe ressaltar que a simulação está considerando as grandes áreas como origem e destino, não é possível

obter precisão dos dados e nem que o mesmo resultado irá ser replicado após uma implementação do estudo.

O layout proposto não elimina o uso da área externa para consolidação e carregamento, esse modelo independente da estrutura do armazém tem benefícios na redução do tempo de manuseio dos caminhões na aproximação da doca e a maior mobilidade das empilhadeiras para realizar o carregamento do veículo.

O cenário proposto aumenta a complexidade de armazenamento e abastecimento dos pontos de manipulação e o fluxo de trabalho do setor, em paralelo ao desenvolvimento de um projeto desse nível é necessário repensar pessoas e suas habilidades para novas atribuições, assim como tratar os vícios que um processo ineficaz promove entre a equipe.

6 CONCLUSÕES

Diante do exposto pode-se concluir que o trabalho atendeu ao seu objetivo de identificação dos desperdícios associados ao processo de expedição, através da coleta e análise dos dados de transporte, representação do arranjo físico atual, identificação dos desperdícios e finalmente proposição de um novo layout.

Os resultados são limitados devido a diversos fatores, como por exemplo, período necessário para concluir o projeto, a disponibilidade de dados abrangentes, a ausência de uma previsão de longo período da demanda de todos os clientes, disponibilidade limitada para coleta de informações da estrutura física, tempos de processos e fluxo dos materiais. Devido à consistência e previsibilidade das demandas em termos de volume, a proposta será fundamentada utilizando dados dos dois principais clientes.

O presente trabalho apresentou como contexto a indústria metalmecânica e a atividade logística de expedição de produtos do setor agrícola, buscando identificar desperdícios com base na metodologia *Lean* durante os processos de operação.

Através do estudo pode-se verificar que os desperdícios estão associados à distância dos pontos de origem e destino dos materiais ao longo dos processos de expedição e a não utilização de técnicas de verticalização dos estoques causando a distribuição dos itens pela área do setor.

Trabalhos futuros podem abordar a implementação de um software WMS (Warehouse Management System) para quantificar as necessidades de posições de estoque, fluxo de pessoas e dos materiais e técnicas de armazenagem.

REFERÊNCIAS

- ACCORSI, Riccardo.; MANZINI, Riccardo.; BORTOLINI, Marco. A hierarchical procedure for storage allocation and assignment within an order-picking system. A case of study. **International Journal of Logistics Research and Applications**. Bologna: v. 15. 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13675567.2012.742877>
- ALVARENGA, Antônio C. **Logística Aplicada: suprimento e distribuição**. 3. ed. São Paulo: Blucker, 2000
- ARAÚJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARICELO, Luis Gustavo; BACHA, Carlos José Caetano. Oferta e demanda de máquinas agrícolas no Brasil. **Revista de política agrícola**, v. 22, n. 4, p. 67-83, 2013.
- BOWERSOX, Donald J. *et al.* **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2014.
- BUCK, G. Agricultura moderna: descubra as vantagens da mecanização agrícola que reduz prejuízos. **Climate FieldView**. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/agriculturamoderna-entenda-como-a-evolucao-das-colheitadeiras-ajuda-a-reduzir-prejuizos>>. Acesso em: 20 out. 2023.
- CARVALHO, José C. **Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento**. 2. ed. Lisboa: Edições Sílabo. 2017
- CHING, Houg Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: Supply Chain**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- FABER, Koster R.B.M; SMIDTS A. Survival of the fittest: the impact of fit between warehouse management structure and warehouse context on warehouse performance. **Int. J. Prod. Res.** vol. 56. p. 120-39. 2018
- FAVARETTO, Pablo Vinícius *et al.* Projeto de Layout Industrial para uma empresa do ramo metalmeccânico com base nos Princípios da Produção Enxuta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, n. 1, p. 45-71, 2011. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/1206>
- FENABRAVE. **Relatório Anual 2022 do Setor de Distribuição de Veículos Automotores no Brasil**. São Paulo, mar. 2023. Disponível em: <https://www.fenabrave.org.br/anuarios/Anuario2022.pdf>.
- FRAZELLE Edward H. **Supply Chain: Strategy The Logistics of Supply Chain Management**. New York: McGraw-Hill, 2002.
- FURMAN, J.; MALYSA, T. The use of lean manufacturing (LM) tools in the field of production organization in the metallurgical industry. **Metalurgija**, v. 60, n. 3-4, p. 431-433, 2021.

GADALLA, M. A. A conceptual framework to excogitate agile from lean transformation. **International Journal of Rapid Manufacturing**. vol. 1, p. 308 – 322, 2010.

GU, Jinxiang *et al.* Research on warehouse design and performance valuation: A comprehensive review. **Eur. J. Oper.** vol. 203, p. 539-549, 2010.

GUPTA, Shaman; JAIN, Sanjiv K. A literature review of lean manufacturing. **International Journal of Management Science and Engineering Management**. vol. 8, p. 241-249, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17509653.2013.825074>

HODGE, George *et al.* Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. **Production Planning & Control**, vol. 22, n. 3, p. 237-247, 2011.

HOSSAIN, Md Riyad; RASEL, Md Kamruzzaman; TALAPATRA, Subrata. Increasing productivity through facility layout improvement using systematic layout planning pattern theory. **Global Journal of Researches in Engineering**, vol. 14, n. 7, p. 70-75, 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. vol. 49, p. 1-12. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766>.

IEDI, **Intituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial**. Indústria e o Brasil do futuro. 2018. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15486>

LIKER, Jeffrey K. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacture**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

LIKER, Jeffrey K.; ROSS, Karyn. **O modelo Toyota de excelência em serviços: a transformação lean em organizações de serviços**. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

MOURA, Danilo Rodrigues de. **Estudo de tempos e métodos de operadores de logística**. 2021. 67p. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica do Paraná, Guarapuava, 2021. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26928>. Acesso em: 10 out. 2023

NUNES, Andre Miranda. *et al.* Proposta de um o modelo de arranjo físico: estudo de caso numa panificadora em Campina Grande-PB. **XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. 2012. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_163_949_20445.pdf.

OHNO, Taiichi. **Toyota Production System: Beyond Large Scale Production**. 1. ed. Portland, OR: Productivity Press, 1988.

OLIVEIRA, Ezequiel *et al.* Influência da colheita mecanizada na produção cafeeira. **Ciência Rural**. vol. 37, n. 5, p. 1466-1470, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/jr/a/cmCvVykVTnjTtbzLxByfyKy/?lang=pt&format=pdf>.

OLIVEIRA, Jennifer Kaolinne Silva. **Modernização e Inovação na Mecanização da Agricultura no Sudoeste Goiano**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Agronegócio – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO, 2019. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/506/3/tcc_Jennifer%20Karolinne%20Silva%20Oliveira_.pdf. Acesso em: 09 mai. 2023

RODRIGUES, Paulo R. A. **Gestão estratégica da armazenagem**. 1. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2003.

RODRIGUES, S. *et al.* Logística: o endereçamento como ferramenta fundamental na armazenagem e estocagem. **Faculdade de Tecnologia de Santa Catarina**. 2015. Disponível em: http://www.bm.edu.br/fatesc.edu.br/wpcontent/blogs.dir/3/files/pdf/tccs/o_enderecamento_como_ferramenta_fundamental_na_armazenagem.pdf

RUSHTON, Alan; CROUCHER, Phil, BAKER, Peter. **The Handbook of Logistics & Distribution Management**. 6. ed. Kogan Page Limited. London, 2017

SALOMÃO, J. A. F. O Moderfrota e a política de modernização da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**. ano 11-12, nº 4-1, p. 15-21, 2003.

SILVA, Ana Lucia Fernandes. Proposta de melhoria de layout: um estudo de caso no setor de aramados de empresa metalúrgica. **Refas-Revista Fatec Zona Sul**, v. 6, n. 3, p. 13-26, 2020.

VEGRO, C. L. R.; FERREIRA, C. R. R. P. Mercado de máquinas agrícolas automotrizes: alta dos suprimentos estratégicos. **Instituto de Economia Agrícola (IEA)**, v. 3, n. 7, 2008. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=9344>. Acesso em: 18 maio 2023.

WOMACK, James P.; JONES Daniel T.; ROOS Daniel. **The Machine That Changed the World**. Simon and Schuster; 2007

WRENNALL, W. **Facilities Layout and design in Maynard's Industrial Engineer Handbook**. 3.ed. McGraw-Hill, 2004.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 5. ed. Bookman, 2015.