

FABRICIO PASCHOALOTI MANTOVANI

**PROPOSTA DE MELHORIA DO *LAYOUT* DE UM ARMAZÉM DE VIDROS
AUTOMOTIVOS.**

FABRICIO PASCHOALOTI MANTOVANI

**PROPOSTA DE MELHORIA DO *LAYOUT* DE UM ARMAZÉM DE VIDROS
AUTOMOTIVOS.**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche

Guaratinguetá
2015

M293p Mantovani, Fabrício Paschoaloti
Proposta de melhoria do layout de um armazém de vidros automotivos /
Fabrício Paschoaloti Mantovani. - Guaratinguetá, 2014
74 f.: il.
Bibliografia: f. 70-74

Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014
Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche


1. Vidro- Armazenamento 2. Layout 3. Logística 4. Embalagens I. Título

CDU 691.6

FABRÍCIO PASCHOALOTI MANTOVANI

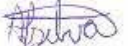
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA


Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SILVA
UNESP-FEG


Prof.ª Dr.ª LIANE MÁRCIA FREITAS
UNESP-FEG

Fevereiro de 2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para que pudesse conseguir concluir o curso.

Aos meus pais, pelo amor e incentivo, no qual sem eles esse trabalho não poderia ser finalizado.

À minha irmã e ao meu cunhado, por todos os anos de companheirismo e amizade. E à minha namorada por todo apoio e cumplicidade.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, com quem aprendi muitas coisas que não são ministradas em sala de aula.

Aos meus amigos da República Masmorra, que proporcionaram muitos momentos de diversão e estudo nesse período.

Também expresso gratidão a todos os professores que me acompanharam durante minha fase acadêmica e que transmitiram todo meu conhecimento adquirido.

Agradeço em especial ao Professor Dr. José Roberto Dale Luche, o qual me orientou e me ajudou no desenvolvimento deste trabalho.

Um muito obrigado a todos que, de qualquer forma, contribuíram para a conclusão desta importante etapa de minha vida.

“A felicidade é algo impossível de
descrever, basta apenas senti-la.”

Dr. Osmar de Oliveira

MANTOVANI, F. P. – **Proposta de melhoria do *layout* de um armazém de vidros automotivos**. 2014. 74f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

RESUMO

O presente trabalho pautou-se no estudo de melhoria do *layout* do armazém de uma multinacional do setor de vidros automotivos, localizada no interior do Estado de São Paulo. O objetivo do trabalho foi propor um modelo de *layout* para ser mais eficaz e que, além de otimizar a produção, também promovesse um aumento na capacidade de acondicionamento do armazém para os racks metálicos contendo vidros, diminuindo assim os custos operacionais. Para alcançar o objetivo almejado, foram desenvolvidas duas propostas de *layout*, assim, para tal foram utilizadas ferramentas de gestão de estoque, como a Curva ABC e o Diagrama de Espaguete, além de outros conceitos de Engenharia de Embalagem e Logística. Ao final deste trabalho, foi obtido como resultado um projeto em que foi possível rearranjar as embalagens de acordo sua demanda, e as alterações desenvolvidas tornaram o *layout* mais eficiente tanto na capacidade de armazenagem quanto na movimentação interna.

PALAVRAS-CHAVE: *Layout* de armazém. Armazenagem. Logística. Embalagem. Engenharia de Embalagem. Setor Automotivo. Vidros.

MANTOVANI, F. P. - **Proposal for improvement of the layout of a warehouse of automotive glasses.** 2014. 74f. Graduate Work (Graduate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

ABSTRACT

This work was based on a case study of improvement of the warehouse layout of a multinational automotive glass sector, located in the State of Sao Paulo. The aim was to propose a layout template to be more effective and besides optimizing production would also promote an increase in warehouse packaging capacity for metal containers containing glasses, thus reducing operating costs. To achieve the desired purpose, it was developed two layout proposals and to this end inventory management tools have been used, such as ABC curve and the Spaghetti Diagram, and other concepts of Packaging Engineering and Logistics. By the end of this work, it was obtained as a result, a project in which it was possible to rearrange the packages according the demand, and the developed changes became the most efficient layout both in storage capacity as well as in the internal drive.

KEYWORDS: Warehouse layout. Storage. Logistics. Packaging. Packaging Engineering. Automotive Sector. Glasses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de um projeto de embalagem.....	23
Figura 2 – Cadeia de abastecimento (adaptada de Moura (1998, p. 38)).....	25
Figura 3 – Armazém e suas atividades (adaptada de NL suporte a gestão)..	28
Figura 4 – Projeto de armazém (adaptada de Gu <i>et al.</i> (2010)).....	34
Figura 5 – Exemplo de um Diagrama de Espaguete.	39
Figura 6 – Dimensões de um rack metálico.	42
Figura 7 – Exemplos de empilhamento.	43
Figura 8 – Armazém utilizado para estocar as embalagens.	46
Figura 9 – Gráfico da curva ABC.....	50
Figura 10 – Gráfico com a porcentagem individual de cada embalagem.	50
Figura 11 – Disposição das ruas (Proposta 1).	55
Figura 12 – Disposição dos racks (Proposta 1)	56
Figura 13 – Disposição das ruas (Proposta 2).	58
Figura 14 – Disposição dos racks (Proposta 2)	59
Figura 15 – Trajetos percorridos para armazenar as embalagens (Proposta 1).....	62
Figura 16 – Trajetos percorridos para expedição das embalagens (Proposta 1)	63
Figura 17 – Trajetos percorridos para armazenar as embalagens (Proposta 2).....	65
Figura 18 – Trajetos percorridos para expedição das embalagens (Proposta 2)	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de empilhadeira (adaptado de SIMAQ).....	31
Quadro 2 – Tipos de racks existentes na empresa analisada	44
Quadro 3 – Quantidade de ruas do modelo atual e suas respectivas extensões.....	45
Quadro 4 – Quantidade anual de peças vendidas por cliente.	47
Quadro 5 – Embalagens utilizadas para cada cliente/peça.	48
Quadro 6 – Volume anual de cada rack utilizado pela empresa.....	48
Quadro 7 – Categorização dos racks de acordo com sua demanda anual.	49
Quadro 8 – Categorização dos itens de acordo com sua demanda.....	49
Quadro 9 – Quantidade e tipos de ruas do modelo proposto e suas respectivas extensões.....	51
Quadro 10 – Cálculo da quantidade de ruas necessárias para cada rack metálico	53
Quadro 11 – Proposta 1 - Armazenagem das embalagens	62
Quadro 12 – Proposta 1 - Expedição das embalagens	64
Quadro 13 – Proposta 2 - Armazenagem das embalagens	66
Quadro 14 – Proposta 2 - Expedição das embalagens.....	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.	10
1.1	CONTEXTO.....	10
1.2	OBJETIVOS.....	11
1.3	JUSTIFICATIVA.....	12
1.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
1.5	ESTRUTURA.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.	16
2.1	A EMBALAGEM E SUA IMPORTÂNCIA.	16
2.2	ENGENHARIA DE EMBALAGEM.....	20
2.3	LOGÍSTICA.	24
2.4	IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA.....	26
2.5	ARMAZENAGEM.....	27
2.6	<i>LAYOUT</i>	33
2.7	FIFO.....	36
2.8	FERRAMENTAS UTILIZADAS NO ESTUDO DE CASO.....	37
2.8.1	Curva ABC.	37
2.8.2	Diagrama de Espaguete.	38
3	ESTUDO DE CASO.	40
3.1	PRINCIPAIS PROBLEMAS.	41
3.2	DESCRIÇÃO DAS EMBALAGENS.	41
3.3	DESCRIÇÃO DO ARMAZÉM.	44
4	RESULTADOS.	47
4.1	ANÁLISE DAS EMBALAGENS A PARTIR DA CURVA ABC.....	47
4.2	ANÁLISE E ELABORAÇÃO DOS NOVOS MODELOS DE <i>LAYOUT</i>	51
4.3	MAPEAMENTO DAS DISTÂNCIAS PERCORRIDAS ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE ESPAGUETE.....	60
4.4	SÍNTESE DOS RESULTADOS.	68
5	CONCLUSÕES.	69
	REFERÊNCIAS.	70

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

Atualmente, a importância da análise do *layout* em uma empresa aumentou tanto que chega a se igualar com a relevância da estratégia de vendas utilizada. Isso se deve ao fato de que quando a implantação adequada de *layout* é realizada, pode haver economias em diversos aspectos, seja devido à distribuição dos instrumentos de trabalho, dos pontos de armazenamento ou ao fator humano envolvido. (HUDSON e HADDAD, 2014)

Quando o *layout* de um setor é bem estudado é possível minimizar erros, prever futuros problemas de otimização do espaço e, conseqüentemente, tornar o ambiente de trabalho mais harmonioso e funcional, melhorando a funcionalidade da equipe de trabalho. É possível também dar maior conforto ao cliente através da alocação dos produtos, o que pode fazer com que os consumidores comprem mais. (RAITER, 2012)

O mesmo autor ainda afirma que otimizar o *layout* de um armazém pode ser capaz inclusive de gerar diferenciais competitivos, nos quais as empresas podem se basear para obter vantagens mercadológicas importantes para seus resultados finais. Ter um armazém bem estruturado maximiza a eficiência da entrega dos materiais necessários tanto para clientes internos, quanto externos. Além disso, melhorando o espaço é possível, por exemplo, estocar grandes quantidades de materiais cujo valor irá sofrer forte variação, planejando de forma estratégica o preço final de seus produtos, bem como suas ações de vendas.

Queirolo *et al.* (2002) dizem que a armazenagem pode ser definida basicamente por três funções: i) recebimento de mercadorias a partir da fonte; ii) armazenagem de mercadorias até que estas sejam requisitadas pelo cliente (interno ou externo); e iii) levantamento e separação das mercadorias solicitadas. O armazenamento para o cliente interno refere-se a toda matéria prima estocada, bem como os materiais em processo, enquanto o armazenamento para um cliente externo, diz respeito normalmente ao armazenamento de produtos acabados. No entanto, independente do cliente ao qual o estoque irá atender, suas funções de armazenagem devem estar calcadas na eficiência em atender as necessidades dos requisitantes buscando, sobretudo, um *layout* que proporcione a rapidez desejada. Os autores salientam ainda que para que os objetivos do estoque sejam atingidos é necessário:

- Maximizar o uso do espaço;

- Otimizar a utilização dos equipamentos e da mão de obra;
- Aumentar a acessibilidade aos materiais; e
- Prover segurança a todos os itens.

Embora os objetivos do *layout* do armazém e de sua operação sejam facilmente reconhecidos, problemas com sua configuração estrutural são muitas vezes maximizados pela grande variedade de produto que necessitam de armazenamento. Além disso, fatores externos como aumento da demanda, oportunidades mercadológicas (de compra de matéria prima ou venda de produtos acabados), podem impactar significativamente nas atividades de armazenamento.

Portanto, pode-se afirmar que reconhecidamente o *layout* do armazém de uma empresa deve ser algo a ser planejado de forma cautelosa e com atenção redobrada.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é estudar o *layout* atual do armazém de produtos prontos (vidros automotivos) da empresa analisada, verificando se o modelo atual pode ser melhorado, de modo a aproveitar ao máximo o espaço disponível para estocagem das embalagens. Constatado a possibilidade de melhoria, desenvolver um novo *layout* com a finalidade de otimizar a área de estocagem.

Para atingir o objetivo desejado, devem-se levar em conta as seguintes ações:

- Registro do *layout* atual do armazém de vidros automotivos e sua respectiva capacidade;
- Segmentação dos itens a serem embalados, categorizando-os de acordo com a sua demanda e embalagem requerida para o transporte interno e externo.
- Proposta de um novo *layout* mais eficiente para o armazém, levando em consideração os produtos mais significativos indicados pela análise da Curva ABC.
- Mapeamento da movimentação interna das embalagens da empresa analisada através do Diagrama de Espaguete.

1.3 Justificativa

A engenharia de embalagem é a responsável pelo projeto e desenvolvimento das embalagens necessárias para o armazenamento e transporte dos vidros, tanto para movimentação interna, quanto para a entrega ao cliente final. A embalagem impacta diretamente nos custos de produtividade e no sistema logístico de um produto. Como o objetivo de todas as empresas é de reduzir o máximo possível os custos sem prejudicar seu produto, a embalagem exerce um papel importante nessa tarefa, sendo responsável por minimizar os gastos com entregas conservação e armazenagem.

Além disso, as embalagens têm como função principal a proteção do produto, garantindo sua integridade durante todo sistema logístico até o consumidor final e também têm a responsabilidade de agregar valor ao produto, a fim de alavancar positivamente as vendas e instruir sobre as condições de utilização, exibindo informações do produto e alertas de manipulação e transporte.

Como no setor automotivo há uma grande diversidade de veículos, os vidros acabam por apresentar as mais diferentes formas e dimensões. Com isso, é necessário que para cada peça, seja desenvolvida uma embalagem apropriada, buscando sempre garantir a integridade do produto, além do menor custo possível.

O transporte de vidros não é uma tarefa fácil, já que o material possui uma grande resistência mecânica e com isso uma grande fragilidade a impactos (baixa ductibilidade). Dessa forma, os vidros devem ser transportados de uma maneira segura, e com o menor volume possível, que garanta a sua proteção quanto a quebras e também evitar riscos e contaminações.

Outro tópico bastante importante que será objeto de estudo é a Logística. Não menos importante que qualquer outro processo de uma empresa, a logística tem papel fundamental no controle de entradas e saídas de produtos, além da estocagem dos materiais.

O armazém é a área responsável por estocar os produtos embalados de uma empresa, desta forma, um *layout* adequado torna o ambiente de trabalho mais eficiente, reduzindo os custos da empresa.

Do exposto, a área de armazenagem será onde se concentrará o estudo de caso deste trabalho.

Assim, o foco principal será o armazém do setor automotivo da empresa analisada, utilizando-se seus dados para o estudo, e também serão analisados os seguintes departamentos: Engenharia de Embalagem, e Logística.

1.4 Materiais e métodos

Buscando os objetivos propostos neste trabalho, foram utilizados dois tipos de procedimentos metodológicos: a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso.

Para Gil (2008) uma pesquisa exploratória é aquela que proporciona ao autor uma familiaridade maior com o problema. Ela envolve levantamentos bibliográficos realizados em materiais já elaborados anteriormente, como livros e artigos científicos.

De acordo com Ventura (2007) o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa bastante complexa, já que apresenta várias abordagens e aplicações. Este método é considerado um instrumento de investigação por buscar o conhecimento de um fenômeno a partir da exploração de um caso. Ele pode ser aplicado em diversas áreas do conhecimento e é fundamental o papel do investigador para concluí-lo.

Através da pesquisa bibliográfica foi possível elaborar uma base teórica para auxiliar no desenvolvimento e, conseqüentemente, a conclusão do trabalho. Juntamente com essa pesquisa, realizou-se um estudo de caso para que fosse possível coletar dados e informações da empresa a fim de compreender melhor o problema e atingir os objetivos deste trabalho. Segue abaixo um resumo das etapas utilizadas na realização do trabalho:

ETAPA 1: Análise dos Problemas enfrentados pela Armazenagem

Para definir os problemas enfrentados pela empresa no setor de armazenagem, foram realizadas análises *in loco* com o auxílio e acompanhamento do responsável pelo setor, onde foi possível conhecer e analisar o armazém e constatar a necessidade de aumentar este espaço.

ETAPA 2: Coleta de Dados

Como a empresa analisada já realizava os controles necessários através de um *software*, a coleta dos dados foi facilitada. Através do auxílio dos responsáveis pelo setor de Engenharia de Embalagem e de Logística, foi possível obter os seguintes dados necessários para o desenvolvimento deste trabalho:

- Produtos: lista dos produtos comercializados, assim como suas dimensões e todas as informações referente a eles.
- Vendas: dados da quantidade vendida de cada produto por um período de doze meses.
- Estoque: quantidade mantida em estoque no momento do estudo.
- Racks: quantidade de racks utilizados por cada produto.
- Previsão de venda: baseado em negociações já concluídas, obteve-se uma previsão de vendas buscando estabelecer a quantidade exigida para manter em estoque.

Já os dados de armazenagem foram obtidos por meio de uma análise *in loco* realizada pelo autor do estudo auxiliado pelo responsável deste setor buscando conhecer o armazém. Nesta análise foram coletados dados visuais e da disposição dos materiais armazenados.

ETAPA 3: Desenvolvimento e análise da Curva ABC

Para dar início à análise de melhoria do espaço, realizou-se um estudo da curva ABC, buscando priorizar os produtos com maior movimentação e dispô-los em lugares estratégicos no armazém. Esse método utiliza dados históricos de vendas para classificar os itens mais significativos para o faturamento da empresa. Para esta análise foram utilizados os seguintes dados: descrição e informações do produto, e sua respectiva quantidade de venda.

ETAPA 4: Desenvolvimento do Diagrama de Espaguete

Como o objetivo geral do estudo era melhorar o espaço de armazenagem da empresa analisada, realizou-se um estudo do Diagrama de Espaguete buscando mapear o fluxo das atividades realizadas no setor analisado a fim de estabelecer possíveis problemas e efetuar melhorias no processo.

Neste estudo foi realizada uma análise do fluxo inicial das atividades através de um acompanhamento destas, com o auxílio do responsável da área de Logística. Após as alterações julgadas necessárias no *layout* do armazém, foi desenvolvido o diagrama a fim de demonstrar que as melhorias realizadas seriam eficientes e otimizariam o fluxo.

1.5 Estrutura

Para um melhor entendimento, o trabalho está estruturado em 5 capítulos, conforme descrito a seguir.

No capítulo 1 foi onde o trabalho e seu contexto foram apresentados através de seu objetivo, justificativa e o método de pesquisa utilizado para a realização deste. Já no capítulo 2 são dadas as definições de temas abordados durante o trabalho perante outros autores, ou seja, o referencial bibliográfico. O terceiro capítulo é composto pela apresentação da empresa analisada, uma breve introdução ao objeto de estudo e uma análise dos problemas encontrados. No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos com a aplicação da metodologia. O capítulo 5 fecha o trabalho com a conclusão dos resultados e recomendações que possam auxiliar futuros estudos.

Além destes 5 capítulos o trabalho apresenta no final a bibliografia utilizada nas definições do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Embalagem e sua Importância

Moura e Banzato (1997) apresentam várias definições para embalagem. Porém, pode-se dizer que embalagem é um conjunto de artes, ciências e técnicas utilizadas para envolver e proteger os produtos durante sua movimentação, transporte, armazenagem, comercialização e consumo. É com ela que se prepara o produto para distribuição e apresentação ao consumidor final, assegurando sua entrega em perfeitas condições.

Os autores citam que o desenvolvimento da embalagem se deu com a origem do homem. Mesmo sem o conhecimento de quem inventou o primeiro formato de embalagem, sabe-se que os primeiros habitantes necessitavam transportar seus suprimentos, utilizando para isso, primeiramente, crânios de animais, chifres grandes ou conchas. A partir disso, com o aumento das necessidades, as embalagens foram se aperfeiçoando até chegar às conhecidas de hoje em dia. (MOURA E BANZATO, 1997)

Mestriner (2014) acredita que a embalagem contribui diretamente para o desenvolvimento de um país e para a melhoria na qualidade de vida de sua população. Ele cita alguns casos onde a utilização da embalagem é fundamental:

- **Saúde pública:** sem a embalagem apropriada é impossível levar medicamentos, vacinas, merenda escolar, entre outras necessidades, à população de forma correta.
- **Exportação:** de suma importância para o equilíbrio de nossa balança comercial, utiliza intensamente as embalagens para que os produtos cheguem em perfeitas condições a seu destino e possam ser competitivos no mercado mundial.
- **Higiene pessoal, cosméticos e perfumaria:** abrange uma vasta gama de produtos essenciais para o dia a dia, em que o Brasil está entre os maiores mercados do mundo.
- **Transporte nacional:** os habitantes das diferentes regiões do país só conseguem consumir produtos produzidos em outra região graças às embalagens que permitem que os alimentos industrializados tenham seu tempo de vida aumentado para possibilitar o transporte.

- **Geração de empregos:** se não existissem embalagens, não existiria a reciclagem delas. Reciclagem esta que, além de contribuir para a preservação da natureza, gera emprego para mais de meio milhão de brasileiros sem qualificação social.

Na concepção da embalagem é preciso levar em consideração todos os aspectos com os quais a embalagem estará envolvida durante sua vida útil, tais como: transporte, acessórios, clientes, armazém, controle, exposição ao sol ou chuva etc., sendo desta forma, necessário criar embalagens resistentes a todas essas variáveis.

Para Carvalho (2008) o desenvolvimento do projeto deve ser feito considerando o contexto em que o produto está inserido. É necessário que se olhe para o produto e a embalagem como uma unidade, sendo que o projeto deve ser trabalhado como um todo. A embalagem precisa ser física e quimicamente compatível com o produto e com o ambiente no qual estará inserida. A maioria dos danos sofridos por um produto deve-se à vibração e aos impactos mecânicos ocorridos durante a movimentação e o transporte, sendo estas movimentações manuais ou por equipamentos: transportadores de esteira, de roletes e pneumáticos, carrinhos de todos os tipos, empilhadeiras, elevadores, etc. Durante a movimentação, a sua embalagem será tratada de todas as formas, menos com carinho. A contribuição do transporte para os danos dependerá do tipo de transporte, do veículo e da rota, e não do condutor.

A embalagem deve ser projetada para suportar todos os tipos de impactos e danos sofridos durante seu armazenamento, movimentação e transporte, visto que seu objetivo principal é proteger o produto, preservando-o da melhor forma possível.

Corroborando a ideia de Carvalho (2008), Romano (1996) diz que o produto não pode ser planejado separado da embalagem, que por sua vez, não deve ser definido apenas com base no bom senso, pois integra um sistema complexo de materiais, funções, formas e processos de engenharia, marketing, comunicação, legislação e economia.

Apesar de ter um conceito básico e papel fundamental bem definido (proteger o produto), o conceito de embalagem dentro das organizações pode variar de acordo com a visão de cada departamento sobre esta. Moura e Banzato (1990 *apud* Romano 1996) apresentam diferentes visões para cada área de uma empresa:

- **Distribuição física:** durante sua movimentação, transporte e estocagem a embalagem serve como proteção ao produto;
- **Design:** quando se fala em embalagem, o aspecto físico é essencial, podendo, portanto, ser definida como o material ou meio protetor, permitindo que uma mercadoria chegue ao consumidor em ótimas condições e, em alguns casos, garanta boa apresentação e estado de conservação na hora do uso;
- **Marketing:** além de proteger o produto transportado, a embalagem também estabelece uma imagem ou atração por meio dela;
- **Compras:** a aplicação das técnicas de produção e marketing resulta nas embalagens, para que o produto alcance o objetivo pré-estabelecido relacionando utilidade/custo de forma favorável;
- **Vendas:** a visão é equivalente a visão de marketing, com foco na atração que a embalagem gera no cliente, aumentando o poder de venda;
- **Finanças:** sua função para esta área é tecno-econômica, com o objetivo de, ao menor custo possível, proteger e distribuir, promover as vendas, e dessa forma, alavancar os lucros;
- **Jurídica:** é considerado como o conjunto de artes, ciências e técnicas utilizadas na preparação das mercadorias, cujo objetivo principal é criar condições favoráveis para a logística, venda e consumo ou, ainda, uma forma de assegurar a entrega de um produto numa condição razoável ao menor gasto global, levando em conta ainda que a embalagem é uma maneira de informar certas características do produto, como por exemplo, o grau de periculosidade, etc.;
- **Fornecedores:** é o elemento que protege o que será vendido, além de vender o que está protegido. Embalar não significa apenas envolver o conteúdo de forma segura, mas, sobretudo, dosá-lo e levá-lo ao cliente final, em uma unidade prática. A embalagem de um produto é considerada como o "rosto", a "roupa" deste, sendo o conteúdo identificado através dela.
- **Engenharia de produto:** surge da integração de arte e ciência, exigindo conhecimentos de resistência de materiais, design, movimentação de materiais,

logística, fluxogramas, fabricação, e mercado, além de percepção apurada de bom senso e muita criatividade;

- **Engenharia Industrial (logística):** a visão é a mesma à distribuição física, ou seja, durante sua movimentação, transporte e armazenagem a embalagem serve para proteger os produtos;
- **Pesquisa & Desenvolvimento de produtos:** configura-se como a interface entre o produto e o meio, com intuito de proteger o produto do meio ou o meio do produto, em situações que envolvam certo perigo. A embalagem é o invólucro ou o recipiente utilizado para acondicionar e transportar as mercadorias;
- **Produção:** a embalagem pode ser definida como a técnica de preparar as mercadorias para distribuição, podendo incluir a preservação, marcação, secagem, empacotamento, unitização e limpeza. Pode ser ainda considerada como a seleção ou construção de um contêiner para expedição e montagem de itens ou pacotes no seu interior, o que inclui qualquer bloqueio, escoramento ou amortecimento, à prova das condições do tempo, reforços externos e marcação (*shipping mark*) necessária para que o conteúdo seja identificado; e
- **Garantia da qualidade:** o elemento que faz com que o produto chegue ao seu destino, sem ter sofrido perda de qualidade, é a embalagem. Sendo assim, ela caracteriza-se como uma forma de garantir que um produto chegue ao cliente com o mesmo grau de qualidade com que saiu da produção;

A importância da embalagem pode ser observada diante das diversas variações de conceito a ela relacionadas, de acordo com a visão de cada área da organização, evidenciando que, apesar do objetivo principal ser o de proteger o produto, a embalagem tem inúmeras funcionalidades e papéis nas relações comerciais, tornando-se indiscutivelmente essencial para as atividades empresariais de qualquer ramo de negócios.

2.2 Engenharia da Embalagem

A engenharia de embalagem é a responsável pelo desenvolvimento e criação das embalagens, e o foco é a excelência em qualidade para que a proteção ao produto seja total. Carvalho (2008) diz que a qualidade de uma embalagem depende da proteção destinada a ela, devendo considerar ainda o tipo de transporte, o veículo e a rota que determinado produto será transportado. A embalagem deverá ser preparada adequadamente para receber esses ataques externos, assegurando que o produto chegue ao seu destino final com sua qualidade e integridade física preservados.

Nesse contexto, observar que todos os aspectos que envolvem o chamado sistema de embalagem são fundamentais para o sucesso do projeto final. Moura e Banzato (1990 *apud* Romano 1996) explicam que o sistema de embalagem é tudo aquilo que a envolve, suas operações e materiais utilizados para levar os produtos do ponto de origem até o de consumo, inclusive máquinas e veículos para o seu embarque. É válido afirmar que um sistema de embalagem é composto por um conjunto inter-relacionado de componentes de atividades, o qual inclui:

- Operações em que a embalagem é preenchida, quantificada, inspecionada quanto à sua qualidade e lacrada;
- Matéria-prima básica;
- Operações que conformam materiais em embalagens;
- Unitização e/ou preparação para distribuição;
- Distribuição através de canais, os quais envolvem estocagem, movimentação e transporte;
- Esvaziamento da embalagem pela consumação do produto; e
- Arranjo, reaproveitamento ou reciclagem da embalagem;

Todo este processo faz parte do ciclo de vida útil da embalagem e por isso deve ser observado de forma cuidadosa pelas organizações, buscando oportunidades de melhoria contínua.

Um dos itens mais importantes no processo de criação e desenvolvimento da embalagem é indiscutivelmente a matéria prima, ou seja, o material que será utilizado para produção da embalagem. Webler (2012) diz que há basicamente quatro categorias de materiais no campo das embalagens: papel, metal, vidro, e plástico, sendo indispensável conhecer as suas propriedades e características, para adequar da melhor forma a embalagem ao produto. Sem este conhecimento o projeto poderá fracassar. Cada um destes materiais tem suas principais características que serão explicadas a seguir:

- **Papel** – É um dos mais econômicos e versáteis materiais para as embalagens. É também o mais usado para este fim. Por definição, é uma folha seca e fina, composta pelo entrelaçamento de pequenas fibras de celulose obtidas de diversas substâncias vegetais;
- **Metal** – Os metais mais utilizados na fabricação de embalagens são o Alumínio e suas ligas, aços inoxidáveis, o aço revestido com estanho ou cromo, e o ferro galvanizado. O Alumínio é mais leve que o ferro, oferecendo vantagens no transporte. Por conta de sua maleabilidade, permite também processos de deformação, como estampagem e extrusão. A resistência à corrosão é outra característica a ser exaltada. O aço revestido com estanho tem uma resistência maior, sendo assim possível realizar o dobramento e a estampagem sem que o material sem rompa. É um dos materiais mais utilizados na indústria alimentícia, já que permite sua esterilização;
- **Plástico** – É considerado como um material moldável, sendo classificado de duas formas: i) os Termoplásticos, que são endurecidos pelo resfriamento e amolecidos pelo calor; e ii) os Termofixos, que através da ação do calor tornam-se cada vez mais tenazes e infusíveis.
- **Vidro** – Este material tem como maior vantagem, a visualização do conteúdo da embalagem, devido a sua transparência. É frágil quando se aplica esforço acima de sua capacidade e deixa ultrapassar luz, absorvendo os raios ultravioletas. Porém, apresenta alta resistência química à maioria das substâncias;

De acordo com Carvalho (2008), as embalagens podem ser encontradas com uma variedade imensa de formas, modelos e materiais, contudo independente do tipo, ela deve está

relacionada diretamente ao produto, sendo indispensável uma apuração de qual material se adéqua melhor a este ou aquele produto.

Outro fator fundamental a ser analisado durante o processo de desenvolvimento na embalagem é para qual finalidade ela será utilizada, podendo este conceito ser diferenciado de acordo com a visão de cada departamento. Por exemplo, segundo Pedelhes (2005 *apud* WEBLER 2012) para a logística e distribuição, o importante é a função de proteção que a embalagem terá, sendo estas divididas em cinco categorias:

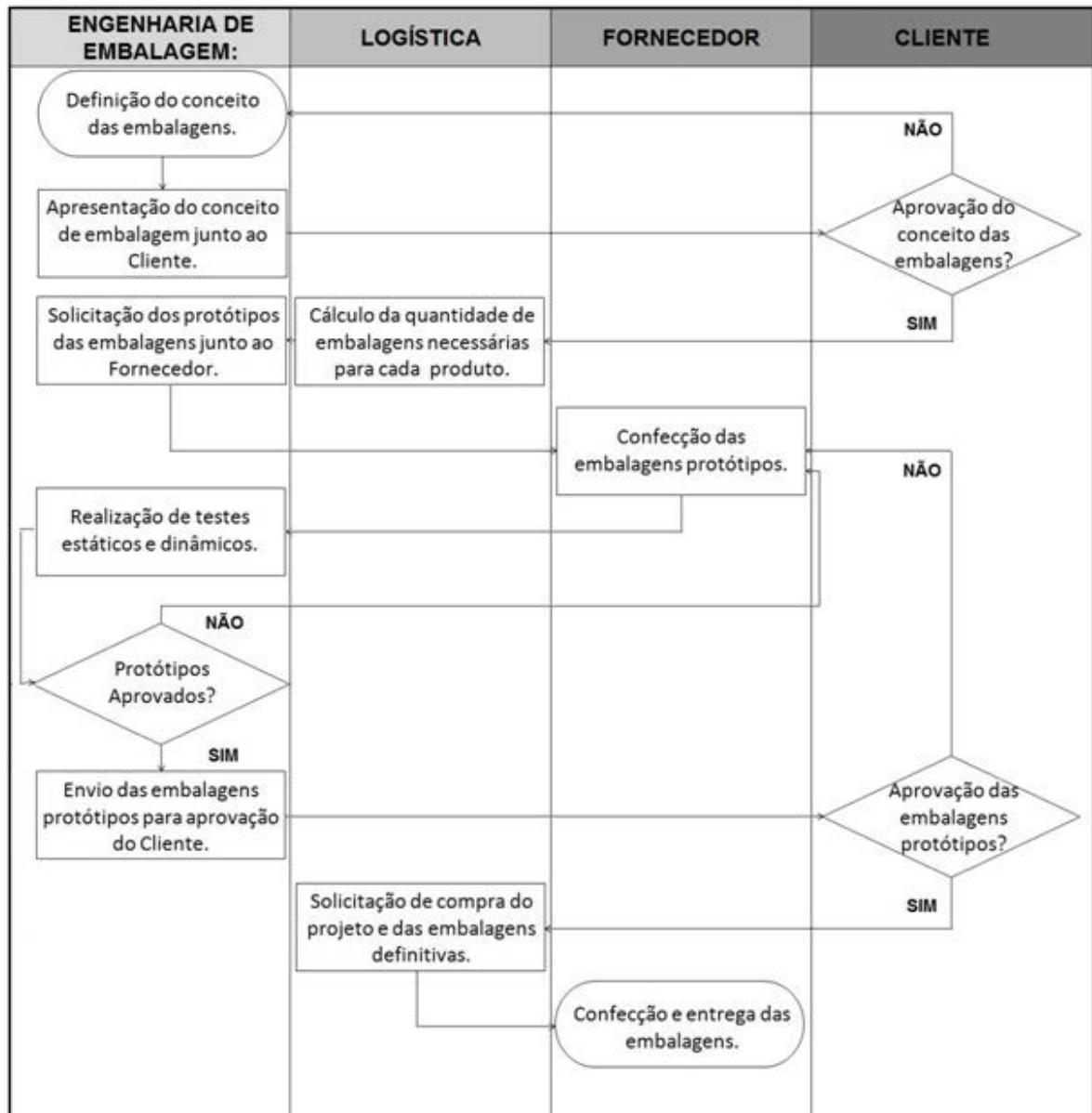
- **Primária:** é aquela que está em contato direto com o produto. Exemplo: frascos de iogurte;
- **Secundária:** é a embalagem que protege a embalagem primária. Exemplo: o plástico utilizado para envolver e transportar latas de refrigerante;
- **Terciária:** compostas por caixas de papelão, plásticas ou de madeira;
- **Quaternária:** São aquelas embalagens que possibilitam de maneira mais eficaz a movimentação e armazenagem do produto. Exemplo: os *containers*; e
- **Quinto nível:** são tipos de embalagens especiais para transporte de produtos a distâncias mais longas.

Segundo Carvalho (2008), para iniciar um projeto de embalagem deve-se ter informações sobre a estabilidade do produto e o seu grau de fragilidade, para que desta forma seja possível a definição da proteção necessária que deve ser fornecida pela embalagem.

De acordo com Razzolini Filho (2011), o desenvolvimento de um produto no mercado é bem mais do que empreender. Visa transformar a ideia em projeto, para que posteriormente seja fabricado, testado, e se aprovado, vendido ao cliente. Para esta etapa, vários departamentos são envolvidos: Engenharia de Embalagem, Logística, Compras, Jurídico, além do fornecedor e cliente.

Para descrever de maneira visual as etapas de um novo projeto em uma empresa é apresentada a Figura 1, com o fluxograma do desenvolvimento de uma embalagem.

Figura 1 – Fluxograma de um projeto de embalagem.



Fonte: (Autor próprio).

De acordo com Alves (2009), independe de qual finalidade, função ou visão que a embalagem tenha, nos diversos departamentos das organizações, o fato é que seu desenvolvimento e criação devem ter atenção ímpar por parte dos gestores, sendo inclusive parte do planejamento estratégico, subsidiando a tomada de decisão. Através de uma embalagem de qualidade que atenda os anseios, de marketing, logística, vendas, entre outros departamentos, é possível criar vantagens competitivas fundamentais para diferenciação mercadológica e consequente crescimento empresarial.

2.3 Logística

Para Rodrigues *et al.* (2015) Logística é um termo que vem do francês “*Logistique*” que, de acordo com o Dicionário Aurélio (FERREIRA, 1986, APUD, RODRIGUES *ET AL.*, 2015) é uma parte da arte da guerra que trata desde o planejamento até a distribuição e evacuação de materiais. Esse conceito existe há muito tempo, desde quando era utilizado pelo exército americano para formular estratégias de abastecimento de seu exército.

De acordo com Ballou (2004) Logística é “o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.” Sua missão é fornecer mercadorias de qualidade e de modo eficiente ao consumidor.

No campo empresarial, a Logística é executada há vários anos. Porém, antes da década de 50 ela era realizada sem nenhum conceito ou teoria formal sobre o assunto. Após essa década, com a combinação entre a tecnologia e a pressão econômica, houve uma transformação na prática da logística que continua até os dias atuais. (BOWERSOX E CLOSS, 2001)

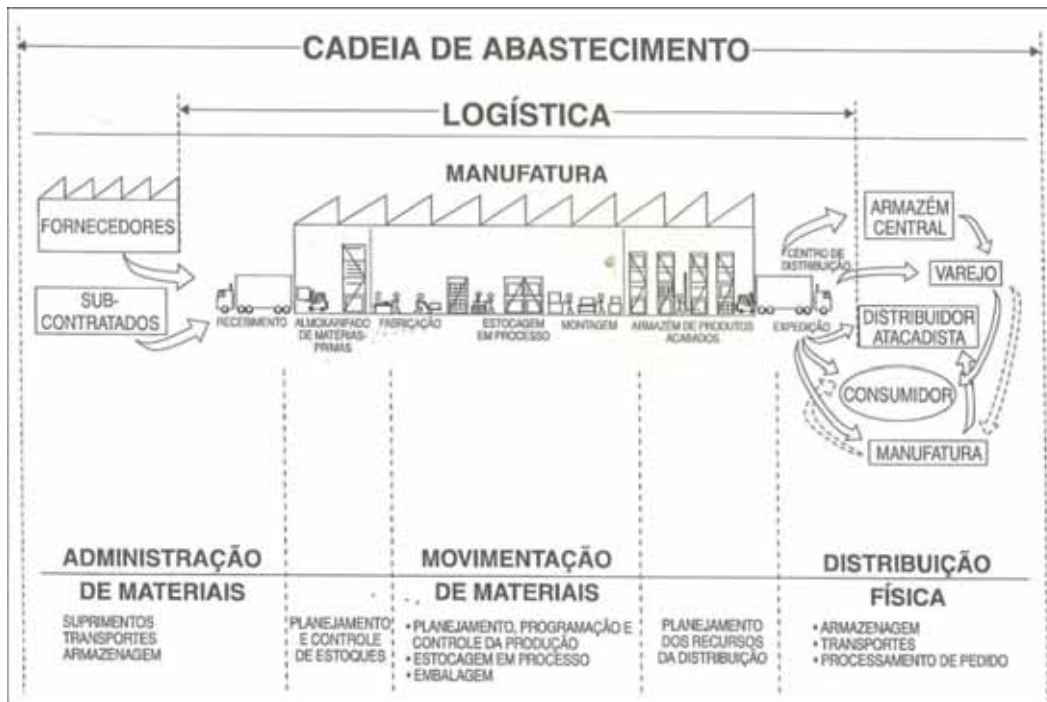
Para Ballou (2006), há não muito tempo atrás, as empresas utilizavam essa ferramenta em apenas um setor, de forma isolada e sem visão estratégica de mercado. Já atualmente, ela deixou de ser a solução de apenas um setor e passou a ter um conceito de gerenciamento coordenado das atividades relacionadas a ela.

De modo geral, a Logística é um sistema que inter-relaciona diversos segmentos e setores, buscando entregar a quantidade correta das mercadorias solicitadas no lugar e no tempo certo, levando em conta as condições e o custo mínimo. (MOURA E BANZATO, 1997)

Para Bowersox (2006) a Logística inclui não só a movimentação de produtos, mas também a transferência de informações entre participantes de uma cadeia de suprimentos. Seu objetivo é tornar disponíveis os produtos e serviços, onde e quando for necessário, mediante a integração de informações, transporte, estoque, armazenamento, manuseio de matérias e embalagens.

Moura (1998) demonstra a Logística e suas atividades na seguinte figura:

Figura 2 – Cadeia de abastecimento.



Fonte: (Adaptada de Moura, 1998, p. 38).

De acordo com o autor, a Logística é agrupada nas seguintes atividades:

- **Administração de Materiais:** engloba a maioria das atividades realizadas pelos setores de compras, recebimento, planejamento e controle de produção, expedição, tráfego e estoques, com exceção daquelas diretamente vinculadas ao projeto e à fabricação dos produtos ou à manutenção dos dispositivos, equipamentos e ferramentas. Ou seja, é responsável por todas as atividades de suprimento de material
- **Movimentação de Materiais:** é referente à movimentação e armazenagem na produção.
- **Distribuição Física:** é responsável pelo transporte do produto acabado até o cliente. Engloba o transporte de carga, armazenagem, processamento de pedido, previsão de mercado, atendimento ao cliente, entre outros.

Em resumo, Moura (1998) associa as seguintes atividades à Logística: transporte, estocagem, estocagem do material de consumo e manutenção, embalagem, movimentação de materiais, atendimento do pedido, previsão de estoques, planejamento da produção,

suprimentos, serviço ao cliente. Localização, controle de estoque/inventários, produção, controle de qualidade, distribuição física, segurança, entre outras atividades.

Ainda segundo Dornier *et al.* (2000, p.39) a logística moderna engloba maior amplitude de fluxos em relação ao passado, e juntamente com o setor de Engenharia de Embalagem é responsável pela elaboração de novos projetos, fluxo de retorno das embalagens e outros materiais e acessórios.

2.4 Importância da Logística

É comum as empresas se preocuparem com meios para diferenciar seus produtos dos de seus concorrentes. Porém, vem aumentando cada vez mais o reconhecimento da logística na tarefa de sair na frente. Isso acontece porque as empresas estão aprendendo que a logística afeta uma parte significativa dos custos da empresa e que ela pode ser usada para alcançar níveis mais elevados na participação do mercado e aumento do lucro. (BALLOU, 2004)

Para Rodrigues *et al.* (2015) 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.

Lima (2005) diz que a Logística é fundamental dentro das organizações por proporcionar que as operações sejam realizadas de forma completa e eficaz, de modo que traga melhorias contínuas nos processos e conseqüentemente, redução do custo das empresas.

Dentro de uma empresa a logística é considerada como o principal fator que contribui para o processo de criação de valor para o cliente com o menor custo total possível. Ela é responsável também por satisfazer as necessidades do cliente, facilitando as operações relevantes de produção e *marketing*, tornando-se assim, uma base para a obtenção de vantagens estratégicas. (BOERSOX E CLOSS, 2001)

A criação de valor gerada por essa atividade é expressa pelo tempo (quando) e pelo lugar (onde). Ou seja, para ter valor o produto deve estar no lugar e na hora que o cliente deseja consumi-lo. É por isso que ao direcionar recursos para garantir que a movimentação de produtos até o cliente é tão importante. (BALLOU, 2004)

Para o autor, é importante salientar que a Logística não é aplicada apenas em empresas manufatureiras, mas também em áreas de prestação de serviços (no caso de um hospital que queira atender toda a comunidade e deve estabelecer a melhor localização dos centros médicos, ou um banco que deve estocar dinheiro), militar (os militares precisam manter estoques para suprir as necessidades dos soldados) e, até mesmo, gestão ambiental (no caso do descarte de materiais empacotados para serem reciclados).

2.5 Armazenagem

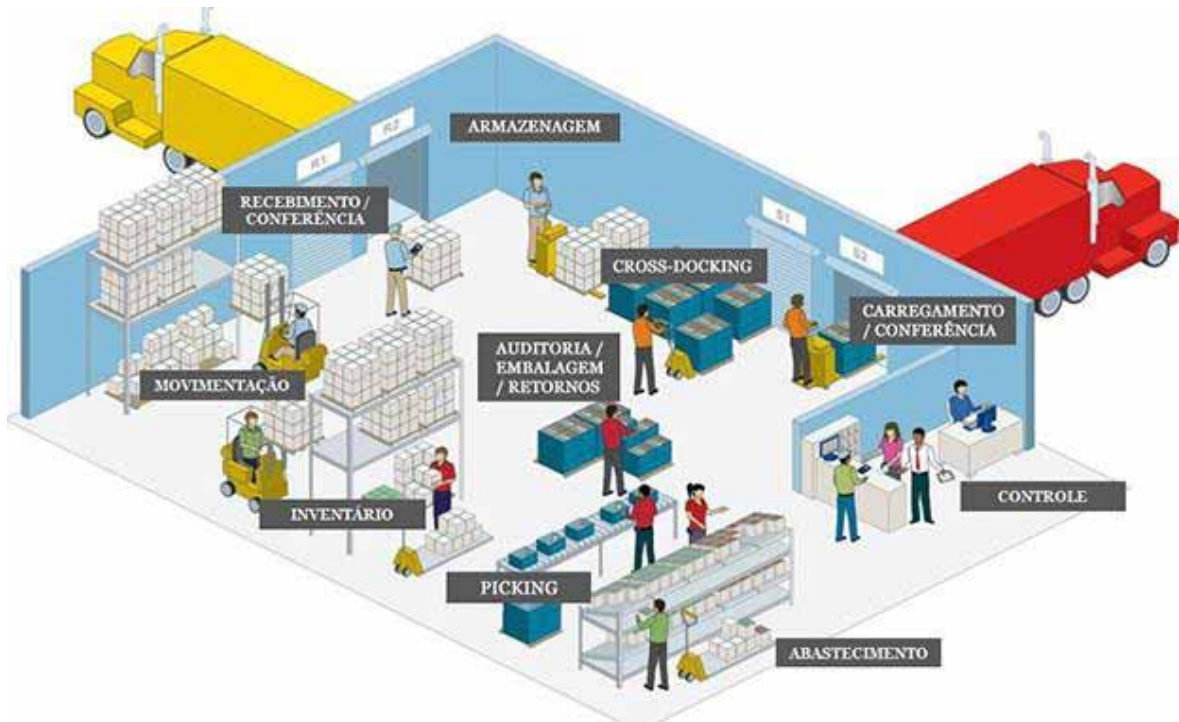
De acordo com Moura (1998) armazenagem é uma função da logística que trata dos materiais no intervalo entre a produção e sua venda. É uma denominação que inclui todas as atividades realizadas no local onde os materiais são guardados temporariamente e, posteriormente, distribuídos. Este local pode ser um depósito, um almoxarifado, um centro de distribuição, entre outros.

Para Rodrigues (2007) a armazenagem pode ser definida como o gerenciamento eficaz de um local adequado e seguro, no qual serão armazenadas mercadorias que serão movimentadas de forma rápida e fácil, utilizando técnicas compatíveis às suas características para que sejam preservadas as suas integridades físicas.

As atividades de um armazém consistem basicamente em receber, estocar ou armazenar e expedir, e para que essas atividades sejam realizadas de forma satisfatória, as áreas inerentes ao processo necessitam de uma gestão integrada e detalhada de suas funções.

Na Figura 3 é possível observar o exemplo das atividades de um armazém.

Figura 3 – Armazém e suas atividades.



Fonte: (Adaptada de NL suporte a gestão).

Assim como em outras atividades, um dos princípios básicos e fundamentais da armazenagem está em planejar suas atividades.

Avaliar previamente a área de armazenagem antes de aceitar a contratação de um determinado lote a ser armazenado, verificando a existência de efetivas condições físicas e técnicas para receber, armazenar, controlar e entregar adequadamente, observando natureza, peso e dimensões unitárias, características de manuseio e segurança. (RODRIGUES, 2007, p. 20)

O autor ainda afirma que, quando planejado com cautela, observando-se as reais necessidades da implementação e utilização do armazém e de suas respectivas funções, indiscutivelmente, estas atividades terão resultados satisfatórios.

O sucesso e a eficiência das atividades de armazenamentos passam pelo conhecimento dos pontos positivos e negativos acerca desta atividade. Para Domini (2014) as principais vantagens e desvantagens do armazenamento/estocagem são:

✓ VANTAGENS

- ✓ Garantir a produção em diferentes níveis;
- ✓ Garantir matéria-prima, principalmente quando a adquirimos no mercado internacional, visando não ocorrer parada da produção;

- ✓ Equilibrar oferta quando se trata de produto sazonal;
- ✓ Diminuir custos com especulação, principalmente de insumos.

▪ **DESVANTAGENS**

- Custo da mercadoria armazenada;
- Custos com infra-estrutura envolvida (espaço, pessoas, equipamentos, etc.);
- Custo de capital imobilizado;
- Custo da obsolescência do material estocado;
- Custo de movimentação.

Corroborando com a ideia de Domini, Moura (1998) afirma que mesmo com os benefícios oferecidos pela criação de estoques é necessário levar em consideração que esse ato também tem seus contras. Por exemplo, a mercadoria estocada gera custos, já que utiliza capital e ocupa espaços que poderiam ser utilizados de outra forma, e necessita de mão-de-obra e manutenção adequada para mantê-los. Deve-se também levar em consideração que o material tem um prazo de validade e pode “envelhecer” se a rotatividade não for planejada.

Apesar da grande discussão acerca do armazenamento e da estocagem, na qual o principal assunto é se estas atividades trazem mais benefícios ou malefícios aos negócios, é fato que em determinadas situações a armazenagem pode se tornar uma forte aliada na criação de vantagens competitivas baseadas, sobretudo, na rapidez de reabastecimento das necessidades dos clientes, sejam internos (produção) ou externos (consumidores/mercado) garantindo dessa forma a eficácia no atendimento destas necessidades.

Moura (1994 *apud* CIOATO E REIS 2012) diz que atualmente existem diversas empresas nos mais variados segmentos, utilizando com sucesso a estratégia de estocar, seja para posterior utilização em sua produção, ou ainda, simplesmente como forma de diferenciação frente sua concorrência, podendo assim, prestar um melhor atendimento ao mercado, com uma rápida reposição de seus produtos. Com isso, a estocagem é utilizada, a fim de garantir o abastecimento, ou até mesmo como uma eventual opção de investimento em itens de alta valorização, e não somente como forma de esconder problemas de seus

processos, ou ainda como medida de prevenção, evitando a falta no estoque ou processo produtivo.

Moura (1998) cita os seguintes fatores que demonstram quando há de fato a necessidade de armazenagem:

- **Necessidade de compensação das diferentes capacidades das fases de produção:** aplicação de técnicas de produção mais aperfeiçoadas a fim de aumentar a produção buscando diminuir o trabalho de preparação das máquinas e manter uma reserva mínima da produção.
- **Equilíbrio sazonal:** quando um material é disponibilizado em apenas certas épocas do ano, como por exemplo, uma colheita ou roupas para estação específica do ano, deve-se manter determinado estoque.
- **Garantia de continuidade da produção:** é necessário manter a produção em níveis necessários, mesmo que para isso seja preciso estocar matérias-primas que possam faltar ou que tenham incerteza ou grandes prazos de entregas.
- **Custos e especulação:** é interessante fazer estoques quando se consegue um preço melhor de certo material ou ele possa sofrer oscilações de preços, gerando assim, economias.

Para que a criação e a utilização de um armazém sejam satisfatórias é necessária a observação de aspectos fundamentais, que segundo Bowersox e Closs (2001 *apud* MACEDO e FERREIRA, 2011) passam pela: realização de considerações sobre a organização dos produtos, escolha cautelosa da localização, definição do *layout* do armazém, escolha de um sistema de manutenção e manuseio de materiais, determinação do espaço que será necessário para abrigar o armazém e elaboração de um projeto com o auxílio de um profissional qualificado para desenhar a estrutura do depósito.

O posicionamento das instalações ao longo de uma cadeia de suprimentos é de extrema importância na tomada de decisão, pois está interligado à estruturação do sistema logístico. As instalações podem influenciar um maior investimento em ativos fixos, de difícil reversão a curto e médio prazo, o que implica em altos custos para reposicionar a instalação em um novo local, o que demonstra a real importância deste processo. (MACEDO e FERREIRA, 2011).

Macedo e Ferreira (2011) salientam ainda a importância da movimentação e manuseio interno de produtos e materiais, que em suma, constitui em movimentar quantidades pequenas de bens por intervalos relativamente pequenos, quando em comparação com as distâncias na movimentação de longo curso executadas pelas companhias transportadoras. Esta atividade geralmente é realizada em depósitos, fábricas e lojas, assim como no transbordo entre modais de transporte. A busca pela diminuição de custos e de melhoria operacional tem sido sanada com o desenvolvimento de métodos e equipamentos eficientes.

O principal equipamento utilizado para movimentação de carga, descarga e movimentação interna do armazém é a empilhadeira, que podem variar de acordo com sua capacidade de carga, a altura máxima de elevação, sua forma de operação (manual ou motorizada) e sua velocidade. O Quadro 1 demonstra alguns tipos de empilhadeira e suas variações conforme supracitado:

Quadro 1: Tipos de empilhadeiras.

Tipo de Empilhadeira	Manual	Manual Elétrica	Elétrica
Tração	Manual	Manual	Elétrica
Elevação	Manual	Elétrica	Elétrica
Capacidade de carga (Kg)	500 e 1000	1000	1600
Altura do empilhamento (mm)	1000 e 1600	1600, 2600, 3400	1600, 2500, 2900, 3500, 4500 e 5400

Fonte: (Adaptado de SIMAQ).

É importante também no caso dos armazéns e de suas atividades identificar e endereçar os materiais. O principal objetivo de codificar ou classificar os materiais é desenvolver uma padronização através de catálogos simplificados de todos os materiais que compõe o estoque da empresa. (MACEDO e FERREIRA 2011)

Outra importante atividade relacionada ao armazém é o *Picking* que segundo Medeiros (1999, *apud* Medeiros *et al.* 2011) é a ação responsável por coletar itens do pedido no armazém para assim atender a necessidade do cliente. Buscando aprimorar a produtividade do *picking* foram elaborados alguns procedimentos de organização com o objetivo de reduzir o tempo gasto com o deslocamento dos operadores e com a busca por produtos. (MACEDO e FERREIRA 2011)

Segundo Lima (2002) existem basicamente três métodos de *picking*, que o autor assim define:

- **Picking discreto:** método em que cada um dos operadores faz a coleta de um pedido por vez, recolhendo linha a linha do pedido. A simplicidade desta forma de organização faz com que esta seja amplamente utilizada.
- **Picking por zona:** é aquele no qual o armazém é segmentado em zonas ou seções, sendo que cada operador é associado a uma seção. Desta maneira, cada um dos operadores coleta o item do pedido que faça parte do seu departamento, e os deixa em uma área de consolidação, na qual os itens coletados em diferentes zonas são agrupados, compondo desta forma o pedido original. Este modelo também é empregado com frequência.
- **Picking por lote:** neste caso cada operador coleta de maneira conjunta um grupo de pedidos, ao invés de coletar apenas um pedido por vez. Desta forma, ao se dirigir ao local de estocagem de um produto específico, o operador coleta o número de itens capaz de satisfazer o seu conjunto de pedidos.

Assim como em todos os segmentos algo que ganha fundamental espaço também nas atividades de armazenagem é a tecnologia da informação. Segundo Lacerda (2000, *apud* MACEDO e FERREIRA 2011) o número de projetos de automação na armazenagem tem crescido cada vez mais no Brasil, desde os mais simples, envolvendo apenas sistemas de separação de pedidos, passando por transelevadores, até os mais sofisticados, onde toda operação tem um mínimo de intervenção humana. Sendo assim a informação, nesse novo cenário, passa a ser considerada um recurso essencial na tomada de decisões relacionadas à logística e armazenagem.

O *Layout* também se caracteriza como parte fundamental do processo de planejamento do armazém, e será abordado no subcapítulo a seguir mais detalhadamente.

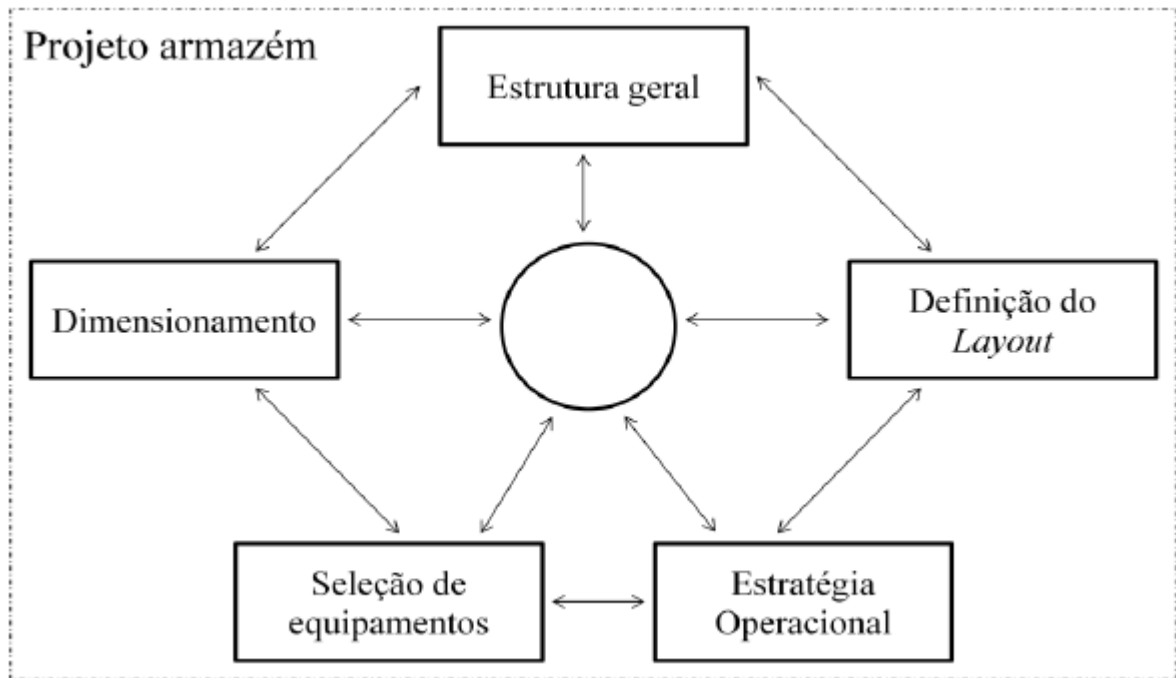
2.6 Layout

O *layout* é parte chave para que o funcionamento do processo de armazenagem seja eficiente e traga resultados satisfatórios. *Layout* nada mais é que disposição de homens, máquinas e ferramentas, em um conjunto capaz de integrar o fluxo de materiais e a movimentação destes, buscando a máxima eficiência em termos de armazenagem, baseado na excelência em economia de tempo e custos, e no alto rendimento.

O *layout* de um armazém é peça chave no desempenho deste, e por isso deve fazer parte da concepção do projeto, sendo planejado desde o começo do planejamento. Segundo Gu *et al.* (2010) o projeto de um armazém contempla cinco decisões principais, conforme demonstra a Figura 4, sendo elas:

- **Estrutura geral** – determina o padrão de fluxo de material dentro do armazém, a especificação dos departamentos funcionais e a relação entre o fluxo e os departamentos;
- **Dimensionamento** – define o tamanho, a dimensão do depósito;
- **Definição do *layout*** – trata-se da configuração detalhada do armazém como, por exemplo, especificar o padrão do empilhamento de racks na área de estocagem;
- **Seleção de equipamentos** – determina o nível de automação apropriado para o armazém e identifica os tipos de equipamentos que serão utilizados para armazenamento, transporte, separação de pedidos e classificação;
- **Decisão da estratégia operacional** – está relacionada com a escolha da maneira como o local será operado. Em suma, isso significa determinar, por exemplo, como será feito o armazenamento e a separação de pedidos.

Figura 4 – Projeto de armazém.



Fonte: (Adaptada de Gu *et al.*, 2010).

Para Tompkins (1996, *apud* MACEDO e FERREIRA 2011) o *layout* considerado ideal é aquele que procura diminuir a distância total percorrida com uma movimentação eficiente entre os materiais, com a maior flexibilidade possível e com custos de armazenagem minimizados. O autor cita ainda algumas regras básicas que devem ser consideradas para que a otimização do *layout* do armazém seja possível, e são elas:

- Fazer a separação dos estoques de mesmo tipo de material, em função de sua condição: novo, usado ou recuperado;
- Estocar os materiais de maior movimentação em locais de acesso fácil e rápido, garantindo economia de tempo e de operação;
- Buscar concentrar os materiais de uma única classe em locais adjacentes, com a finalidade de facilitar as atividades de movimentação e inventário;
- Organizar os estoques com o mesmo tipo de material, levando em conta a data de recebimento de cada um deles, garantindo que os itens armazenados a mais tempo, sejam fornecidos antes (critério de operação FIFO *First in First out* – primeiro produto a entrar no estoque será o primeiro produto a sair);

- Dirigir os estoques de reserva ao fundo da área de estocagem, nos locais de menor movimentação;
- Estabelecer as quantidades mínimas de materiais do estoque ativo, limitando desta maneira às necessidades de movimentação dos estoques de reserva;
- Deixar e conservar os materiais nas embalagens originais, que deverão ser abertas apenas em casos de inspeção, manutenção ou fornecimento;
- Material pesado ou volumoso deve ser armazenado nas partes inferiores das unidades de armazenagem, eliminando desta forma os riscos de acidentes ou avarias, além de facilitar as ações de movimentação;
- Dispor de forma correta os materiais, permitindo uma leitura rápida e fácil das informações registradas nas etiquetas de identificação dos materiais;
- Observar com rigor a capacidade de carga dos pisos e das unidades de estocagem.

Estas instruções por si só, não garantem o funcionamento eficiente do armazém, porém, quando aliadas a uma gestão eficiente da atividade, maximizam significativamente as probabilidades de sucesso do processo.

Para Hassan (2002), um dos aspectos mais importantes para a concepção e eficiência de um armazém é seu *layout*, visto que o arranjo físico, além de auxiliar significativamente na resolução de diversos problemas, aloca os itens no estoque de forma satisfatória, fazendo com que o armazém seja capaz de suportar seu funcionamento, sendo assim a proposição do *layout* deve, ainda, levar em consideração o arranjo das áreas funcionais do armazém e determinar questões fundamentais como: quantidade e localização das docas, pontos de entrada e saída de material, número de corredores, as suas dimensões e orientação, estimando necessidades de espaço, projetando o padrão de fluxo e formando as áreas de *picking*.

O *layout* desempenha papel fundamental nos negócios da empresa, na qual o arranjo físico mais adequado depende das suas condições operacionais e de suas características tais como:

- Acessibilidade;

- Flexibilidade;
- Adaptabilidade; e
- Distribuição dos movimentos (HUERTAS *et al.* 2007)

Diante da teoria estudada, é possível afirmar que o *layout* de um armazém tem como objetivos: maximizar o uso do espaço, buscando utilizá-lo totalmente ou tanto quanto possível; aumentar a acessibilidade a todos os itens estocados, bem como assegurar a segurança destes; aperfeiçoar o uso dos equipamentos, da mão-de-obra e das ferramentas inerentes ao processo; e facilitar a movimentação de pessoas e equipamentos dentro do armazém, proporcionando-lhes a segurança devida.

2.7 FIFO

A sigla FIFO significa “*first in, first out*”, que traduzindo para o português obtêm-se o termo “primeiro que entra, primeiro que sai”. Esse é um dos métodos utilizados pela logística com a finalidade de controlar melhor os estoques das empresas através da organização de seus depósitos de forma que a mercadoria que for armazenada antes seja utilizada primeiro. (MCGEW, 2015)

Vanbaren (2015) cita os seguintes passos para se desenvolver o FIFO:

- Fazer uma lista de inventário que contenha a descrição dos produtos com seus respectivos custos e data de compra.
- Realizar uma contagem do estoque físico buscando identificar a quantidade de produtos em estoque.
- Subtrair a quantidade de itens em estoque da quantidade de itens comprados para determinar a quantidade vendida.
- Multiplicar o custo dos itens pela quantidade seguindo a ordem de compra, ou seja, do mais antigo para o mais recente. Por exemplo: uma empresa compra 10 unidades à R\$ 2,00 e 8 unidades à R\$ 3,00. Se a empresa vendeu 15 unidades desses itens, obtêm-se: R\$ 20,00 referente à 10 unidades da primeira compra mais R\$ 15,00 referente a 5 unidades da segunda compra, totalizando R\$ 35,00 que é a quantidade vendida ao custo.
- Determinar a quantidade restante. Seguindo o exemplo, sobraram 3 unidades adquiridas por R\$ 3,00, o que totaliza R\$ 9,00 de estoque remanescente.

Esse método é vantajoso porque o resultado obtido através dele é o custo real dos itens usados nas saídas, já que a baixa é dada nos controles de maneira lógica e sistemática. Ele é importante também quando se trata de controle dos materiais, especialmente daqueles que podem sofrer deterioração, decomposição, mudança da qualidade, entre outras coisas. (PADOVEZE, 2000, apud, SERPA, 2013)

Mcgeew (2015) ressalta que o método FIFO apresenta maior efetividade quando se trata do armazenamento de produtos perecíveis ou de produtos que apresentem data de validade. Porém, essa não é sua única aplicabilidade, já que também pode ser utilizado em processos de suprimentos, inclusive para o inventário, armazenamento e transporte de todos os materiais da empresa.

2.8 Ferramentas utilizadas no Estudo de Caso

A seguir, serão apresentadas as ferramentas utilizadas no estudo de caso a fim de atingir o objetivo estabelecido.

2.8.1 Curva ABC

Quando se analisa empresas que trabalham com mais de um tipo de produto, é muito comum encontrar itens que demandam maior atenção do que outros. Esses itens podem ter essa importância devido à grande procura por parte de clientes, ou devido a seus altos valores. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002)

A forma mais utilizada como classificação para esses itens é a chamada curva ABC, onde eles são separados de acordo com suas “movimentações de valor”.

Dias (2011) explica que através deste cálculo é possível atribuir prioridades e importância a um determinado item presente em um grupo. O autor cita as seguintes classes de separação dos itens:

- **Classe A:** é formada pelos itens que demandam maior atenção da administração;
- **Classe B:** itens que apresentam situação intermediária entre a classe A e B;

- **Classe C:** são os itens que necessitam de pouca atenção por parte da administração.

Slack, Chambers e Johnston (2002) explicam que, de acordo com a lei de Pareto, geralmente, os itens são divididos da seguinte forma:

- Os produtos da classe “A” listam 20% da quantidade total dos itens, que representam 80% do valor do estoque;
- Os seguintes 30% da quantidade total dos itens, ou seja, os itens de classe “B” representam cerca de 10% do valor total do estoque.
- Já os 50% restantes do total dos itens, classificados na classe “C”, representam os outros 10% do valor total do estoque.

2.8.2 Diagrama de Espaguete

Para Benevides (2013) Diagrama de Espaguete (ver Figura 5) é uma ferramenta bastante simples utilizada para auxiliar na definição do *layout* ideal para um setor industrial ou administrativo. Através desta ferramenta é possível calcular, e demonstrar graficamente a distância percorrida por um produto ou funcionário na realização de uma determinada atividade. Sendo que é possível demonstrar simultaneamente cada fluxo utilizando diferentes linhas coloridas.

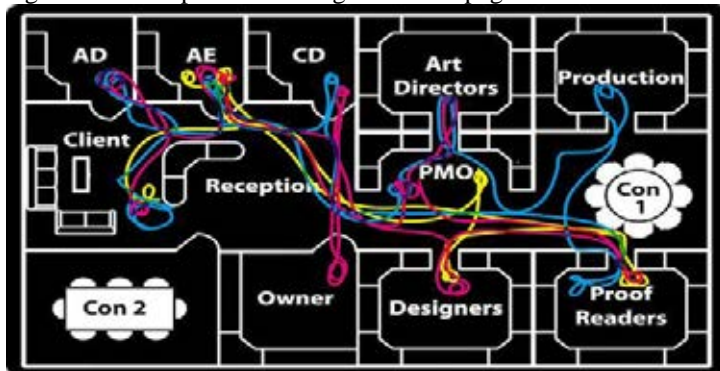
Quando se analisa um Diagrama de Espaguete é possível identificar possíveis áreas com movimentos desnecessários, assim como as fontes de problemas, através da análise da metragem percorrida e do tempo gasto em determinado deslocamento. Possibilitando assim, a realização a alteração de um *layout* buscando de uma otimização e maior eficiência no fluxo em questão. (BENEVIDES, 2013)

O autor cita que para desenvolver um bom diagrama é necessário se atentar à alguns fatores, como por exemplo:

- Participação de toda a equipe, assim como opiniões, sugestões e ideias para melhorar o processo, já que este pessoal vivencia a atividade diariamente;
- Precisão das informações de data e hora de cada processo realizado na atividade analisada;

- Precisão nas informações dos fluxos das atividades, diferenciando-os com cores diferentes;
- Anotação de todas as paradas com números sequenciais, assim como o tempo destas, realizadas ao longo da atividade;
- Anotação de qualquer tipo de interrupção ou elemento estranho;
- Avaliação das atividades que necessitam de suprimentos ou de aprovações para serem efetuadas;

Figura 5 – Exemplo de um Diagrama de Espaguete.



Fonte: Adaptado de <39TTP://creativeagencyprocess.blogspot.com.br/2012/07/spaghetti-diagraming-in-creative-agency.html > Acesso em: 02 de Dezembro de 2014.)

3 ESTUDO DE CASO

A empresa analisada é uma multinacional instalada no Vale do Paraíba, região pertencente ao estado de São Paulo, sendo a líder mundial na fabricação de vidros para as indústrias de construção, setor automotivo e energia solar, entre outros.

Pelo fato do trabalho tratar do transporte de vidros automotivos, cabe a seguir uma pequena introdução ao tema.

O vidro plano é composto por 73% de areia (dióxido de silício), 15% de soda (carbonato de sódio), 10% de calcário (carbonato de cálcio) e 2% de outros aditivos em sua matéria prima. (Disponível em: <40TTP://www.agcbrasil.com/AGC-Brazil/Portugese/Homepage/Produtos/Vidro-plano/page.aspx/2103>. Acesso em: 12 de Dezembro de 2014.)

Ainda segundo a fonte acima, pode-se afirmar que o vidro é um item muito importante em certos setores, e suas funcionalidades estão em constante evolução e crescimento. Dependendo da composição dos vidros, eles podem ser utilizados para:

- Proporcionar isolamento solar e térmico;
- Segurança, já que os vidros resistentes previnem lesões, proporcionam proteção contra vandalismo e arrombamentos, proteções contra incêndios, acidentes, etc.;
- Isolamento acústico;
- Eliminar bactérias e garantir maior higiene em áreas da saúde;
- Agregar valor a um imóvel através de uma aparência mais sofisticada e contemporânea.

Neste contexto é importante ressaltar que, os vidros automotivos são basicamente divididos em duas categorias:

- **Vidro temperado:** muito resistente, é utilizado principalmente nos vidros laterais, vigia, teto solar e outros. Este vidro, quando quebrado se estilhaça em pequenos pedaços sem bordas cortantes, tornando assim o ambiente mais seguro.
- **Vidro laminado:** também conhecido como vidro de segurança, é utilizado nos vidros pára-brisas do automóvel. Se quebrado, os estilhaços de vidro não se espalham e tendem a aderir à película de PVB (polivinil butiral).

(Disponível em: < 41 TTP://www.agcbrasil.com/AGC-Brazil/Portugese/Homepage/Produtos/Vidro-automotivo/page.aspx/ 2285>. Acesso em: 12 de Dezembro de 2014.)

Outra classificação, segundo a fonte citada, que engloba as duas categorias descritas anteriormente é a dos vidros com valor agregado (AVO), em que um ou mais componentes são inseridos no vidro, de forma a atender à exigência do cliente e agregar valor ao produto final.

3.1 Principais problemas

Através das análises *in loco* foi constatado que, além do armazém, outra área estava sendo utilizada provisoriamente para armazenamento das embalagens. Com o constante aumento de vendas da empresa esta área será, futuramente, utilizada para produção, sendo necessária a desocupação deste espaço.

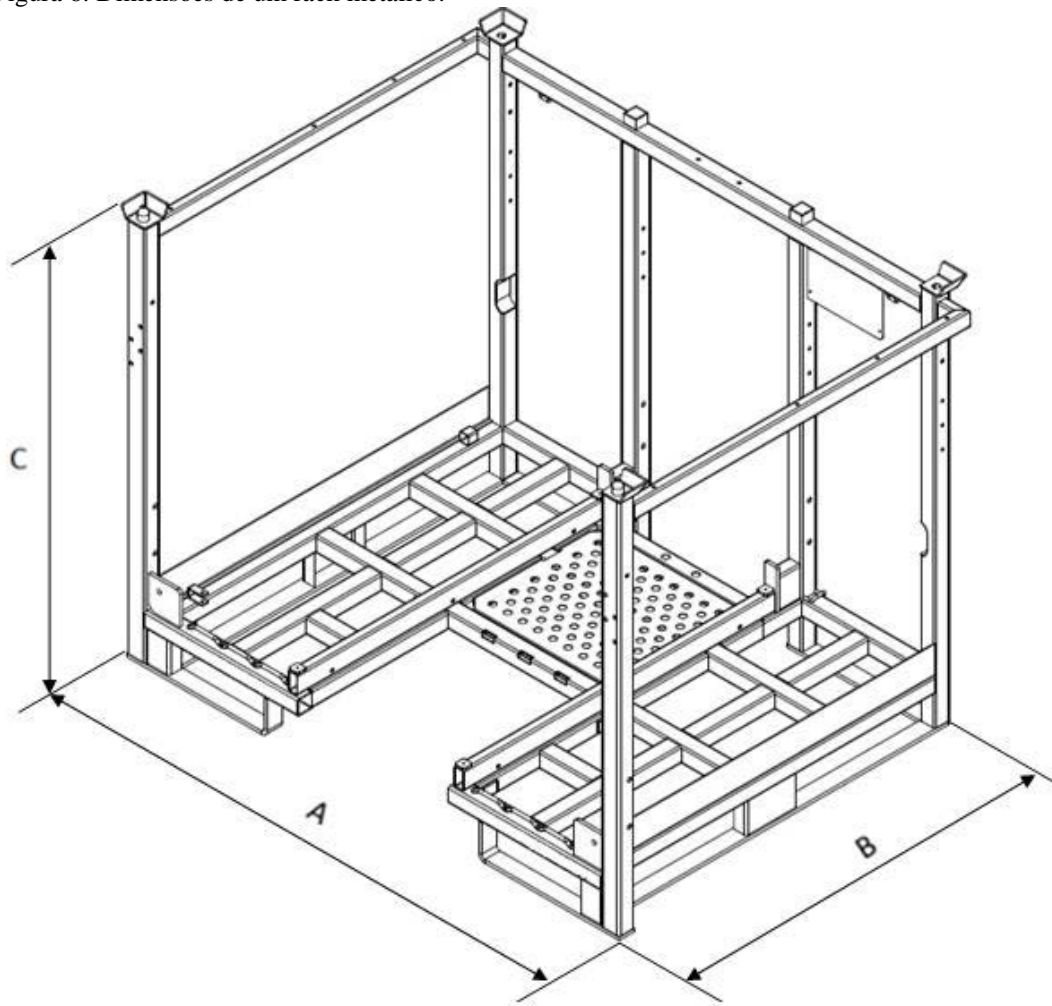
Dessa forma o armazém poderá ficar sobrecarregado, necessitando assim aproveitar ao máximo sua capacidade de armazenamento. Também foi constatado que o modelo atual não tinha uma organização de acordo com a demanda das embalagens. Pensando nisso, o presente trabalho foi proposto.

3.2 Descrição das embalagens

As embalagens para armazenamento de vidros automotivos são racks metálicos, produzidos em aço, com diferentes dimensões, capacidade de armazenamento e de empilhamento. Tais características são explicadas com maior detalhamento a seguir:

- **Capacidade de Armazenamento** – Os vidros automotivos possuem as mais diversas formas e tamanhos, variando conforme o modelo do carro produzido pelas montadoras. Além disso, existem peças com componentes agregados, exigindo um cuidado especial da embalagem. Todos esses fatores descritos fazem com que, para cada cliente e modelo de vidro, os racks metálicos tenham diferentes capacidades de armazenamento de peças. Essa análise é feita pela Engenharia de Embalagem. Dos racks presentes na empresa, a capacidade de armazenamento varia de 20 a até 180 vidros por embalagem.
- **Dimensões** – As dimensões de um rack metálico são determinadas pela Engenharia de Embalagem, de acordo com a necessidade exigida para cada produto. A largura, comprimento e altura de um rack são, respectivamente, ilustrados a partir das dimensões A, B e C, conforme Figura 6.

Figura 6: Dimensões de um rack metálico.

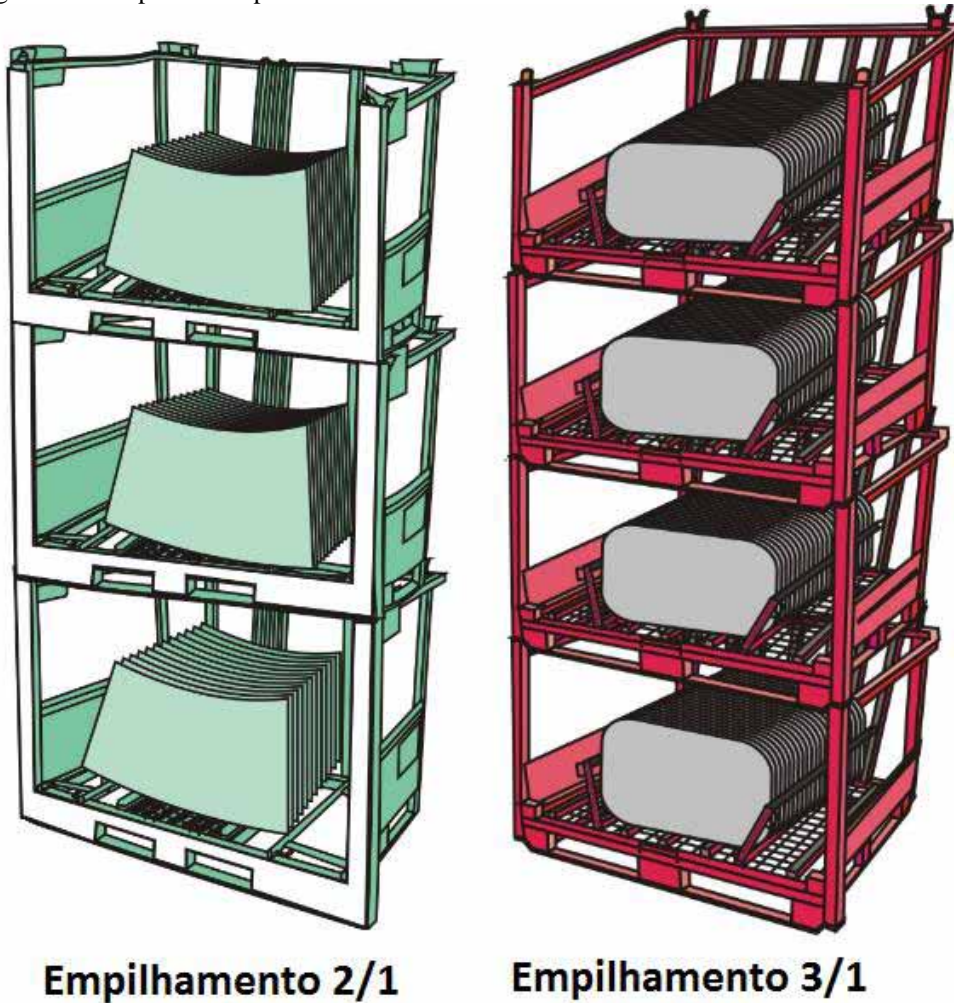


Fonte: (Autor próprio).

- **Empilhamento** – Outro fator importante a ser salientado, e também definido pela Engenharia de Embalagem, é a característica de empilhamento de cada rack metálico. Isso porque dependendo de suas dimensões e pesos, a capacidade de empilhamento varia de modelo para modelo de embalagem. Um rack maior, que carrega mais peso, geralmente é empilhado em menor escala que um rack que carrega vidros menores, com carga inferior. Uma forma de simbolizar essa característica é informar a quantidade de racks que o rack inferior da pilha pode suportar. Ou seja, quando é dito que a capacidade de empilhamento de um rack é 3/1, significa que sobre o primeiro rack é possível colocar mais três racks em cima.

A Figura 7 traz duas formas de empilhamento para melhor compreensão.

Figura 7: Exemplos de empilhamento.



Fonte: (Autor próprio).

No Quadro 2 são listados os racks que serão objetos de estudo. Nele é informado as dimensões (AxBxC) em milímetros, a quantidade de vidros que cada rack suporta e sua capacidade de empilhamento.

Quadro 2 – Tipos de racks existentes na empresa analisada.

Rack Metálico	Dimensões (AxBxC) em milímetros	Capacidade de Armazenamento (peças/vidros)	Empilhamento
B1	980x1190x1900	104	1/1
B2	980x1190x1900	104	1/1
E1	1200x1000x880	180	4/1
E2	1200x800x880	150	4/1
J1	1670x1200x940	55	5/1
J2	1670x1200x940	20	5/1
P1	1200x1000x910	42	4/1
P2	1200x1000x910	42	4/1
Q2	1670x1200x1295	41	3/1
Q5	1670x1200x1295	180	3/1
Q7	1670x1200x1295	51	3/1
R2	1910x1200x1295	41	3/1
V9	1560x810x1200	75	2/1
X2	1910x1200x1415	32	3/1
X7	1910x1200x1415	51	3/1

Fonte: (Autor próprio).

3.3 Descrição do armazém

O armazém a ser estudado é o responsável por estocar e armazenar as embalagens de vidros automotivos da empresa, que são posteriormente entregues aos clientes.

Nele, os diferentes racks são estocados em uma área chamada de “rua”.

- As ruas devem obedecer algumas especificações:
- Distância mínima de 0,5 metro de uma fileira (composta por 2 ruas) para outra.
- Abertura mínima de 5 metros para acesso e manobra da maior empilhadeira da empresa.

O *layout* atual é composto por:

- 30 ruas de 2 metros de largura por 6 metros de comprimento (2m x 6m).
- 13 ruas de 2 metros de largura por 9 metros de comprimento (2m x 9m).

- 18 ruas de 1,30 metros de largura por 6 metros de comprimento (1,30 m x 6m).

O Quadro 3 ilustra o número de ruas e a extensão total das ruas do *layout* atual do armazém.

Quadro 3 – Quantidade de ruas do modelo atual e suas respectivas extensões.

Rua/Dimensão (largura x comprimento)	Quantidade de ruas	Extensão total (comprimento da rua x quantidade)
Rua de 2m x 6m	30	180 metros
Rua de 2m x 9m	13	117 metros
Ruas 1,3m x 6m	18	108 metros
	TOTAL	405 metros

Fonte: (Autor próprio).

A rua com 2 metros de largura é para comportar os racks metálicos com dimensões de até 1910 mm de largura (dimensão A – ver Figura 6). São eles: J1, J2, Q2, Q5, Q7, R2, V9, X2 e X7.

Já a rua com 1,3 metros de largura é responsável por estocar os racks metálicos: B1, B2, E1, E2, P1 e P2. Esses possuem dimensões de até 1200 mm de largura (dimensão A).

A Figura 8 a seguir ilustra o *layout* atual do armazém. As embalagens devem vir da “Área de Trânsito” (em verde água) para as ruas e posteriormente, das ruas para a “Área de Preparação” (em cinza escuro).

MODELO ATUAL

Figura 8: Armazém utilizado para estocar as embalagens.



Fonte: (Autor próprio).

4 RESULTADOS

4.1 Análise das embalagens a partir da Curva ABC

Para obtenção da curva ABC, consideraremos inicialmente a demanda anual dos vidros vendidos para os 5 clientes atuais, listados por A, B, C, D e E, sendo que os clientes B e D possuem 2 projetos.

Quadro 4 – Quantidade anual de peças vendidas por cliente.

Peça \ Cliente	Cliente A	Cliente B – Projeto B1	Cliente B – Projeto B2	Cliente C	Cliente D – Projeto D1	Cliente D – Projeto D2	Cliente E
Pára-brisa	140000	65000		65000	40000	45000	185000
Vigia	110000	80000	40000	65000	40000		150000
Porta Dianteira	220000	160000		130000	80000	90000	
Porta Traseira	220000	160000		130000	80000	90000	
Porta Traseira Fixa	220000	160000	80000	175000			

Fonte: (Autor próprio).

No Quadro 4 ilustrado acima, os campos marcados em preto significam que o cliente não negociou tais peças.

Desta mesma forma foi criado o Quadro 5 com a relação de racks utilizados de acordo com as peças por cliente. Para melhor visualização, as embalagens foram diferenciadas por cores.

Quadro 5 – Embalagens utilizadas para cada cliente/peça.

Cliente Peça	Cliente A	Cliente B – Projeto B1	Cliente B – Projeto B2	Cliente C	Cliente D – Projeto D1	Cliente D – Projeto D2	Cliente E
Pára-brisa	Q7	R2	N/A	X2	X7	X7	X7
Vigia	J1	J2	Q2	J2	Q5	N/A	Q5
Porta Dianteira	E1	P1	N/A	E2	E1	E1	N/A
Porta Traseira	E1	P2	N/A	E2	E1	E1	N/A
Porta Traseira Fixa	E1	B1	B2	P3	N/A	N/A	N/A

Fonte: (Autor próprio).

*N/A = Não aplicável.

Através da análise e junção das duas tabelas anteriores foi possível a criação do Quadro 6 a seguir, que mostra o volume anual de cada rack, somando a quantidade de peças de todos os clientes e dividindo pela capacidade de armazenagem da embalagem.

Quadro 6 – Volume anual de cada rack utilizado pela empresa.

Rack	J2	E1	X7	P1	P2	Q7	V9	X2
Quantidade de Vidros	145000	1000000	270000	160000	160000	140000	175000	65000
Vidros por Rack	20	180	51	42	42	51	75	32
Quantidade de Racks (anual)	7250	5556	5294	3810	3810	2745	2333	2031
Rack	J1	E2	R2	B1	Q5	Q2	B2	
Quantidade de Vidros	110000	260000	65000	120000	190000	40000	80000	
Vidros por Rack	55	150	41	104	180	41	104	
Quantidade de Racks (anual)	2000	1733	1585	1154	1056	976	769	

Fonte: (Autor próprio).

Por meio dos quadros anteriores foi possível a elaboração do gráfico da Curva ABC, segregando os itens de acordo com seu volume de demanda anual. Primeiramente foi elaborado o Quadro 7 abaixo com as informações necessárias para a construção do gráfico.

Quadro 7 – Categorização dos racks de acordo com sua demanda anual.

Rack Metálico	Quantidade de Vidros (anual)	Peças por Rack	Quantidade de Racks (anual)	%	% Acumulada	Categoria
J2	145.000	20	7.250	17,22%	17,22%	A
E1	1.000.000	180	5.556	13,20%	30,42%	A
X7	270.000	51	5.294	12,57%	42,99%	A
P1	160.000	42	3.810	9,05%	52,04%	B
P2	160.000	42	3.810	9,05%	61,09%	B
Q7	140.000	51	2.745	6,52%	67,61%	B
V9	175.000	75	2.333	5,54%	73,15%	B
X2	65.000	32	2.031	4,82%	77,97%	C
J1	110.000	55	2.000	4,75%	82,73%	C
E2	260.000	150	1.733	4,12%	86,84%	C
R2	65.000	41	1.585	3,77%	90,61%	C
B1	120.000	104	1.154	2,74%	93,35%	C
Q5	190.000	180	1.056	2,51%	95,86%	C
Q2	40.000	41	976	2,32%	98,17%	C
B2	80.000	104	769	1,83%	100,00%	C
TOTAL	2.980.000		42.101	100%		

Fonte: (Autor próprio).

Nota-se que os racks J2, E1 e X7 representam os itens com maior demanda anual, sendo enquadrados na categoria A; os racks P1, P2 Q7 e V9 têm uma demanda mediana, pertencendo à categoria B; e os demais racks, por possuírem uma demanda inferior foram categorizados como C.

Foi então possível resumir os itens de acordo com sua classificação:

Quadro 8 – Categorização dos itens de acordo com sua demanda.

Classificação	Itens Classificados	% (ABC)	Quantidade Vendida	% (Demanda)
A	3	20,00%	18100	42,99%
B	4	26,67%	12697	30,16%
C	8	53,33%	11304	26,85%
TOTAL	15	100,00%	42101	100,00%

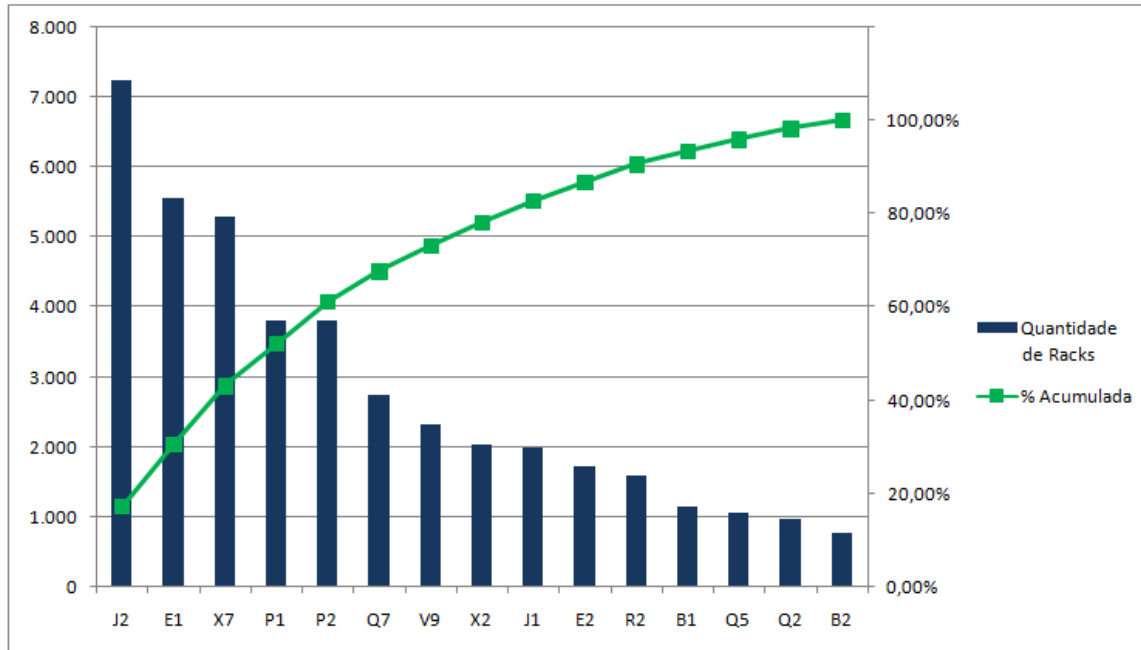
Fonte: (Autor próprio).

Em suma, o Quadro 8 significa que das categorias analisadas:

- **Classificação A:** 20,00% dos grupos representam 42,99% do consumo total;
- **Classificação B:** 26,67% dos grupos representam 30,16% do consumo total;
- **Classificação C:** 53,33% dos grupos representam 26,85% do consumo total.

Portanto, o gráfico da curva ABC ficou assim representado:

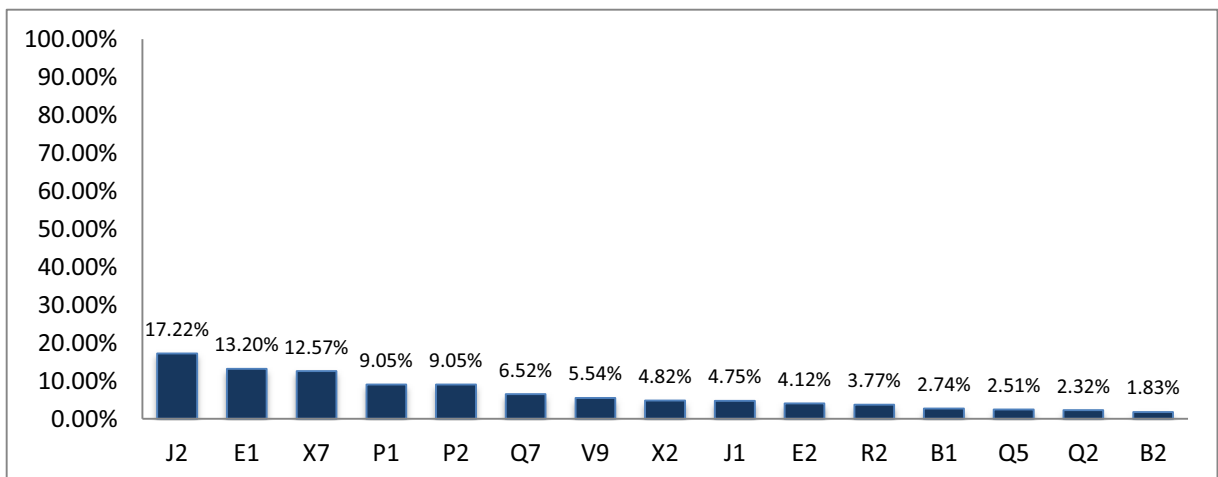
Figura 9: Gráfico da curva ABC.



Fonte: (Autor próprio).

Representando os resultados a partir da porcentagem individual de cada rack, o gráfico fica da seguinte forma:

Figura 10: Gráfico com a porcentagem individual de cada embalagem.



Fonte: (Autor próprio).

4.2 Análise e elaboração dos novos modelos de *layout*

Depois de constatado que o armazenamento das embalagens teria seu espaço reduzido, foi verificada a necessidade de aperfeiçoar ao máximo o *layout* do armazém, para que este pudesse ter a capacidade de estocar a quantidade necessária de produtos.

Através da análise dos dados obtidos pela curva ABC e do estudo do *layout* atual do armazém, foi então proposto um novo modelo, com a criação de ruas de 1,80 metros para atender os racks com 1560mm e 1670mm de largura, que no modelo atual são colocados em ruas de 2 metros.

Essa modificação resultou em um número maior de ruas do armazém, aumentando sua capacidade de armazenamento. Foi observado ainda que, as ruas de 9 metros poderiam passar a ter 9,60 metros, o que resultaria na colocação de mais uma pilha de racks.

O modelo proposto ficou então composto por:

- 2 ruas de 1,30 metros de largura por 9 metros de comprimento (1,3m x 9,6m).
- 12 ruas de 2 metros de largura por 9 metros de comprimento (2m x 9,6m).
- 26 ruas de 1,80 metros de largura por 6 metros de comprimento (1,80 m x 6m).
- 26 ruas de 1,30 metros de largura por 6 metros de comprimento (1,30 m x 6m).

O Quadro 9 ilustra o modelo proposto:

Quadro 9 – Quantidade e tipos de ruas do modelo proposto e suas respectivas extensões.

Rua/Dimensão (largura x comprimento)	Quantidade	Extensão das ruas (comprimento da rua x quantidade)
Rua de 1,3m x 9,6m	2	19,2 metros
Rua de 2m x 9,6m	12	115,2 metros
Rua de 1,8m x 6m	26	156 metros
Rua de 1,3m x 6m	26	156 metros
	TOTAL	446,4 metros

Fonte: (Autor próprio).

Além disso, a nova proposta reposicionou as ruas de acordo com a movimentação dos itens de maior fluxo. A quantidade de ruas necessárias para cada rack foi calculada seguindo o seguinte passo a passo:

- 1) Cálculo da extensão necessária em metros de acordo com sua porcentagem de racks anuais.
- 2) Cálculo da quantidade de racks que podem ser armazenados em uma rua de 6 metros (escolhida como padrão). Leva-se em conta a quantidade de racks que cabem na extensão da rua de 6 metros e a quantidade de racks que podem ser empilhados.
- 3) Cálculo da Média das quantidades que cabem em uma rua padrão de 6 metros de extensão.
- 4) Multiplicação por um fator de correção, que multiplica a “Extensão Necessária” calculada pela % anual de racks pela divisão da “Média da Quantidade total de racks” pela “Quantidade Total de racks” de uma determinada embalagem em uma rua padrão de 6 metros de extensão, considerando o empilhamento.

➤ **Exemplo:** Rack J22

A “Extensão Necessária” do rack J22, de acordo com sua demanda, é de 76,9 metros. Porém, considerando suas dimensões e sua capacidade de empilhamento, temos que a “Quantidade Total de racks” em uma rua padrão (6 metros) é de 30 unidades (5 fileiras com 6 racks empilhados ou empilhamento 5/1). O fator de correção é então esse valor (30 unidades) dividido pela “Média da Quantidade total de racks” que é 23,3 unidades (ver a tabela 10). Portanto, o cálculo do valor corrigido pode ser realizado conforme apresentado abaixo:

$$\text{Valor Corrigido} = 76,9 * (23,3/30) = 76,9 * 0,778 = 59,8 \text{ metros}$$

Arredondando para 60 metros, o que corresponde a 10 ruas de 6 metros de extensão.

O Quadro 10 é o responsável por elucidar tais afirmações de forma visual:

Quadro 10 – Cálculo da quantidade de ruas necessárias para cada rack metálico.

Rack	Extensão necessária pelo cálculo da % anual de racks (metros)	Quantidade de racks na extensão de 6 metros	Quantidade de racks empilhados	Quantidade total de racks em uma rua de 6 metros	Fator de Correção	Valor Corrigido (metros)	Valor Arredondado Compatível (metros)	Quantidade de ruas necessárias
J2	76,9	5	6	30	0,778	59,8	60	10 ruas de 6m
E1	58,9	6	5	30	0,778	45,8	48	8 ruas de 6m
X7	56,1	5	4	20	1,167	65,5	67,2	7 ruas de 9,6m
P1	40,4	6	5	30	0,778	31,4	30	5 ruas de 6m
P2	40,4	6	5	30	0,778	31,4	30	5 ruas de 6m
Q7	29,1	5	4	20	1,167	34,0	36	6 ruas de 6m
V9	24,7	7	5	35	0,667	16,5	18	3 ruas de 6m
X2	21,5	5	4	20	1,167	25,1	28,8	3 ruas de 9,6m
J1	21,2	5	6	30	0,778	16,5	18	3 ruas de 6m
E2	18,4	7	3	21	1,111	20,4	24	4 ruas de 6m
R2	16,8	5	4	20	1,167	19,6	19,2	2 ruas de 9,6m
B1	12,2	6	2	12	1,944	23,8	24	4 ruas de 6m
Q5	11,2	5	4	20	1,167	13,1	12	2 ruas de 6m
Q2	10,3	5	4	20	1,167	12,1	12	2 ruas de 6m
B2	8,2	6	2	12	1,944	15,9	19,2	2 ruas de 9,6m
TOTAL	446,4		MÉDIA	23,3		TOTAL	446,4	

Fonte: (Autor próprio).

Diante do cálculo da quantidade necessária de ruas para cada rack e considerando os dados da Curva ABC, pode-se finalmente desenvolver um modelo de *layout*, que atenda a demanda da empresa estudada de forma mais eficaz. Contudo, foram desenvolvidos dois modelos de novos *layouts* para o armazém: o primeiro mantendo a configuração original da posição dos corredores e o segundo com um corredor entre as ruas de 6 metros, com o propósito de facilitar a organização do FIFO (*first in, first out*).

MODELO 1

O primeiro modelo tem como característica principal a manutenção da posição dos corredores de acesso, com uma mudança mais branda na alocação das ruas.

Dessa forma, é apresentado a seguir o primeiro modelo proposto. A Figura 11 representa a disposição das ruas do novo *layout*, enquanto a Figura 12 representa a disposição dos racks em cada rua do armazém.

MODELO 1 – Disposição das ruas

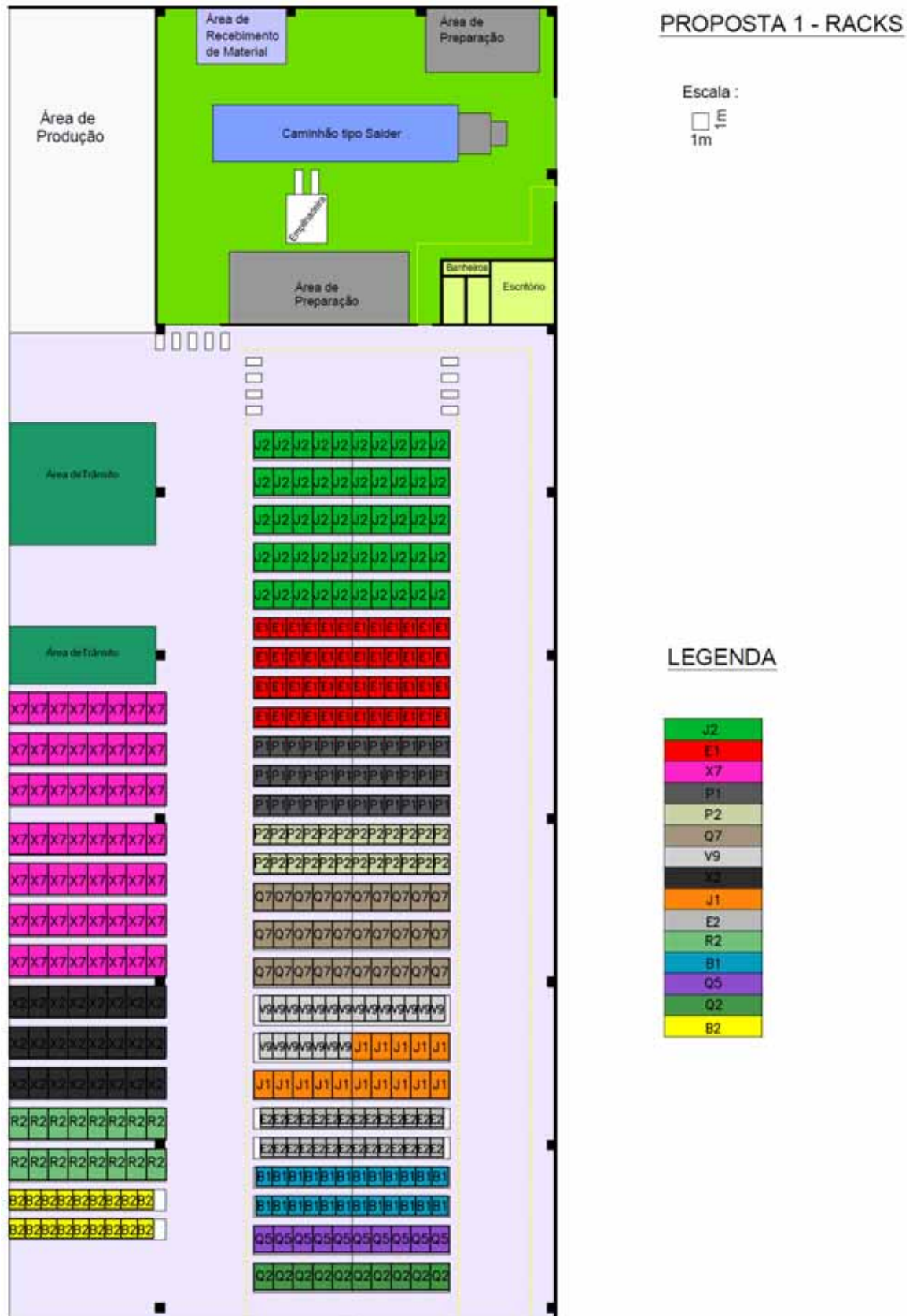
Figura 11 – Disposição das ruas (Proposta 1).



Fonte: (Autor próprio).

MODELO 1 – Disposição dos racks

Figura 12 – Disposição dos racks (Proposta 1).



Fonte: (Autor próprio).

MODELO 2

Levando em conta a facilidade para organização do FIFO, podemos propor um segundo modelo de *layout*, em que as ruas de 6 metros são divididas por um corredor. Tal modelo apresenta uma vantagem na organização do FIFO, já que o acesso às ruas fica mais fácil, possibilitando que a empilhadeira opere pelos dois lados da rua.

Contudo também oferece a desvantagem de inutilizar a região ao lado da parede, que é esporadicamente utilizada para armazenamento de outros materiais.

A seguir, o modelo pode ser mais bem compreendido pela Figura 13 (disposição das ruas) e Figura 14 (disposição dos racks).

MODELO 2 – Disposição das ruas

Figura 13 – Disposição das ruas (Proposta 2).



Fonte: (Autor próprio).

MODELO 2 – Disposição dos racks

Figura 14 – Disposição dos racks (Proposta 2).



Fonte: (Autor próprio).

4.3 Mapeamento das distâncias percorridas através do Diagrama de Espaguete

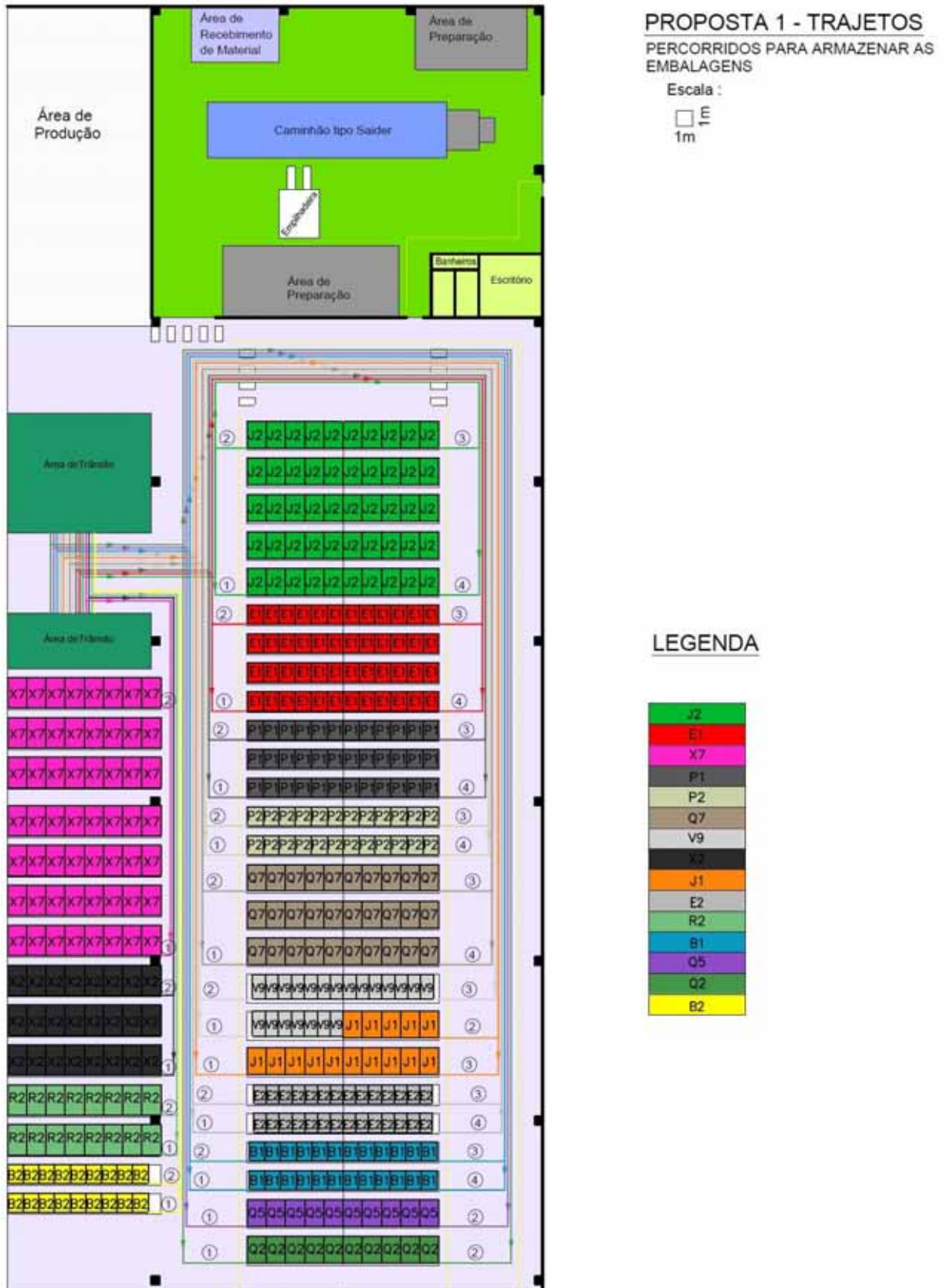
A fim de mapear as distâncias percorridas pelas embalagens, foi construído o Diagrama de Espaguete das duas propostas apresentadas, mostrando a distância percorrida por cada embalagem, tanto para a armazenagem quanto para expedição.

As distâncias possíveis a serem percorridas por cada Rack, foram evidenciadas por caminhos numerados de 1 a 4 (algumas somente 1 e 2 ou 1, 2 e 3) e posteriormente calculada a distância média de cada rack metálico.

Na sequência, a Figura 15 mostra o mapeamento da proposta 1.

DIAGRAMA DE ESPAGUETE – Armazenamento (Proposta 1)

Figura 15 – Trajetos percorridos para armazenar as embalagens (Proposta 1).



Fonte: (Autor próprio).

As distâncias percorridas de cada embalagem da proposta 1 para armazenamento são mostradas no Quadro 11:

Quadro 11 – Proposta 1 - Armazenagem das embalagens.

RACKS	DISTÂNCIA 1 (metros)	DISTÂNCIA 2 (metros)	DISTÂNCIA 3 (metros)	DISTÂNCIA 4 (metros)	MÉDIA (metros)
J2	14,2	21	41,4	55,6	33,0
E1	21,6	16,2	58,0	63,4	39,8
X7	30,5	15	-	-	22,8
P1	27,2	23,6	65,8	69,4	46,5
P2	31,0	29,2	71,8	73,6	51,4
Q7	38,0	33,4	76,4	81,0	57,2
V9	43,1	40,8	84,2	-	56,0
X2	38,5	33,5	-	-	36,0
J1	45,3	86,8	89,2	-	73,8
E2	49,6	47,8	92,0	93,8	70,8
R2	43,9	41,4	-	-	42,7
B1	53,1	51,3	95,9	97,7	74,5
Q5	55,5	100,5	-	-	78,0
Q2	58,0	103,4	-	-	80,7
B2	48,6	46,8	-	-	47,7

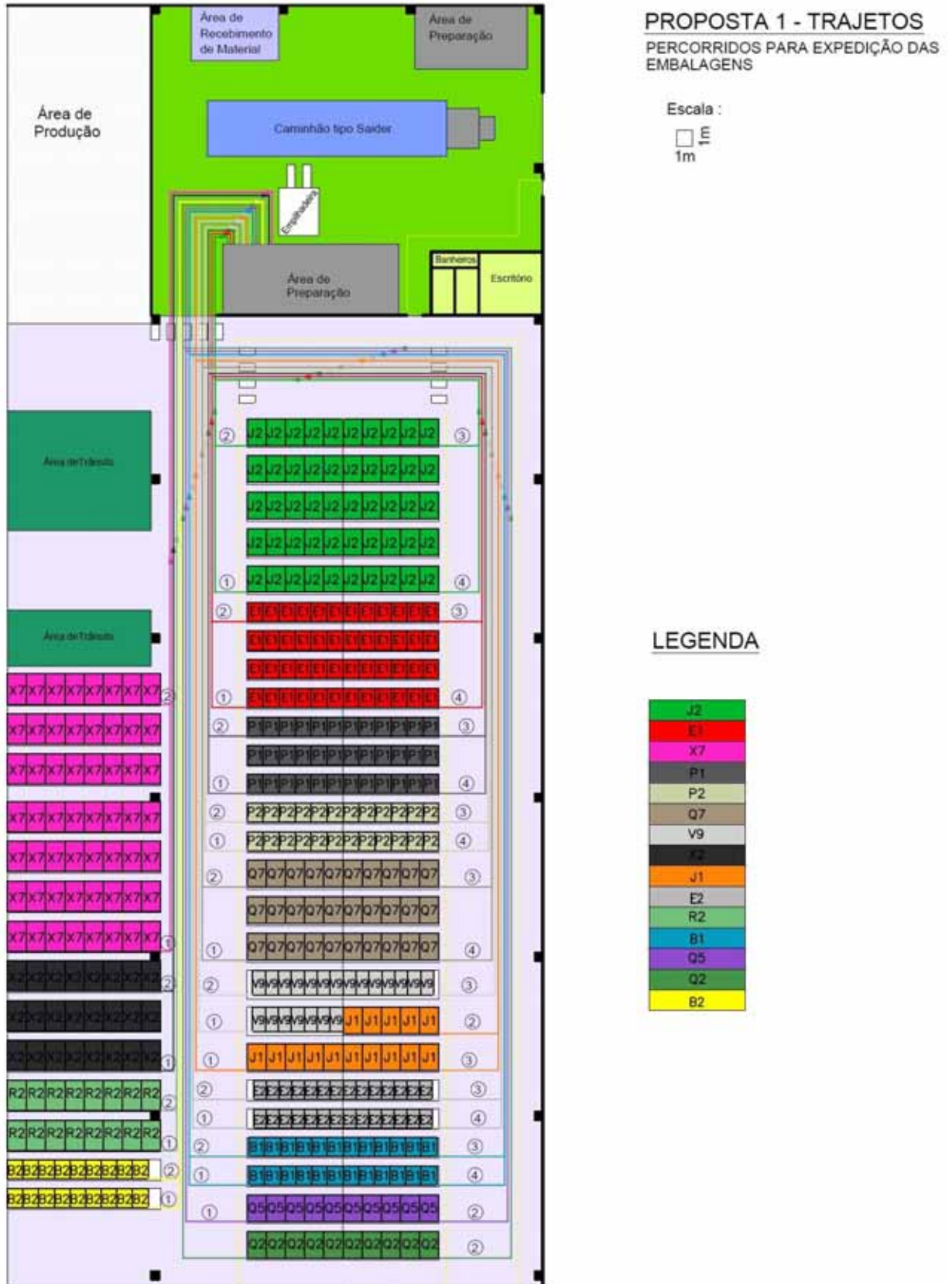
Fonte: (Autor próprio).

A partir da soma das distâncias médias, temos que a distância média total para armazenamento das embalagens para a primeira proposta é de 810,8 metros de extensão.

De maneira análoga à anterior, foi realizado o Diagrama de Espaguete para a expedição das embalagens da primeira proposta, conforme a Figura 16.

DIAGRAMA DE ESPAGUETE – Expedição (Proposta 1)

Figura 16 – Trajetos percorridos para expedição das embalagens (Proposta 1).



Fonte: (Autor próprio).

Também de maneira análoga à de armazenagem proposta foi montado o Quadro 12 mostrando as distâncias percorridas por cada embalagem para expedição e suas respectivas distâncias médias.

Quadro 12 - Proposta 1 - Expedição das embalagens.

RACKS	DISTÂNCIA 1 (metros)	DISTÂNCIA 2 (metros)	DISTÂNCIA 3 (metros)	DISTÂNCIA 4 (metros)	MÉDIA (metros)
J2	25,6	16,4	33,4	42,6	29,5
E1	33,8	28,4	45,8	51,2	39,8
X7	57,9	42,4	-	-	50,2
P1	40,2	36,6	54,4	58,0	47,3
P2	44,8	43	61,2	63,0	53,0
Q7	52,6	48	66,7	71,3	59,7
V9	58,5	56,2	75,2	-	63,3
X2	64,8	59,8	-	-	62,3
J1	61,5	78,7	81	-	73,7
E2	66,6	64,8	84,6	86,4	75,6
R2	69,2	66,7	-	-	68,0
B1	70,9	69,1	89,3	91,1	80,1
Q5	74,0	94,7	-	-	84,4
Q2	77,3	98,4	-	-	87,9
B2	73,0	71,1	-	-	72,1

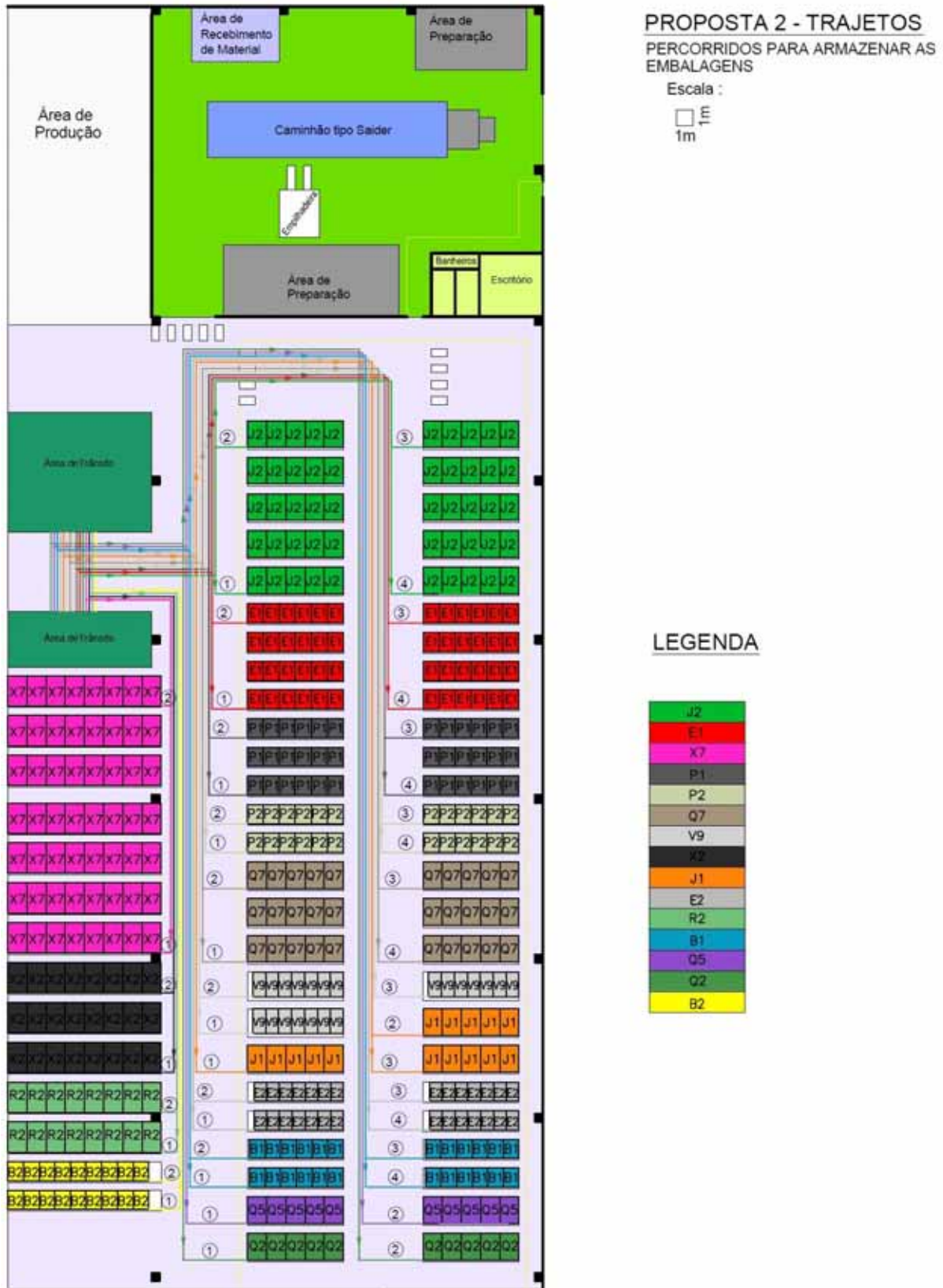
Fonte: (Autor próprio).

Somando-se as distâncias médias, temos que a distância média total para expedição das embalagens para a primeira proposta é de 946,6 metros de extensão.

A fim de podermos fazer uma análise comparativa, o mesmo procedimento foi realizado para a segunda proposta de *layout*, como é possível observar na Figura 17, que mostra o percurso percorrido para estocagem dos racks metálicos.

DIAGRAMA DE ESPAGUETE – Armazenamento (Proposta 2)

Figura 17 – Trajetos percorridos para armazenar as embalagens (Proposta 2).



Fonte: (Autor próprio).

E as distâncias dos percursos para armazenagem são mostradas no Quadro 13:

Quadro 13 - Proposta 2 - Armazenagem das embalagens.

RACKS	DISTÂNCIA 1 (metros)	DISTÂNCIA 2 (metros)	DISTÂNCIA 3 (metros)	DISTÂNCIA 4 (metros)	MÉDIA (metros)
J2	14,2	21	40,3	49,5	31,2
E1	21,6	16,2	51,6	57,0	36,6
X7	30,5	15	-	-	22,8
P1	27,2	23,6	59,0	62,6	43,1
P2	31,0	29,2	64,7	66,4	47,8
Q7	38,0	33,4	68,8	73,4	53,4
V9	43,1	40,8	76,1	-	53,3
X2	38,5	33,5	-	-	36,0
J1	45,3	78,4	80,7	-	68,1
E2	49,6	47,8	83,2	85,0	66,4
R2	43,9	41,4	-	-	42,7
B1	53,1	51,3	86,7	88,5	69,9
Q5	55,5	90,8	-	-	73,2
Q2	58,0	93,3	-	-	75,7
B2	48,6	46,8	-	-	47,7

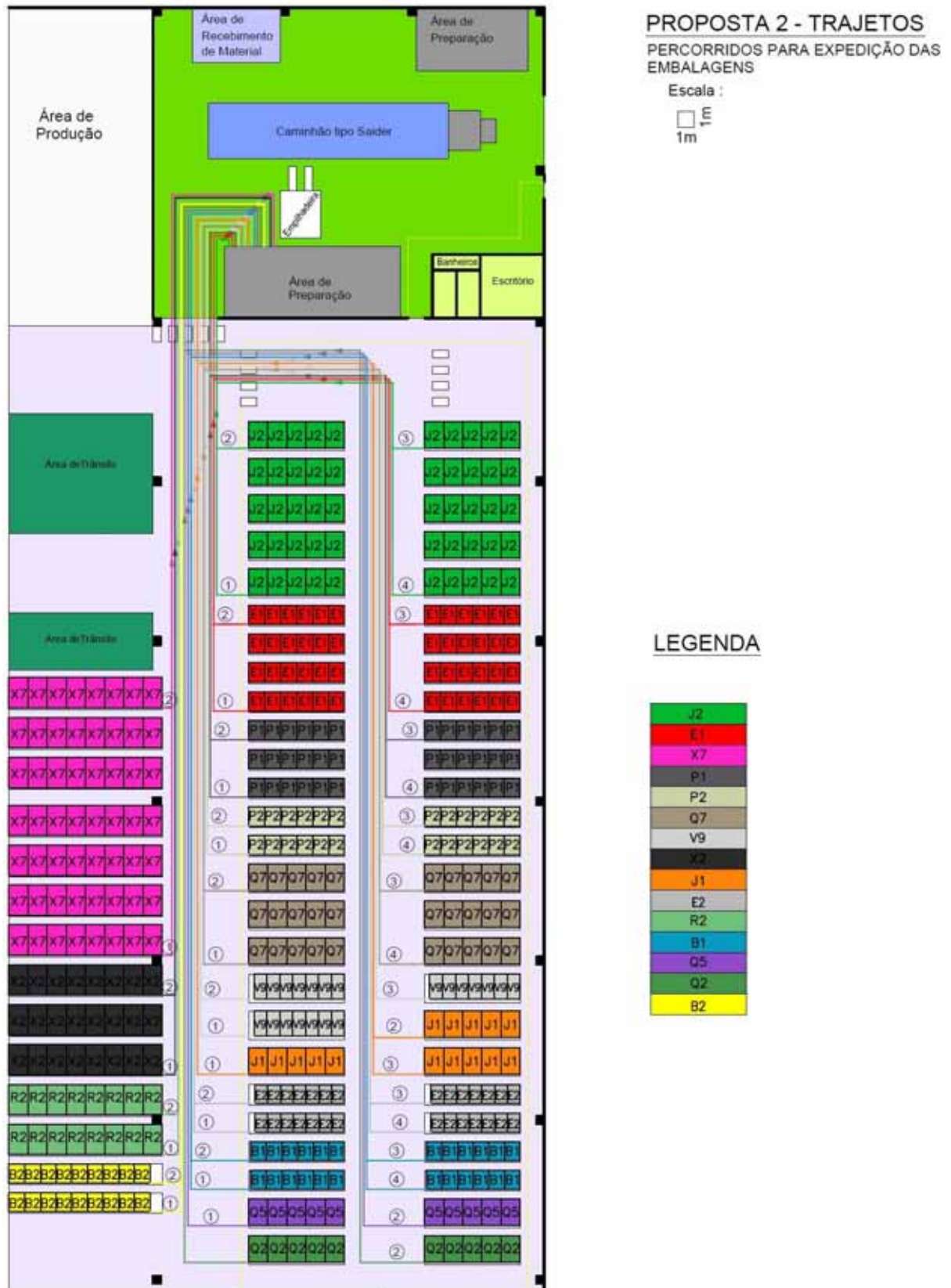
Fonte: (Autor próprio).

Do quadro anterior, a soma das distâncias médias é de 767,8 metros, que é a distância média total para armazenamento das embalagens para a segunda proposta.

O Diagrama de Espaguete para a expedição das embalagens da segunda proposta é então representado pela Figura 18, na sequência.

DIAGRAMA DE ESPAGUETE – Expedição (Proposta 2)

Figura 18 – Trajetos percorridos para expedição das embalagens (Proposta 2).



Fonte: (Autor próprio).

As distâncias dos percursos para expedição das embalagens da proposta 2 são mostradas pelo Quadro 14.

Quadro 14 - Proposta 2 - Expedição das embalagens.

RACKS	DISTÂNCIA 1 (metros)	DISTÂNCIA 2 (metros)	DISTÂNCIA 3 (metros)	DISTÂNCIA 4 (metros)	MÉDIA (metros)
J2	25,6	16,4	27,3	36,5	26,5
E1	33,8	28,4	39,4	44,8	36,6
X7	57,9	42,4	-	-	50,2
P1	40,2	36,6	47,6	51,2	43,9
P2	44,8	43	54,0	55,8	49,4
Q7	52,6	48	59,0	63,6	55,8
V9	58,5	56,2	67,2	-	60,6
X2	64,8	59,8	-	-	62,3
J1	61,5	70,2	72,6	-	68,1
E2	66,6	64,8	75,8	77,6	71,2
R2	69,2	66,7	-	-	68,0
B1	70,9	69,1	80,1	81,9	75,5
Q5	74,0	85	-	-	79,5
Q2	77,3	88,3	-	-	82,8
B2	73,0	71,1	-	-	72,1

Fonte: (Autor próprio).

Por fim, a soma das distâncias médias é de 902,3 metros, que representa a distância média total para expedição das embalagens para a segunda proposta.

4.4 Síntese dos resultados

Diante da apuração dos resultados obtidos através do estudo, que buscou a melhoria do *layout* do armazém em questão, é possível afirmar que:

- Obteve-se uma melhor organização das embalagens de acordo com a Curva ABC;
- Foi observado um aumento de 6,4% na extensão total de ruas do armazém, maximizando a capacidade de armazenamento das embalagens.
- O *layout* foi otimizado com sucesso, possibilitando o aumento da eficiência das atividades de estocagem e expedição dos produtos.

- Comparando os dois arranjos propostos, o segundo modelo de *layout* apresentou menores distâncias médias de trajeto que o da primeira proposta: 5,6% inferior para armazenagem e 4,9% a menos para expedição das embalagens.

5 CONCLUSÕES

A pesquisa bibliográfica concedeu um maior embasamento teórico, permitindo que o estudo de caso, o qual propôs uma melhoria no *layout* da empresa analisada, fosse realizado com sucesso, de modo a depreender o objetivo principal do estudo.

O objetivo pôde ser alcançado através da utilização de ferramentas de gestão de estoque, como a Curva ABC e o Diagrama de Espaguete, os quais, respectivamente, permitiram segmentar as embalagens de acordo com sua demanda e mapear a movimentação interna dos dois *layouts* propostos, podendo assim compará-los com as distâncias percorridas para armazenagem e expedição das embalagens.

Com isso, percebe-se que o objetivo do trabalho foi atingido, já que dois modelos de *layout* puderam ser propostos, e quando comparados com o modelo atual, apresentaram vantagens tanto na movimentação interna como na organização das embalagens de acordo com o volume de vendas de cada produto. Também apresentaram cerca de 6,4% a mais de extensão de ruas, maximizando sua capacidade de armazenamento.

Dessa forma, o estudo se mostrou bastante confiável e eficaz, porém, para se obter resultados ainda mais precisos é recomendada a utilização de modelos matemáticos e técnicas de simulação a partir dos dados históricos da empresa, podendo assim, identificar a máxima capacidade do armazém em estudo e propor outras melhorias ao seu *layout*.

REFERÊNCIAS

AGC VIDROS BRASIL. 2012. Disponível em: <<http://www.agcbrasil.com/AGC-Brazil/Portugese/Homepage/Produtos/Vidro-automotivo/page.aspx/2285>> Acesso em: 12 dez. 2014.

ALVES, A. S. **Análise do arranjo físico e sua relação na movimentação e armazenagem dos materiais.** Estudo de caso: empresa Grampola Peças Automotivas. 2009. Monografia, Faculdade de Tecnologia da Zona Leste - Centro Paula Souza, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.poslogistica.com/web/TCC/2009-1/tcc-202.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2014.

BALLOU, R. H. **The evolution and future of logistics and supply chain management.** *Produção*, v.16, n.3, p.375-386, set./dez. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132006000300002&script=sci_arttext. Acesso em: 11 dez. 2014.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed Editora S.A., 2004. 616 p.

BENEVIDES, E. **Diagrama de Espaguete.** [S.l]: 2013. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-espaguete/69434/>> Acesso em 09 dez. 2014

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da Cadeia de Suprimento.** 1. ed. Atlas, 2001, 594 p.

BOWERSOX, D. J.; COOPER, M. B.; CLOSS, D. J. **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos.** São Paulo: Artmed Editora S. A., 2006. 528p.

CARVALHO, M. A. **Engenharia de embalagens: uma abordagem técnica do desenvolvimento de projetos de embalagem.** São Paulo: Novatec Editora, 2008

CIOATO, M. F.; REIS, Z. C. **Proposta de melhoria na atual metodologia de classificação e dimensionamento de estoques em uma empresa do ramo eletro-eletrônico.** In: Encontro nacional de engenharia de produção, 32, 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves, 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_163_949_20244.pdf>. Acesso em 05 nov. 2014.

DOMINI, C. **Atividades de armazenagem.** São Paulo, 2014. Disponível em: <http://lcompiani.dominiotemporario.com/doc/Adm_Materiais_II_Parte_1.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2014

DORNIER, P. P. *et al.* **Logística e Operações Globais: texto e casos.** São Paulo: Atlas, 2000
 FERREIRA, A. B. H.; **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**, 2ª ed., Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. Disponível em <http://www.bm.edu.br/fatesc.edu.br/wp-content/blogs.dir/3/files/pdf/tccs/o_enderecamento_como_ferramenta_fundamental_na_armazenagem.pdf> Acesso em 20 jan. 2015

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008

GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. F. **Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review.** *European Journal of Operational Research*, v.203, p. 539-549, jun./2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221709005219#>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

HASSAN, M. M. D. **A framework for the design of warehouse layout.** *Facilities*, v.20, n. 13/14, p. 432-440, 2002. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?issn=0263-2772&volume=20&issue=13/14&articleid=844351&show=html>>. Acesso em: 04 dez. 2014.

HUDSON, P. S.; HADDAD, S. R. **A Importância de um Layout na Armazenagem de Produtos Acabados. Um Estudo de Caso: Diplomata S/A Industrial e Comercial.** Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2014. Disponível em <http://www.aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php?file=%2F66582%2Fmod_resource%2Fcontent%2F0%2FA_importancia_de_um_Layout_na_Armazenagem.pdf> Acesso em 15 dez. 2014

HUERTAS, J. I.; RAMÍREZ, J. D.; SALAZAR, F. T. **Layout evaluation of large capacity warehouses.** *Facilities*, v.25, n. 7/8, p. 259-270, 2007. Disponível em: <www.emeraldinsight.com/0263-2772.htm>. Acesso em: 05 dez. 2014.

LIMA, J. M. **Por que a Logística é importante nas organizações?** 2015. Disponível em <<http://www.modais.com.br/por-que-logistica-e-importante-nas-organizacaoes/>> Acesso em 20 jan. 2015

LIMA, M. **Armazenagem: Considerações sobre a atividade de picking.** ILOS- Instituto de Logística e Supply Chain, 2002. Disponível em <http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=764&Itemid=74> Acesso em: 05 dez. 2014.

MACEDO, N. L. F.; FERREIRA, K. A. **Diagnóstico da gestão de armazenagem em uma empresa do setor de distribuição.** In: Encontro nacional de engenharia de produção, 31, 2011, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_135_857_17640.pdf>. Acesso: 05 nov. 2014.

MCGEW, M. **Os Benefícios do FIFO na logística.** [S.l]: 2015. Disponível em <http://www.ehow.com.br/beneficios-fifo-logistica-info_33957/> Acesso em 03 fev. 2015

MEDEIROS, C. P.; SILVA, M. V. L.; FREIRE, A.; MONTEIRO, R. R. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais:** um enfoque no arranjo de layout de estoque aplicado a uma montadora de computadores. In: Encontro nacional de engenharia de produção, 31, 2011, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_857_18311.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2014.

MESTRINER, F. **A Função Social da Embalagem.** São Paulo: Escola de Engenharia de Mauá, 2014. Disponível em<www.maua.br/arquivos/artigo/h/1c77f6aec833d6a2337ae29fc3fa8f19 > Acesso em 02 nov. 2014

MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais.** São Paulo: Manual de Logística - IMAM. Vol. 1, 1998.

MOURA, R. A.; BANZATO, José M. **Embalagem, Unitização e Containerização.** 2ª Ed. São Paulo: IMAM, 1997. Vol. 3

PADOVEZE, C. L. **Manual de contabilidade básica: uma introdução a prática contábil.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2000 apud SERPA, Alexandre. Pernambuco: Universidade Católica de Pernambuco: 2013. Disponível em <http://www.unicap.br/ccs/20131/contabeis/alexandre_serpa.pdf> Acesso em 03 fev. 2015

PALETTA, M. A.; SILVA, A. G. **Otimizando o layout do armazém através da movimentação eficiente de materiais.** Centro Universitário Padre Anchieta. 2009. Disponível em: <http://www.intelog.net/ArtigosNoticias/Arquivos/artigo_layout.pdf> Acesso: 08 out. 2014.

QUEIROLO, F. SCHENONE, M.; NAM, P.; ZUNINO, I. **Warehouse layout design: minimizing travel time with a genetic and simulative approach – methodology and case study.** In: Europeans simulation symposium, 14, 2002. Anais... 2002. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.3.4065&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 13 out. 2014.

RAITER, D. **Importância do Layout.** [S.l]: 2012. Disponível em <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Importancia-Do-Layout/314612.html>> Acesso em 15 dez. 2014

RAZZOLINI FILHO, E. **Logística Empresarial no Brasil: tópicos especiais.** 2 ed. São Paulo: Ibplex, 2011.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão estratégica da armazenagem.** São Paulo: Aduaneiras, 2007.

RODRIGUES, S. *et al.* **Logística: o endereçamento como ferramenta fundamental na armazenagem e estocagem.** Faculdade de Tecnologia de Santa Catarina: Santa Catarina: 2015. Disponível em <http://www.bm.edu.br/fatesc.edu.br/wp-content/blogs.dir/3/files/pdf/tccs/o_enderecamento_como_ferramenta_fundamental_na_armazenagem.pdf> Acesso em 20 jan. 2015

ROMANO, L. N. **Metodologia de projeto para embalagem.** Tese de mestrado. Curso de pós-graduação em engenharia mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1996. Disponível em: <<http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/Metodologia-de-Projeto-para-Embalagens>> Acesso: 08 out. 2014.

SERPA, A. Pernambuco: Universidade Católica de Pernambuco: 2013. Disponível em <http://www.unicap.br/ccs/20131/contabeis/alexandre_serpa.pdf> Acesso em 03 fev. 2015

SIAN, D. **Bridgewater, NJ, USA.** 2012. Disponível em: <http://creativeagencyprocess.blogspot.com.br/2012/07/spaghetti-diagraming-in-creative-agency.html> > Acesso em: 02 dez. 2014.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VANBAREN, J. **Como calcular o FIFO e LIFO periódico.** [S.l]: 2015. Disponível em <http://www.ehow.com.br/calcular-fifo-lifo-periodico-como_42753/> Acesso em 03 fev. 2015

VENTURA, M. M. **O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa.** Rio de Janeiro: 2007. Disponível em <http://unisc.br/portal/upload/com_arquivo/o_estudo_de_caso_como_modalidade_de_pesquisa.pdf> Acesso em 14 nov. 2014

WEBLER, K. R. **Projeto de uma embalagem industrial para a armazenagem do chassis de uma plantadeira.** Monografia para obtenção de título de bacharel em Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina. 2012. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngMec/2012/Karine_Raquel_Webler.pdf>
Acesso: 08 out. 2014.