

**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

FLÁVIA GABRIELE MANOEL MAIA

**ANÁLISE DO PROJETO DE EXPANSÃO DE UM ARMAZÉM POR MEIO DA
ELABORAÇÃO DE UM LAYOUT E ANÁLISE DE INVESTIMENTO: ESTUDO DE
CASO EM UMA FÁBRICA DO SETOR ALIMENTÍCIO**

Guaratinguetá
2013

FLÁVIA GABRIELE MANOEL MAIA

ANÁLISE DO PROJETO DE EXPANSÃO DE UM ARMAZÉM POR MEIO DA
ELABORAÇÃO DE UM *LAYOUT* E ANÁLISE DE INVESTIMENTO: ESTUDO DE
CASO EM UMA FÁBRICA DO SETOR ALIMENTÍCIO

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

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche

Guaratinguetá
2013

M217a	Maia, Flávia Gabriele Manoel Análise do projeto de expansão de um armazém por meio da elaboração de um layout e análise de investimento: estudo de caso em uma fábrica do setor alimentício / Flávia Gabriele Manoel Maia – Guaratinguetá : [s.n], 2013. 59 f : il. Bibliografia: f. 53-56 Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013. Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche 1. Layout 2. Armazenamento 3. Alimentos - Indústria I. Título CDU 65.012.26
-------	---

**ANÁLISE DO PROJETO DE EXPANSÃO DE UM ARMAZÉM POR MEIO DA
ELABORAÇÃO DE UM LAYOUT E ANÁLISE DE INVESTIMENTO: ESTUDO
DE CASO EM UMA FÁBRICA DO SETOR ALIMENTÍCIO**

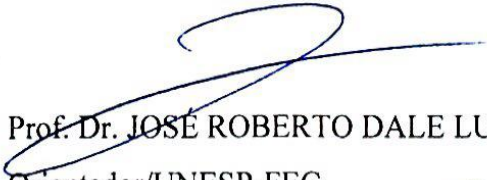
FLÁVIA GABRIELE MANOEL MAIA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “**GRADUADO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**”

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


Prof. Dr. FRANCISCO ALEXANDRE DE OLIVEIRA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


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


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
UNESP-FEG


Prof. Dr. OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA
UNESP-FEG

Novembro de 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por estar sempre ao meu lado guiando os meus caminhos e abençoando a minha vida.

Ao meu orientador, José Roberto, por me acompanhar durante toda a realização desse trabalho, oferecendo todo o suporte e auxílio necessário e me proporcionando momentos de crescimento e reflexão; e ao professor Marins por também se disponibilizar em ajudar e transmitir conhecimentos que foram importantes para a sua conclusão.

Ao meu gestor no estágio e aos meus colegas de trabalho que me ajudaram com as informações necessárias para este projeto e que contribuíram muito com o meu crescimento pessoal e profissional.

Especialmente à minha mãe, Rosângela, a quem dedico este trabalho, a pessoa que esteve ao meu lado em todos os momentos da minha vida, confiando em mim mais do que qualquer outra pessoa, me apoiando e me dando forças para continuar em busca dos meus objetivos.

Ao meu pai, Maximiano, que me deu todo o suporte que eu precisei e que também sempre acreditou no meu potencial, me motivando, incentivando meus estudos e apoiando minhas decisões.

Ao meu irmão, Gabriel, que também sempre esteve ao meu lado e que, mesmo sem saber, foi um dos meus apoios e motivos para seguir em frente.

Ao meu namorado, Fabio, que com paciência e compreensão foi o meu porto seguro nos momentos mais difíceis, me acalmando e alegrando, e que segurou a minha mão, caminhando sempre ao meu lado.

Aos meus avós, Milton e Silvia, por todo o cuidado e preocupação que sempre tiveram comigo e por sempre torcerem por mim e se orgulharem de minhas conquistas.

Às meninas da república Alcoóiris, especialmente à Thaísa, Gabrielli e Laís, que moraram comigo durante toda a faculdade e que se tornaram a minha segunda família, compartilhando muitos momentos bons e os mais difíceis também.

E a todos os meus amigos e demais familiares que, estando perto ou longe, acreditaram, apoiaram, ajudaram e torceram por mim.

“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquentada e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.”

Guimarães Rosa

MAIA, F. G. M. **Análise do projeto de expansão de um armazém por meio da elaboração de um layout e análise de investimento:** estudo de caso em uma fábrica do setor alimentício. 2013. 59f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

RESUMO

A gestão adequada da armazenagem de materiais é essencial para o suprimento das necessidades de produção e redução de custos com estoque. Além disso, um *layout* eficaz contribui com a melhora da produtividade e redução de custos operacionais. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo propor um projeto de ampliação para o armazém de uma fábrica do setor alimentício, sugerindo um *layout* que melhor atendesse as suas necessidades e verificando sua viabilidade econômica. Para atingir esse objetivo, foram utilizados métodos como a curva ABC, o diagrama de espaguete e os conceitos da engenharia econômica para análise do investimento no projeto. Os resultados mostraram que o segundo modelo proposto de *layout* foi melhor do que o primeiro, pois atendeu a capacidade de armazenagem requerida pela empresa e apresentou uma movimentação interna mais eficiente. Porém, com a análise de investimento, detectou-se que não era viável, dadas as condições da empresa, investir na ampliação do armazém.

PALAVRAS-CHAVE: *Layout* de armazém. Armazenagem. Projeto de expansão. Análise de investimento. Setor alimentício.

MAIA, F. G. M. **Analysis of the expansion project of a warehouse through the creation of a layout and the investment analysis:** a case study in a factory in the food sector. 2013. 59f. Graduate Work (Graduate in Production Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

ABSTRACT

The proper management of materials storage is essential to supply the needs of production and reduce the inventory costs. Moreover, an effective layout contributes to improve the productivity and reduce the operational costs of a warehouse. This way, the purpose of this study was: to propose an expansion project to the warehouse of a factory in the food sector, suggesting a layout that best fit their needs and to verify its economic feasibility. To achieve this goal, it was applied methods such as ABC curve, spaghetti diagram and concepts of economics engineering to the analysis of investment in the project. The results showed that the second layout model was better than the first, supporting the storage capacity required by the company and presenting an internal movement more efficient. However, with the investment analysis, it was found that it was not feasible, given the conditions of the company, investing in the expansion of the warehouse.

KEYWORDS: Warehouse layout. Storage. Expansion project. Investment Analysis. Food Sector.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos e métodos utilizados.	16
Figura 2 - Logística integrada (adaptada de Bowersox e Closs, 2001, p. 44)	19
Figura 3 - Decisões para o projeto de armazéns (adaptada de Gu, Goetschalckx e McGinnis, 2010).	20
Figura 4 - Exemplo de diagrama de espaguete.	24
Figura 5 - Paletes de caixas de papelão armazenadas em um Galpão de Vinil.	29
Figura 6 - Área de recebimento de materiais utilizada para estocagem.	29
Figura 7 - Materiais armazenados nos corredores entre as estantes porta-paletes.	30
Figura 8 - Proposta inicial de arranjo físico para o armazém.	34
Figura 9 – Gráfico da curva ABC.	36
Figura 10 - Proposta final de arranjo físico para o armazém.	38
Figura 11 - Caminhos percorridos para armazenar os materiais no modelo 1 de <i>layout</i>	41
Figura 12 - Caminhos percorridos para armazenar os materiais no modelo 2 de <i>layout</i>	43
Figura 13 - Caminhos percorridos para abastecer a linha de produção no modelo 1 de <i>layout</i>	46
Figura 14 - Caminhos percorridos para abastecer a linha de produção no modelo 2 de <i>layout</i>	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total de paletes necessários por família, por mês	31
Tabela 2 – Quantidade de paletes que podem ser armazenados no modelo inicial de <i>layout</i> . ..	33
Tabela 3 - Dados para elaboração da curva ABC.....	35
Tabela 4 – Quantidade de paletes que podem ser armazenados no modelo final de <i>layout</i>	39
Tabela 5 – Distâncias percorridas para armazenar os materiais no modelo 1 de <i>layout</i>	40
Tabela 6 - Distâncias percorridas para armazenar os materiais no modelo 2 de <i>layout</i>	42
Tabela 7 - Distâncias percorridas para abastecer a linha de produção no modelo 1 de <i>layout</i>	44
Tabela 8 - Distâncias percorridas para abastecer a linha de produção no modelo 2 de <i>layout</i>	47
Tabela 9 – Custos com armazenagem externa e transporte até a fábrica.	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos sistemas de estocagem.....	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals*

SCM – *Supply Chain Management*

FC – Fluxo de Caixa

VPL – Valor Presente Líquido

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

TIR – Taxa Interna de Retorno

LPD – Leite em Pó Desnatado

MP – Matéria Prima

SKU – *Stock Keeping Unit*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Contexto.....	13
1.2. Objetivos	14
1.3. Justificativa.....	14
1.4. Método de pesquisa.....	15
1.5. Estrutura.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. Logística e armazenagem	18
2.2. Projeto e <i>layout</i> de um armazém	20
2.2.1. Estruturas para armazenamento de materiais	21
2.3. Classificação ABC.....	22
2.4. Diagrama de Espaguete.....	23
2.5. Análise de investimentos	24
2.5.1. Valor Presente Líquido (VPL)	25
2.5.2. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	26
2.5.3. Taxa Interna de Retorno (TIR).....	26
2.5.4. <i>Payback</i>	27
3. ESTUDO DE CASO.....	28
3.1. Principais problemas	28
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Capacidade de armazenagem necessária.....	31
4.2. Projeto de expansão	32
4.2.1. Descrição dos modelos de <i>layout</i> propostos.....	32
4.2.2. Movimentação interna	39
4.3. Análise de investimento	49
5. CONCLUSÕES	51
5.1. Verificação dos objetivos e contribuições do trabalho	51
5.2. Recomendações para estudos futuros	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICE A	57
ANEXO A – ROTEIRO DE PESQUISA	58

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contexto

Com a intensa competitividade global, derivada da abertura dos mercados, as empresas não competem mais apenas localmente, elas são capazes de quebrar as barreiras comerciais e territoriais (OLIVEIRA; LEITE, 2010).

O que diferencia e torna as empresas líderes mais competitivas, de acordo com Guidolin e Monteiro Filha (2010), é a maneira como gerem sua cadeia de suprimentos, pois, com a gestão adequada, conseguem otimizar os processos ao longo da cadeia, reduzindo custos, bem como entregar melhores serviços aos clientes, fator que as diferencia de suas concorrentes. Por isso, a gestão da logística é fundamental, podendo ser desenvolvida tanto internamente como por terceirização, utilizando operadores logísticos.

Diante desse cenário, para um número cada vez maior de empresas, a logística vem deixando de ser considerada apenas como uma atividade operacional e passa a ser vista como uma área estratégica, uma ferramenta gerencial com grande potencial para gerar vantagem competitiva, sendo que essa mudança na visão empresarial sobre a importância estratégica da logística está relacionada com a transformação do ambiente de negócios, afetando diretamente a forma de operar das organizações (BRANSKI, 2008).

De acordo com Ferraes Neto (2002), a Logística pode ser vista como a gestão de fluxos e para gerir esse fluxo são necessários recursos financeiros para a compra, a transformação e a movimentação dos materiais, o que evidencia que a logística consome capital.

Como grande parte dos custos logísticos de uma empresa é com estoques, otimizar o fluxo de materiais é algo de extrema importância, uma vez que afeta o processo de produção, o qual não deve ser interrompido e a manutenção de estoque representa um capital parado que poderia ser investido em outras áreas (SANTOS; RODRIGUES, 2006).

Dessa forma, é necessário gerir adequadamente a armazenagem de materiais a fim de suprir as necessidades da produção e reduzir os custos com estoques. Para realizar a gestão do espaço utilizado para estocagem é necessário determinar a sua localização, o dimensionamento da área, o arranjo físico, as estruturas de armazenagem, os equipamentos que farão a movimentação e os sistemas informatizados que auxiliarão na operação (ANASTASIA *et al*, 2011). De acordo com Alves (2009), um *layout* eficiente faz com que a

produtividade seja melhor e os custos operacionais menores, o que indica que se trata de uma das decisões mais importantes na implantação de um armazém.

Além disso, projetos de elaboração de arranjo físico para armazenar produtos podem estar relacionados apenas com a reorganização do espaço interno, com a construção de um novo armazém ou com a expansão de um já existente, devendo-se analisar o investimento necessário para tal com o objetivo de verificar se é viável para a empresa ou não. Nesse sentido, conforme explica Marquezan e Brondani (2006), a realização de um projeto de investimento exige uma análise financeira criteriosa que deve ser feita por meio da utilização de métodos e conceitos da engenharia econômica.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral, dada a necessidade de expansão da área de armazenagem de uma fábrica do setor alimentício, elaborar um novo *layout* para o armazém expandido com base no *layout* inicial proposto pela empresa e compará-los em termos de capacidade de armazenagem e movimentação interna, além de realizar a análise de viabilidade econômica do projeto de expansão desse armazém.

Para atingir esse objetivo, os objetivos específicos são:

- Determinar a capacidade de armazenagem requerida pela fábrica;
- Realizar a segmentação dos materiais estocados;
- Analisar a proposta inicial de *layout* oferecida pela empresa;
- Sugerir o *layout* do armazém com base na curva ABC, na proposta inicial e nas informações oferecidas pela empresa, na destinação dos materiais e estruturas adequadas;
- Elaborar o mapeamento da movimentação interna dos materiais;
- Realizar a análise de investimento do projeto, utilizando os conceitos da engenharia econômica.

1.3. Justificativa

Num armazém ocorrem as operações de recebimento, estocagem/ armazenagem, movimentação e expedição de materiais e, para que ele seja bem utilizado, é necessário considerar questões como: boa localização, organização dos produtos, *layout* do armazém,

espaço necessário para a construção do depósito e o projeto de estruturação do mesmo (MACEDO; FERREIRA, 2011).

Dessa forma, as análises realizadas para verificar se o espaço existente para a ampliação do armazém atende a capacidade de produção da fábrica auxiliarão no bom funcionamento do local e na redução de gastos com estocagem, uma vez que a os materiais estarão sob controle interno, ajudando a melhorar a administração do estoque e diminuir os gastos com operadores logísticos externos.

Além disso, espera-se que, com os estudos sobre logística para sugerir o *layout* do almoxarifado, considerando a movimentação dos produtos, os tipos de estruturas adequadas para organizá-los e a análise ABC dos materiais, seja possível chegar a uma solução que proporcione melhorias relevantes à estocagem dos materiais. Segundo Huertas, Ramírez e Salazar (2007), o arranjo físico desempenha um papel importante no negócio da empresa, dependendo das condições operacionais do local e, de acordo com Alves (2009), a produtividade é melhor e os custos operacionais são menores quando se tem um *layout* eficiente.

Por fim, como o projeto estudado nesse trabalho envolve um investimento, faz-se necessário realizar sua análise econômica utilizando os métodos e conceitos da engenharia econômica, uma vez que o fracasso de alguns projetos está relacionado, principalmente, com estimativas que não são feitas de maneira adequada (REIS; ALBUQUERQUE, 2004).

1.4. Método de pesquisa

Este trabalho utilizou dois procedimentos técnicos: a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso que, de acordo com Silva (2001), são definidos como:

Pesquisa Bibliográfica: quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.

Estudo de caso: quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Por meio da pesquisa bibliográfica foi possível construir a base teórica que auxiliou o desenvolvimento e a conclusão do projeto estudado. Por outro lado, o estudo de caso permitiu entender o problema e coletar os dados e informações da empresa para atingir os objetivos desse trabalho.

O estudo de caso foi dividido em seis etapas, as quais estão relacionadas com os objetivos específicos da pesquisa e foram utilizados diferentes métodos e ferramentas para cada uma delas, conforme ilustra a Figura 1.

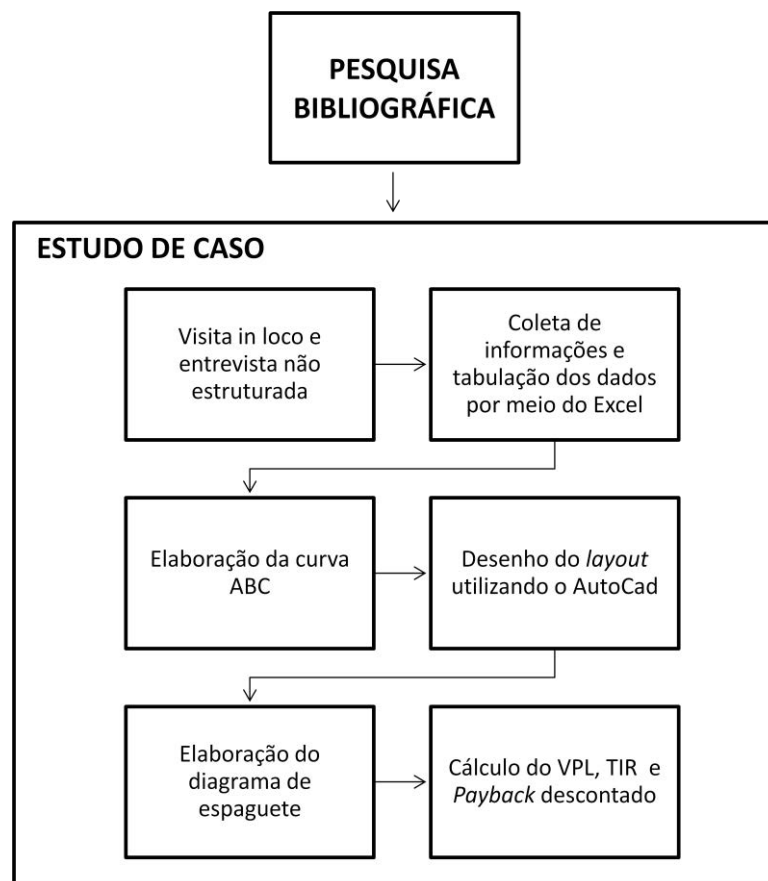


Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos e métodos utilizados.
Fonte: Criada pelo autor.

A primeira etapa consistiu em verificar quais eram os problemas causados pela falta de espaço no armazém da fábrica. Para isso, foi feita uma visita *in loco* com o objetivo de conhecer o atual armazém e observar a maneira como os produtos são armazenados. O analista responsável pelas operações do armazém fez o acompanhamento da visita, possibilitando uma entrevista não estruturada para obtenção de maiores detalhes sobre os problemas existentes, bem como outras informações necessárias para as demais etapas do projeto. O roteiro da entrevista pode ser visualizado no ANEXO A deste trabalho.

Na segunda etapa, a fim de determinar a capacidade de armazenagem necessária, foram solicitados os dados obtidos com o estudo realizado pelo time de Planejamento da companhia, o qual continha informações como: demanda mensal, política de estoque de segurança, quantidade de material por paleta e quantidades mensais de paletes necessários de cada material. Após isso, os dados foram tabulados por meio da elaboração de uma tabela dinâmica e foi determinada a quantidade de paletes por família e total.

Com base nas informações anteriores, a terceira etapa consistiu na elaboração da curva ABC, a qual ajudou a identificar quais eram os itens mais consumidos mensalmente para que eles fossem alocados próximos das entradas da linha de produção a que são destinados.

Para propor um *layout* para o armazém (quarta etapa), foram obtidas mais informações com o analista responsável pelas operações do mesmo e foram obtidos dados como: tipos de embalagem nos quais os materiais são recebidos, tipos de estruturas de armazenagem utilizados e sugeridos, destinação dos materiais e sugestão do local onde devem ficar armazenados, largura mínima dos corredores e entre as docas, tamanho dos paletes, altura do pé direito, entre outros.

Com esses dados e utilizando o arranjo físico inicial proposto pela própria empresa, verificaram-se possibilidades de melhorias, como, por exemplo, a redução do tamanho dos corredores para a movimentação dos materiais, a realocação da sala de baterias, entre outros a serem discutidos na seção de resultados e foi proposto o segundo modelo de *layout*, utilizando o software AutoCad. Após isso, a quantidade de paletes necessários foi comparada com a quantidade possível de ser armazenada no *layout* final obtido, a fim de verificar se o armazém atenderia a capacidade requerida.

A quinta etapa consistiu na elaboração do diagrama de espaguete para os dois *layouts* sugeridos para o armazém, analisando tanto a movimentação para armazenar os materiais que chegam dos fornecedores quanto a movimentação para abastecer a linha de produção.

Por fim, foi realizada uma análise de investimento, a fim de determinar se o projeto de expansão seria viável e vantajoso para a organização. Para esta etapa foram utilizados os conceitos da Engenharia Econômica obtidos por meio da pesquisa bibliográfica, juntamente com o orçamento do projeto feito por uma empresa do ramo da construção.

1.5. Estrutura

O presente trabalho está estruturado em 5 capítulos. Nesse primeiro foram apresentados o contexto no qual se insere o estudo, os objetivos do trabalho, suas justificativas e o método de pesquisa utilizado. O capítulo 2 é constituído pelo referencial teórico e aborda os temas mais relevantes para o desenvolvimento da pesquisa. No capítulo 3, a empresa estudada e os problemas encontrados são abordados. O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e, no capítulo 5 estão as conclusões e recomendações para estudos futuros. Por fim, apresenta-se a bibliografia utilizada durante a realização do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Logística e armazenagem

Segundo Ferreira e Alves (2005), a palavra logística tem origem francesa e é derivada do verbo *loger*, que significa “alojar”, relacionando-se ao abastecimento, deslocamento e acantonamento de tropas, evidenciando que sua origem está relacionada com as operações militares. Ballou (2006) explica que antes da década de 50 a logística era utilizada apenas nas atividades militares e compreendia a aquisição, manutenção e transporte das instalações, dos materiais e da tropa militar e que o estudo e a prática da distribuição física e da logística nas empresas emergiram nas décadas de 60 e 70.

Contudo, a logística ganhou maior importância nas décadas de 80 (países desenvolvidos) e 90 (países em desenvolvimento) com a abertura das economias nacionais e hoje está entre as estratégias competitivas das empresas (FERREIRA; ALVES, 2005). Além disso, com a globalização, a maior diversidade dos produtos oferecidos e com consumidores cada vez mais exigentes, as companhias são obrigadas a gerirem sua logística com agilidade, consistência e flexibilidade, ao menor custo (FLEURY, 2012).

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2013) define a logística como parte da Gestão da Cadeia de Suprimentos que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações, de forma eficiente e eficaz, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, a fim de atender as necessidades dos clientes. De acordo com Ballou (2006a, p. 27), a Gestão da Cadeia de Suprimentos (do inglês, *Supply Chain Management* ou SCM) ultrapassa os conceitos de logística integrada e destaca as interações logísticas que ocorrem entre as funções de marketing, logística e produção no âmbito de uma empresa e dessas mesmas interações entre as companhias.

A Logística é o processo que gera valor a partir da configuração do tempo e do posicionamento do inventário; é a combinação da gestão de pedidos de uma empresa, do inventário, do transporte, do armazenamento, do manuseio e embalagem de materiais, enquanto procedimentos integrados em uma rede de instalações (BOWERSOX, COOPER E CLOSS, 2006, p. 21-22).

Conforme explica Garcia *et al* (2006), a logística integrada pode ser dividida em três principais áreas: Logística *Inbound*, responsável pelo gerenciamento de suprimentos e pela interface entre as empresas e seus fornecedores; Logística Industrial, a qual representa operações da produção como planejamento, programação e controle; Logística *Outbound* que

faz a ligação da empresa com seus clientes, relacionando-se com a distribuição física dos produtos. A Figura 1 ilustra essa divisão.

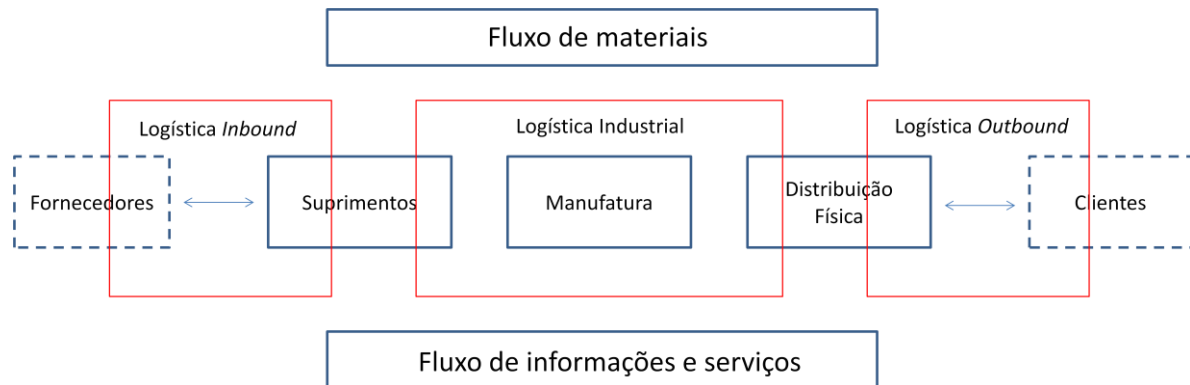


Figura 2 - Logística integrada (adaptada de Bowersox e Closs, 2001, p. 44)

Inserida na logística de suprimentos, a armazenagem aparece como uma atividade importante definida por diversos autores:

- Moura (1998, p. 20-21) afirma que a armazenagem inclui todas as atividades de um local para guarda temporária e distribuição de materiais, relacionando-se com a estocagem aliada às funções de movimentação como: consolidar, separar, classificar e preparar as mercadorias para redespacho.
- Rodrigues (2003, p. 59) define a armazenagem como o gerenciamento eficaz de um local adequado e seguro, onde serão guardadas mercadorias que serão movimentadas de forma rápida e fácil, utilizando técnicas compatíveis às suas características para que sejam preservadas as suas integridades físicas.
- Guarnieri *et al* (2006) explicam que a armazenagem se relaciona com a administração do espaço necessário para estocar materiais dentro da fábrica ou em armazéns terceirizados e se trata de uma atividade bastante importante, pois envolve diversas decisões como: localização, dimensionamento, pessoal especializado, recuperação e controle de estoque, manuseio de materiais, arranjo físico, equipamentos, etc.

Dessa forma, diante da acirrada competitividade do mercado, é necessário coordenar adequadamente as decisões e as atividades de um armazém, pois as estratégias de um determinado nível podem propagar e afetar outras atividades (BUIL; PIERA, 2008). Por exemplo: decidir por um novo sistema de armazenamento implica uma nova avaliação de *layout* e dos recursos humanos necessários, afetando diretamente as operações do local (BUIL; PIERA, 2008).

2.2. Projeto e *layout* de um armazém

Dentro de uma cadeia de suprimentos, os produtos precisam ser movidos fisicamente de um local para outro e, durante esse processo, eles devem ficar armazenados em determinadas instalações por certo período de tempo, fazendo com que os armazéns possuam um papel importante para as cadeias de suprimentos (GERALDES; CARVALHO; PEREIRA, 2011). Os autores afirmam ainda que o projeto e o planejamento de um armazém geralmente iniciam com a descrição funcional, passam pela especificação técnica, até chegarem à seleção dos equipamentos e determinação do *layout*.

Para Gu, Goetschalckx e McGinnis (2010), o projeto de um armazém envolve cinco decisões principais, conforme ilustrado na Figura 3. Segundo eles, a 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. O dimensionamento define o tamanho do depósito. A definição do *layout* é a configuração detalhada como, por exemplo, especificar o padrão do empilhamento de paletes na área de estocagem. A 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. Por fim, a decisão da estratégia operacional está relacionada com a escolha da forma como o local será operado, ou seja, como será feito o armazenamento e a separação de pedidos, por exemplo.

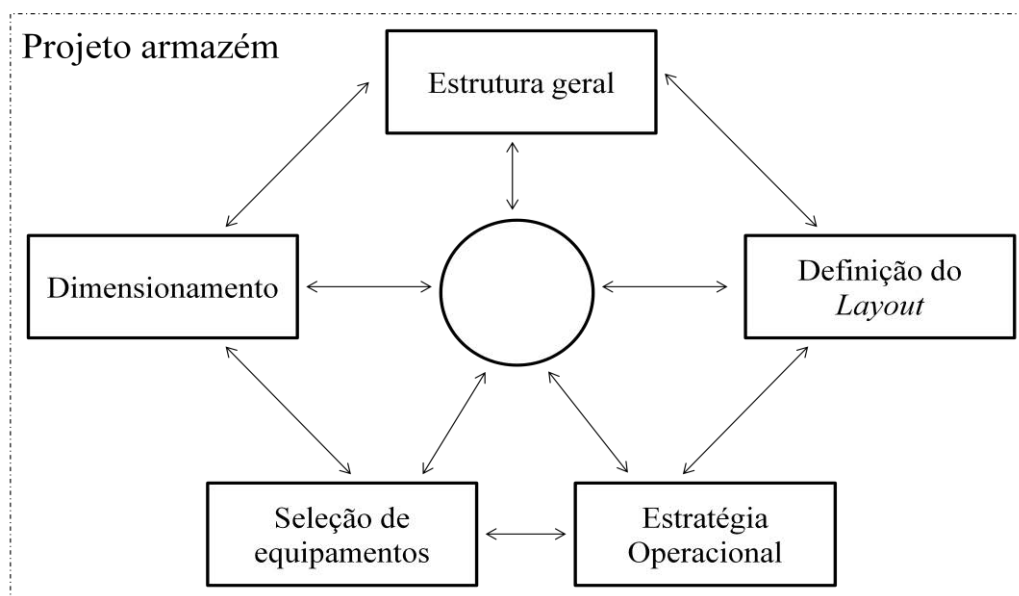


Figura 3 - Decisões para o projeto de armazéns (adaptada de Gu, Goetschalckx e McGinnis, 2010).

De acordo com Hassan (2002), um dos aspectos mais importantes para a concepção de um armazém é seu *layout*, pois o arranjo físico auxilia na resolução de diversos problemas além de alocar os itens no estoque, fazendo com que o armazém seja capaz de suportar seu funcionamento. Dessa forma, a proposição do *layout* deve, também, levar em consideração o arranjo das áreas funcionais do armazém e determinar questões 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* (HASSAN, 2002).

Para Huertas, Ramírez e Salazar (2007), o *layout* desempenha um papel importante no negócio da empresa e o arranjo físico mais adequado depende das suas condições operacionais e características como: acessibilidade, flexibilidade, adaptabilidade e distribuição dos movimentos. Além disso, não há melhor design, metodologia ou política para todos os tipos de problemas, sendo que o melhor *layout* para determinado caso não é trivial, pois depende de diversos fatores que influenciam a operação do armazém: localização das docas, acesso aos corredores, tipos de prateleiras e acesso às estantes (HUERTAS; RAMÍREZ; SALAZAR, 2007).

Portanto, o sucesso do *layout* de um armazém está relacionado com o cumprimento dos seguintes objetivos: maximizar o uso do espaço, otimizar o uso de equipamentos e mão de obra, maximizar acessibilidade para todos os itens e maximizar a segurança dos materiais estocados. Contudo, embora os objetivos de propor um *layout* e as operações sejam conhecidos, muitos problemas ocorrem na elaboração de um arranjo físico devido à variedade dos produtos, diferenças nas áreas que cada material ocupa e alta variação na demanda de cada um deles, sendo mais fácil solucionar problemas com um objetivo singular (maximizar o espaço para estocagem, por exemplo) e de estática do que de equipamentos ou métodos alternativos de armazenamento (QUEIROLO *et al*, 2002).

2.2.1. Estruturas para armazenamento de materiais

Frazelle e Goelzer (1999, p.198) definem os seguintes sistemas de estocagem como os que estão entre os mais populares: bloqueado, estrutura porta-paletes de profundidade simples, estrutura porta-paletes de profundidade dupla e estrutura porta-paletes de transito interno (drive in). As características de cada sistema, descritas por Frazelle e Goelzer (1999, p. 198-205), são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Características dos sistemas de estocagem

Sistema de estocagem	Características
Blocado	Paletes de cargas empilhados um em cima do outro; Estoque em linha de estocagem (blocos) com profundidade de 2 a 10 paletes; A altura depende da estabilidade, podendo variar de 2 paletes de altura até uma altura determinada por limites de segurança, grau de amassamento, entre outros; É utilizado quando existem muitos paletes por item e quando o estoque gira bastante.
Porta - Paleles de profundidade simples	Construções de metal simples interligadas que fornece acesso imediato a cada paleta estocado; Como a estrutura suporta os paletes, a altura de empilhamento não é limitada pela capacidade de empilhamento ou grau de amassamento; Podem-se armazenar muitos itens na mesma coluna vertical e esses itens podem ser de várias alturas e larguras; Tem como desvantagem necessitar de muito espaço para os corredores.
Porta - Paleles de profundidade dupla	Semelhante ao porta - paletes com profundidade simples, porém, com profundidade para duas posições paletes; São necessários menos corredores; Mais utilizada quando o produto é recebido e retirado em paletes múltiplos de 2.
Drive - in	Não necessita de espaço para o corredor; Fornecer posição de estocagem com altura de 3 a 5 paletes; Permite que a empilhadeira entre no porta - paleta para estocar ou retirar um paleta; Tem como desvantagem a redução na velocidade da empilhadeira para garantir movimentação segura dentro das colunas do porta - paleta; Indicado para itens com estoque disponível de 12 ou mais paletes.

Fonte: Adaptado de Frazelle e Goelzer (1999, p. 198-205).

2.3. Classificação ABC

De acordo com o CSCMP (2013), a classificação ABC é um método que classifica os itens do estoque conforme o seu impacto no controle total do mesmo, utilizando dados de

movimentação e custo para classificá-los. Na classe A ficam os itens de valor mais elevado, que representam de 10% a 20% do total de produtos. As classes B e C comportam os itens com valores mais baixos, porém, representam populações maiores.

Essa classificação, também conhecida como curva ABC, Teorema de Pareto (em homenagem ao seu criador) ou ainda regra 80-20, é bastante utilizada na logística, sendo muito empregada para auxiliar o ordenamento dos itens de estoque conforme sua maior importância relativa (RODRIGUES, 2003, p. 47).

Cioato e Reis (2012) utilizaram a curva ABC para melhorar a classificação e o dimensionamento do estoque de uma empresa do setor eletro-eletrônico, pois o sistema de classificação de estoques da empresa não contemplava pontos relevantes como a importância dos itens para o faturamento da empresa, por exemplo. Já Medeiros *et al* (2011), a fim de comparar o desempenho entre um *layout* atual com *layouts* propostos a partir de métodos científicos, utilizaram o Teorema de Pareto para distribuir os itens no estoque em uma montadora de computadores, identificando os mais importantes com relação ao valor total.

Garcia *et al* (2006, p. 19) afirmam que, para a elaboração da curva ABC, muitos critérios podem ser utilizados para agrupar os produtos como: valor em estoque, giro, consumo de recursos e criticidade para as operações, sendo que a proposta é priorizar a gestão de alguns produtos utilizando um ou mais critérios. Segundo Moura (1998, p. 342), a curva ABC pode ser utilizada para o alcance de dois objetivos:

- Para determinar as peças mais importantes e os fluxos principais na movimentação de materiais;
- Para avaliar a localização de materiais em estoque na armazenagem.

Na armazenagem de materiais, alguns parâmetros utilizados para elaboração da curva ABC são: quantidade a estocar por período, peso, volume, meio de acondicionamento, meio de movimentação, unidade de entrada no estoque por período, unidade de saída do estoque por período ou número de pedidos que solicitam o item, mostrando que o valor (preço, custos ou lucro) não é interessante para a localização física (MOURA, 1998, p. 342).

2.4. Diagrama de Espaguete

De acordo com o *NHS Institute of Innovation and Improvement* (2008), o diagrama de espaguete é uma ferramenta que ajuda a estabelecer o *layout* ideal para um departamento ou

divisão com base em observações das distâncias percorridas por funcionários ou produtos, por exemplo.

O diagrama de espaguete é elaborado para facilitar a visualização da movimentação de produtos ou pessoas, possibilitando comparações entre *layouts* diferentes com relação à distância total percorrida e, também, auxiliar na elaboração de propostas futuras de arranjo físico (PAVAN, 2008). Na Figura 4 pode-se visualizar um exemplo de diagrama de espaguete.

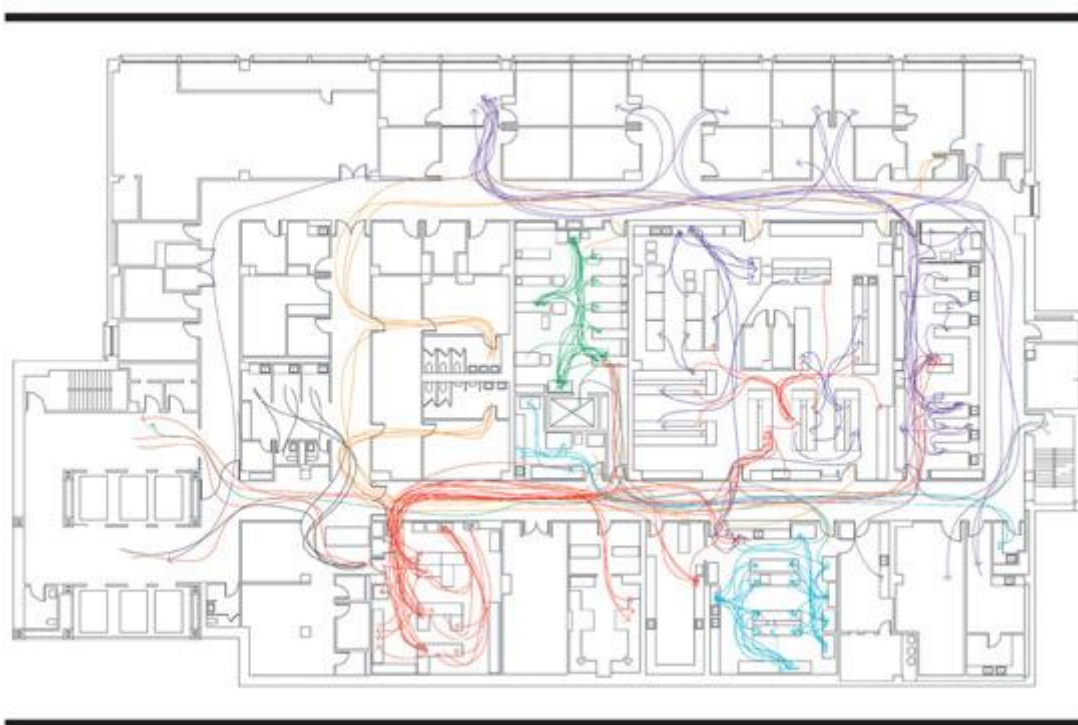


Figura 4 - Exemplo de diagrama de espaguete.

Fonte: *Advanced Healthcare Network*

(http://laboratorymanager.advanceweb.com/SharedResources/Images/2010/071210/AL_spaghetti_diagram.jpg).

2.5. Análise de investimentos

Empresas que decidem sobre projetos de investimento, como, por exemplo, a introdução de uma nova linha de produção, normalmente tomam como base suas estratégias e estão sujeitas a riscos de alto nível, pois esses investimentos produzem resultados, muitas vezes, difíceis de quantificar, gerando um impacto significativo e de longo prazo sobre o desempenho corporativo. Além disso, as decisões são tomadas sob condições incertas, o que aumenta a importância do processo de decisão (ALKARAAN; NORTHCOTT, 2013).

De acordo com Gentilini, Stroieke e Werner (2011), as incertezas existentes no ambiente empresarial fazem com que seja necessário avaliar características como os detalhes do mercado, a logística e os objetivos do projeto ao se decidir por um investimento, independente do seu tamanho ou do setor, pois uma avaliação adequada auxilia gestores e empreendedores na tomada de decisão, minimizando as imprecisões e aumentando o número de investimentos bem sucedidos.

Um processo de decisão de investimento envolve a identificação, a avaliação e a seleção de como os recursos serão aplicados, sendo que alguns fatores relevantes para definir sobre investir ou não em um projeto são: custo do capital, custos operacionais, preços, disponibilidade financeira, rentabilidade, retorno do investimento, impacto nos custos futuros, taxas de risco e capacidade de liquidez (NUNES; SERRASQUEIRO, 2004; MARQUEZAN; BRONDANI, 2006). Segundo Reis e Albuquerque (2004), o fracasso de alguns projetos está relacionado com: estimativas que não são feitas de maneira adequada, algumas vezes baseadas em experiências pessoais; mudança dos objetivos ao longo do projeto e vários responsáveis pelo mesmo projeto.

Dessa forma, a realização de um projeto de investimento requer uma análise econômica bastante precisa e criteriosa, a qual pode ser feita por meio de métodos como: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback* Descontado, os quais, juntamente com a gestão de riscos inerentes aos projetos, aumentam a possibilidade de sucesso do investimento (MARQUEZAN; BRONDANI, 2006; DIETZ, 2013).

2.5.1. Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido representa o valor atual dos resultados esperados (positivos e negativos) do Fluxo de Caixa (FC), descontando-se o custo do capital, ou seja, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (GENTILINI; STROIEKE; WERNER, 2011).

Esse método, de acordo com Marquezan e Brondani (2006), permite examinar a viabilidade de um projeto e pode ser calculado por (1):

$$VPL(i) = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

Onde,

i = taxa de desconto ou TMA;

j = ano em que o VPL é calculado;

n = período em que o projeto ocorre (em anos);

FC = Fluxo de Caixa (em unidade monetária).

Nos projetos de investimento, normalmente, ocorrem desembolsos na fase inicial e recebimentos nos demais períodos, sendo que, para que haja retorno sobre o investimento, o total das entradas de caixa deve ser maior do que o das saídas e, como as entradas acontecem após as saídas, necessita-se considerar o custo do dinheiro no tempo (DIETZ, 2013).

Dessa forma, projetos que apresentam VPL maior que zero são considerados economicamente viáveis e, quando comparados, o melhor será o que possuir maior VPL (SILVA; FONTES, 2005).

2.5.2. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo Schroeder *et al* (2005), a TMA pode ser determinada de acordo com a política de cada empresa e sua escolha é muito importante quando se vai decidir sobre a alocação dos recursos nos projetos de investimento, sendo que a taxa de desconto, ou seja, a TMA, mais adequada é a taxa de custo do capital que representa o retorno exigido pelos financiadores do projeto.

Marquezan e Brondani (2006) afirmam que a TMA equivale ao retorno que o investidor deseja receber pelo capital que empregou no investimento e é traduzida a uma taxa percentual sobre o próprio projeto, por um intervalo de tempo definido.

Portanto, quando se deseja realizar um investimento é necessário analisar se os recursos disponíveis poderiam ser utilizados em outros projetos, além da aplicação esperada e, por isso, a proposta avaliada precisa ser mais atrativa do que as outras opções, rendendo, no mínimo, à taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações atuais no mercado e de baixo risco (DIETZ, 2013).

2.5.3. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno representa a taxa de juros compostos que iguala o VPL de um investimento à zero. A fim de analisar os projetos de investimento, ela é comparada com a

TMA e o projeto é considerado economicamente viável para o investidor quando a TIR for superior à TMA (MARQUEZAN; BRONDANI, 2006).

Esse indicador está diretamente ligado ao VPL, de forma que uma TIR superior à TMA indica que o VPL é positivo e o projeto é aceitável. Dessa forma, é recomendável aceitar projetos com TIR superior à TMA e rejeitar aqueles em que a TIR é inferior, sendo que, para casos nos quais a TIR é igual à TMA, a aceitação do projeto é indiferente (DIETZ, 2013).

Segundo Valente e Kalatzis (2007), a TIR pode ser calculada conforme a equação abaixo (2):

$$I = \sum_{n=1}^t \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} \quad (2)$$

Onde,

I = investimento inicial;

t = período de tempo;

n = tempo de cada entrada de caixa;

FC = Fluxo de Caixa;

TIR = Taxa Interna de Retorno.

2.5.4. *Payback*

O *payback*, de acordo com Gentilini, Stroiecke e Werner (2011), é o primeiro indicador que deve ser verificado em uma análise de viabilidade a fim de determinar em quanto tempo o capital investido retornará, conforme o Fluxo de Caixa, pois os outros métodos de avaliação devem ser utilizados apenas quando o prazo obtido com o cálculo do *payback* estiver dentro do esperado pelos investidores.

Existem dois tipos de *payback*: o simples e o descontado. A diferença entre eles é que o segundo considera uma taxa de desconto, enquanto o primeiro leva em consideração apenas o tempo de retorno do capital investido sem essa taxa, servindo de padrão como o prazo máximo aceitável para a recuperação do investimento (DIETZ, 2013).

3. ESTUDO DE CASO

Atuante no setor alimentício, a fábrica em estudo é produtora de lácteos. Iniciou sua produção no Brasil há mais de 30 anos e se insere num contexto de crescimento no mercado em que atua, apresentando um aumento entre 12% e 15% nas vendas nos últimos anos. Visando crescer cada vez mais, a companhia tem investido bastante na capacidade de produção da fábrica, uma vez que pretende lançar novos produtos e expandir a linha daqueles já existentes.

Diante da necessidade de aumentar a capacidade de produção da fábrica em questão, a fim de atender à demanda, boa parte do espaço que antes era ocupado pelo armazém foi cedido tanto para a ampliação da área produtiva como, também, para a introdução de novas linhas de produção.

Com isso, o espaço para armazenagem de materiais foi bastante reduzido, deixando de ser suficiente e exigindo que uma grande parte do estoque passasse a ser armazenado em operadores logísticos externos. Além disso, com essa diminuição do local para estocagem, muitos materiais começaram a ser armazenados em locais inadequados.

3.1. Principais problemas

Um dos problemas enfrentados é ilustrado na Figura 5, a qual mostra o local criado para a armazenagem de paletes de caixas de papelão. Devido à falta de espaço no interior do armazém foi instalado um galpão de vinil no lado externo da fábrica para o estoque desse material. Contudo, além de não atender a demanda e fazer com que seja necessário armazenar grande parte em operador externo, muitas caixas são danificadas com a infiltração da água em períodos de chuva.



Figura 5 - Paletes de caixas de papelão armazenadas em um Galpão de Vinil.
Fonte: Foto tirada na fábrica pelo autor.

Além disso, com o espaço de armazenagem reduzido, a área destinada para o fornecedor descarregar e conferir os produtos solicitados, a qual deveria ser ocupada apenas nos momentos de recebimento dos materiais (área contornada de verde), passou a ser utilizada como sendo de estocagem, conforme apresenta a Figura 6.



Figura 6 - Área de recebimento de materiais utilizada para estocagem.
Fonte: Foto tirada na fábrica pelo autor.

Outra dificuldade causada pelo tamanho do armazém, o qual não é suficiente para atender a demanda de estoque, conforme ilustra a Figura 7, é a alocação de materiais nos corredores entre as estruturas porta-paletes, o que atrapalha tanto o acesso aos materiais que estão armazenados na estrutura, como a movimentação de pessoas e das máquinas de operação.



Figura 7 - Materiais armazenados nos corredores entre as estantes porta-paletes.
Fonte: Foto tirada na fábrica pelo autor.

A fábrica também enfrenta problemas com o armazenamento das bases de fruta, produto que deve ser armazenado em ambiente refrigerado, mas que o controle da temperatura não é feito de maneira adequada.

Diante desses problemas, surgiu a necessidade de propor um projeto para expandir a área de armazenagem da fábrica e analisar a viabilidade de investir nesse projeto, conforme o objetivo desse trabalho. Os resultados obtidos estão descritos no próximo capítulo.

4. RESULTADOS

4.1. Capacidade de armazenagem necessária

O estudo realizado pelo time de planejamento da fábrica, a fim de auxiliar na determinação da capacidade de armazenagem necessária e considerando uma capacidade de produção de quinhentas mil toneladas, levantou as seguintes informações:

- Quantidade de cada material consumida por mês, considerando suas respectivas unidades;
- Política de estoque de segurança adotada para cada material;
- Quantidade de cada material por palete, considerando suas respectivas unidades.

A partir desses dados foi possível determinar quantos paletes inteiros de cada material é consumido por mês. Como a empresa trabalha com uma quantidade grande de materiais, estes foram agrupados em famílias, conforme adotado pela companhia e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Total de paletes necessários por família, por mês

Famílias de Materiais	Total de paletes necessários por mês
Base de Fruta	771
LPD	764
Matéria Prima	468
Copo	416
Caixa de Papelão	391
Diversos - Embalagens	700
Diversos – Alumínio	455
Diversos – MP	291
Diversos – Caixa	118
TOTAL	4.374

Fonte: Elaborada pelo autor.

Verificou-se, então, que o armazém, após sua expansão, deve ser capaz de armazenar 4.374 paletes, desconsiderando os paletes e contêineres vazios.

Deve-se considerar que este estudo analisou apenas a quantidade de paletes inteiros, ou seja, paletes que possuem a quantidade total padrão definida para cada material e não a de paletes fracionados – paletes com quantidade de material inferior ao padrão estabelecido.

4.2. Projeto de expansão

O projeto de expansão foi pré-definido pela companhia, a qual estabeleceu a área na qual a expansão poderia ser realizada. A área total do espaço destinado para expansão foi de 2.080 m². Com essa definição foram sugeridos dois modelos de *layout* para organizar o armazém após sua expansão e atender a capacidade de armazenagem requerida pela fábrica baseada em uma capacidade de produção de quinhentas mil toneladas. O primeiro modelo foi criado pela empresa em estudo e, a partir dele, foi possível elaborar o segundo modelo. Nesse último, buscou-se obter um aumento na capacidade de armazenagem por meio de um estudo mais aprofundado, o qual levou em consideração questões não abordadas para a proposta do primeiro *layout*.

4.2.1. Descrição dos modelos de *layout* propostos

Modelo 1

O primeiro modelo de arranjo físico para o armazém da fábrica foi fornecido pela própria empresa. Essa proposta apresentou um armazém com área total de 4.425m², sendo que a área do depósito atual é de 2.544 m². A Figura 8 apresenta o *layout* estabelecido.

Essa disposição foi elaborada, considerando os seguintes aspectos:

- O pé direito da parte a ser construída do armazém é de 12m;
- O pé direito da área já construída é de 6 m;
- A dimensão dos paletes de matéria prima, Leite em Pó Desnatado (LPD) e caixa de papelão é de 1,3m x 1,3m;
- A dimensão dos paletes de copo e dos demais materiais é de 1,0m x 1,2m;
- As bases de frutas são armazenadas em contêineres de 1m de diâmetro e em paletes de 1,0m x 1,2m.
- O sistema de armazenagem utilizado para os paletes de matéria prima, LPD e caixa de papelão é o bloqueado e o nível máximo de empilhamento para estes itens, de forma a atender os critérios de segurança, é 2;
- Para armazenagem de bases de fruta também foi considerado o sistema bloqueado, com nível de empilhamento máximo igual a 3. Além disso, foi definida uma área fechada para a armazenagem desses itens, pois precisam ser refrigerados;

- Determinou-se armazenar os paletes de copos em sistema *drive-in*, com 4 níveis de empilhamento.
- Os demais materiais são armazenados em estruturas porta-paletes com 6 níveis e capacidade para dois paletes de 1m x 1,2m por espaço;
- Adotou-se um nível máximo de empilhamento igual a 10 para armazenar os paletes vazios;
- Destinou-se uma área de 31m² atrás de cada doca para o recebimento de materiais;
- A sala de bateria e oficina de empilhadeiras foi alocada dentro do armazém com uma área de 152m²;
- As matérias primas e as bases de fruta são bastante utilizadas e são destinadas para a área de mistura. Por isso, foram alocadas próximo à porta da área de mistura;
- As caixas de papelão e os copos são destinados para o final da linha de produção, ficando armazenados próximo à porta que dá acesso a essa área.

Com base nesses critérios, a proposta inicial indicou a possibilidade de estocar 3.970 paletes, desconsiderando os paletes vazios (420 paletes), conforme ilustra a Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de paletes que podem ser armazenados no modelo inicial de *layout*.

Famílias de Materiais	Total de Paletes
Matéria Prima	300
Base de Fruta	936
LPD	700
Caixa de Papelão	342
Copo	288
Diversos	1.404
TOTAL	3.970

Fonte: Elaborada pelo autor

Verifica-se que o *layout* estabelecido pela empresa não atende a capacidade total de armazenagem necessária, suprimindo apenas a quantidade requerida de paletes de base de fruta.

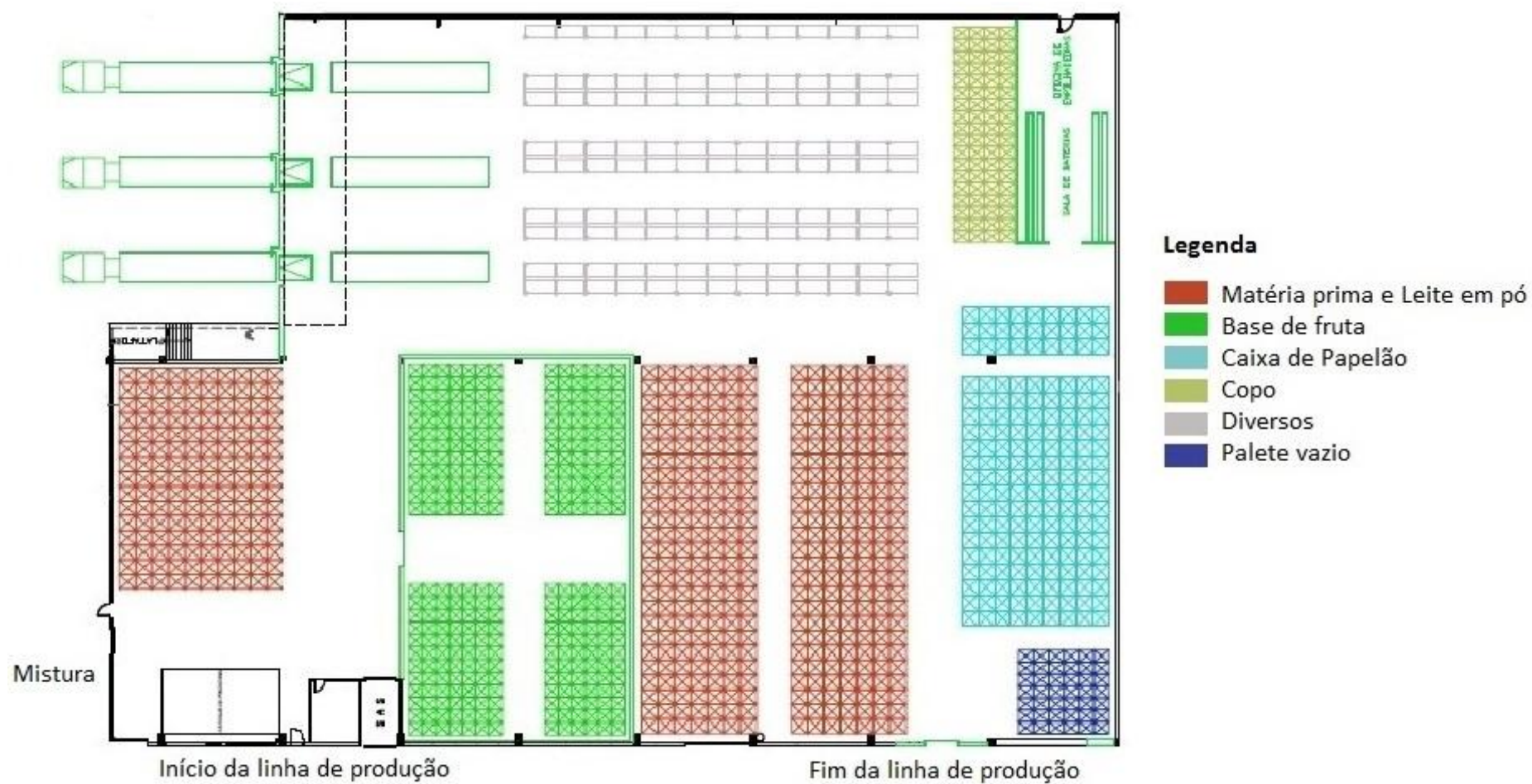


Figura 8 - Proposta inicial de arranjo físico para o armazém.
 Fonte: Criada pela empresa em estudo.

Modelo 2

Para propor o segundo *layout*, primeiramente, foi elaborada a curva ABC dos materiais com o objetivo de identificar quais eram os materiais mais consumidos e que deveriam estar mais próximos às entradas da linha de produção, considerando a destinação de cada um deles. Como os materiais possuíam unidades de peso diferentes, utilizou-se a quantidade de paletes necessários de cada material para a elaboração da curva ABC. A Tabela 3 mostra os dados para construção da curva ABC e a Figura 9 ilustra a curva obtida.

Tabela 3 - Dados para elaboração da curva ABC.

Famílias de Materiais	Total de paletes necessários por mês	% acumulada
Base de frutas	771	18%
LPD	764	35%
Diversos - Embalagens	630	49%
Matéria Prima	468	60%
Copo	416	70%
Caixa de papelão	391	79%
Diversos – MP	291	85%
Diversos – Alumínio	280	92%
Diversos – Tampas	175	96%
Diversos – Caixa	118	98%
Diversos – Chapas	43	99%
Diversos – Plástico	27	100%
TOTAL	4.374	

Fonte: Elaborada pelo autor.

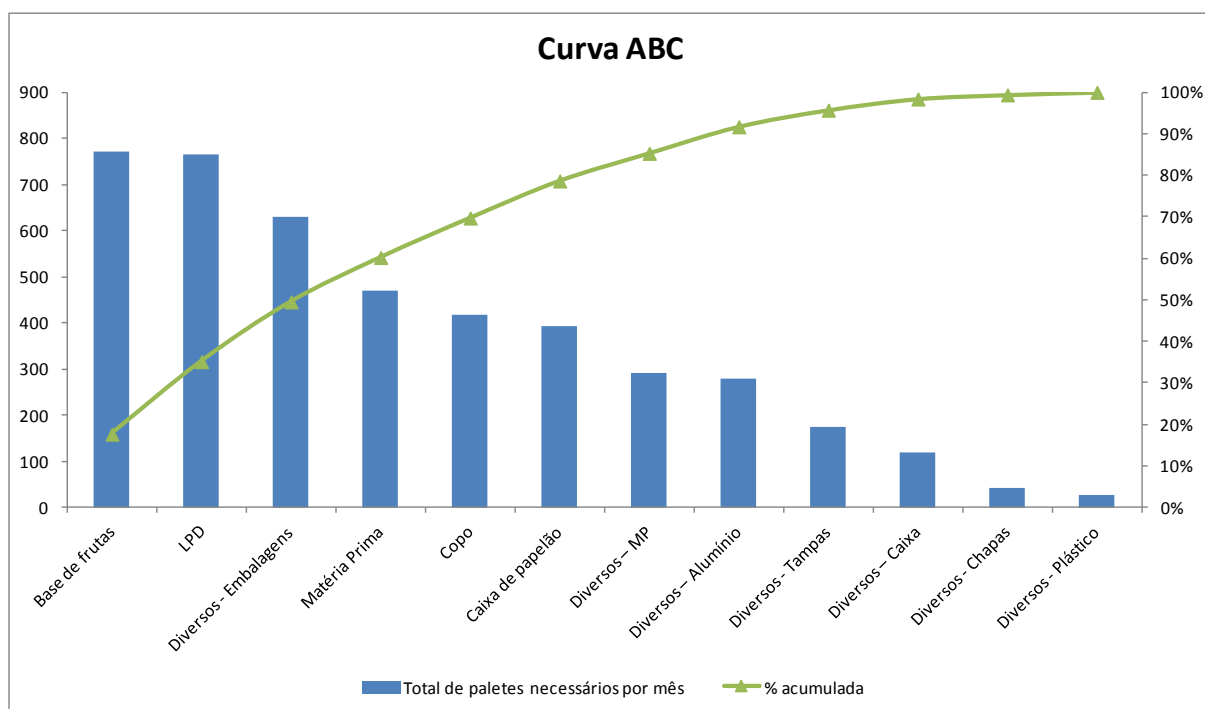


Figura 9 – Gráfico da curva ABC.

Fonte: Criada pelo autor.

Os resultados da curva ABC mostram que:

- Classificação A: 25% dos grupos representam 50% do consumo total;
- Classificação B: 33% dos grupos representam 35% do consumo total;
- Classificação C: 42% dos grupos representam 15% do consumo total.

Dessa forma, a curva indica que os principais itens estocados, ou seja, que são mais consumidos e classificados como A, são das famílias Base de Fruta, LPD e Diversos – Embalagens, apontando que estes materiais devem estar próximos à porta de acesso à linha de produção para onde são destinados. Além disso, verificou-se que as famílias Matéria Prima, Copo, Caixa de Papelão e Diversos - MP são classificados como B, merecendo também atenção com relação ao local onde serão armazenados.

Após a análise da curva ABC, com o objetivo de alocar uma quantidade maior de paletes, foram estudadas as possibilidades de alterações conforme informações fornecidas pela empresa. Com o estudo foi possível reduzir a largura dos corredores, atendendo a especificação mínima estabelecida pela companhia que determina que os corredores nos quais as empilhadeiras fazem manobra para retirada dos materiais devem ter 3,1m. Com isso, obteve-se um ganho considerável em espaço para armazenagem dos paletes, possibilitando, por exemplo, estocar os contêineres vazios de base de fruta ao lado da área refrigerada destinada para o armazenamento das bases.

Além disso, foi possível obter um ganho de 350 paletes transferindo a sala de baterias presente no modelo 1 para fora do espaço de armazenagem, num local especificado pelos responsáveis do armazém.

Outro aspecto analisado para a proposta do modelo 2 foi o espaçamento necessário entre as docas. O modelo 1 apresentou 3 docas, porém a sugestão não seguiu nenhum critério. Por meio do estudo para a criação do segundo arranjo físico, verificou-se que era possível alocar 5 docas no espaço destinado para tal, uma vez que o espaço mínimo necessário entre elas é de 1,6m, distância utilizada na operação do Centro de Distribuição da empresa.

Conseguiu-se, também, aumentar o comprimento da estrutura porta-paletes, a qual passou de 13 para 16 espaços para armazenagem, sendo que cada espaço estoca dois paletes, como no modelo 1. Esse aumento foi possível, pois a área destinada para descarregar os paletes que chegam dos fornecedores foi reduzida. A própria empresa definiu que uma área de 160m² era suficiente, pois os materiais recebidos ficam nesse local por curto espaço de tempo. Além disso, as docas foram deslocadas para a direita, aumentando a área que será construída.

Foi criado um corredor entre os paletes de matéria-prima que ficam próximos à área de mistura, pois o estudo mostrou que existem 20 SKU's (*Stock Keeping Unit*) de matéria prima e, como no modelo bloqueado cada fileira armazena apenas um SKU, sem a criação do corredor não seria possível armazenar todos os SKU's, uma vez que a quantidade máxima de fileiras obtidas nesse espaço no modelo 2 foi 18.

Alterou-se, ainda, o local de armazenagem de paletes de caixa de papelão, pois verificou-se que era melhor armazená-los em estrutura *drive-in*, uma vez que, como o pé direito da área que será construída é de 12m, permite alocar uma estrutura mais alta e estocar 4 níveis ao invés de apenas 2 (modelo 1, sistema bloqueado). Dessa forma, os paletes ficaram um pouco mais longe do acesso ao final da linha de produção, para onde são destinados, porém, obteve-se um ganho de 58 paletes com relação à primeira proposta, totalizando 400 paletes, e a área que era destinada para armazenar os paletes de caixa de papelão foi utilizada para armazenar mais paletes de LPD.

Por fim, a disposição dos contêineres e paletes de base de fruta e dos paletes de LPD foi alterada de forma que os paletes de LPD, os quais são bastante consumidos e são destinados para a área de mistura, ficassem mais próximos a essa área, fator não considerado no primeiro *layout*.

A Figura 10 ilustra o arranjo físico final elaborado com base no estudo. Esse armazém apresenta área total de 4.596m². As características que não foram descritas nesse item continuaram iguais às do modelo 1.

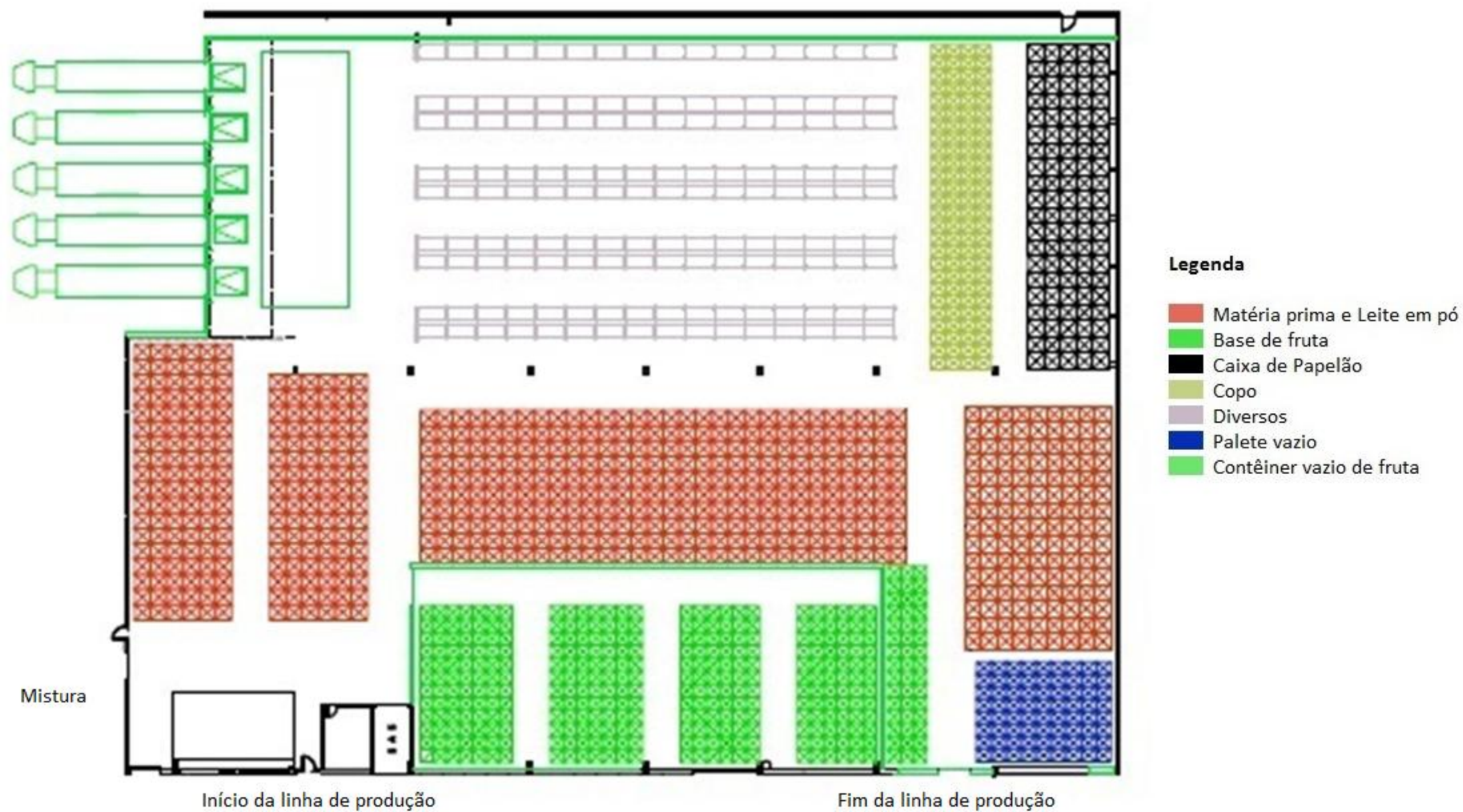


Figura 10 - Proposta final de arranjo físico para o armazém.
 Fonte: Criada pelo autor

Com esse *layout*, a capacidade de armazenagem aumentou para 4758 paletes, desconsiderando os paletes e contêineres vazios (855 paletes). A Tabela 4 mostra os resultados detalhados.

Tabela 4 – Quantidade de paletes que podem ser armazenados no modelo final de *layout*.

Famílias de Materiais	Total de Paletes
Matéria Prima	468
Base de Fruta	936
LPD	810
Caixa de Papelão	400
Copo	416
Diversos	1.728
TOTAL	4.758

Fonte: Elaborada pelo autor.

Percebe-se, então, que o novo arranjo físico proposto é capaz de armazenar a quantidade de paletes exigida pela companhia em estudo, atendendo a necessidade de paletes inteiros de todas as famílias.

4.2.2. Movimentação interna

Utilizando o diagrama de espaguete foi possível verificar como é a movimentação interna no armazém para os dois modelos de *layout* propostos, considerando tanto a movimentação de recebimento e armazenagem de materiais, quanto a movimentação para abastecer a linha de produção.

Primeiramente, são apresentados os resultados obtidos com relação à movimentação de recebimento e armazenagem, ou seja, as distâncias percorridas partindo das docas de recebimento em direção à área onde cada família de material é estocada. Após isso, são expostos os resultados referentes à movimentação de abastecimento da linha de produção, ou seja, as distâncias percorridas entre a área onde cada família fica estocada e o acesso à linha para onde são destinados.

Movimentação de recebimento e armazenagem

A Tabela 5 contém as distâncias máximas, mínimas e médias percorridas para armazenar os materiais das famílias estabelecidas no modelo 1. Em seguida, a Figura 11

ilustra essa movimentação de recebimento de materiais com os caminhos e os sentidos desenhados em cores diferentes para cada família. Para efeitos de comparação, como não foi definido o local das famílias Diversos no modelo 1, adotou-se o mesmo local determinado no modelo 2.

Tabela 5 – Distâncias percorridas para armazenar os materiais no modelo 1 de *layout*.

Caminho	Família	Distância Máxima (m)	Distância Mínima (m)	Distância Média (m)
1	Matéria Prima	64	32	48
2	Base de Fruta	89	54	71
3	LPD	82	37	60
4	Caixa de Papelão	87	50	68
5	Copo	84	51	68
6	Diversos - Embalagens	60	12	36
7	Diversos – MP	59	12	35
8	Diversos – Alumínio/Tampas	48	12	30
9	Diversos – Caixa/Chapas/Plástico	61	14	37
10	Paletes Vazios	20	15	18
	Contêineres Vazios	35	25	30
				499

Fonte: Criada pelo autor.

Na primeira proposição de arranjo físico, como pode ser verificado na Figura 11, os contêineres vazios não ficam armazenados dentro do armazém, eles são destinados para outra área, a qual fica mais distante do final da linha de produção quando comparado com o modelo 2 e que, conforme a Tabela 5, apresenta uma distância média entre o final da linha de produção e o local de armazenagem de 30 metros.

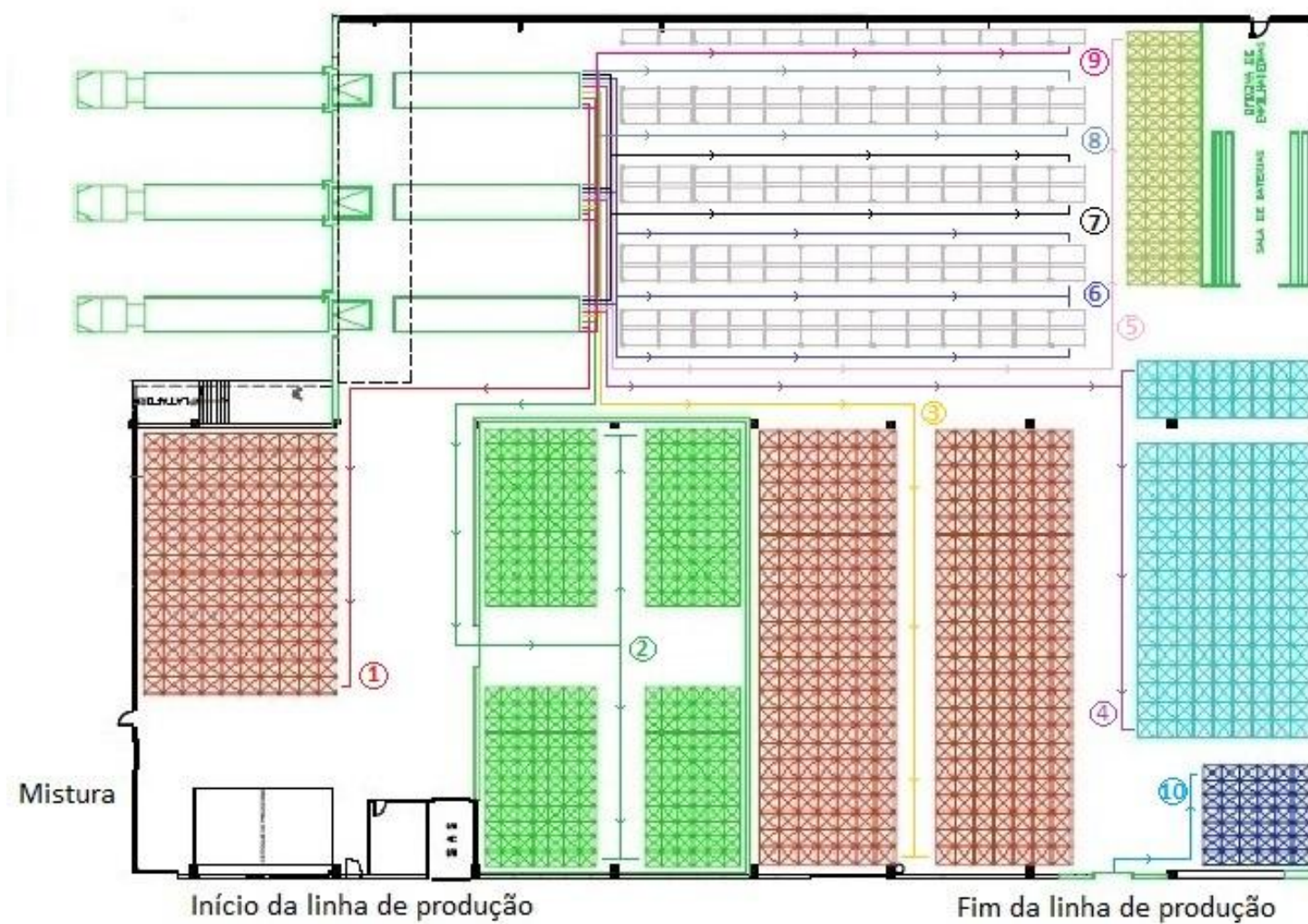


Figura 11 - Caminhos percorridos para armazenar os materiais no modelo 1 de *layout*.
 Fonte: Criada pelo autor.

Com relação ao modelo 2, os resultados da movimentação de recebimento e armazenagem estão apresentados na Tabela 6 e na Figura 12.

Tabela 6 - Distâncias percorridas para armazenar os materiais no modelo 2 de *layout*.

Caminho	Família	Distância máxima (m)	Distância mínima (m)	Distância média (m)
1	Matéria Prima	55	19	37
2	Base de Fruta	88	37	62
3	LPD	89	23	56
4	Caixa de papelão	103	59	81
5	Copo	99	59	79
6	Diversos - Embalagens	64	9	36
7	Diversos – MP	55	9	35
8	Diversos – Alumínio/Tampas	52	9	30
9	Diversos – Caixa/Chapas/Plástico	62	9	35
10	Paletes Vazios	18	10	14
11	Contêineres Vazios	30	10	20
				484

Fonte: Criada pelo autor.

Conforme mostrado na Tabela 6, com a segunda proposta de *layout* foi possível reduzir as distâncias médias percorridas para armazenar os itens das seguintes famílias: Matéria Prima, Base de Fruta, LPD, Diversos Caixa, Paletes Vazios e Contêineres Vazios, obtendo-se uma distância média total inferior a do modelo 1.

Com relação aos itens das famílias Caixa de Papelão e Copo, as distâncias médias no *layout* 2 são maiores, porém, deve-se considerar que isso ocorreu pelo fato desse modelo possuir maior capacidade de armazenagem, ou seja, ele apresenta estantes porta-paletes de maior comprimento e, além disso, a família de Caixa de Papelão foi transferida para o local ocupado pela sala de baterias no modelo 1, ficando mais distante das docas de recebimento, porém, aumentando o número de paletes que podem ser estocados no armazém.

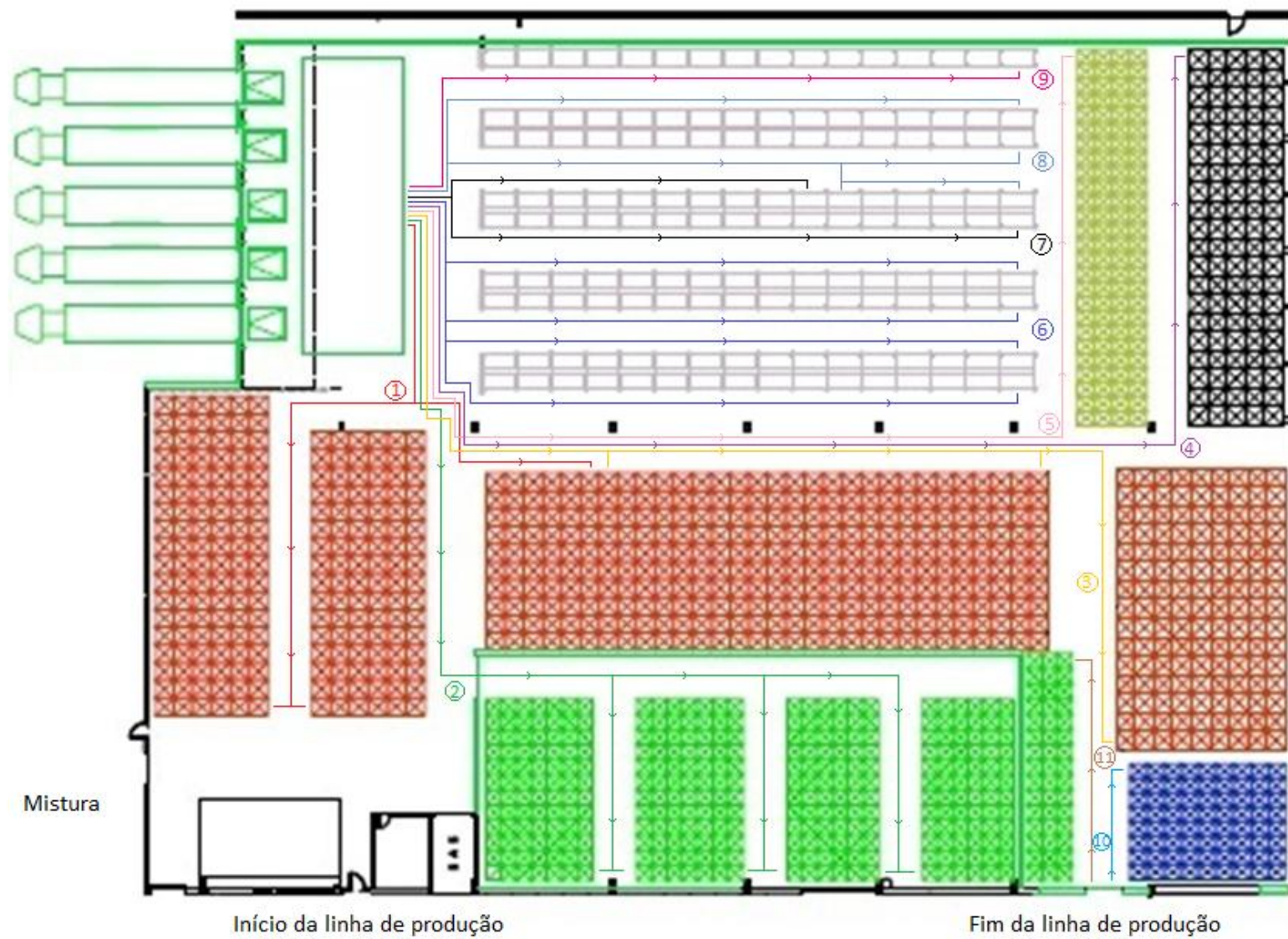


Figura 12 - Caminhos percorridos para armazenar os materiais no modelo 2 de *layout*.
 Fonte: Criada pelo autor.

Analisando os dois *layouts* é possível perceber, então, que o segundo arranjo físico, além de possuir uma maior capacidade de armazenagem, como mostrado no item anterior, também apresenta vantagem com relação à movimentação.

Movimentação de abastecimento da linha de produção

Na Tabela 7 encontram-se as distâncias máxima, mínima e média percorridas entre os locais de armazenagem de cada família e o local da linha de produção para onde são destinados no modelo 1 de *layout*. Em seguida, a Figura 13 ilustra os caminhos percorridos com os respectivos sentidos nessa movimentação.

Tabela 7 - Distâncias percorridas para abastecer a linha de produção no modelo 1 de *layout*.

Caminho	Família	Distância Máxima (m)	Distância Mínima (m)	Distância Média (m)
1	Matéria Prima	33	17	25
2	Base de frutas	48	37	42
3	LPD	103	75	89
4	Caixa de Papelão	36	14	25
5	Copo	59	41	50
6	Diversos - Embalagens	77	50	63
7	Diversos – MP	110	72	91
8	Diversos – Alumínio/Tampas	101	69	85
9	Diversos – Caixa/Chapas/Plástico	91	61	76
10	Paletes vazios	109	103	106
	Contêineres de fruta	144	128	143
				787

Fonte: Criada pelo autor.

É possível perceber, analisando a Figura 13, que os materiais das famílias Matéria Prima, LPD e Diversos – MP são destinados para a área de mistura da linha de produção. Já os materiais das famílias Base de Fruta e Diversos – Alumínio são destinados para o início da linha de produção e os itens das famílias Caixa de Papelão, Copo, Diversos – Embalagens e Diversos – Caixa seguem para o final da linha de produção. Essa destinação é válida para os dois modelos de *layout*.

Com relação aos Paletes Vazios, foi representada a movimentação necessária para que os fornecedores recolham esses paletes, ou seja, a distância percorrida entre o local onde ficam armazenados até as docas de recebimento. Na Figura 13, não se pode visualizar a movimentação para os Contêineres Vazios, pois, conforme explicado no item anterior, esses contêineres não estão armazenados dentro do armazém no *layout* 1. Contudo, na Tabela 7, verifica-se a distância percorrida por eles partindo do local onde são armazenados até as docas de recebimento. Essa distância foi obtida somando-se a distância percorrida pelos Paletes Vazios durante essa movimentação dentro do armazém (Tabela 7) com a distância percorrida do final da linha de produção até o local de armazenagem dos Contêineres Vazios (Tabela 5).

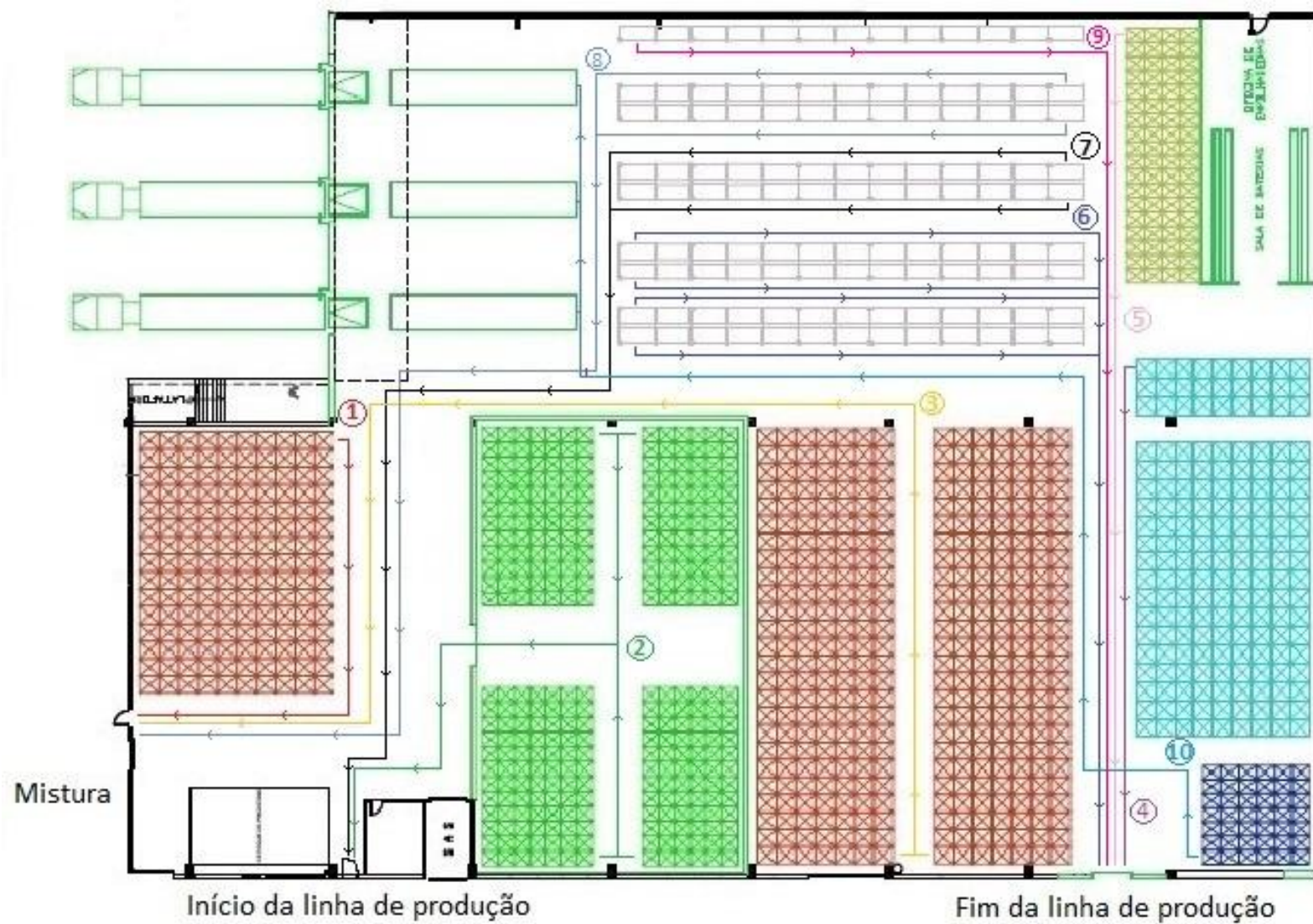


Figura 13 - Caminhos percorridos para abastecer a linha de produção no modelo 1 de *layout*.
 Fonte: Criada pelo autor.

Para a segunda proposta de arranjo físico, os resultados da movimentação de abastecimento da linha de produção são apresentados na Tabela 8 e na Figura 14.

Tabela 8 - Distâncias percorridas para abastecer a linha de produção no modelo 2 de *layout*.

Caminho	Família	Distância Máxima (m)	Distância Mínima (m)	Distância Média (m)
1	Matéria Prima	42	8	25
2	Base de frutas	54	29	42
3	LPD	94	43	69
4	Caixa de Papelão	59	36	48
5	Copo	59	35	47
6	Diversos - Embalagens	83	46	65
7	Diversos – MP	90	53	72
8	Diversos – Alumínio/Tampas	97	63	80
9	Diversos – Caixa/Chapas/Plástico	98	61	80
10	Paletes vazios	112	100	106
11	Contêineres de fruta	112	89	101
				732

Fonte: Criada pelo autor.

Observando a Tabela 8 e comparando-a com a Tabela 7, verifica-se que a distância média total na movimentação de abastecimento da linha de produção é inferior no modelo 2 de *layout*, pois os caminhos médios percorridos pelas famílias LPD, Copo, Diversos – Alumínio, Diversos MP e Contêineres Vazios são menores nesse arranjo físico. Já os caminhos percorridos pelas famílias Caixa de Papelão, Diversos Caixa e Diversos embalagens são maiores no modelo 2. Contudo, deve-se considerar que houve um aumento na capacidade de armazenagem, fazendo com que o *layout* 2, ainda assim, seja mais vantajoso.



Figura 14 - Caminhos percorridos para abastecer a linha de produção no modelo 2 de *layout*.
 Fonte: Criada pelo autor.

4.3. Análise de investimento

Para a análise econômica do investimento no projeto de expansão do armazém da fábrica foram adotadas as seguintes premissas:

- Investimento: como a proposta do projeto era aumentar a capacidade de armazenagem, não produzindo aumento no faturamento, foi considerada a redução de custos em relação à armazenagem externa, a qual não seria mais necessária.
- Fluxo de Caixa: para gerar o fluxo de caixa, foram consideradas a economia de custos com armazenagem externa e a depreciação para edificações, que de acordo com a Receita Federal é de 4%. Além disso, utilizou-se uma alíquota de imposto de renda de 35% a.a. e o fluxo de caixa foi calculado ao longo de 5 anos.
- Indicadores: a TMA adotada foi de 15% e foi estabelecida pela empresa em estudo. Para decidir sobre investir ou não no projeto, o *Payback* foi definido como indicador chave, devendo ser inferior a 5 anos conforme determinado pela empresa. Além disso, o VPL precisava ser positivo para que a companhia investisse no projeto de expansão.

A Tabela 9 mostra a economia mensal proveniente da armazenagem externa.

Tabela 9 – Custos com armazenagem externa e transporte até a fábrica.

Operações	Valor por palete	Total /mês
Armazenagem	R\$ 24,65	R\$ 52.849,60
Movimentação mecânica	R\$ 6,70	R\$ 14.364,80
Movimentação manual	R\$ 10,89	R\$ 23.348,16
Transporte carreta (26 paletes)/ por viagem	R\$ 328,23	R\$ 27.243,09
		R\$ 117.805,65

Fonte: Criada pelo autor.

Para o cálculo do valor total por mês das operações de armazenagem e movimentação multiplicou-se o valor por palete por 2.144 paletes (quantidade armazenada externamente sem a ampliação do armazém, considerando a necessidade de 4.374 paletes, uma vez que o armazém atual tem capacidade para armazenar 2.230 paletes). Com relação à operação de transporte (entre o armazém externo e a fábrica), como o valor definido é por viagem e cada viagem transporta 26 paletes, descobriu-se, primeiramente, a quantidade de viagens

necessárias para transportar os 2.144 paletes até a fábrica e multiplicou-se essa quantidade pelo valor de cada viagem.

O cálculo do fluxo de caixa foi realizado transformando a economia mensal total apresentada na Tabela 9 em economia anual e pode ser analisado no Apêndice A, juntamente com o cálculo do VPL e do *Payback*.

Por meio da análise econômica, obteve-se um VPL igual a - R\$ 3.292.360,80. Além disso, a TIR e o *Payback* não foram definidos, pois o prazo de recuperação do investimento é superior a 5 anos. Com estes resultados, verifica-se que o investimento nesse projeto não é viável, pois não atendeu os requisitos determinados pela empresa em questão.

Realizando uma análise de sensibilidade, verificou-se que para ser considerado viável, o investimento máximo no projeto deveria ser igual a R\$ 3.394.034,65. Com esse valor, o VPL do projeto seria igual a 1 e o *Payback* igual a 4 anos.

5. CONCLUSÕES

5.1. Verificação dos objetivos e contribuições do trabalho

Com a pesquisa bibliográfica, que deu embasamento teórico para este trabalho e com o estudo de caso realizado, o qual se limitou em analisar um projeto de expansão de um armazém de uma fábrica do setor alimentício, focando na proposição de um novo *layout* e na análise de investimento do projeto, foi possível alcançar tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos desse trabalho.

Com relação aos objetivos específicos, por meio de coleta de dados, foi possível, primeiramente, determinar que a capacidade de armazenagem requerida pela fábrica era de 4.374 paletes. Após isso, utilizando o método da curva ABC, conseguiu-se segmentar os materiais e identificar os mais consumidos. Pôde-se, então, sugerir o novo *layout* do armazém, utilizando o layout proposto pela empresa como base e demais informações oferecidas pela companhia. Com o método do diagrama de espaguete foi possível mapear a movimentação interna dos dois *layouts* propostos e compará-los com relação à distância percorrida. Por fim, com a análise de investimento, auxiliou-se a empresa na sua tomada de decisão com relação ao investimento que, nesse caso, não foi viável.

Dessa forma, percebe-se que o objetivo geral do trabalho também foi atingido, pois o novo *layout* do armazém foi proposto e pôde-se compará-lo com o inicial. A comparação mostrou que esse novo *layout* é melhor do que o primeiro, pois atende a capacidade de armazenagem requerida pela fábrica e apresenta vantagens com relação à movimentação dos materiais. Além disso, com a análise de investimento, mostrou-se que o projeto não era viável para a companhia.

Os resultados obtidos nesse trabalho, considerando as contribuições aplicadas, evidenciam a importância da análise adequada da armazenagem de materiais que, segundo Hassan (2002), deve levar em consideração o arranjo das áreas funcionais do armazém e determinar questões como: quantidade e localização das docas, pontos de entrada e saída de material, número de corredores, as suas dimensões e orientação, necessidades de espaço, padrão de fluxo e áreas de *picking*, pois ela pode auxiliar bastante na otimização do espaço, possibilitando um aumento na capacidade de armazenamento, reduções na movimentação interna e nos custos.

Além disso, o estudo de viabilidade do projeto, utilizando os conceitos da engenharia econômica para a análise do investimento é, de fato, importante para a tomada de decisão. Sem esse estudo, a empresa poderia, por exemplo, ter decidido investir no projeto considerando apenas o fato do armazém, com o segundo modelo de *layout* proposto, ter atendido a quantidade de paletes requerida pela companhia e, dessa forma, teria um grande prejuízo.

Por outro lado, analisando a contribuição científica desse estudo, percebe-se que a referência bibliográfica possibilita conhecer os aspectos relacionados com as operações de um armazém, principalmente, sobre a definição do *layout*, mostrando uma técnica que pode ser utilizada para segmentar os materiais e outra para analisar a movimentação dos mesmos. Além disso, apresenta alguns conceitos que devem ser utilizados para a análise econômica de um investimento.

5.2. Recomendações para estudos futuros

Uma sugestão para continuação desse trabalho é a utilização de modelos matemáticos e de técnicas de simulação para identificar a capacidade máxima de armazenamento do depósito da fábrica em estudo e maiores oportunidades de melhoria na proposição do *layout*.

De acordo com Freitas Filho (2010, p. 23), a simulação é uma ferramenta que tem sido cada vez mais utilizada em diversos projetos, incluindo a elaboração de um novo *layout*, pois essa técnica permite analisar e responder questões sem afetar o sistema real por um custo muito menor do que experimentar no ambiente existente, além de possibilitar estudos sobre sistemas que ainda não existem.

Além disso, sugere-se também, realizar a análise de viabilidade econômica em outros investimentos, como, por exemplo, a construção de um novo armazém numa área externa à fábrica, ou mesmo a compra de um depósito já construído, devendo-se levar em consideração análises referente à localização desse novo armazém, à distância entre ele e a fábrica, bem como a capacidade de armazenagem que deverá suportar.

Para essa análise de investimento, recomenda-se a utilização de métodos mais consistentes como, por exemplo, a simulação de Monte Carlo que, segundo Gentilini, Stroikey e Werner (2011), é um método que permite simular processos reais e que trabalha com inúmeras formas de distribuição de probabilidades e dependência entre as variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKARAAN, F.; NORTHCOTT, D. **Strategic capital investment decision making: a role for emergent analysis tools?** A study of practice in large UK manufacturing companies. *The British Account Review*, v.38, n.2, p. 149-173, jun./2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890838905000685>>. Acesso em 11 set. 2013.

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: 19 ago. 2013.

ANASTASIA, A. A. J.; VILHENA, R. M. P.; ALVES, P. S. M.; REIS, A. A.; HIRLE, A. L. C.; SOARES, M. E. S. **Gestão de estoques**, v.3, 2011.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2006, 616 p.

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: 19 ago. 2013.

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.

BRANSKI, R. M. **O papel da tecnologia da informação no processo logístico: estudos de casos com operadores logísticos**. 2008. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-01102008-144646/pt-br.php>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

BUIL, R.; PIERA, M. A. **Warehouse redesign to satisfy tight supply chain management constraints.** *WSEAS Transaction on Information Science and Applications*, v.5, n.3, mar./2008. Disponível em: <<http://www.wseas.us/e-library/transactions/information/2008/25-554.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2013.

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 04 set. 2013.

CSCMP. COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Supply Chain Management Terms and Glossary**, ago./2013. Disponível em: <http://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf>. Acesso em: 16 set. 2013.

DIETZ, C. P. G. **Análise comparativa de opções de armazenagem sob a ótica da análise de investimentos: um estudo empírico sobre a construção de um depósito de produtos acabados**. 2013. 46 f. Monografia, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

FERRAES NETO, F. **A relação da logística com a administração financeira e seus impactos nos índices financeiros de uma organização**. *Revista FAE*, Curitiba, v.5, n.3, p. 41-49, set./dez. 2002. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v5_n3/a_relacao_da_logistica_com.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.

FERREIRA, K. A; ALVES, M. R. P. A. **Logística e troca eletrônica de informações em empresas automobilísticas e alimentícias**. *Revista Produção*, São Carlos, v. 15, nº 3, p. 434-447, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v15n3/v15n3a11.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

FLEURY, P. **Logística no Brasil: situação atual e transição para uma economia verde**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável – FBDS, 2012. Disponível em: <<http://fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-673.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2013.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008. 384 p.

GARCIA, E. S. DOS REIS, L. M. T. V.; MACHADO, L. R.; FERREIRA FILHO, V. J. M. **Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais, 2006. 144 p.

GENTILINI, M.; STROIEKE, R.; WERNER, L. **Utilização da Simulação de Monte Carlo em Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira para implantação de uma indústria de detergentes**. In: SIMPEP, 18, 2011, Bauru. *Anais...* Bauru, 2011. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=6>. Acesso em: 11 set. 2013.

GERALDES, C. A. S.; CARVALHO, M. S.; PEREIRA, G. A. B. **An integrated approach for warehouse design and planning**. *Eurosis*, out./ 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/15633>>. Acesso em: 07 set. 2013.

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: 07 set. 2013.

GUARNIERI, P.; CHRUSCIACK, D.; OLIVEIRA, I. L.; HATAKEYAMA, K.; SCANDELARI, L. **WMS – Warehouse Management System**: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. *Produção*, v.16, n.1, p. 126-139, jan./abr. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v16n1/a11v16n1.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2013.

GUIDOLIN, S. M.; MONTEIRO FILHA, D. C. **Cadeia de Suprimentos**: o papel dos provedores de serviços logísticos. *BNDES Setorial*, p. 433-484, set./2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set321012.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2013.

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 set. 2013.

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 set. 2013.

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: 04 set. 2013.

MARQUEZAN, L. H. F.; BRONDANI, G. **Análise de Investimentos**. *Revista Eletrônica de Contabilidade*, v.3, n.1 jan./jun. 2006. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/contabilidade/article/view/21>>. Acesso em: 11 set. 2013.

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: 04 set. 2013.

NUNES, L. C. e SERRASQUEIRO, Z. M. S. **A Informação Contabilística nas Decisões Financeiras das Pequenas Empresas**. *Revista de Contabilidade e Finanças*, v. 15, n. 36. p. 87-96, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-70772004000300005&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 14 set. 2013.

OLIVEIRA, J. B.; LEITE, M. S. A. **Modelo analítico de suporte à configuração e integração da cadeia de suprimentos**. *Gestão & Produção*, São Carlos, v.17, n. 3, p. 447-463, mai./2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n3/02.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2013.

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: 05 set. 2013.

REIS, A. F.; ALBUQUERQUE, A. R. P. L. **Estado da arte em gerenciamento de riscos em projetos**. In: SIMPEP, 11, Bauru. *Anais...* Bauru, 2004.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão estratégica da armazenagem**. São Paulo: Aduaneiras, 2003. 157 p.

SANTOS, A. M.; RODRIGUES, I. A. **Controle de estoque de materiais com diferentes padrões de demanda: estudo de caso em uma indústria química**. *Gestão & Produção*, v.13, n.2, p. 223-231, mai./ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n2/31169.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

SILVA, M. P.; FONTES, A. A. **Discussão sobre critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET)**. *Sociedade de Investigações Florestais*, v.29, n.6, p. 931-936, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n6/a12v29n6.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2013.

SCHROEDER, J. T.; SCHROEDER, I.; COSTA, R. P.; SCHINODA, C. **O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento**. *Revista Gestão Industrial*, v.01, n.02, p. 036-045, 2005. Disponível em: <http://www.facensa.com.br/paginapessoal/luciano/files/Financas_Corporativas/cmepe_x_tm_a.pdf>. Acesso em: 14 set. 2013.

APÊNDICE A

- Determinação do Fluxo de Caixa e cálculo do VPL

	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Economia de custos		R\$ 1.413.667,80	R\$ 1.413.667,80	R\$ 1.413.667,80	R\$ 1.413.667,80	R\$ 1.413.667,80
Depreciação		R\$ 267.455,86	R\$ 267.455,86	R\$ 267.455,86	R\$ 267.455,86	R\$ 267.455,86
Lucro antes IRPJ		R\$ 1.146.211,94	R\$ 1.146.211,94	R\$ 1.146.211,94	R\$ 1.146.211,94	R\$ 1.146.211,94
Imposto de Renda		R\$ 401.174,18	R\$ 401.174,18	R\$ 401.174,18	R\$ 401.174,18	R\$ 401.174,18
Fluxo de Caixa		R\$ 1.012.493,62	R\$ 1.012.493,62	R\$ 1.012.493,62	R\$ 1.012.493,62	R\$ 1.012.493,62
Investimento	-R\$ 6.686.396,45					
VPL	-R\$ 3.292.360,80					

Fonte: Cálculos do autor.

- *Payback* descontado

ANO	Fluxo de Caixa anual	Fluxo de Caixa acumulado
0	-R\$ 6.686.396,45	-R\$ 6.686.396,45
1	R\$ 1.012.493,62	-R\$ 5.673.902,83
2	R\$ 1.012.493,62	-R\$ 4.661.409,21
3	R\$ 1.012.493,62	-R\$ 3.648.915,59
4	R\$ 1.012.493,62	-R\$ 2.636.421,97
5	R\$ 1.012.493,62	-R\$ 1.623.928,35

Fonte: Cálculos do autor.

O Payback não foi definido, pois o retorno do investimento é superior a 5 anos.

ANEXO A – ROTEIRO DE PESQUISA

Título: ANÁLISE DO PROJETO DE EXPANSÃO DE UM ARMAZÉM POR MEIO DA ELABORAÇÃO DE UM *LAYOUT* E ANÁLISE DE INVESTIMENTO: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DO SETOR ALIMENTÍCIO

Objetivo da Pesquisa: Identificar os problemas existentes no atual armazém da fábrica em estudo, bem como a forma como os materiais são armazenados e outras características do armazém.

1. Quais são os principais problemas enfrentados com a falta de espaço no armazém atual?

2. Como esses problemas afetam as operações de armazenagem e movimentação dos materiais?

3. Em que tipo de embalagem cada material é recebido do fornecedor? Quais são os tamanhos dos paletes?

4. Em que tipo de estrutura cada material é armazenado?

5. Qual é a destinação de cada material? Área de mistura, início ou fim da linha de produção?

6. Qual a largura mínima dos corredores onde ocorrem as movimentações dos materiais, respeitando os limites de segurança?

7. Qual é a distância necessária entre as docas de recebimento?

8. A sala de baterias deve, obrigatoriamente, ficar dentro do armazém?

9. Qual a altura do pé direito do armazém atual?

10. Qual a capacidade do armazém atual em total de paletes?
