

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
LUIS GUSTAVO CASTRO

**PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA O ALMOXARIFADO DE UMA EMPRESA DO
SETOR FERROVIÁRIO NA CIDADE DE FORMIGA-MG**

FORMIGA – MG

2014

LUIS GUSTAVO CASTRO

PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA O ALMOXARIFADO DE UMA EMPRESA DO
SETOR FERROVIÁRIO NA CIDADE DE FORMIGA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Produção do
UNIFOR-MG, como requisito parcial para
obtenção de título de bacharel em
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Ms. Samuel de Oliveira

FORMIGA – MG

2014

Luis Gustavo Castro

**PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA O ALMOXARIFADO DE UMA EMPRESA DO
SETOR FERROVIÁRIO NA CIDADE DE FORMIGA-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR, como requisito parcial para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Samuel de Oliveira
Orientador

Prof. Dr. Alex Magalhães de Almeida
UNIFOR-MG

Formiga, 18 novembro de 2014

“Conhecimento não é aquilo que você sabe, mas o que você faz com aquilo que você sabe”.

Aldus Huxley

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sua constante presença em minha vida e por me auxiliar em mais essa conquista.

Aos meus pais, José Alírio e Neide, pelo exemplo de amor, respeito e dedicação, por terem feito dos meus sonhos os seus sonhos. A minha irmã Natália pelo carinho. A todos os meus familiares o meu muito obrigado!

A minha namorada Edvânia pela ajuda e compreensão. Aos colegas de classe por toda contribuição, experiência e companheirismo. Aos meus amigos Elison, Nilton, Christiane e Juliana pela ajuda e apoio nesta jornada.

A empresa Prumo Engenharia Ltda pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao meu orientador Samuel de Oliveira pela dedicação e atenção.

E a todos aqueles que direto ou indiretamente ajudaram, torceram e não mediram esforços para a conclusão deste curso.

RESUMO

Um *layout* bem estruturado é fator determinante para a melhoria das operações de movimentação e armazenagem de materiais nos almoxarifados, na viabilização dos negócios e custos da empresa. Nesse contexto, buscou-se analisar o *layout* do almoxarifado de uma empresa do setor ferroviário na cidade de Formiga/MG e, através de uma pesquisa do fluxo de movimentação dos materiais e gestão de estoque, onde busca atender as demandas dos clientes internos e externos da empresa, aplicou-se a Curva ABC e o método de Guerchet para a elaboração de um novo *layout* no intuito de assegurar à máxima utilização dos espaços e ser flexível a mudanças. No *layout* proposto observa-se uma melhor organização, ocupação dos materiais conforme a sua movimentação e ganho de área para manuseio de materiais e funcionários. Espera-se que a empresa objeto deste estudo avalie os resultados e considere a possibilidade de implantar o *layout* proposto a fim de contribuir para a eficiência operacional do almoxarifado.

Palavra-Chave: Almoxarifado; *Layout*; Movimentação de materiais.

LISTA DE FIGURAS

Figura – 1	Paleteiras	17
Figura – 2	Empilhadeiras.....	17
Figura – 3	Carrinho de Mão.....	18
Figura – 4	Largura do corredor e altura do empilhamento das estruturas...	21
Figura – 5	Módulo de estrutura leve	22
Figura – 6	Módulo de estrutura porta-palete	22
Figura – 7	Curva ABC	24
Figura – 8	Arranjo físico posicional	26
Figura – 9	Arranjo físico por processo.....	27
Figura – 10	Arranjo físico por produto ou em linha.....	28
Figura – 11	Arranjo físico celular	29
Figura – 12	<i>Layout</i> atual do térreo do Almojarifado A	36
Figura – 13	<i>Layout</i> atual do primeiro pavimento do Almojarifado A	37
Figura – 14	<i>Layout</i> atual do Almojarifado B.....	38
Figura – 15	<i>Layout</i> proposto para o térreo do Almojarifado	47
Figura – 16	<i>Layout</i> proposto para o primeiro pavimento do Almojarifado	48

LISTA DE TABELAS

Tabela – 1	Levantamento da área física por grupo de materiais.....	35
Tabela – 2	Classificação curva ABC por grupos de materiais.....	44
Tabela – 3	Levantamento da área física, segundo método de Guerchet	45
Tabela – 4	Itens que compõem cada área levantada do almoxarifado	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico–1 Movimentações de entrada dos materiais	41
Gráfico–2 Movimentações de saída dos materiais	41
Gráfico–3 Movimentações de entradas e saídas do grupo de peças	42
Gráfico–4 Movimentações de entradas e saídas do grupo materiais elétricos.	42
Gráfico–5 Classificação da Curva ABC	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALL – América Latina Logística

CCR – Companhia de Concessões Rodoviárias

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EPC – Equipamento de Proteção Coletivo

FCA – Ferrovia Centro Atlântica.

MRS – Malha Regional Sudeste

VLI – Vale Logística Integrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problema	13
1.2	Justificativa.....	13
1.3	Hipótese	13
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivos gerais.....	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1	Estoques	15
3.2	Movimentação e armazenagem de materiais	15
3.2.1	Equipamentos para movimentação de materiais	16
3.2.2	Armazenagem e localização dos materiais	19
3.2.3	Estruturas de armazenagens	20
3.3	Classificação ABC.....	22
3.4	<i>Layout</i>	24
3.4.1	Definições de <i>layout</i>	25
3.4.2	Tipos de <i>layout</i>	26
3.4.3	Alterações de <i>layout</i>	29
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	Descrição e características da Empresa	32
4.2	Coleta de dados.....	33
4.3	Técnicas e métodos	33
4.3.1	Curva ABC	33
4.3.2	Método de Guerchet.....	34
5	ANÁLISE E RESULTADOS.....	35
5.1	<i>Layout</i> do almoxarifado da empresa analisada.....	35
5.1.1	Descrição física do almoxarifado	35
5.1.2	Atividades do almoxarifado.....	39
5.1.3	Análise de movimentação dos materiais	40
5.1.4	Aplicação da curva ABC	43
5.2	Reelaboração do <i>layout</i>	44

5.2.1	Levantamento da área física dos materiais do almoxarifado.....	44
5.2.2	<i>Layout</i> proposto para o almoxarifado	46
5.2.3	Considerações Finais	49
6	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

No mercado com alta competitividade e maior exigência dos clientes, as empresas tendem a buscar rapidamente diferenciais competitivos e agregar valores aos seus produtos e serviços. A gestão de estoque entra com a finalidade de fazer com que as empresas alcancem o nível em que se exige o mercado, garantindo maior disponibilidade de produtos aos clientes, com o menor nível de estoque possível. Estoque excessivo significa gastar dinheiro mais que o necessário, é assumir custo que não retorna benefício algum.

Um arranjo físico de qualidade com a classificação dos materiais baseado na curva ABC ou Curva 80-20 e na utilização do método de Guerchet tende-se a um fluxo de produção econômico através da minimização do tempo gasto com redução da perda de materiais, movimentações e melhor utilização dos espaços físicos disponíveis.

O Almoxarifado em geral tende a ser um espaço grande e organizado onde busca atender as demandas dos clientes externos e internos da empresa. As demandas nem sempre são imediatas e constantes. Com a grande variação necessita-se de um espaço amplo, flexível e reservado para suprir tais exigências.

A informação do cenário atual do almoxarifado é requisito importante para a elaboração da proposta de um novo *layout*, permitindo melhorar o desempenho dos processos de armazenagem, manuseio e expedição. Um *layout* mal projetado pode implicar em estocagens desnecessárias de materiais, aumento de custo, fluxos imprevisíveis e excessivamente longos.

Propõe-se então neste trabalho analisar de que maneira tais ferramentas de gestão de estoque e arranjo físico podem contribuir em um novo *layout* no intuito de assegurar à máxima utilização dos espaços no almoxarifado, numa empresa do ramo da engenharia voltada a malha ferroviária no Brasil, qual seja, Prumo Engenharia Ltda.

1.1 Problema

A elaboração de um novo *layout* do almoxarifado de uma empresa do setor ferroviário na cidade de Formiga/MG, utilizando a gestão de estoque e arranjo físico poderá proporcionar a máxima utilização dos espaços e ser flexível a mudanças?

1.2 Justificativa

A proposta de um novo *layout* com aplicação da curva ABC e método de Guerchet é elaborada para proporcionar uma melhoria na disposição dos materiais, pessoas e equipamentos da maneira mais adequada ao processo de armazenagem, manuseio e expedição do almoxarifado.

Na empresa analisada o crescimento da demanda de materiais para atender as necessidades de seus clientes internos e externos, necessita-se de um novo espaço para armazenagem de seus produtos, devido a sua estrutura física já não possibilitar uma armazenagem de forma organizada e eficiente. Assim torna-se necessário uma busca por novas ferramentas da engenharia de produção relacionada à gestão de estoque e arranjo físico que possam auxiliar no fluxo de movimentação dos materiais, equipamentos, e pessoas.

1.3 Hipótese

Pretende-se que o novo *layout* proposto para o almoxarifado propicie uma estocagem econômica e eficiente, tendo uma máxima flexibilidade para satisfazer as necessidades de mudanças nas movimentações e armazenamento dos materiais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Analisar o *layout* do almoxarifado de uma empresa do setor ferroviário da cidade de Formiga/MG e propor um novo modelo.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisar o *layout* atual do almoxarifado da empresa.
- ✓ Coletar e analisar dados referente a movimentação e armazenagem dos materiais.
- ✓ Desenvolver a curva ABC, visando identificar os principais produtos em estoque na organização.
- ✓ Utilizar o método Guerchet na elaboração do *layout*;
- ✓ Propor um modelo de *layout* que proporcione uma estocagem econômica e eficiente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Estoques

Os estoques são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, matérias em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas.

De acordo com Martins e Alt (2001) os estoques devem funcionar como elemento que controla o fluxo de materiais nas empresas, aonde que a velocidade que os materiais chegam ao estoque é diferente da velocidade com que saem, assim há a necessidade de certa quantidade de materiais, que ora aumenta, ora diminui, equilibrando as variações.

Segundo Araújo *et al* (2008) O almoxarifado tem a função de armazenar e controlar o fluxo de materiais e ferramentas, devendo estar localizado próximo ao ponto de descarga de caminhões, ao escritório e ao local de execução da obra.

Para Dias (1995) o estoque é necessário para que o processo de produção/vendas da empresa opere com um número mínimo de preocupações e desníveis. Os estoques podem ser de: matéria-prima, produtos em fabricação e produtos acabados. O setor de Controle de Estoque acompanha e controla o nível de estoque e o investimento financeiro envolvido.

A existência de estoques incentiva economias em compras e transporte. Quando um departamento de compras faz aquisições ocasionais que superam as necessidades imediatas da empresa quando isso proporciona descontos de preços exatamente em função da quantidade. O custo da manutenção do excesso de estoque é compensado pela redução de preços obtida. (BALLOU, 2004).

3.2 Movimentação e armazenagem de materiais

Segundo Gonçalves (2007) na maior parte das vezes não é desejável que os materiais sejam armazenados em depósitos e, em alguns casos, por curtos períodos. O almoxarifado tem como prioridade, a guarda de materiais, gestão do fluxo de entrada, movimentação interna e saída dos materiais. Assim, a administração de movimentação física e gestão da armazenagem estão intimamente relacionadas.

De acordo com Viana (2000) deve ter cuidados especiais na disposição dos materiais no almoxarifado, o qual pode ter produtos perecíveis, inflamáveis, tóxicos e outros, que a variedade total, definirá os meios de manuseio e armazenagem.

As atividades de armazenagem e movimentação dos materiais são geralmente mais sensíveis às atividades da mão-de-obra, podendo apresentar limitações ao uso de avançadas tecnologia de informação. Mesmo como a utilização de computadores proporcionando a introdução de novas tecnologias e capacidades, ainda a atividade predominante é manual (BOWERSOX e CLOSS, 2007).

Para Francischini e Gurgel (2002), o principal elemento de movimentação em um estoque é o material, porém havendo maior movimentação por parte do homem e de equipamentos. Um sistema de movimentação deve seguir algumas “leis”, dentro de um depósito. São elas:

- a) Obediência ao fluxo das operações.
- b) Mínima distância.
- c) Mínima manipulação.
- d) Segurança e satisfação.
- e) Padronização.
- f) Flexibilidade.
- g) Máxima utilização do equipamento.
- h) Máxima utilização da gravidade.
- i) Método do espaço disponível.
- j) Método alternativo.
- k) Menor custo total.

Portanto, subentende-se que a atividade de movimentar materiais dentro de um armazém é concretizada através da utilização dos diversos tipos de equipamentos disponíveis no manuseio dos materiais (BALLOU, 2004).

3.2.1 Equipamentos para movimentação de materiais

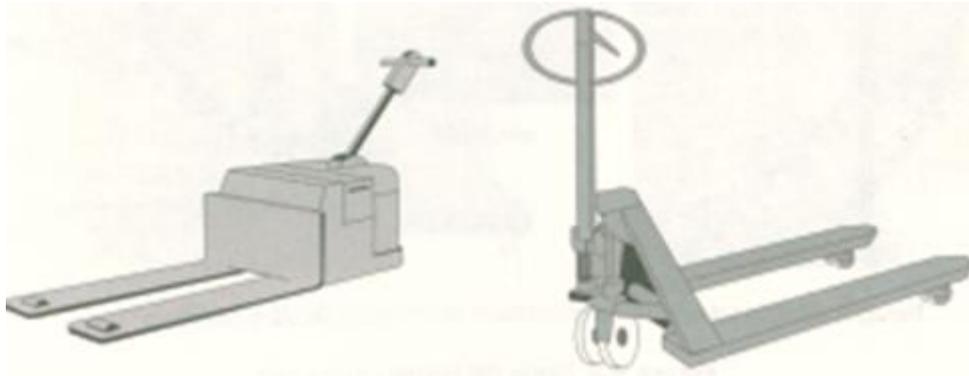
Os equipamentos para movimentar os materiais dentro de um armazém, devem ser selecionados obedecendo a fluxo de materiais e de produtos para que atenda as necessidades da empresa (FRANCISCHINI e GURGEL, 2002).

Para Gonçalves (2007) os equipamentos contribuem para a redução de custos operacionais e o aumento da produtividade, desta forma os equipamentos varia em função ao *layout* e fluxo dos materiais dentro de um armazém.

Entre os equipamentos mais utilizados no manuseio de materiais dentro de um armazém, são:

- *Paleteiras*: utilizadas em roteiros aleatórios, intermitentes, em curtas distâncias e com acionamento manual ou elétrico (FIG. 1).

Figura 1: Paleteiras.



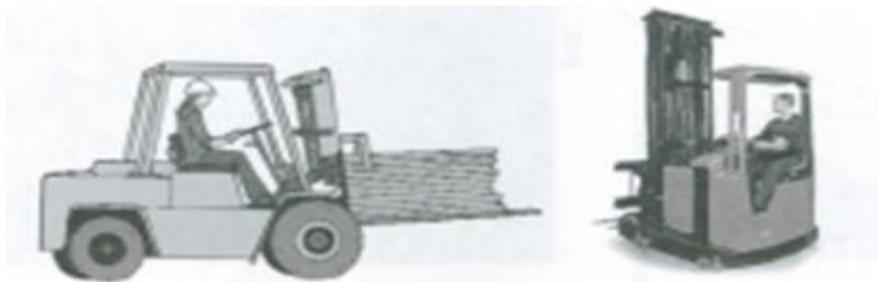
Paleteira elétrica

Paleteira manual

Fonte: Gonçalves, 2007, p. 309.

- *Empilhadeiras*: equipamentos para movimentação e estocagem dos materiais. Podem ser elétricas, a gás, diesel ou gasolina (FIG. 2).

Figura 2: Empilhadeiras.



Empilhadeira a diesel

Empilhadeira elétrica

Fonte: Gonçalves, 2007, p. 309.

- *Carrinho de mão*: equipamentos para movimentação de materiais. Carrinho de duas rodas com acionamento manual, fabricado em madeira maciça e aço, integralmente de aço e em liga de alumínio e magnésio (FIG. 3).

Figura 3: Carrinho de Mão.



Fonte: Bowersox e Donald J, 2007, p. 352.

Segundo Viana (2000) o manuseio dos diversos materiais de um almoxarifado pode ser efetuado:

- a) Manualmente: é o manuseio mais comum e simples através do esforço físico dos funcionários.
- b) Por meios de carrinhos manuais: o manuseio é efetuado por carrinhos impulsionados manualmente.
- c) Por meio de empilhadeiras: é um dos equipamentos versáteis em manusear materiais. Não possui limitações de direção, movimentando-se horizontal e verticalmente. Os diversos tipos de empilhadeiras existentes dependem da disposição do acesso para se movimentar dentro e fora do almoxarifado e dos materiais a serem movimentados.
- d) Por meio de paleteiras: é um dos tipos de empilhadeira manual, que pode ser mecânica, hidráulica ou elétrica, limitada a manuseios horizontais.
- e) Por meio de pontes rolantes: equipamentos constituídos em estruturas metálicas, sustentada por duas vigas ao longo das quais a ponte rolante de movimenta; entre duas vigas, sustentando pela estrutura, corre um carrinho com um gancho.

- f) Por meio de guindastes: equipamento utilizados em manuseio, em área, de carga acima de 5 t, equipados com lança e motor a expansão que proporciona o movimento da máquina e a força para acionamento da lança.

3.2.2 Armazenagem e localização dos materiais

Armazenagem pode ser definida como:

[...] denominação genérica e ampla, que inclui todas as atividades de um ponto destinado à guarda temporária e a distribuição de materiais (depósitos, centros de distribuição etc.). E estocagem como uma das atividades do fluxo de materiais no armazém e ponto destinado à locação estática dos materiais. Dentro de um armazém, podem existir vários pontos de estocagem (MOURA, 1997, p. 3).

Para Viana (2000) o armazenamento é a utilização do espaço na maneira mais eficiente possível proporcionando uma movimentação rápida e de fácil de suprimentos desde o recebimento até a expedição.

Conforme Francischini e Gurgel (2002), a armazenagem tende-se a necessidade na ocupação volumétrica e a necessidade de que os materiais estejam armazenados.

No processo de armazenagem de materiais são determinadas as seguintes atividades: recebimento, inspeção, endereçamento, estocagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos e inventários, que, agindo de forma integrada, atendem às necessidades logísticas, evitando falhas e maximizando os recursos, afirmam Guarnieri et al. (2006).

A localização dos materiais no depósito tem por finalidade estabelecer os meios necessários e proporcionar facilidades em identificar imediatamente o endereço da guarda do material no almoxarifado. Assim, não deve haver dúvidas de identificação de localização para as diversas rotinas de trabalho, nos processos de manuseio dos materiais desde o recebimento até a expedição (DIAS, 1995).

Conforme Ballou (1993) a dois métodos básicos de endereçamento ou localização de estoques:

- a) Sistema de endereçamento fixo: designa certa localização para cada produto. Este sistema de localização é simples e, caso não haja muitos produtos armazenados, nenhum tipo de codificação formal será necessário.

- b) Sistema de endereçamento variável: este sistema possibilita o melhor uso da área, mas, para manter o registro de um item que pode estar em diversos locais diferentes, deve se ter um código de recuperação eficaz.

3.2.3 Estruturas de armazenagens

Segundo Ballou (1993) gerar um arranjo físico para a armazenagem de materiais é apenas uma parte do planejamento, onde alocar o espaço disponível aos itens afeta os tempos de deslocamento interno, pois cada produto ocupa uma área limitada. Designar itens a uma divisão ou seção particular significa que esta não estará disponível para outros produtos.

De acordo com Dias (1993) as técnicas para estocagem de materiais levam em considerações a dimensão e suas características, podendo exigir desde a instalação de uma simples prateleira até complexos sistemas de armações, caixas e gavetas. As maneiras mais comuns de estocagem de materiais podem ser assim generalizadas:

- a) Caixas: são adequadas para itens de pequenas dimensões e com grande aplicação na armazenagem.
- b) Prateleiras: são fabricadas em madeira ou perfis metálicos, destinando-se a peças maiores ou para o apoio de gavetas ou caixas.
- c) Racks: são construídos para acomodar peças longas e estreitas, como tubos, vergalhões, barras, tiras etc. São, às vezes, montados sobre rodízios, permitindo seu deslocamento para junto de determinada área de operação. Os racks são fabricados em madeira ou aço estrutural.
- d) Empilhamento: constitui uma variante na armazenagem de caixas e certos produtos, diminuindo a necessidade de divisões nas prateleiras ou formando uma espécie de prateleira por se só. É o arranjo que permite o aproveitamento máximo dos espaços vertical.

Para Viana (2000) um dos fatores fundamentais na armazenagem dos materiais é a correta utilização do espaço disponível. A figura 4 demonstra a largura mínima de corredores e altura máxima de empilhamento para o manuseio de materiais por meio de diversos tipos de empilhadeiras, para orientar na seleção de tipos de

estruturas para armazenagem considera-se o peso e o volume das cargas, além dos meios previstos para entrada e saída de materiais.

Figura 4: Largura do corredor e altura do empilhamento das estruturas.

MANUSEIO	LARGURA MÍNIMA DO CORREDOR (m)	ALTURA MÁXIMA DE EMPILHAMENTO (m)
Manual	1,00 – 1,50	1,50 – 2,00
Empilhamento de contrapeso	3,00 – 4,00	4,00 – 5,00
Empilhamento retráteis	2,00 – 3,00	4,00 – 5,00
Empilhamento de garfos laterais	1,50 – 2,00	10,00 – 15,00
Empilhamento direcionais com garfos retráteis	1,50 – 2,00	10,00 – 15,00
Transelevadores de garfos deslocáveis para entrada lateral	1,00 – 1,50	10,00 – 15,00

Fonte: Viana, 2000, p. 330.

De acordo com Dias (1993) o número de corredores depende da facilidade de acesso desejada em função dos equipamentos de manuseio e movimentação dos materiais. Quanto maior a quantidade de corredores, tanto maior será a facilidade de acesso e, em contrapartida, tanto menor o espaço disponível para o armazenamento.

Ainda segundo Viana (2000) os tipos básicos de estruturas metálicas para armazenagem são:

- a) Estrutura leve em prateleira de bandeja: são estruturas constituídas com colunas em perfis de chapa de aço dobrada, perfuradas continuamente, segundo determinado passo, e prateleiras, também de chapa de aço dobrada, composição regulável na altura, adequadas ao armazenamento de materiais leves, de até 35 kg, manuseados sem a necessidade de qualquer equipamento, e que admitem uma carga de 250 kg uniformemente distribuídos como mostra a figura 5.

Figura 5: Módulo de estrutura leve.



Fonte: Ilustração retirada de catálogo cedido pela Altamira, p. 39.

- b) Estrutura porta-palete: são estruturas de locação de materiais pesados ou de grandes volumes. Os paletes são armazenados e retirados individualmente por empilhadeiras que se movimentam em corredores conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6: Módulo de estrutura porta-palete.



Fonte: Ilustração retirada de catálogo cedido pela Altamira, p. 25.

3.3 Classificação ABC

Em 1897 através de um estudo na distribuição da renda e da riqueza na Itália, o economista, sociólogo e engenheiro Vilfredo Pareto, desenvolveu a curva 80-20 ou curva ABC, observado que a grande porcentagem da renda total encontrava-se em mãos de uma pequena parcela da população, por uma proporção de quase 80% e 20%, portanto 80% da riqueza encontravam com apenas 20% da população (POZO, 2002).

Fazer análise de milhares de produtos num estoque é uma tarefa extremamente difícil e, na maioria das vezes, desnecessária. É conveniente que os itens mais importantes, seguindo alguns critérios, tenham uma prioridade sobre os

itens menos importantes. Assim utilizando a curva ABC, economiza tempo e recursos (FRANCISCHINI E GURGEL 2002).

Para Gonçalves (2007), a classificação ABC tem como objetivo principal identificar os itens de maior valor de demanda e sobre eles exercer uma gestão bem mais refinada, proporcionando um controle mais apurado permitindo reduções nos custos de estoque.

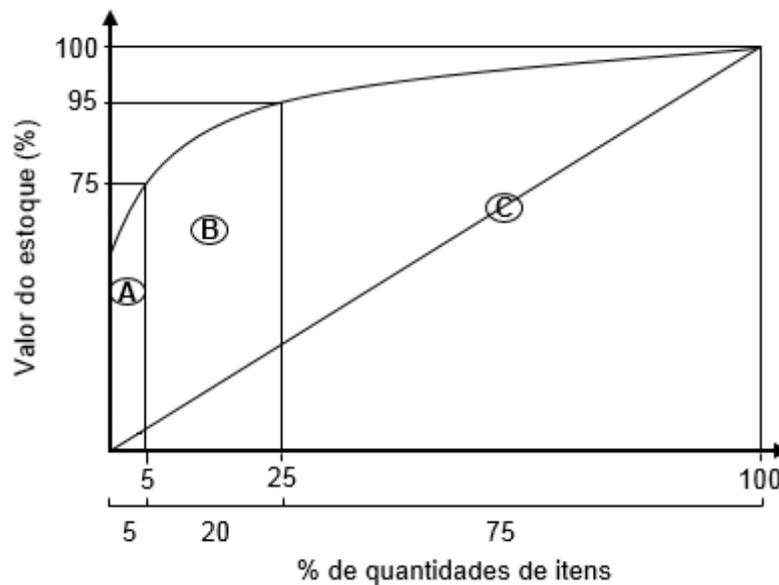
De acordo com Viana (2000) o gerenciamento de estoques, na utilização do método ABC, é identificar itens importantes que justificam atenção e tratamento adequados em seu gerenciamento. Na classificação ABC poderá ser implementada de várias maneiras, através do tempo de reposição, valor de demanda/consumo, inventário, aquisições realizadas e outras, porém a preponderante é a classificação por valor de consumo.

Segundo Slack et al., (2002) a lei de Pareto tendo como princípio base a curva ABC, mostra que quase 20% dos itens totais pertencentes ao estoque representa aproximadamente 80% do valor em estoque, mostrado na figura 7. Classificando os diversos materiais de acordo com as movimentações, os gestores de materiais tende a priorizar de acordo com os produtos mais significativos.

Os materiais são classificados em três classes:

- **Classe A:** 10% a 20% dos itens que possuem um alto valor (de demanda ou consumo anual) representam cerca de 80 % do valor monetário do estoque;
- **Classe B:** itens de valor intermediário (de demanda ou consumo anual), usualmente 30% dos itens que representam cerca de 10% do valor monetário total do estoque;
- **Classe C:** são itens de baixo valor, representam 50% do total de itens estocados e representam apenas cerca de 10 % do valor total dos itens estocados.

Figura 7: Curva ABC.



Fonte: Viana, 2000, p. 65

Ressalta-se Francischini e Gurgel (2002), que para elaborar o Diagrama de Pareto ou curva ABC deve seguir alguns passos importantes, são:

- Passo 1:** Definir a variável a ser analisada;
- Passo 2:** Coletar os dados;
- Passo 3:** Ordenar os dados;
- Passo 4:** Calcular percentuais;
- Passo 5:** Construir o diagrama;
- Passo 6:** Analisar os resultados.

3.4 Layout

Layout é uma palavra de origem inglesa que na engenharia pode substituir o termo arranjo físico. Esta palavra pode ser encontrada nos dicionários brasileiros com a grafia leiaute, mas parece pouco conhecida em vista da expressão original *layout* que é largamente utilizada na linguagem corporativa brasileira (PEINADO, 2007 apud PIMENTEL, 2013).¹

¹PEINADO, J.; GRAELM, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicesp, 2007.

3.4.1 Definições de *layout*

Corresponde ao arranjo físico a maneira em que se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação. Esses recursos podem ser uma escrivaninha, um escritório, uma pessoa, uma máquina ou outros. Corrêa e Corrêa (2008).

Para Viana (2000) o *layout* é uma maquete no papel onde influi desde a adequação do local, assim como no projeto de construção, modificação ou adequação como também na distribuição e localização dos componentes e estações de trabalho, assim como na movimentação de materiais, máquinas e operários. Ou seja, o *layout* inicia com a aplicabilidade da elaboração de um projeto e finalizando por sua concretização.

[...] definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. O arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua “forma” e aparência. Slack, Nigel *et al* (pág. 210, 1996).

De acordo com Viana (2002) o *layout* é fundamental para organizar o espaço produtivo de forma a minimizar as distâncias dos equipamentos, máquinas e pessoal, aumentar a capacidade produtiva atribuindo agilidade ao sistema de produção, reduzir os custos operacionais, aumentar a qualidade do produto e diminuir o tempo de fabricação.

Segundo Marujo e Carvalho (2010) O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação. E assim define-se o arranjo físico, ou seja, decide onde colocar as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. É uma das características mais evidentes de uma operação produtiva, pois determina sua forma e aparência. O arranjo físico determina também a maneira segundo a qual os recursos, sejam estes materiais, informações, clientes, etc. fluem pela operação.

Para Villar e Porto (2007) O Arranjo físico busca aproveitar de forma ideal do espaço físico da empresa, organizando máquinas, equipamentos, pessoas, informação e departamentos, implantando um fluxo do processo produtivo com fluência harmoniosa e evolutiva e, assim, evitar qualquer desperdício ou custos adicionais.

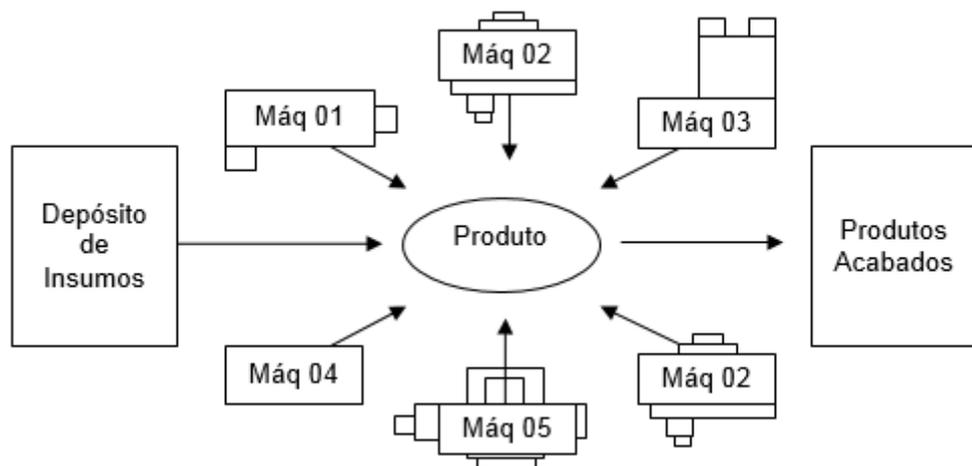
3.4.2 Tipos de *layout*

Para que haja um desempenho competitivo e desejável é necessário um projeto bem elaborado de arranjo físico. Há projetos que favorecem a flexibilidade das operações, os fluxos múltiplos, a customização; e outros projetos que favorecem a eficiência dos fluxos e do uso dos recursos. Daí a importância da decisão do arranjo físico à estratégia competitiva da operação.

Segundo Corrêa, L e Corrêa, A, (2008) há muitas maneiras de se arranjar recursos produtivos de transformação e possui quatro tipos básicos de arranjos físicos:

- a) Arranjo físico posicional ou por posição fixa: Esse tipo de arranjo é caracterizado pelo material ou pessoa processado pela operação onde fica estacionário por impossibilidade, inviabilidade ou por inconveniência de fazê-lo mover-se entre etapas do processo de agregação de valor como mostra a figura 8. Assim como o objeto da operação fica estacionado, são os recursos que se deslocam até ele. Como por exemplo: a construção civil, estaleiros, aviões de grande porte, unidades de terapia intensiva.

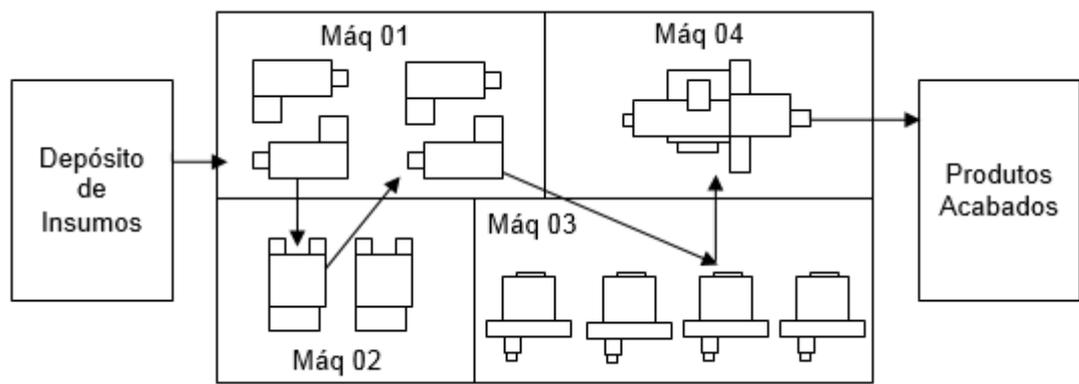
Figura 8: Arranjo físico posicional.



Fonte: Pimentel, 2013, p. 33.

- b) Arranjo físico funcional ou por processo: Esse tipo de arranjo é caracterizado por agrupar recursos com função ou processo similar. O desafio nas decisões sobre o arranjo físico funcional é procurar arranjar a posição relativa e as áreas de cada setor, de forma a aproximar setores que tenham fluxo intenso entre si, evitando deslocamentos desnecessários como mostra a figura 9 Por exemplo: Supermercados são agrupados de acordo com sua função, material de limpeza, congelados, alimentos, etc.

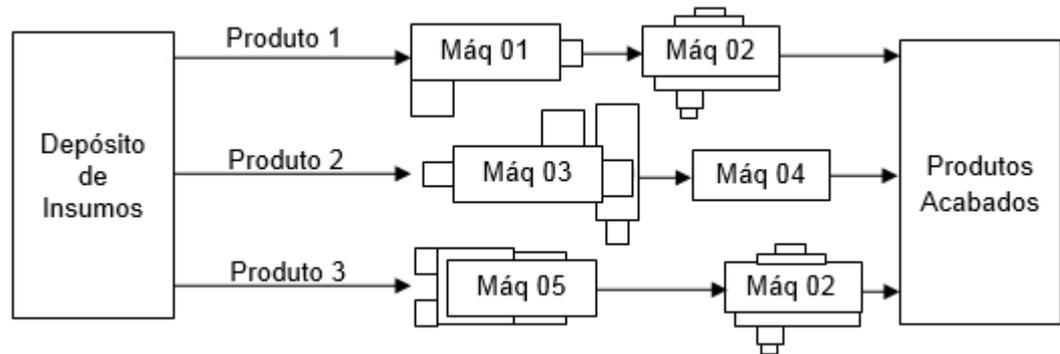
Figura 9: Arranjo físico por processo.



Fonte: Pimentel, 2013, p. 30.

- c) Arranjo físico por produto ou em linha: Esse tipo de arranjo é caracterizado pela posição relativa dos recursos que são a sequência de etapas do processo de agregação de valor. Esse tipo de arranjo é mais adequado a operações que processam grandes volumes de fluxo que percorrem uma sequência muito similar: empresas que produzem um ou poucos produtos em altos volumes, ou que atendam a grandes volumes de clientes que passam por uma sequência comum de etapas no processo de atendimento como mostra a figura 10. Como por exemplo, linhas de montagem de veículos, aparelhos eletrônicos, como impressoras, televisores, indústrias de processo, como as indústrias químicas e petroquímicas.

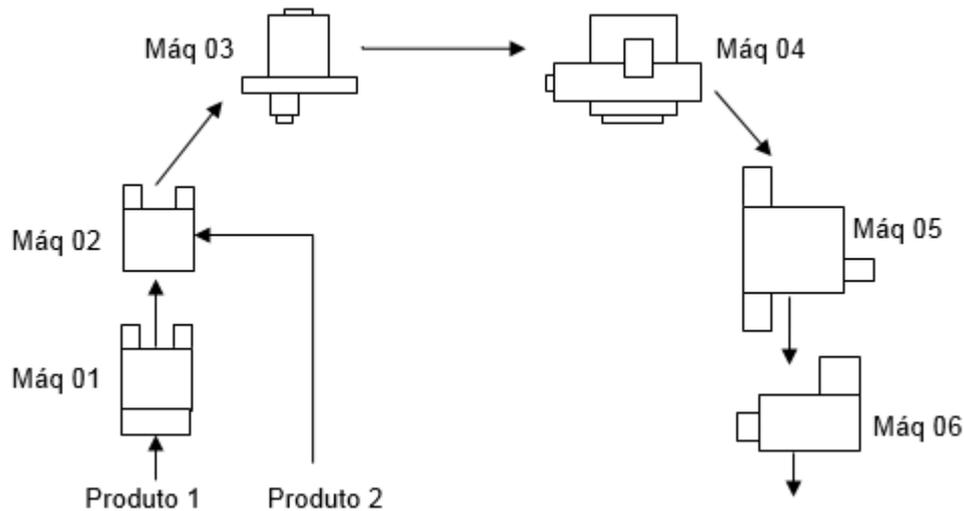
Figura 10: Arranjo físico por produto ou em linha.



Fonte: Pimentel, 2013, p. 32.

- d) Arranjo físico celular: Esse tipo de arranjo tem como característica aumentar as eficiências do arranjo físico funcional, tentando não perder sua flexibilidade. O arranjo físico é desenvolvido em etapas: primeiro identifica famílias de itens produzidos que tenham volume suficiente e similar; segundo, identifica e agrupa recursos como máquinas, pessoas de forma que consigam, com suficiência, processar as famílias de itens identificadas, definindo células; terceiro, para cada célula, arranjar os recursos, estabelecendo uma pequena operação dentro da operação, de forma que a movimentação e os fluxos daquelas famílias identificadas sejam mais ordeiros, simples e ágeis; quarto, localizar máquinas grandes ou que não possam ser divididas para fazerem parte de células específicas para próximo das células como expõe a figura 11. Assim obtém alguns resultados como, por exemplo: não se perde a flexibilidade, ganham-se velocidade e eficiência de fluxo, as distâncias percorridas pelos fluxos dentro das células são menores, melhora-se a qualidade e tem-se um melhor controle de produção, pois cada célula é focalizada, num pequeno grupo de itens. O arranjo físico celular pode ser aplicado, por exemplo, numa loja de departamentos.

Figura 11: Arranjo físico celular.



Fonte: Pimentel, 2013, p. 35.

3.4.3 Alterações de *layout*

De acordo com Viana (2000) o arranjo físico é representado pelo *layout* que significa colocar, dispor, ocupar, localizar, assentar. O *layout* é que determina a disposição espacial, a área ocupada e a localização dos equipamentos, pessoas e materiais. Os aspectos a serem verificados no *layout* de um almoxarifado são:

- Itens de estoque: os materiais que possuem grande peso, volume e maior quantidade de saída do depósito devem ser armazenados nas imediações da saída ou expedição, a fim de facilitar o manuseio.
- Corredores: para facilitar o acesso aos materiais dentro do depósito deverá possuir quantidades maiores de corredores fazendo que o espaço disponível para armazenamento seja menor. A largura dos corredores é determinada pelo equipamento de manuseio e movimentação dos materiais e a localização dos corredores é determinada em função das portas de acesso e da arrumação das mercadorias.
- Portas de acesso: essas deverão permitir a passagem dos equipamentos de manuseio e movimentação de materiais e a sua localização deverá estar próximo ao local de expedição ou de embarque e desembarque de materiais.
- Prateleiras e estruturas: em suas utilizações dentro do depósito as mercadorias leves deverão permanecer na parte superior das estruturas, e

as mercadorias mais pesadas devem ser armazenadas nas barras inferiores da estrutura.

As grandes organizações possuem profissionais treinados para estudar o *layout*. Eles trabalham buscando uma implantação ou modificação de um *layout*. Segundo Francischini e Gurgel (2002) para uma mudança no *layout* analisa-se as seguintes situações:

- a) Modificação do produto: em razão da forte concorrência de mercado, uma mudança de produto, com o intuito de aumentar o lucro de uma organização, afetará os equipamentos, a mão-de obra e a área de trabalho.
- b) Lançamento do produto: o lançamento de um novo produto causará modificações na estrutura de armazenagem, e um novo *layout* deve ser estudado juntamente ao projeto do produto a ser lançado.
- c) Variação na demanda: Com o aumento na demanda haverá novas máquinas a serem instaladas para se adequar às expectativas do mercado e por outro lado, uma diminuição na demanda causará uma redução nos custos variáveis da produção.
- d) Obsolescência das instalações: A obsolescência de um processo exige modificações; o *layout* pode mostrar as necessidades em se ampliar as instalações, devendo-se proceder à construção de novo bloco ou mesmo à mudança completa do depósito.
- e) Ambiente de trabalho inadequado: O *layout* deve levar em consideração às condições de temperatura, o efeito do ruído, a presença de agentes agressivos, enfim, fatores que podem afetar o rendimento do trabalho humano.
- f) Índice de acidentes elevado: A localização indevida de algumas instalações pode acarretar em acidentes com operários em contato com produtos químicos perigosos. É de extrema importância o rápido e eficiente atendimento dos operários acidentados e a localização e eliminação das causas do acidente para evitar futuras ocorrências.
- g) Mudança na localização e do mercado consumidor: é uma variável que não tem influência direta, porém age indiretamente na definição do *layout*, já que

a necessidade da realocação de um depósito envolve a definição de um novo *layout*.

- h) Redução nos custos: uma redução nos custos causará uma possível reestruturação no quadro de pessoal e de equipamentos, e conseqüentemente um novo *layout*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição e características da Empresa

A Empresa Prumo Engenharia Ltda localizada na cidade de Formiga-MG, atua no mercado desde 1978 quando foi fundada pelo seu primeiro diretor presidente Osmar Lourenço Vaz e hoje ocupa uma cadeira como membro do conselho de administração.

As atividades iniciais da Prumo foram elaboradas através de projetos arquitetônicos, cálculos estruturais e responsabilidade técnica. A qualidade dos serviços prestados aliada a transparência e a eficiência operacional levaram a determinação do ritmo de crescimento e diversificação dos negócios onde passou a atuar em obras civis e infraestrutura.

Desta forma a partir da privatização do sistema ferroviário nacional a Prumo passou a atuar fortemente no segmento de construção e manutenção da infra e superestrutura ferroviária.

Através de investimentos contínuos em equipamentos, no desenvolvimento e capacitação de seus recursos humanos, credenciaram a Prumo a participar da implantação de importantes projetos, proporcionando atuação em outros seguimentos, como: Construção e manutenção rodoviária, obras de artes especiais, obras de terraplenagem, pavimentação, obras de drenagens, edificações industriais e comerciais, edificações residenciais e incorporações imobiliárias. Dentre os seus principais clientes destacam-se a VLI, FCA, MRS, ALL, CCR e Nascentes das Gerais.

Possui atualmente obras distribuídas nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso e Rio Grande do Sul.

Em sua sede em Formiga trabalha em um terreno de 2.509,84m com uma área construída de 902,10m² entre almoxarifado, oficina mecânica, galpão de pintura, refeitório e escritório.

Hoje, a empresa atua com um total aproximado de 1.300 funcionários que trabalham no seu escritório central em Formiga-MG, bem como nos demais escritórios de apoio e nas frentes de serviços.

A Prumo Engenharia tem como missão exercer com orgulho e dignidade os serviços prestados na Engenharia, de forma rentável, inovadora e com tecnologia,

proporcionando satisfação e confiança aos seus clientes. Os seus valores são: perfil moral e ético, qualidade dos serviços, segurança do trabalho e produtividade.

4.2 Coletas de dados

Para realização das pesquisas e análise dos processos serão obtidos os seguintes dados:

- ✓ *Layout* do almoxarifado atual;
- ✓ Espaço do almoxarifado a ser construído;
- ✓ Relatórios arquivados na empresa de movimentações de entradas e saídas dos materiais contidos no almoxarifado, com seus respectivos valores, num período de 19 meses.

4.3 Técnicas e métodos

A análise dos dados obtidos serão distribuídos em tabelas e gráficos através dos softwares Excel versão 2010 da Microsoft e AutoCAD 2009 da Autodesk, para a realização de uma proposta de um *layout* do almoxarifado.

Através dos dados contidos nos relatórios de movimentação de materiais foram aplicados os seguintes métodos:

4.3.1 Curva ABC

De acordo com Gonçalves (2007), para elaborar a curva ABC dever seguir alguns passos importantes, são:

- a) Listar todos os itens de estoque, seus respectivos consumos e valores.
- b) Calcular o valor do consumo multiplicando o consumo pelo respectivo valor.
- c) Reordenar a lista de itens em ordem decrescente de valor de consumo.
- d) Inserir uma nova coluna de dados na qual serão incluídos os valores acumulados de consumo, ou seja, a linha seguinte da mesma coluna será igual à linha anterior da mesma coluna adicionada ao valor de consumo do item imediatamente posterior, cujo valor estará indicado na coluna antecedente à coluna de consumo acumulado.

- e) Calcular os percentuais de valores acumulados.
- f) Com base em critérios de partição, será estabelecida a divisão entre as classes A, B e C, dentro dos seguintes critérios: Classe A até 75% do valor acumulado; Classe B – entre 75% e 80% do valor acumulado; Classe C de 90% a 100% do valor acumulado.

4.3.2 Método de Guerchet

Segundo Olivério (1985), considera-se a área total como a soma de três componentes:

- a) Superfície Estática (SE): área própria ocupada pelo equipamento ou posto de trabalho.
- b) Superfície de Gravitação (SG): área necessária para circulação do operador junto à máquina, também inclui as áreas ocupadas por matérias-primas e produtos em processo junto ao equipamento ou posto de trabalho. A superfície de gravitação é calculada pela superfície estática multiplicada pelo número de lados utilizados pelo equipamento.
- c) Superfície de Circulação (SC): área necessária para a movimentação e acesso ao centro de produção. Deve ser calculada a partir da soma da Superfície Estática com a Superfície de Gravitação multiplicada por K (onde K é o fator do tipo e da finalidade da instalação), ao utilizar a fórmula obteve-se que K teria o valor de 0,5, por se tratar de uma pequena empresa.

Fórmula do fator K:

$$K = \frac{h'}{2 \times \bar{h}}$$

Onde: h' = altura do móvel ou do colaborador.

\bar{h} = altura média do móvel.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

5.1 *Layout* do almoxarifado da empresa analisada

A seguir apresenta-se o *layout* atual do almoxarifado da empresa Prumo Engenharia Ltda., bem como o detalhamento de cada etapa desde o recebimento até a expedição dos materiais bem como as suas atividades.

5.1.1 Descrição física do almoxarifado

A área física do almoxarifado responsável pela guarda dos materiais, gestão do fluxo de entrada, movimentação interna e saída dos materiais é dividida em dois setores A e B.

O primeiro setor possui uma área total de 256,23m² e é subdividido em duas partes: o térreo e o 1º pavimento, conforme mostra a tabela 1.

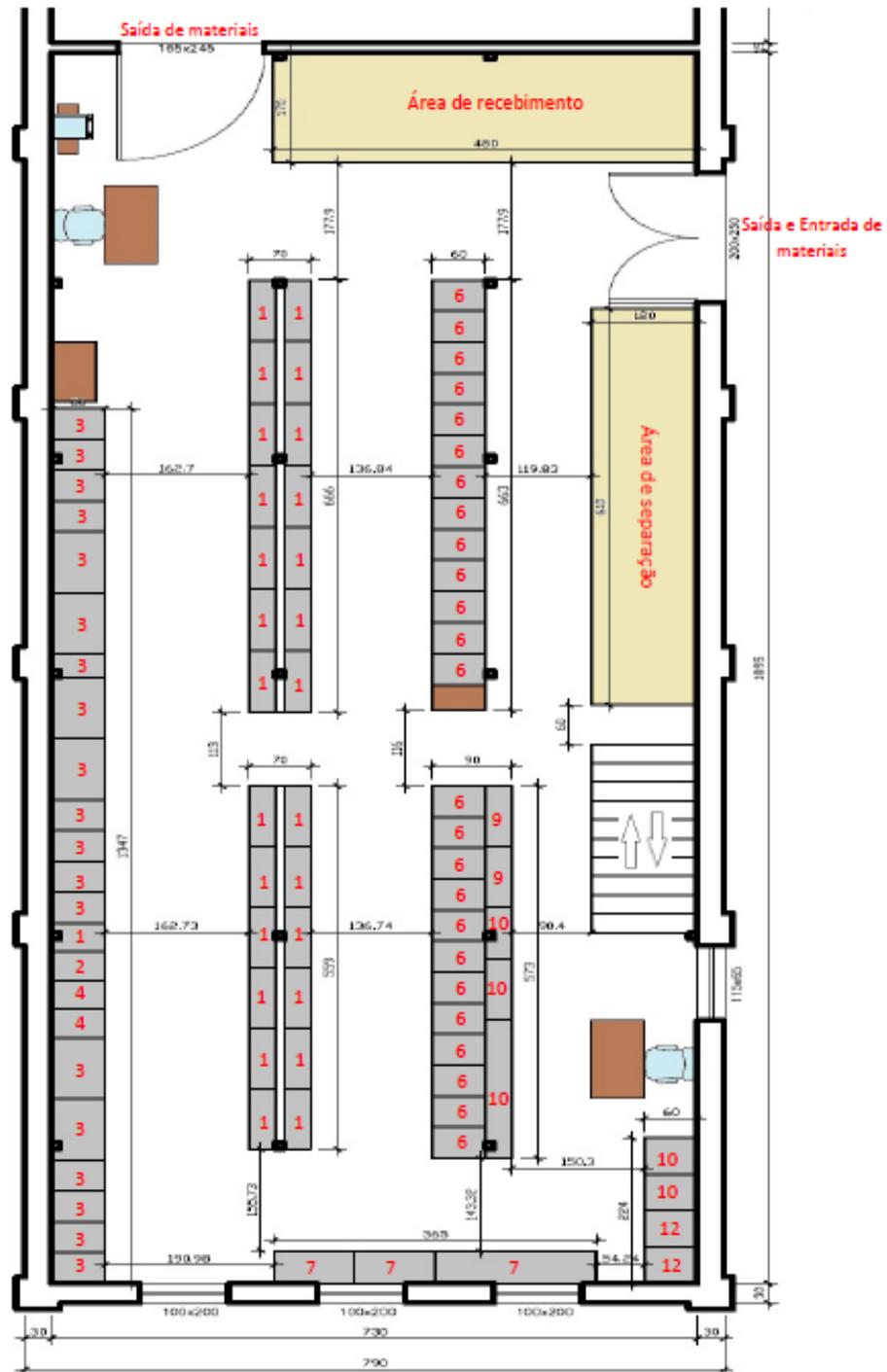
Tabela 1: Levantamento da área física por grupo de materiais.

Identificação	Grupos de materiais	Almox. A Térreo (m ²)	Almox. A 1º Pavimento (m ²)	Almox. B (m ²)	Área total (m ²)
1	Peças	8,84	1,67	0,00	10,51
2	Ferramentas	0,27	0,00	47,00	47,27
3	Materiais EPI'S	7,02	2,50	0,00	9,52
4	Móveis e Utensílios	0,53	23,92	0,00	24,46
5	Materiais de Solda	0,53	4,84	1,43	6,80
6	Materiais Uniformes	7,42	4,86	0,00	12,28
7	Materiais Papelaria	1,83	0,00	0,00	1,83
8	Materiais EPC'S	0,00	0,00	9,91	9,91
9	Combustível e Lubrificantes	0,56	0,00	0,00	0,56
10	Materiais Abrasivos	0,67	1,53	0,75	2,95
11	Materiais Elétricos	0,00	1,50	0,00	1,50
12	Materiais de Limpeza	0,67	0,00	0,00	0,67
13	Materiais de Pintura	0,00	0,55	0,00	0,55
14	Área de Separação	7,32	0,00	0,00	7,32
15	Área de Recebimento	8,16	0,00	0,00	8,16
Área total ocupada		43,81	41,38	59,09	144,28
Área total construída		149,71	106,53	84,68	340,91

Fonte: Levantamento da área física elaborado pelo autor, 2014.

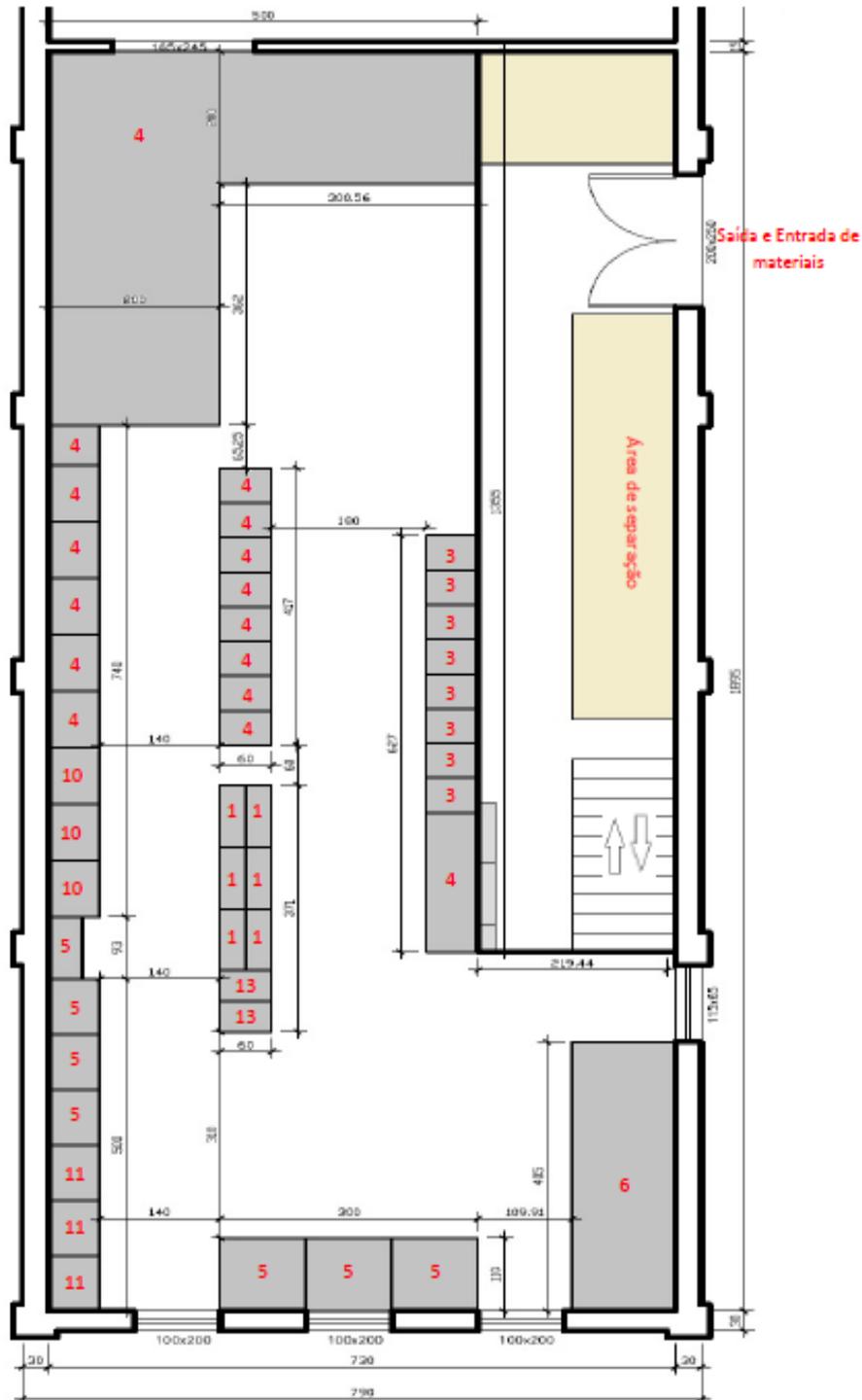
Segue o *layout* atual do térreo e 1º pavimento do Almoxarifado A, sendo este o responsável pelo recebimento e armazenagem de 85% dos materiais (FIG. 12 e 13), onde os grupos dos materiais foram identificados conforme a da tabela 1.

Figura 12: *Layout* atual do térreo do Almoarifado A.



Fonte: *Layout* elaborado pelo autor, 2014.

Figura 13: *Layout* atual do primeiro pavimento do Almoxarifado A.



Fonte: *Layout* elaborado pelo autor, 2014.

O segundo setor possui uma área total de 84,68m², onde são armazenados apenas os materiais relacionados aos grupos: ferramentas, materiais EPC's e materiais abrasivos, conforme mostra a tabela 1.

5.1.2 Atividades do almoxarifado

O almoxarifado analisado tem como papel importante em diferentes níveis da cadeia de abastecimento as obras realizadas pela empresa em determinadas regiões. Podendo ter várias funções, dependendo das suas características e níveis de complexidade. O almoxarifado executa as seguintes atividades:

- a) Recebimento: abrangem desde a recepção dos materiais na entrega pelo fornecedor até a entrada no estoque. O recebimento é realizado através dos controles, de descarregamento, contagem dos materiais e conferência das documentações necessárias, como pedido de compra e nota fiscal, para a regularização no sistema.
- b) Armazenamento: envolve a atribuição dos materiais recebidos. Após a regularização é realizado a movimentação dos materiais para os locais adequados para o armazenamento levando em consideração os seguintes critérios:
 - Volume das mercadorias / espaço disponível;
 - Número de itens;
 - Peso das mercadorias;
 - Manutenção das embalagens originais/tipos de embalagens;
 - Velocidade necessária no atendimento;
 - Sistema PEPS: Primeiro que entra, primeiro que sai, permanecendo estocados os produtos de aquisição mais recente.
- c) Reabastecimento: envolve a determinação de quando e como o estoque deve ser reabastecido, através do planejamento do ponto de pedido determinado pela empresa, levando em consideração as entradas e saídas obtidas pela integração temporal do sistema. A edição dos documentos de reabastecimento e a movimentação do estoque dos locais de armazenamento para os locais de retirada. Depois da retirada do estoque, os funcionários do almoxarifado limpa o local de retirada e atualiza o sistema com as informações sobre a quantidade de estoque que foi reabastecida.

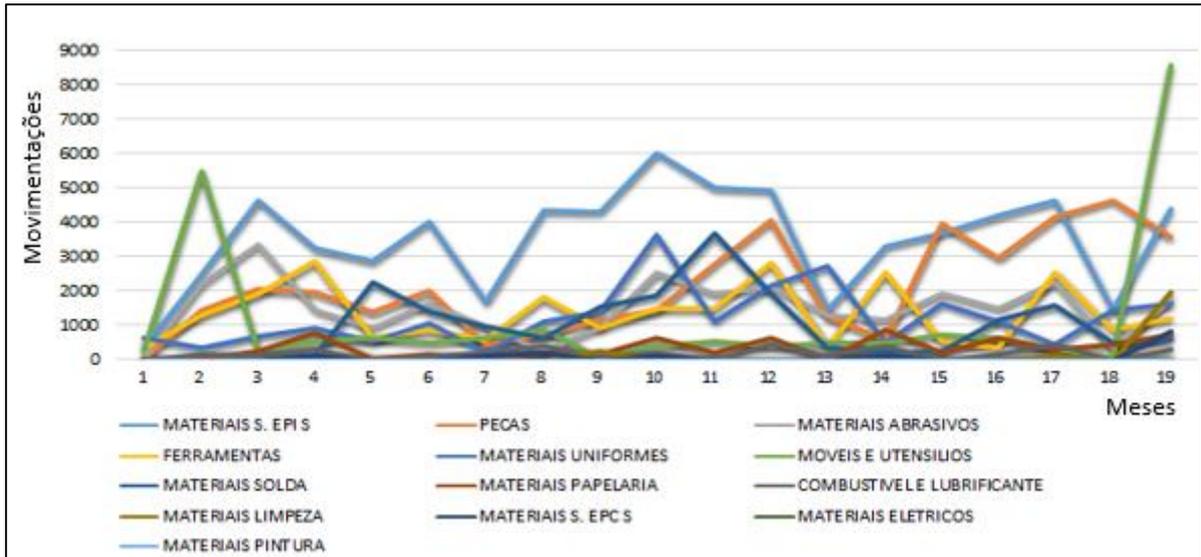
- d) Separação e Retirada: Estas atividades envolvem a movimentação do estoque do local de armazenamento ou de retirada, e a preparação do estoque para atender as demandas dos clientes externos e internos da empresa. A retirada dos materiais é programada e determinada após a emissão e liberação dos documentos emitidos pelos clientes da empresa, através das requisições de materiais feitas diretamente no sistema, assim os materiais são separados, quantificados e colocados em embalagens para que possam ser enviados.
- e) Envio: envolve a preparação de documentos de envio, o carregamento dos veículos e a atualização do sistema com as informações sobre os materiais carregados.

5.1.3 Análise de movimentação dos materiais

A movimentação física dos materiais e gestão da armazenagem está relacionada pela demanda dos clientes da empresa. Assim foi analisado o fluxo de entrada e saídas dos materiais pertencentes aos 13 grupos determinado pelo almoxarifado.

Fluxo de entrada dos materiais: é obtido por duas atividades do almoxarifado, reabastecimento e recebimento dos materiais. Conforme mostra o gráfico 1, as movimentações de entrada dos materiais sofrem variações significativas no período analisado, podendo observar que os itens de maior fluxo de entrada de materiais são pertencentes ao grupo EPI's e peças e os de menor fluxo são os materiais elétricos e materiais de pintura.

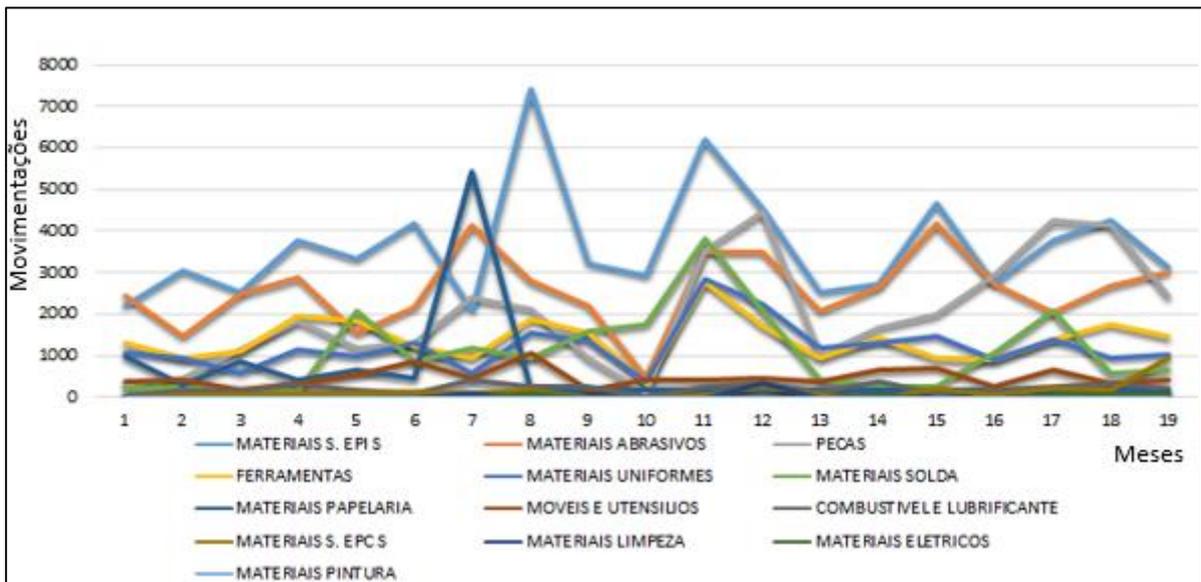
Gráfico 1 - Movimentações de entrada dos materiais.



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, 2014.

Fluxo de saída dos materiais: é obtida pela atividade de separação e retirada dos materiais do almoxarifado. Conforme mostra o gráfico 2, as movimentações de saída dos materiais tende a uma variação maior que o fluxo de entrada, podendo observar que os itens de maior fluxo de saída de materiais são pertencentes ao grupo EPI's e peças, os de menor fluxo são os materiais de limpeza e materiais de pintura.

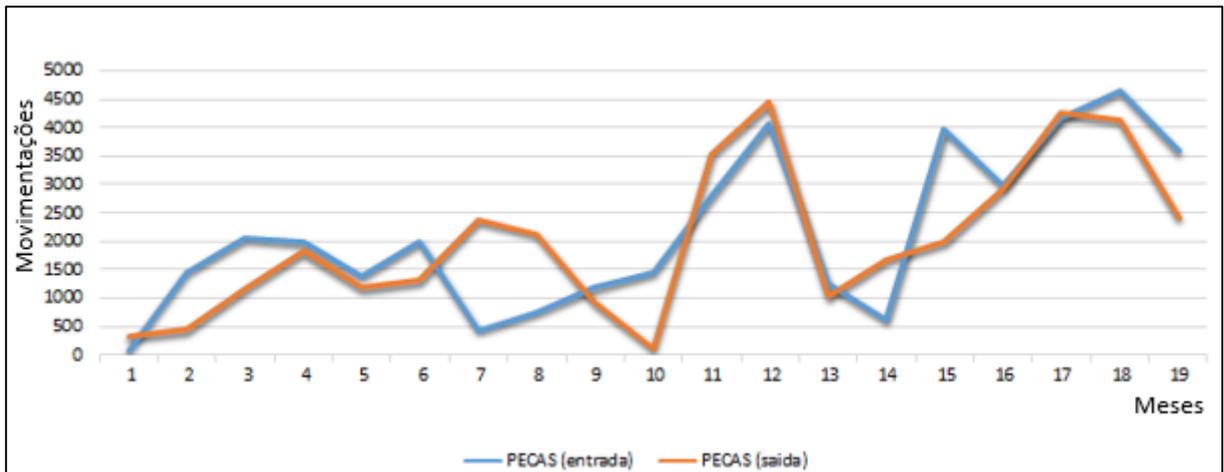
Gráfico 2 - Movimentações de saída dos materiais.



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, 2014.

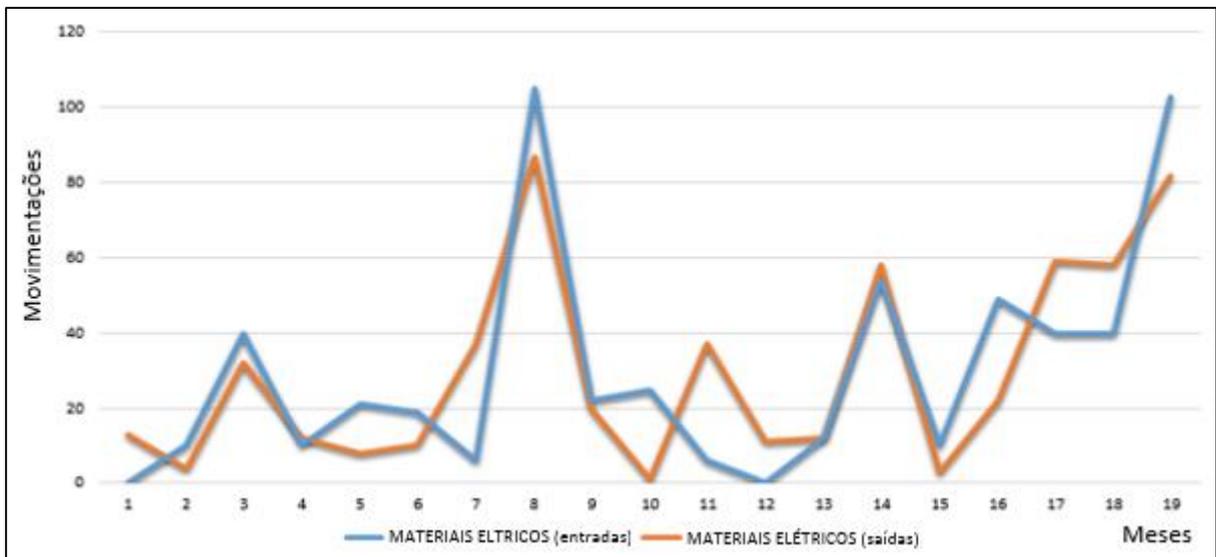
No gráfico 3 apresenta-se as variações no fluxo de entrada e saída dos materiais do grupo de peças, sendo eles os que possuem a maior movimentação dentro do almoxarifado e no gráfico 4 o grupo de materiais elétricos que são os que possuem a menor movimentação.

Gráfico 3 – Movimentações de entradas e saídas do grupo de peças.



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, 2014.

Gráfico 4 – Movimentações de entradas e saídas do grupo materiais elétricos.



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, 2014.

Tabela 2 – Classificação curva ABC por grupos de materiais.

Identificação	Grupos	Classe A	Classe B	Classe C	Total
1	Peças	25	87	716	828
2	Ferramentas	42	30	135	207
3	Materiais S. EPI S	36	31	123	190
4	Moveis e Utensílios	14	13	130	157
5	Materiais de Solda	20	25	61	106
6	Uniformes	13	25	40	78
7	Materiais de Papelaria	13	29	42	84
8	Materiais de Seg. EPC S	2	5	56	63
9	Combustível e Lubrificante.	4	11	34	49
10	Materiais Abrasivos	3	8	11	22
11	Materiais Elétricos	0	3	10	13
12	Materiais de Limpeza	1	0	9	10
13	Materiais de Pintura	0	0	6	6
Total Geral		173	267	1373	1813

Fonte: Tabela elaborada pelo autor, 2014.

5.2 Reelaboração do *layout*

O dimensionamento da área do almoxarifado compreende a determinação de áreas mínimas ocupadas pelos materiais e centros de trabalho, tendo em vista os deslocamentos e transportes dos materiais.

5.2.1 Levantamento da área física dos materiais do almoxarifado

Com a utilização do método de Guerchet foram obtidas as áreas físicas em m² necessárias para cada grupo de materiais, o grupo de ferramentas, por exemplo, necessita da área mais extensa tendo a superfície total de 108,89 m² e o grupo de materiais de pintura necessita do menor espaço ocupando apenas 1,66 m². Todos os materiais resultam em uma superfície total de 423,16 m², como demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Levantamento da área física, segundo método de Guerchet.

Identificação	Grupos de materiais	Sup. Estática (SE)	Sup. Gravitação (SG)	N	Sup. Circulação (SC)	Sup. Total (ST)
1	Peças	10,51	10,51	1	10,51	31,54
2	Ferramentas	36,30	36,30	1	36,30	108,89
3	Materiais de Seg. EPI S	9,52	9,52	1	9,52	28,57
4	Móveis e Utensílios	24,46	24,46	1	24,46	73,37
5	Materiais de Solda	6,80	6,80	1	6,80	20,40
6	Uniformes	12,28	12,28	1	12,28	36,83
7	Materiais de Papelaria	1,83	1,83	1	1,83	5,48
8	Materiais de Seg. EPC S	9,91	9,91	1	9,91	29,74
9	Combustível e Lubrificante.	0,56	0,56	1	0,56	1,67
10	Materiais Abrasivos	2,95	2,95	1	2,95	8,86
11	Materiais Elétricos	1,50	1,50	1	1,50	4,50
12	Materiais de Limpeza	0,67	0,67	1	0,67	2,02
13	Materiais de Pintura	0,55	0,55	1	0,55	1,66
14	Área de Expedição	7,32	14,64	2	10,98	32,94
15	Área de Recebimento	8,16	16,32	2	12,24	36,72

Fonte: Levantamento da área física elaborado pelo autor, 2014.

Observa-se pela tabela 3 todos os itens que incluem cada área levantada na tabela 4, juntamente com a necessidade de espaço obtida através do método de Guerchet.

Tabela 4 - Itens que compõem cada área levantada dentro do Almoxarifado.

Identificação	Grupos de materiais	Inclusão	Área mínima necessária
1	Peças	33 unidades de prateleiras que armazenam peças.	31,54 m ²
2	Ferramentas	27 unidades de prateleiras que armazenam as ferramentas.	108,89 m ²
3	Materiais de Seg. EPI S	26 unidades de prateleiras que armazenam os Equipamentos de Segurança Individual (EPI).	28,57 m ²
4	Móveis e Utensílios	18 unidades de prateleiras que armazenam os móveis de utensílios.	73,37 m ²
5	Materiais de Solda	8 unidades de prateleiras que armazenam os materiais de solda.	20,40 m ²
6	Uniformes	26 unidades de prateleiras que armazenam os uniformes.	36,83 m ²
7	Materiais de Papelaria	3 unidades de prateleiras que armazenam os materiais de papelaria.	5,48 m ²
8	Materiais de Seg. EPC S	3 unidades de prateleiras que armazenam os Equipamentos de Proteção Coletivo (EPC).	29,74 m ²
9	Combustível e Lubrificante	2 unidades de prateleiras que armazenam os combustíveis e lubrificantes.	1,67 m ²
10	Materiais Abrasivos	9 unidades de prateleiras que armazenam os materiais abrasivos.	8,86 m ²
11	Materiais Elétricos	3 unidades de prateleiras que armazenam os materiais elétricos.	4,50 m ²
12	Materiais de Limpeza	2 unidades de prateleiras que armazenam os materiais de limpeza.	2,02 m ²
13	Materiais de Pintura	2 unidades de prateleiras que armazenam os materiais de pintura.	1,66 m ²
14	Área de Expedição	Espaço onde o material aguarda a coleta do caminhão.	32,94 m ²
15	Área de Recebimento	Espaço para recebimento e conferência dos materiais.	36,72 m ²

Fonte: Tabela elaborada pelo autor, 2014.

5.2.2 Layout proposto para o Almoxarifado

Após realizar o levantamento das informações em relação ao *layout* utilizado pelo almoxarifado da empresa, em questão os fluxos das movimentações de entrada e saída dos materiais e considerando as necessidades de área física para a guarda e manuseio dos materiais através do método de Guerchet, foi elaborado um novo

Figura 16: *Layout* proposto para o 1º pavimento do almoxarifado.



Fonte: *Layout* elaborado pelo autor, 2014.

O *layout* proposto tem uma área total de 869m², sendo dividido em dois setores, térreo com uma área de 523 m² e 1º pavimento com uma área de 346 m².

Em comparação ao *layout* proposto com o *layout* atual percebe-se que no *layout* proposto houve uma melhor organização e ocupação dos materiais, onde os grupos de materiais que tem maior fluxo de saída conforme o gráfico 2 estão armazenados nas imediações da saída ou expedição, e para facilitar o acesso dos materiais dentro do almoxarifado, foram aumentados os números de corredores fazendo com que haja uma melhor movimentação e manuseio dos materiais com maior segurança.

Nota-se também que houve um aumento do local da área de expedição e recebimento de materiais para a redução da distância total da movimentação dos materiais e funcionários, localizado próximo às duas portas de acesso e um elevador de carga obtendo assim uma melhor eficiência e otimização de tempo e espaço.

5.2.3 Considerações Finais

Avaliando o *layout* do almoxarifado atual da empresa percebe-se que há uma falta de espaço para o manuseio dos materiais desde o recebimento à expedição, onde se obtém uma área total de 340,91m².

Utilizando o método de Guerchet realizou-se o levantamento da área física necessária para cada setor, levando em consideração a área ocupada pelos materiais, a área necessária para circulação dos funcionários e equipamentos, as áreas ocupadas pelos postos de trabalho e a área necessária para o recebimento e expedição. Onde todos os materiais necessitam de uma área mínima de 423,16 m².

O almoxarifado a ser construído possuirá uma área total de 869m², para o armazenamento e movimentação dos materiais. Após análise dos dados e aplicação do método de Guerchet, foi proposto um novo modelo de *layout* para a guarda dos materiais, onde conseguiu-se organizar de forma que os grupos de materiais que possuem maior movimentação ficassem armazenados nas imediações da saída ou expedição, a fim de facilitar o manuseio, que estima desenvolver uma série de melhorias de modo integrado. Já com aplicação da curva ABC foi identificado os principais produtos em estoque na organização.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que através dos resultados encontrados a empresa objeto deste estudo possa avaliá-los e considerar a hipótese de implantar o novo *layout* a fim de contribuir para a eficiência operacional do almoxarifado, otimizando o tempo e o espaço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. A. **Administração de produção e operações:** Uma abordagem prática. Belo Horizonte: Armazém de Idéias, 2008.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresariais.** 5. ed. São Paulo: Avmed, 2004.

BALLOU, R.H. **Logística empresarial:** transportes, administração de materiais e distribuição física. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial:** o processo de integração da cadeia de suprimentos. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CATÁLOGO ALTAMIRA, **Soluções em armazenagem.** São Paulo. Disponível em: < http://www.altamira.com.br/Catalogo_Altamira.pdf>. Acesso em: 05 mai.2014

CORRÊA, H. L., CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações:** Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica. 2.ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1.995.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais:** uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1.993.

FRANCISCHINI, P.; GURGEL, F. **Administração de materiais e do patrimônio.** São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

GUARNIERI, P.; CHRUSCIAK, D.; OLIVEIRA, I. L.; HATAKEYAMA, K. ; SCANDELARI, L.; BELMONTE, D. L. **WMS - Warehouse management system:** adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. In: Produção, v. 16, n. 01, 2006.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração e recursos patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2001.

MARUJO, L. G; CARVALHO, D. M. A. Um estudo de readequação de *layout* de uma oficina de rodas e freios utilizando-se o SLD e teoria das filas. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Carlos. **Anais eletrônicos...** São Paulo. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_742_16276.pdf> Acesso em: 03 mai.2014

MOURA, R.A. **Manual de logística:** armazenagem e distribuição física. São Paulo: IMAN, 1997.

OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de fábrica: produtos, processos e instalações industriais.** São Paulo: IBLC, 1985.

PIMENTEL, S. C. T. **Análise do *layout* do processo produtivo em uma empresa metalúrgica no centro oeste mineiro.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário de Formiga-UNIFOR, Formiga, 2013.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; et. al. **Administração da produção.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2 ed., São Paulo: Atlas, 2002.

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

VIANA, J. J. **Administração de materiais: um enfoque prático.** São Paulo: Atlas, 2002.

VILLAR, A. M.; PORTO, E. S. Análise do arranjo físico geral como base para racionalização da produção. Um estudo de caso. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Iguçu. **Anais eletrônicos...** Paraná. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570429_0377.pdf> Acesso em: 03 mai.2014