



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MELHORIAS NOS PROCESSOS DE ARMAZENAGEM EM UM
CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE BEBIDAS ATRAVÉS DO
ARRANJO FÍSICO**

Trabalho de Conclusão de curso elaborado por:

Marcio Ferreira do Nascimento

Professora Orientadora: Caroline Maria de Miranda Mota

RECIFE, JUNHO/2009.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MELHORIAS NOS PROCESSOS DE ARMAZENAGEM EM UM
CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE BEBIDAS ATRAVÉS DO
ARRANJO FÍSICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado na Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE – como requisito
parcial para obtenção do Grau em
Engenharia de Produção.

RECIFE, JUNHO/2009

N244m

Nascimento, Marcio Ferreira do

Melhorias nos processos de armazenagem em um centro de distribuição de bebidas através do arranjo físico / Marcio Ferreira do Nascimento. - Recife: O Autor, 2009.
vii, 63f. ; il., figs., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia da Produção, 2009.

Inclui Referências Bibliográficas.

1. Engenharia da Produção. 2. Bebidas – Centro de Distribuição – Armazenagem. 3. Centro de Distribuição – Arranjo Físico. I. Título.

658.5 CDD (22. ed.)

UFPE/BCTG/2009-124

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Wilson e Norma, pelo apoio e incentivo incondicionais durante toda a minha vida.

À Priscila pelo amor, carinho e compreensão.

À professora Caroline Mota por toda sua dedicação e orientações fundamentais para que este trabalho tenha sido concluído.

Aos professores do departamento pelos conhecimentos transmitidos.

Aos amigos que fiz na universidade os quais tornaram esses anos de aprendizado mais especiais.

À Universidade pela oportunidade de estudar em uma das instituições de ensino mais respeitadas do nosso país.

RESUMO

No atual cenário de globalização da economia, as disputas por mercado têm sido cada vez mais acirradas, fazendo com que as organizações busquem obter vantagens que possam diferenciá-las frente aos concorrentes. Nesse contexto, o planejamento do arranjo físico das instalações pode trazer diversos benefícios às empresas, pois através da correta utilização do espaço são estabelecidos padrões de fluxos de materiais e informações os quais permanecem presentes a longo prazo. O arranjo físico tem fundamental importância em operações de armazenagem e movimentação de materiais, pois exerce influência direta na produtividade e na eficiência desse tipo de atividade, esta monografia teve por objetivo o desenvolvimento de um arranjo físico que proporcionasse melhorias nos processos de armazenagem em um centro de distribuição de uma empresa de bebidas. Inicialmente são apresentados conceitos relacionados à armazenagem, movimentação de materiais, centros de distribuição e layout através de uma revisão literária. Em seguida são apresentados métodos para o desenvolvimento e implementação de arranjos físicos. Por fim, é apresentado um estudo de caso, no qual a empresa, o arranjo atual e seus processos foram caracterizados, sendo possível a aplicação de um método sistemático para o planejamento de layout resultando em uma nova proposta para o arranjo físico.

Palavras Chaves: Arranjo Físico, Armazenagem, Centros de Distribuição, Estudo de Caso, Layout.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivos Gerais	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura do Trabalho	3
2 BASE CONCEITUAL.....	4
2.1 Armazenagem.....	4
2.1.1 Origens e Evolução da Armazenagem	4
2.1.2 Conceitos e importância da armazenagem	6
2.1.3 Objetivos da armazenagem.....	8
2.1.4 Movimentação de materiais.....	9
2.1.5 Armazéns e Centros de Distribuição	14
2.1.6 Atividades Básicas de um Centro de Distribuição	16
2.2 Layout.....	21
2.2.1 Conceitos e objetivos	21
2.2.2 Tipos de arranjo físico	22
2.2.3 Quando fazer um estudo de layout?	23
2.2.4 Técnicas e procedimentos para melhorar o layout.....	24
2.2.5 O Método SLP:.....	29
3 ESTUDO DO LAYOUT EM UMA EMPRESA DE BEBIDAS	37
3.1 Descrição da Empresa.....	37
3.2 Atividades do Centro de Distribuição.....	38
3.3 O layout atual.....	39
4 APLICAÇÃO DO MÉTODO SLP.....	41
4.1 Aplicando os passos do método SLP	41
4.2 Resultados Previstos	55

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Efeito no custo logístico total do maior uso de estoques, armazém e manuseio de materiais.....	09
Figura 2.2: Exemplos de veículos industriais.....	12
Figura 2.3: Pallet PBR1 e Container.....	13
Figura 2.4: Centro de Distribuição.....	15
Figura 2.5: Coletor de rádio-freqüência e leitor de código de barras.....	16
Figura 2.6: Utilização do tempo de um operador de <i>picking</i>	18
Figura 2.7: Curva ABC aplicada à armazenagem.....	27
Figura 2.8: Fases do sistema SLP.....	30
Figura 2.9: Etapas do SLP.....	31
Figura 2.10: Símbolos para diagrama de fluxo de processos.....	32
Figura 2.11: Carta “de-para” simplificada (direção irrelevante).....	33
Figura 2.12: Carta de Interligações preferenciais.....	34
Figura 2.13: Diagrama de Inter-relação.....	35
Figura 4.1: Curva ABC de Movimentação.....	42
Figura 4.2: Carta “de para” das principais áreas e atividades do armazém.....	44
Figura 4.3: Diagrama de inter relações.....	46
Figura 4.4: Representação do arranjo atual do armazém.....	48
Figura 4.5: Armazenagem piramidal.....	52
Figura 4.6: Representação da proposta para o novo arranjo do armazém.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Diferenças entre armazém tradicional e armazém moderno.....	06
Tabela 4.1: Tipos e embalagens de produtos.....	41
Tabela 4.2: Quantidade de pallets movimentados pelos itens mais representativos.....	42
Tabela 4.3: Classificação ABC.....	42
Tabela 4.4: Cálculo aproximado das distâncias percorridas.....	55

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo irá preparar o leitor para a compreensão do restante do trabalho. Será abordada uma breve introdução dos temas que serão desenvolvidos, os fatores que justificam a escolha do tema, os objetivos geral e específicos que direcionam o trabalho de conclusão de curso, a metodologia adotada e a estrutura do trabalho.

O planejamento nas questões relacionadas à logística pode ser considerado um diferencial no atual cenário de competitividade em que as empresas estão inseridas, isso se deve ao fato dessa atividade estar diretamente relacionada a custos. Para Ballou (1993) a armazenagem e a movimentação de materiais são componentes fundamentais no conjunto de atividades logísticas. Moura (1993) afirma que a realização de uma operação eficiente e efetiva de armazenagem depende muito de um bom layout de armazém. Segundo Trein (2001), as empresas estão cada vez mais preocupadas com as perdas do processo, principalmente com aquelas decorrentes da movimentação desnecessária devido a um layout mal ajustado ou inadequado e por isso técnicas de análise e melhoria de layout estão sendo largamente utilizadas visando a otimização de processos e redução de investimento. O presente estudo tem como principal finalidade a melhoria nos processos de armazenagem através do arranjo físico em uma empresa na qual o estudo foi realizado. A experiência prática na área de armazenagem, bem como a percepção da utilidade do estudo do layout na referida empresa foram as principais motivações para a escolha do tema.

1.1 Justificativa

Segundo Moura (2003) um grande fator na determinação de quais serão os custos para produzir o nível desejado de trabalho é o layout do armazém, que deve prover um bom fluxo de material, custos de operação baixos para estocagem e coleta, e eficiente utilização do espaço de estocagem e de equipamentos. Para Trein (2001), o arranjo físico quando bem planejado pode proporcionar à empresa possibilidade de reação frente a flutuações de demanda; lançamento de novos produtos; e mudanças de mercado. O tema é bastante relevante pois através do planejamento do arranjo físico as organizações podem obter vantagens que tornam seus sistemas produtivos mais eficientes, seguros e rentáveis.

Desde 1995, aproximadamente 8% do produto interno bruto dos Estados Unidos da América tem sido gasto anualmente em novos projetos de layout, a dimensão desse

investimento e seu potencial impacto sobre o mercado aumentam a importância de um planejamento estruturado do layout. (Tompkins et al., 1996). A pesquisa, além de beneficiar a empresa estudada, servirá de modelo para que outras organizações do mesmo ramo tenham uma base para o estudo do layout visando a melhoria dos processos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um novo arranjo físico que proporcione ganhos nos processos de armazenagem em um centro de distribuição de uma grande empresa de bebidas situada no Recife.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para melhor compreender o objetivo geral, os objetivos específicos deste estudo são:

- ✓
- ✓ Apresentar uma breve revisão da literatura referente aos conceitos e práticas de armazenagem, movimentação de materiais e layout;
- ✓ Descrever a empresa estudada em seus processos, atividades e arranjo atual;
- ✓ Aplicar um método para o desenvolvimento de layout para a empresa estudada;
- ✓ Apresentar nova proposta de arranjo físico para a empresa baseada no método escolhido.
- ✓ Comparar a proposta de novo arranjo com o atual e verificar viabilidade para implantação.

1.3 Metodologia

Na primeira parte do trabalho, a metodologia consiste em uma revisão da literatura para apresentar diversas referências do tema antes de introduzir o estudo de caso. A base conceitual foi feita através de uma pesquisa bibliográfica sobre armazenagem, movimentação de materiais, arranjo físico e técnicas para planejamento de arranjo físico.

Após a revisão literária, a metodologia passa a ser classificada como estudo de caso.

O estudo de caso na prática de pesquisa é de extrema valia quando utilizado para, em comparação com uma série de conhecimentos prévios sobre um dado elemento, servir de base

para o observador verificar, de forma imediata e continuada, a evolução de seus conhecimentos sobre o objeto de sua observação. Assim, contribui para a formulação de idéias e pressupostos que podem ser validados ou não, conforme evolui esse conhecimento. (Barbosa Filho, 2000)

Para o levantamento de dados acerca da empresa estudada foram utilizados os seguintes passos:

- Entrevistas com funcionários da empresa nas quais eles relataram as principais dificuldades para realização do trabalho relacionado ao espaço físico;
- Observação presencial de todas as atividades desenvolvidas no centro de distribuição;
- Análise de informações internas da empresa, incluindo planilhas eletrônicas, materiais de treinamento, relatórios de sistemas, entre outros;
- Aplicação de um método para avaliação dos layouts baseados no comparativo entre indicadores do cenário frente à nova proposta.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho foi organizado em 5 capítulos:

Capítulo 1: Traz a introdução do tema, justificativa, objetivos e metodologia.

Capítulo 2: Trata da revisão bibliográfica sobre os diversos assuntos relacionados ao tema estudado como armazenagem, movimentação de materiais, centros de distribuição e arranjo físico;

Capítulo 3: Apresenta um estudo sobre a situação atual da empresa com descrição de processos, atividades e layout atual.

Capítulo 4: Traz a aplicação do método SLP (*System Layout Planing*) no desenvolvimento do arranjo físico para o caso da empresa estudada; Apresenta uma nova proposta de layout e compara indicadores atuais com resultados esperados do novo arranjo.

Capítulo 5: Traz as considerações finais sobre o trabalho e apresenta sugestões para trabalhos futuros relacionados à temática.

2 BASE CONCEITUAL

Neste capítulo falaremos sobre a origem e a evolução da armazenagem, conceitos, principais funções e objetivos, movimentações de materiais e centros de distribuição.

2.1 Armazenagem

2.1.1 Origens e Evolução da Armazenagem

Os primeiros armazéns foram construídos por volta de 1800 a.C.. Foram descobertas ruínas datadas de 190 a.C. de grandes armazéns em Óstia, o principal ponto de distribuição para todo o Império Romano. Será que eles já planejavam a distribuição centralizada nessa época? Por fotografias e impressões de artistas sobre essas ruínas, parece que eles tinham os mesmos problemas que nossos consultores em estocagem e movimentação atualmente, parece que os arquitetos sempre colocam as colunas nos lugares errados. O advento da roda viu o início da movimentação mecanizada e nos deu o movimento horizontal. O movimento vertical ainda era feito pela força humana. (Moura, 1997)

Seguem abaixo os principais acontecimentos a partir do século XIX relacionados à evolução da armazenagem sob a ótica de Moura (1997):

1860: Introdução do parafuso e da engrenagem. Tínhamos então o movimento vertical e surgiram armazéns com vários pisos, mas os produtos ainda tinham que ser empilhados manualmente. As cargas unitizadas foram introduzidas mais ou menos nessa época, com a chegada de estrados e plataformas. Eles foram usados inicialmente para levar artigos acabados ou semi-acabados de um processo de manufatura para outro. Para Dias (1996) cargas unitizadas são aquelas constituídas de embalagens de transporte, arranjadas ou acondicionadas de modo que possibilite o seu manuseio, transporte e armazenagem por meios mecânicos e como uma unidade.

1900: Começou o desenvolvimento dos carros-plataforma industriais e mecanizados, a motor.

1926: Os carros-plataforma com elevação estavam em uso e podiam colocar um estrado em cima do outro. Durante esse período um operador que trabalhava em um sistema de bonificações, colocou dois garfos na frente de seu carro-plataforma, o que permitia transportar duas cargas em cada viagem.

1933: A empilhadeira elevou uma tonelada a um máximo de 4,5 metros e os estrados podiam ser empilhados, fazendo uso do espaço.

1939: A empilhadeira anunciava uma nova era. Os primeiros veículos eram elétricos. Neste estágio, apareceram os pallets de madeira e as principais estruturas porta-pallets, feitas de madeira pesada e seções de aço. O período de guerra viu o maior uso das cargas palletizadas e unitizadas e o avanço no campo da empilhadeira.

1946: A produção de cantoneiras ajustáveis se iniciou e foi amplamente usada na indústria de prateleiras.

1950: Mais ou menos neste período, surgiram as estruturas porta-pallets como são conhecidas atualmente: armações soldadas ou parafusadas, que eram presas ou colocadas em aberturas na face das colunas.

Os últimos 20 anos: A descentralização entrou em ação e foram construídos centros de distribuição para movimentação mais eficiente dos produtos; Foram feitos novos layouts internos das instalações existentes, para obtenção de benefícios e o controle na movimentação de produtos. Hoje, o Brasil está indo muito bem, não somos tão sofisticados quanto os Estados Unidos, Europa ou Japão, mas estamos crescendo na direção certa.

Atualmente restou muito pouco da antiga idéia de depósitos, quase sempre o pior e mais inadequado local da empresa, onde os materiais eram acumulados de qualquer forma, utilizando-se de mão-de-obra desqualificada e despreparada. Por meio do recurso a modernas técnicas, essa situação primitiva originou sistemas de manuseio e armazenagem de materiais bem sofisticados, o que provocou redução de custos, aumento significativo da produtividade e maior segurança nas operações de controle, com a obtenção de informações precisas em tempo real (Viana, 2000).

Banzato (1998) considera que da mesma forma que a Logística evoluiu, o processo de armazenagem e o seu principal representante, o armazém, por consequência direta também sofreram significativas melhorias. Neste cenário o autor diferencia os armazéns que não evoluíram, chamados de Tradicionais, e os armazéns que já sofreram inúmeras melhorias, chamados de Modernos. Na tabela 2.1 podemos observar as principais características de cada um:

Armazém Tradicional	Armazém Moderno
Não valorização da atividade e das pessoas envolvidas	É um dos recursos mais importantes na gestão da cadeia de abastecimento
Pouca ênfase à organização das tarefas através da organização do ambiente de trabalho	Organização do armazém é a base para a organização operacional
Mantém qualquer tipo de material estocado desde que possa ser solicitado e mesmo assim provoca faltas dos mesmos.	Questiona a real necessidade do material em relação a sua utilidade, quantidade, condições de estocagem, etc.
Baixo aproveitamento dos recursos operacionais (operadores, equipamentos, espaço, tempo, etc.)	Alto aproveitamento de todos os recursos disponíveis à atividade
Falta de sincronismo operacional	O sincronismo operacional é fundamental para a eficiência dos recursos
A quantidade de estoque é vista como a garantia do nível de serviço	O nível de serviço é assegurado através de uma adequada gestão da cadeia de abastecimento
Falta de acuracidade de estoques	A acuracidade de estoques é assegurada através de uma eficiência dos procedimentos operacionais
Utilização de muitos papéis no processo de armazenagem	Os papéis são substituídos pela tecnologia da informação
Erros operacionais em função de erros de informações	A acuracidade das informações evitam erros operacionais
Pouca informação para planejamento operacional	Integrado ao planejamento, programação e controle da produção, bem como as previsões de demanda
Não possui histórico operacional sobre o fluxo de materiais	Possui informações em banco de dados e suporta o gerenciamento operacional
Muitas decisões humanas ficam abertas ao erro	Sistema de informações toma a maior parte das decisões
Fluxo de informações via oral, escrita ou digitada propicia erros	Eliminação dos fluxos de informações que propiciam erros através da transferência eletrônica de dados
Sistemas e equipamentos operacionais desatualizados gerando baixa eficiência	Sistemas e equipamentos operacionais adequados à realidade e às necessidades do negócio
Não se preocupa com as perdas geradas pelos excessos de manuseio durante a estocagem	A correta localização dos itens permite um menor número de manuseios e movimentos operacionais
Fornece a mesma condição de estocagem para todos os itens, em benefício da padronização	Flexibiliza a condição de estocagem de acordo com as características específicas de cada item sem perder a padronização

Tabela 2.1 Diferenças entre armazém tradicional e armazém moderno (adaptado de Banzato, 1998)

2.1.2 Conceitos e importância da armazenagem

Iniciamos esse tópico com uma pergunta colocada por Ballou (1993, pg. 156): “As firmas realmente necessitam de espaço físico para estocagem?”. De acordo com o autor se as demandas pelos produtos da empresa fossem conhecidos com exatidão e se as mercadorias pudessem ser fornecidas instantaneamente, não haveria a necessidade de manter um espaço físico para o estoque. Contudo, essa alternativa não costuma ser viável, pois geralmente a demanda não pode ser prevista precisamente e por isso as empresas usam os estoques para melhorar a coordenação entre oferta e demanda e diminuir os custos totais. E para manter os estoques existe a necessidade da movimentação interna e da armazenagem.

Segundo Moura (1997) a armazenagem é a denominação genérica e ampla que inclui

todas as atividades de um ponto destinado à guarda temporária e à distribuição de materiais (depósitos, almoxarifados, centros de distribuição, etc.).

Diferentemente do transporte, a armazenagem e o manuseio de materiais ocorrem, na maioria dos casos, em locais fixos e por isso os custos dessas atividades estão ligados à seleção dos locais. Segundo Ballou (1993) os custos das atividades de armazenamento e manuseio podem variar entre 12% e 40% dos custos logísticos de uma empresa, no entanto esse custo é justificável pois pode ser compensado com o custo de transporte e de produção já que os estoques armazenados podem absorver variações tanto da produção como da demanda, conforme mostra o gráfico da figura 2.1 .

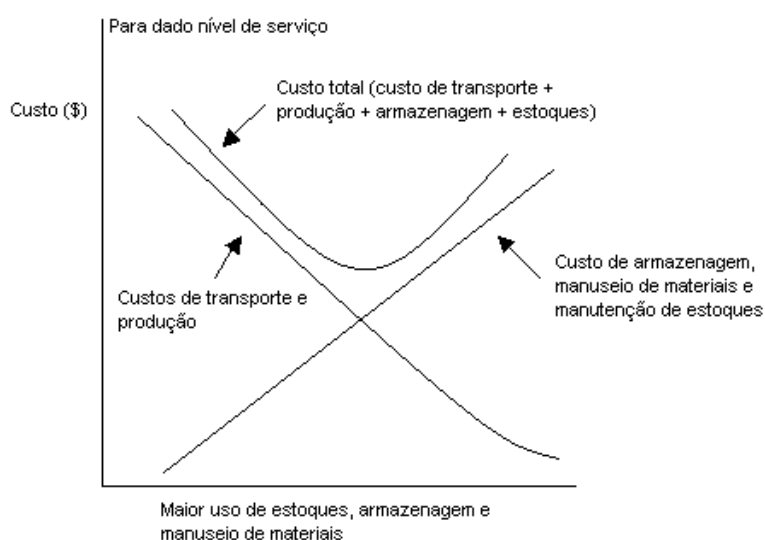


Figura 2.1: Efeito no custo logístico total do maior uso de estoques, armazém e manuseio de materiais (Fonte: Ballou, 1993)

Segundo Ballou (1993), armazéns ou centros de distribuição executam um papel chave para aumentar a eficiência da movimentação de mercadorias. Permitem a compensação eficaz dos custos de estocagem com menores custos de transporte, ao mesmo tempo que mantêm ou melhoram o nível de serviço.

Dentro da cadeia de abastecimento, uma importante função para atender com efetividade sua gestão é a Armazenagem. Sua importância se dá pelo fato que a mesma constitui um sistema de alimentação, em relação ao fluxo logístico da cadeia de abastecimento, que serve de guia para a uniformidade e a continuidade deste, assegurando um adequado nível de serviço ao consumidor final. Nesse sentido o processo de armazenagem é visto mais como um prestador de serviços do que uma função que agrega valor ao produto.

(Banzato, 1998)

Lima (2002) considera que o principal fator atribuído à evolução da armazenagem no mundo nas duas últimas décadas foi o aumento da exigência dos clientes e que estudos recentes sobre automação na área de armazenagem analisaram os centros de distribuição de três grandes empresas no Brasil - Chocolates Garoto, Souza Cruz e Lojas Americanas - e identificou a melhoria da qualidade do serviço e/ou produto como o principal motivador de seus investimentos nesta área. O autor afirma também que a grande proliferação do número de produtos não é somente resultado dos lançamentos de novos produtos, mas também da grande variedade de modelos, cores e embalagens. O aumento das entregas diretamente ao consumidor, fruto das vendas por catálogo, pela internet ou pelo telefone, ou até mesmo por lojas que passaram a trabalhar com mercadorias apenas em seus mostruários também trouxeram novas demandas para as operações de armazenagem. E como resposta a esses desafios, as empresas reestruturaram as suas operações de armazenagem para atender ao aumento do número de pedidos (resultado da maior frequência de entrega e da entrega direta ao consumidor), a uma maior variedade de itens (devido à proliferação do número de produtos) em um tempo menor (resultado do encurtamento do prazo de entrega). Assim, os armazéns de produto acabado com a finalidade de estocar mercadorias, estão dando lugar aos centros de distribuição, cujo foco principal está sobre as atividades de separação dos pedidos conforme a necessidade de cada cliente, chamadas de *picking*

2.1.3 Objetivos da armazenagem

Segundo Viana (2000), o objetivo primordial da armazenagem é utilizar o espaço nas três dimensões, da maneira mais eficiente possível. As instalações do armazém devem proporcionar a movimentação rápida e fácil de suprimentos desde o recebimento até a expedição. Segundo o mesmo autor ao se otimizar a armazenagem, obtém-se:

- a) Máxima utilização do espaço (ocupação do espaço);
- b) Efetiva utilização dos recursos disponíveis (mão-de-obra e equipamentos);
- c) Pronto acesso a todos os itens (seletividade);
- d) Máxima proteção aos itens estocados;
- e) Boa organização
- f) Satisfação das necessidades dos clientes.

Na visão de Arnold (1999), assim como acontece com outros elementos de distribuição, os objetivos da armazenagem são minimizar custos e maximizar o atendimento aos clientes. Segundo o mesmo autor para se atingir esses objetivos as operações de armazéns devem ser eficientes, devendo oferecer: um atendimento pontual aos clientes; manter um controle dos itens de modo que possam ser encontrados pronta e corretamente; minimizar o esforço físico total reduzindo os custos de transporte dos produtos para dentro e fora do armazém; fornecer elos de comunicação com os clientes.

2.1.4 Movimentação de materiais

O manuseio ou movimentação interna de produtos e materiais significa transportar pequenas quantidades de bens por distâncias relativamente pequenas, quando comparadas com as distâncias na movimentação de longo curso executadas pelas companhias transportadoras. É atividade executada em depósitos, fábricas e lojas, assim como no transbordo entre modais de transporte. Como a atividade de manuseio deve ser repetida muitas vezes, pequenas ineficiências em qualquer viagem podem acarretar em grandes perdas quando aplicadas a muitos produtos por certo período de tempo. (Ballou, 1993).

A movimentação de materiais tem sido indevidamente encarada como uma atividade improdutiva, que gera uma enorme perda de tempo e de dinheiro. Contudo, ultimamente ela tem sido objeto de grandes investimentos por parte das empresas, como uma forma de obter retornos garantidos. Na realidade, quando bem administrada, a movimentação de materiais pode trazer grandes economias para a empresa. (Chiavenato, 1991).

O manuseio interno inclui toda e qualquer movimentação dos produtos dentro do armazém. Após o recebimento dos materiais, é necessária sua transferência interna para colocá-los em local de armazenagem ou para a separação de pedidos. Finalmente quando os pedidos são recebidos, os produtos solicitados são acumulados e transportados para a área de expedição. (Bowesox & Closs, 2001)

Segundo Dias (1996), pode-se dizer que existe a necessidade de revisão parcial ou total do sistema de movimentação de materiais quando:

- Homens manipulando cargas de mais de 30 kg e mulheres estão carregando objetos com peso superior a 10kg;
- Materiais estão sendo desviados do caminho mais direto e natural de sua transformação no processo, para fins de inspeção, conferência e outras razões;

- Interseções ou cruzamentos freqüentes de trajetórias de materiais em movimento;
- Os trabalhadores da produção têm de parar até serem supridos de matéria-prima;
- Materiais vão e voltam na mesma direção por mais de uma vez no seu processo de transformação;
- Cargas acima de 50 kg são levantadas mais de 1 metro sem ajuda mecânica.

Dias (1996) ainda cita as “leis de movimentação” que segundo o mesmo devem ser levadas em consideração:

- 1) Obediência ao fluxo das operações: Disponha a trajetória dos materiais de forma que a mesma seja a seqüência de operações. Ou seja, utilize sempre que possível o arranjo tipo linear;
- 2) Mínima distância: Reduza as distâncias e transporte pela eliminação de ziguezagues no fluxo de materiais;
- 3) Mínima manipulação: Reduza a freqüência de transporte manual. O transporte mecânico custa menos que as operações de carga e descarga, levantamento e armazenamento. Evite manipular materiais tanto quanto possível ao longo do ciclo de processamento;
- 4) Segurança e satisfação: Leve sempre em conta a segurança dos operadores e o pessoal circulante quando selecionar o equipamento de transporte de materiais;
- 5) Padronização: Use equipamento padronizado na medida do possível. O custo inicial é mais baixo, a manutenção é mais fácil e barata, e a utilização desse equipamento é mais variada por ser mais flexível que equipamentos especializados;
- 6) Flexibilidade: O valor de determinado equipamento para uso é proporcional à sua flexibilidade, isto é, capacidade de satisfazer ao transporte de vários tipos de cargas, em condições variadas de trabalho;
- 7) Máxima utilização do equipamento: Mantenha o equipamento ocupado tanto quanto possível. Evite acúmulo de materiais nos terminais do ciclo de transporte;

- 8) **Máxima utilização da gravidade:** Use a gravidade sempre que possível. Pequenos trechos motorizados de transporte podem elevar a carga a uma altura conveniente para suprir trechos longos de transportes por gravidade;
- 9) **Máxima utilização do espaço disponível:** Use o espaço “sobre cabeças” sempre que for possível. Empilhe cargas ou utilize suportes especiais para isso;
- 10) **Método alternativo:** Faça uma previsão de um método alternativo de movimentação em caso de falha do meio mecânico de transporte. Essa alternativa pode ser bem menos eficiente que o processo definitivo de transporte, mas pode ser de grande valor em casos de emergência.
- 11) **Menor custo total:** Selecione equipamentos na base de custos totais e não somente do custo inicial mais baixo, ou do custo operacional, ou somente de manutenção. O equipamento escolhido deve ser aquele que apresenta o menor custo total para uma vida útil razoável e a uma taxa de retorno do investimento adequada.

Segundo Chiavenato (1991) os principais tipos de equipamentos de movimentação de materiais são:

- a) **Veículos industriais:** indicados para a movimentação de materiais entre pontos sem limites fixos ou predefinidos, isto é, movimentação de materiais em uma trajetória variável e em áreas diversas. Exemplos: carretas, carrinhos (1, 2 ou múltiplas rodas), empilhadeiras (frontais, laterais, manuais), tratores, trallers; Muito utilizados em centros de distribuição Alguns exemplos na figura 2.2:

**Paleta manual****Empilhadeira manual****Carrinho****Empilhadeira frontal**

Figura 2.2: Exemplos de veículos industriais (Fonte: sites técnicos)

- b) Transportadores contínuos: Utilizados para casos de movimentação constante e ininterrupta de materiais entre dois pontos fixos. Exemplos: Correias, esteiras, roletes, rodízios, etc..
- c) Guindastes, talhas e elevadores: Equipamentos de manuseio específicos para áreas restritas e limitadas, quase sempre para elevação. Muito utilizados na construção pesada, na siderurgia e na metalurgia;
- d) *Containers* e estruturas de suporte: Não movimentam materiais mas servem de suporte para que outros equipamentos de movimentação possam movimentar e transportar. Exemplos: *Containers*, tanques, vasos, suportes, estrados, palltes,

etc.



Pallet PBR 1



Contâiner

Figura 2.3: Pallet PBR1 e Container (Fonte: sites técnicos)

- e)** Equipamentos diversos e plataformas: Nesta categoria estão incluídos os equipamentos de posicionamento, pesagem e controle, plataformas fixas e móveis, rampas, equipamentos de transferência de materiais, etc. Quase sempre sua função é auxiliar na colocação, pesagem, controle e pequenas movimentações de materiais.

Chiavenato (1991) considera que os custos de movimentação de materiais constituem uma parcela significativa do custo total de fabricação e os classifica da seguinte forma:

- a)** Equipamentos utilizados: Capital empregado nos equipamentos e sua amortização;
- b)** Combustível utilizado: Despesas efetuadas com combustível ou energia para alimentar os equipamentos de movimentação;
- c)** Pessoal para operação dos equipamentos: Motoristas, operadores de empilhadeiras ou guindastes, ajudantes, etc;
- d)** Manutenção do equipamento: Despesas de manutenção e oficina de consertos, peças e componentes de reposição, bem como o pessoal da oficina (mecânicos, lubrificadores e etc.)
- e)** Perdas de material: Decorrentes de manuseio, de acidentes na movimentação, quebras, estragos em embalagens, etc.

2.1.5 Armazéns e Centros de Distribuição

Para que o leitor compreenda melhor o conceito de centro de distribuição, faremos uma classificação dos armazéns. Segundo Moura (1997), a primeira distinção que pode ser feita está relacionada com as necessidades do ciclo de produção por um lado e com as do ciclo de distribuição por outro.

1) Armazéns de produção: materiais não elaborados; semi-elaborados; materiais consumíveis, suprimentos, ou seja, que ainda não compõem o produto acabado e são indispensáveis para a realização do ciclo de produção. Também chamados por outros autores de almoxarifados.

2) Armazéns de distribuição: Incluem todos os produtos acabados. Os Centros de Distribuição estão incluídos nesta categoria.

Entende-se por Centros de Distribuição depósitos ou armazéns modernos, onde o espaço é racionalizado, as estruturas de armazenagem e os equipamentos empregados são eficientes e adequados aos serviços prestados e onde são utilizadas novas tecnologias de informação, a fim de obter um alto giro de produtos e de maximizar os ganhos. Os centros de distribuição, como todo armazém de carga, são componentes essenciais do sistema de transporte e atuam como intermediários no fluxo de produtos entre fabricantes e consumidores. (Lima, 2004)

Além de buscar rápido atendimento, os centros de distribuição avançados possibilitam a obtenção de economias de transporte, visto que operam como centros consolidadores de carga. Em vez de atender a um grupo de clientes diretamente dos armazéns centrais, o que poderia implicar movimentação de cargas fracionadas por grandes distâncias, a utilização de centros de distribuição avançados permite o recebimento de grandes carregamentos consolidados e, portanto, com custos de transporte mais baixos. O transporte até o cliente pode ser feito em cargas fracionadas, mas este é realizado em movimentos de pequena distância. Para os clientes as vantagens também são grandes pois estes recebem em um único carregamento os pedidos que de outra forma seriam feitos por vários veículos. Este é o caso típico de centros de distribuição controlados por cadeias varejistas ou operadores logísticos que atendem várias indústrias. (Alves, 2000)

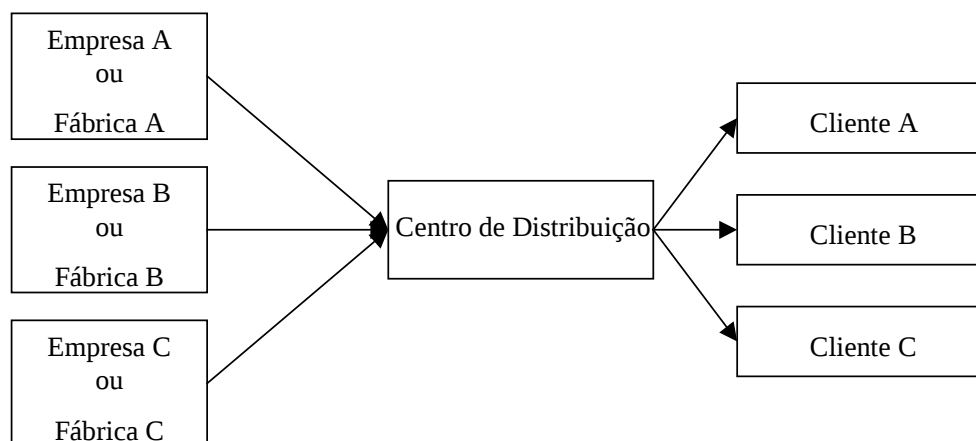


Figura 2.4: Centro de Distribuição (Fonte: Adaptado de Bowersox & Closs, 2001)

Para Bowersox & Closs (2001), o depósito ou centro de distribuição pode receber e consolidar os produtos recebidos de várias fábricas para o envio ao cliente em uma única entrega, obtendo ganhos com pagamento de fretes menores. Moura (1997) acrescenta que devido ao aumento das linhas e tipos de produtos não é eficiente manter armazenagem e transporte para cada tipo de produto e fazer praticamente transportes simultâneos para clientes similares, sendo lógica a separação da armazenagem de produtos acabados das atividades de transporte da fábrica.

Segundo Alves (2000), os centros de distribuição se diferenciam dos armazéns tradicionais pelos seguintes aspectos:

- Empregar o sistema just in time;
- Utilizar sistemas de estoque do tipo pull ao invés do tipo push, ou seja, os produtos somente são recebidos no CD após o pedido do cliente, ao invés de serem mantidos estocados até sua solicitação;
- Processar e controlar o estoque em tempo real;
- Realizar operações de finalização do produto e não somente de serviços de empacotamento e etiquetagem;
- Maximizar os lucros ao invés de minimizar os custos, agregando valor aos serviços;
- Facilitar o fluxo do produto com a reestruturação das suas operações, eliminando movimentações desnecessárias e reduzindo estoques.

2.1.6 Atividades Básicas de um Centro de Distribuição

Segundo Calazans (2001), as atividades básicas de um centro de distribuição são: recebimento, movimentação, armazenagem, separação de pedidos e expedição. Analisaremos cada uma dessas atividades:

Recebimento:

É a primeira etapa na trajetória do produto no centro de distribuição. Segundo Moura (1998), o recebimento é a porta de entrada da empresa, e muitos problemas de movimentação e armazenagem começam nesta etapa e espalham-se para dentro da empresa. Hoje, o recebimento tem que estar integrado a todas as demais fases do fluxo de materiais.

Segundo Lima (2004), o processo inicia-se quando o veículo dá entrada na portaria e a documentação é verificada, não havendo problemas o veículo é encaminhado ao local de descarga. Havendo disponibilidade da área de descarregamento para o veículo e de recursos (mão-de-obra e equipamentos) para o recebimento, o processo é iniciado. Caso contrário o veículo é direcionado à área de espera. Durante a descarga normalmente são utilizados leitores de códigos de barras e coletores de dados. Caso haja alguma divergência nos itens ou quantidades, o escritório deverá ser comunicado imediatamente para se tomem as providências de aceitação, aceitação parcial ou rejeição da carga.



Coletor de rádio-frequência



Leitor de código de barras

Figura 2.5: Coletor de rádio-frequência e leitor de código de barras (Fonte: Sites técnicos)

Movimentação:

Segundo Bowersox & Closs (2001), a movimentação se inicia após o recebimento quando os veículos são descarregados. Existem dois tipos de movimentação: a transferência e a separação. A transferência é a movimentação dos materiais do recebimento até a área de estocagem, já a separação é a movimentação dos materiais da área de armazenagem até a área

consolidação / expedição. O mesmo autor ainda complementa que a movimentação é uma atividade que não pode ser evitada, mas pode ser reduzida representando ganho de produtividade.

No tópico 2.4 já falamos sobre essa atividade de forma mais detalhada.

Armazenagem:

Segundo Moura (1997) a armazenagem pode ser definida simplesmente como o ato de se manter os materiais desde o momento do recebimento até o momento em que forem solicitados.

A armazenagem deve ser feita ordenadamente, de modo a proporcionar condições físicas que preservem a qualidade dos artigos estocados e o seu principal papel é proteger o material e fazer com que ele seja útil para a empresa, mediante serviço e armazenagem econômica. (Trigueiro, 1996)

Para Viana (2000), as instalações do armazém são importantes para a eficiência do armazenamento e dois pontos devem ser considerados: determinação do local de armazenagem e definição adequada do layout. Esses assuntos serão abordados no capítulo seguinte.

A armazenagem foi discutida anteriormente com mais detalhes nos tópicos 2.1.1, 2.1.2 e 2.1.3.

Separação de pedidos:

A separação de pedidos é atividade responsável pela coleta do mix correto de produtos , em suas quantidades corretas da área de armazenagem para satisfazer as necessidades do consumidor, também chamada de *picking*. (Rodrigues, 1999)

Segundo Lima (2002), a representatividade dos custos das atividades de separação de pedidos é expressiva e chega a ser responsável por 60% dos custos de um centro de distribuição. Rodrigues (1999) complementa afirmando que o tempo dessa atividade influi de forma substancial no tempo de ciclo do pedido, ou seja, o tempo entre a recepção do pedido e a entrega correta dos produtos.

A utilização do tempo gasto por um operador de *picking* está detalhada na figura abaixo:

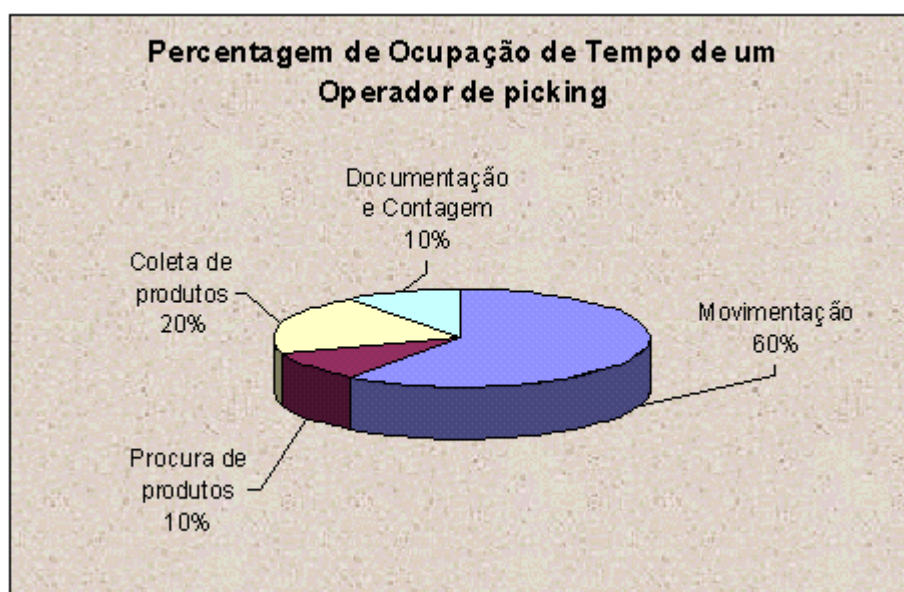


Figura 2.6: Utilização do tempo de um operador de picking (Fonte: Rodrigues, 1999)

Como podemos observar, o deslocamento do operador chega a representar 50% da ocupação de seu tempo. Rodrigues (1999) afirma que um objetivo fundamental para uma boa produtividade de um sistema de separação de pedidos é a minimização das movimentações e deslocamentos.

Para melhorarmos a eficiência do sistema de *picking* devemos estar atentos a dois fatores:

- Arranjo físico da área de separação dos pedidos (será visto com detalhe no tópico seguinte);
- Método para organização do trabalho.

Lima (2002) classifica as técnicas de separação da seguinte forma:

1. *Picking* discreto - cada operador coleta um pedido por vez. Esta forma de organização é bastante utilizada pela sua simplicidade. A possibilidade de erro é menor pois cada pedido é processado por vez. A maior desvantagem é a baixa produtividade, decorrente do tempo excessivo gasto com o deslocamento do operador.
2. *Picking* por zona - neste método o armazém é segmentado em seções ou zonas e cada operador é associado a uma zona. Assim, cada operador coleta os itens

do pedido que fazem parte de sua seção, deixando-os em uma área de consolidação. Esta organização tende a ser mais produtiva que o picking discreto, uma vez que viabiliza um menor deslocamento dos operadores. Sua grande dificuldade é o balanceamento da carga de trabalho entre as diferentes zonas.

3. *Picking* por lote - cada operador coleta um grupo de pedidos de maneira conjunta, ao invés de coletar apenas um pedido por vez. Ao se dirigir ao local de estocagem de um determinado produto, o operador coleta o número de itens que satisfaça o seu conjunto de pedidos. Este método possibilita uma alta produtividade, quando os pedidos possuem pouca variedade de itens (até 4 itens). A sua grande vantagem é minimizar o tempo de viagem do operador, diminuindo o deslocamento médio por pedido. A desvantagem desse método concentra-se nos riscos de erros na separação e ordenação dos pedidos. Moura (1997) acrescenta que para esse método existe a dificuldade de ser necessária uma área para consolidação de pedidos.

Rodrigues (1999) acrescenta a técnica de *picking* por onda, a qual é similar ao *picking* discreto, ou seja, cada operador processa um pedido por vez, no entanto os pedidos são agendados ao longo do turno, visando melhor sincronia entre separação e expedição.

Expedição:

Segundo Moura (1997), é a última fase do ciclo de armazenagem e consiste no embarque dos produtos para o consumidor. Para Bowersox & Closs (2001), a expedição consiste basicamente na verificação e no carregamento das mercadorias nos veículos, geralmente a conferência consiste na contagem das caixas, mas em alguns casos são necessárias contagens das peças.

Segundo Calazans (2001), alguns fatores podem atrapalhar o bom andamento da expedição:

- Atrasos de transportadoras, provocando dificuldade da área de expedição com o material já separado;
- Atraso na emissão da lista de separação de pedidos sobrecarregando os trabalhos operacionais, acarretando a necessidade de horas extras;
- Quebra de simultaneidade entre os processos de recebimento e expedição nas

operações de *crossdocking* (operação na qual os veículos recebidos não são estocados e são repassados a veículos de entrega), transformando a área de expedição em área de estocagem, dificultando o curso das operações;

- Falta ou quebra de equipamentos para carregamento aumentando o tempo de permanência dos veículos;
- Elaboração de procedimentos complexos de conferência reduzindo a velocidade do fluxo de expedição.

2.2 Layout

2.2.1 Conceitos e objetivos

Arranjo físico ou layout é a disposição física dos equipamentos, pessoas e materiais, da maneira mais adequada ao processo. Significa a colocação racional dos diversos elementos combinados para proporcionar a produção de bens / serviços. (Chiavenato, 1991)

Para Vieira (1983) o problema do layout é definir a melhor utilização do espaço disponível que resulte em um processamento mais efetivo, através da menor distância, no menor tempo possível.

Viana (2000) afirma que uma operação efetiva de armazenagem depende muito da existência de um bom layout, que determina o grau de acesso ao material, os modelos de fluxo de material, os locais de áreas obstruídas, a eficiência da mão-de-obra e a segurança das pessoas.

Para Moreira (1993) há três motivos que tornam importantes as decisões acerca do layout:

- Elas afetam a capacidade e a produtividade das operações, uma mudança adequada pode aumentar a produção usando menos recursos que antes, devido à racionalização no fluxo de materiais/pessoas;
- Mudanças no layout podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, dependendo da área afetada e das alterações físicas, entre outros fatores;
- As mudanças podem representar elevados custos e dificuldades técnicas para futuras reversões e podem ainda causar interrupções indesejáveis ao trabalho.

Os objetivos de um bom arranjo físico segundo Slack (2002) são:

- Segurança inerente: todos os processos que representem perigo não devem estar acessíveis a pessoas não autorizadas. Saídas de incêndio devem ser sinalizadas;
- Extensão do fluxo: o fluxo de materiais, informações ou pessoas deve ser canalizado de forma a atender os objetivos da operação;

- Clareza de fluxo: todo o fluxo de materiais e clientes deve ser sinalizado de forma clara e evidente para clientes e funcionários;
- Conforto da mão-de-obra: a mão-de-obra deve ser deslocada para locais distantes de partes barulhentas ou desagradáveis. O arranjo deve prover um ambiente de trabalho ventilado, iluminado e se possível agradável.
- Coordenação gerencial: supervisão e coordenação devem ser facilitadas pela localização da mão-de-obra e dispositivos de comunicação;
- Acesso: máquinas, equipamentos e instalações devem estar acessíveis para permitir adequada limpeza e manutenção;
- Uso do espaço: todos os arranjos físicos devem permitir o uso adequado do espaço disponível da operação, inclusive o espaço cúbico;
- Flexibilidade de longo prazo: os arranjos físicos devem ser mudados à medida que as necessidades da operação mudam.

2.2.2 Tipos de arranjo físico

Segundo Moreira (1993) existem três tipos principais de arranjo físico: arranjo físico por produto, arranjo físico por processo e arranjo físico de posição fixa. A seguir detalharemos cada um:

- a) Arranjo físico por produto: Envolve localizar os recursos inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Slack (2002) Equipamentos são dispostos em uma mesma seção conforme a seqüência de operações, os materiais movem-se linearmente. Utilizado quando o produto é padronizado e não sofre modificações. (Chiavenato, 1991) Exemplos: Montagem de automóveis, programas de vacinação em massa, restaurante *self service*, etc.
- b) Arranjo físico por processo: É assim chamado pois as necessidades de conveniência dos recursos transformadores da operação dominam a decisão sobre o arranjo físico. (Slack 2002) Característico de muitas indústrias e provavelmente da maioria das atividades de prestação de serviço, os centros de trabalho são agrupados de acordo com a função que desempenham. Moreira

(1993) Exemplos: Hospital, escolas, bancos, supermercados, armazéns, etc.

- c) Arranjo físico de posição fixa: Utilizado quando o produto (ou serviço) é de grande porte e não se movimenta e materiais deslocam-se incessantemente para as operações sucessivas. (Chiavenato, 1991) Segundo Slack (2002) a razão pela qual o processamento fique estacionário é que o produto ou o sujeito do serviço seja muito grande para ser movido, ou podem ser muito delicados para serem movidos, ou ainda podem objetar-se a serem movimentados. Exemplos: Estaleiro, Cirurgia do coração, restaurante de alta classe, construção de uma rodovia, etc.

Slack (2002) acrescenta o arranjo físico celular, aquele em que os recursos transformados, entrando na operação são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação (célula). Depois de serem processados na célula, os recursos transformados podem prosseguir para outra célula, esse tipo de arranjo físico é uma tentativa de dar organização à complexidade de fluxo característica do arranjo físico por processo. O mesmo autor afirma que muitas operações projetam arranjos físicos mistos combinando elementos dos tipos básicos em diferentes partes da operação.

2.2.3 Quando fazer um estudo de layout?

Segundo Dias (1996) as situações a seguir originam uma mudança no layout:

- 1) Modificação do produto: mudanças em produtos afetam equipamentos, mão-de-obra e às vezes área disponível;
- 2) Lançamento de produtos: o lançamento de um novo produto envolve modificações na estrutura de armazenagem e no processo de fabricação;
- 3) Variação de demanda: aumento ou redução das vendas geram uma necessidade de adequação. Ex.: necessidade de mais espaço para estocar
- 4) Obsolescência das instalações: procedimentos, equipamentos e até mesmo a edificação podem se tornar um entrave para a armazenagem;
- 5) Ambiente de trabalho inadequado: Ruídos, temperaturas anormais, pouca ventilação, má iluminação e qualquer outro fator que afete o desempenho do trabalho humano podem ser evitados com um melhor layout.
- 6) Índice elevado de acidentes: um novo arranjo pode reduzir o risco de acidentes

na operação;

- 7) Mudança na localização do mercado consumidor: a necessidade de realocação de um depósito envolve um novo estudo de layout;
- 8) Redução dos custos: um melhor aproveitamento da edificação, da mão-de-obra, dos equipamentos e dos produtos através de um layout adequado.

2.2.4 Técnicas e procedimentos para melhorar o layout

Para Chiavenato (1991) os principais aspectos de layout a serem observados no caso de depósitos ou almoxarifados são:

- Itens de estoque: Os itens de maior giro, classificados como de classe A, devem ser armazenados nas imediações da saída ou expedição a fim de facilitar o manuseio. O mesmo deve ser feito com relação aos itens de grande peso e volume;
- Corredores: Deverão facilitar o acesso aos materiais e às mercadorias em estoque, quanto mais corredores melhor o acesso e menor a área de armazenagem; Deve-se levar em consideração o trânsito dos materiais e equipamentos;
- Portas de acesso: Devem permitir a passagem dos equipamentos de manuseio e movimentação dos materiais (altura e largura).
- Empilhamento ou prateleiras: A altura máxima deve considerar o peso dos materiais. A altura máxima deve distanciar ao menos um metro do teto.

Segundo Cury (1995) um projeto de layout deve seguir as seguintes etapas:

1. Levantamento: Fase em que a pessoa responsável pelo estudo do layout se familiariza com a organização e os procedimentos adotados. Segundo Vieira (1983), devem ser considerados nessa fase os fatores que influem nos layout:
 - Material: Devem ser considerados todos os materiais manipulados. Estudam-se dimensões, peso e quantidades. O processo de operação deve ser detalhado: tipos e seqüência de operações.

- Máquinas: Leva-se em conta todos os equipamentos utilizados na operação (identificação, dimensão, peso, área necessária para a operação e outras características);
- Pessoal: Deve-se obter todas as informações referentes a condições de trabalho e pessoal necessário por função;
- Movimentação: um dos principais fatores na elaboração. Anotam-se: percurso seguido pelo material, tipos de transporte, manuseio, espaço existente para movimentação.
- Armazenamento: Consideram-se todos os materiais, inclusive materiais em processo, nos aspectos de: localização, dimensões, método de armazenagem, arrumação, tempo de espera e cuidados especiais (segurança, qualidade, etc)
- Serviços auxiliares: Relativos a Pessoal (vestiários, restaurantes, lavatórios, pronto-socorro) e Material (inspeções, manutenção, limpeza, etc.)
- Edifício: Área, estruturas, tetos, acessos, rampas, escadas, desníveis e outras características são estudadas;
- Viabilidade de um novo layout: o processo será interrompido? Qual o tempo para a mudança? Quantas pessoas serão necessárias? Serão adquiridos novos equipamentos?

Slack (2002) complementa que na fase inicial para o arranjo por processo o projetista necessita de informações como:

- Área requerida por centro de trabalho;
- Restrições sobre a forma da área a ser alocada em cada centro de trabalho;
- Nível e direção do fluxo entre cada par de centro de trabalho (número de jornada, carregamentos custo por unidade de distância percorrida, etc.)
- O quão é desejável manter centros de trabalho próximos entre si

ou de algum ponto fixo.

2. Crítica ao levantamento: Equipe responsável pelo projeto examina as principais dificuldades para o alcance dos objetivos visados levando em consideração as normas e processos da empresa e comparando-as com a situação encontrada na prática. É necessária a visualização de todas as operações importantes, e um instrumento a ser utilizado nesse processo é o fluxograma tendo em vista que o objetivo é que os materiais e processos fluam suave e continuamente sem interrupções ou travas.
3. Planejamento da solução: Os processos devem ser racionalizados e as mudanças planejadas da melhor forma possível, em seguida os pontos suscetíveis a intervenções são estudados e identificados, avaliando as melhorias resultantes;
4. Crítica do planejamento: Uma vez encontradas as soluções julgadas ótimas, estas deverão ser objeto de negociações com os usuários no novo arranjo, sejam supervisores e executores dos trabalhos;
5. Implantação: Após a aprovação dos usuários, deve ser programada a implantação da solução que melhor atenda às necessidades, restrições e interesses da organização. Pontos importantes: preparação dos operadores da mudança, identificação dos itens do layout, programar para um período que afete menos a operação.
6. Controle dos resultados: A equipe deve acompanhar a mudança a fim de verificar se a solução foi a melhor ou há necessidade de adaptações.

Para Moura (1997), a metodologia geral para projetar o layout de um armazém consiste em 5 passos:

- Definir a localização de todos os obstáculos: Identificar as características físicas do armazém (planta baixa, representação, etc.). Exemplos: colunas de apoio, saídas de emergência, equipamentos contra incêndio, entre outros.
- Localizar áreas de recebimento e expedição: A localização dessas áreas deve ser de forma que se maximize a eficiência das operações de recebimento e expedição. Fatores a serem considerados: localização de estradas, vias de acesso, tráfego desejado e produtividade da mão-de-obra nas operações.

- Localizar áreas primárias, secundárias, de separação de pedidos e de estocagem: As áreas primárias de estocagem e separação podem ser diferenciadas das secundárias para fornecer espaço máximo, melhor movimentação e eficiência de mão-de-obra para os materiais mais importantes a serem estocados. A curva ABC é uma importante técnica na localização do estoque segundo sua frequência de retirada:

Itens A: normalmente uma pequena proporção do total de uma linha de produtos, que representa 80% do investimento em estoque.

Itens B: proporção média, que representa aproximadamente 15% do investimento em estoque;

Itens C: o restante da linha de produtos responsável por cerca de 5% do valor em estoque.

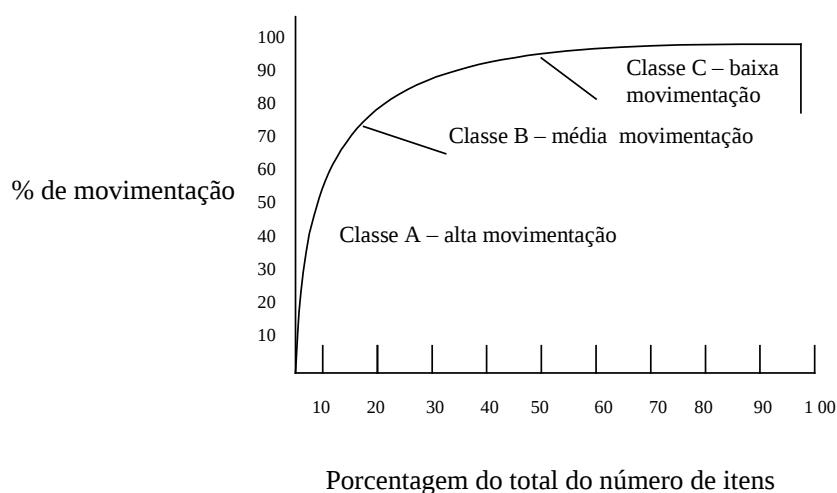


Figura 2.7: Curva ABC aplicada à armazenagem (Fonte: Adaptado de Moura, 1997)

Segundo Muther (1978) quanto mais suave a curva deve-se usar apenas um arranjo e manuseio para todos os produtos, no entanto se a curva é brusca deve-se dividir os produtos e as áreas em dois tipos de arranjo: 1 - grande quantidade, pequena variedade e movimentação rápida. 2 - Pequena quantidade, grande variedade, movimentação lenta.

- Definir sistema de localização de estoque: Segundo Ballou (1993) existem alguns métodos que auxiliam na alocação do espaço (como organizar os itens) e no endereçamento do estoque (definição de onde armazenar cada produto):

- o Método de rotatividade: Localizar os produtos de maior rotatividade o mais próximo possível das docas de expedição, dessa maneira os itens de movimentação mais freqüente percorrem distância menores;
 - o Método do tamanho do item: Localizar itens menores próximos à área de expedição, reduzindo a distância percorrida na montagem de pedidos.
 - o Agrupamento: Agrupar produtos da mesma família, que aparecem normalmente juntos nos mesmos pedidos.
 - o Sistema de endereçamento fixo: designa certa localização para cada produto. Vantagem: simplicidade e fácil localização / Desvantagem: criação de muito espaço ocioso.
 - o Sistema de endereçamento variável: quando os produtos chegam no armazém são armazenados em qualquer espaço livre disponível. Vantagem: Melhor uso da área / Desvantagem: dificuldade de manter o registro do item que pode estar em locais diferentes.
- Avaliar as alternativas de layout de armazém: Para Moura (1997), cada layout deve ser avaliado conforme as seguintes filosofias básicas:
 1. Intensidade de uso: Itens de maior rotatividade próximo aos pontos de uso; Itens de menor rotatividade no espaço mais profundo possível;
 2. Semelhança: Itens recebidos e expedidos juntos devem ser estocados próximos; Itens com forte correlação devem estar próximos;
 3. Tamanho: Itens de difícil locomoção devem ser armazenados próximos ao local de uso; Não ver o tamanho do item e sim o tamanho do estoque total do item;
 4. Características dos materiais: Projetar layout para acomodar itens perecíveis e para maximizar a proteção dos itens de segurança pela localização;

5. Utilização do espaço: Maximizar a concentração da estocagem e a utilização do espaço cúbico e minimizar as perdas nos vãos de estocagem; Projetar o layout em torno de obstáculos e outras limitações; Evitar bloqueio do estoque; marcar corredores para conservá-los; manter registro dos locais de estoque.

2.2.5 O Método SLP:

Segundo Muther, o sistema SLP (*System Layout Planing*) é uma sistematização de projetos de arranjo físico. Consiste em uma estruturação de fases, um modelo de procedimentos e uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização do que envolve o planejamento do layout. Para o autor os problemas de layout recaem sobre dois elementos básicos: produto e quantidade.

Fases do planejamento do arranjo físico (Muther, 1978):

- I – Localização: Determinação da localização da área onde será feito o planejamento; Coleta de dados.
- II – Arranjo físico Geral: Estabelecer posição relativa entre as diversas áreas. Modelos de fluxo e áreas são trabalhadas em conjunto e as inter-relações e o arranjo geral é feito de forma grosseira.
- III – Arranjo Físico Detalhado: Envolve a localização de cada máquina e equipamento, são consideradas as características específicas de cada área.
- IV – Implantação: Planeja-se cada etapa da implantação, e as movimentações são feitas conforme planejamento.

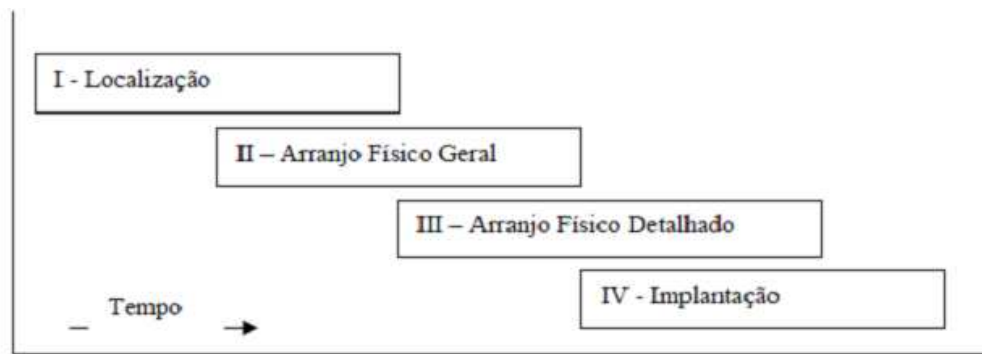


Figura 2.8: Fases do sistema SLP (Fonte: Adaptado de Muther)

Para Muther (1978), todo arranjo físico baseia-se em três conceitos fundamentais:

1. Inter-relações: graus relativos de dependência ou proximidade entre atividades;
2. Espaço: quantidade, tipo, forma ou configuração dos itens a serem posicionados;
3. Ajuste: Arranjo das áreas e equipamentos da melhor forma possível.

Segundo Tompkins (1996) o planejamento sistemático do layout é dividido em três fases, conforme descrito na figura 2.9:

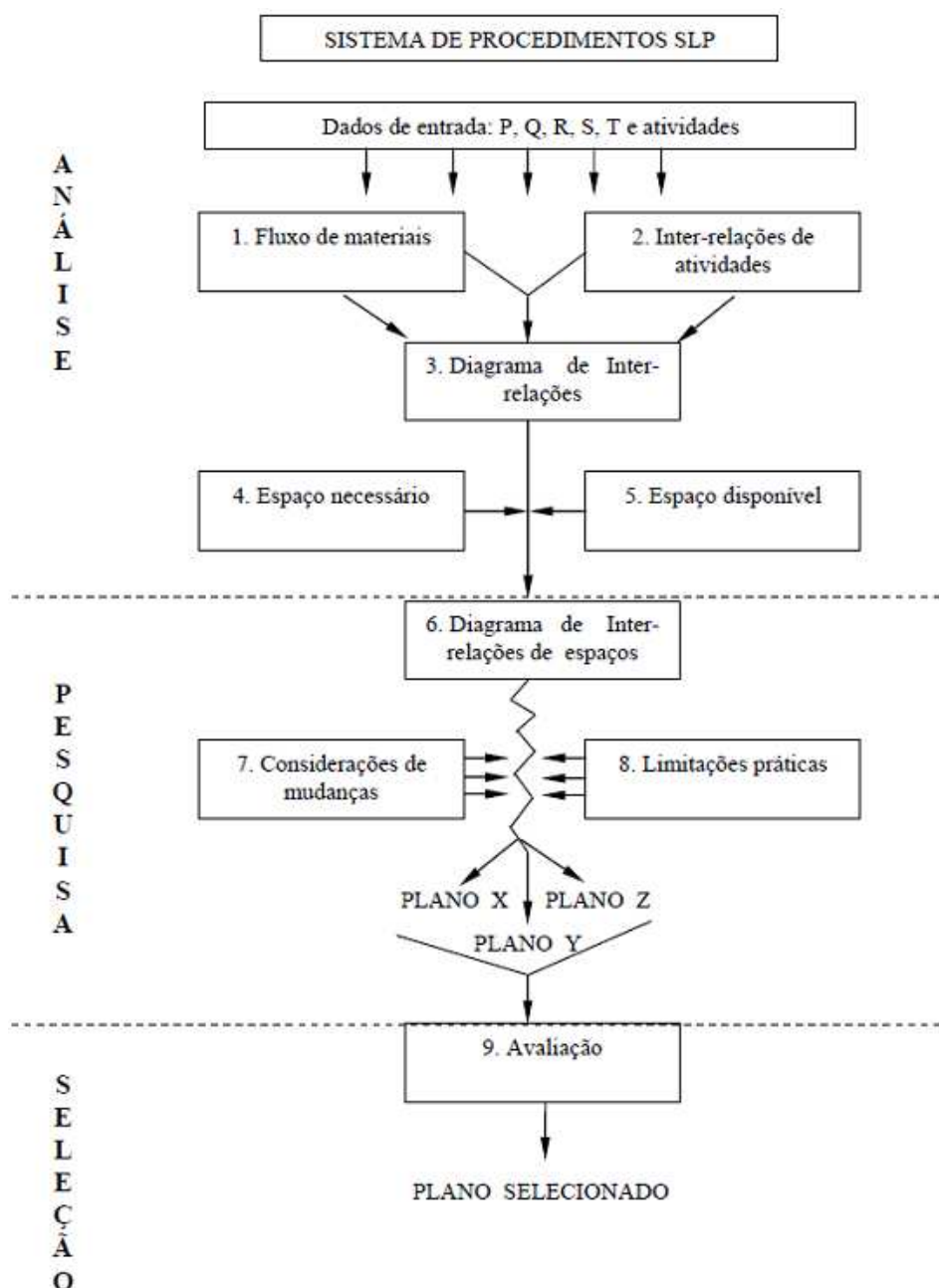


Figura 2.9 Etapas do SLP: Adaptado de Tompkins, 1996)

Para Muther (1978) a primeira etapa da fase de análise consiste em coletar e analisar informações sobre:

- Produto (bem ou serviço): o que é produzido ou feito. É preciso entender o que é produzido pela empresa, a matéria-prima, peças, produto acabado ou serviço prestado (processado). Devem ser classificados em itens, variedade, modelo, estilo, forma, etc.
- Quantidade (ou volume): o quanto de cada item a ser feito. Pode ser expressa em número de peças, peso, volume, valor do montante produzido ou vendido.

- Roteiro: Pode ser entendido como o processo, as operações, equipamento, fluxos e seqüência; Representado por listas de operações e equipamentos, cartas de processo, gráficos de fluxo, etc.
- Serviços de Manutenção: Recursos, atividades e funções auxiliares que devem suprir a área em questão e que darão condições de funcionamento.
- Tempo: Envolve questões de quando produzir ou quando o projeto será executado. O tempo disponível para produzir um bem ou serviço estabelece o dimensionamento dos recursos de mão-de-obra, máquinas, espaço, etc.

Detalhamento do método SLP:

Fluxo de materiais: é considerada a base da maioria dos arranjos físicos. O fluxo deve permitir a análise do fluxo possibilitando a determinação da melhor seqüência. O fluxo deve permitir que o material se movimente progressivamente durante o processo, sem retorno, desvios ou cruzamentos. Podem ser utilizados diversos métodos: Carta de processo, carta de processos múltiplos e carta de para (produtos muitos diversificados). A intensidade do fluxo é um fator de extrema relevância e pode ser medida através do número de caixas, toneladas, quilogramas, litros, metros cúbicos, entre outros. No caso de produtos muito diversificados utiliza-se a carta “de para” (Muther, 1978).

Símbolo	Ação	Resultado da ação
	Operação	Fabrica ou executa
	Transporte	Movimenta
	Inspeção	Verifica
	Espera	Interfere
	Armazém	Guarda

Figura 2.10 Símbolos para diagrama de fluxo de processos (fonte: Adaptado de Muther, 1978)

Para Slack (2002) o nível e direção do fluxo são em geral representados por diagramas de fluxo, também chamados de cartas “de-para”, havendo muitas maneiras de coletar a informação, seja pela análise do roteiro do produto ou através de observação nos casos em que o movimento é aleatório. O modelo poderá ser simplificado caso a direção do fluxo não tenha importância.

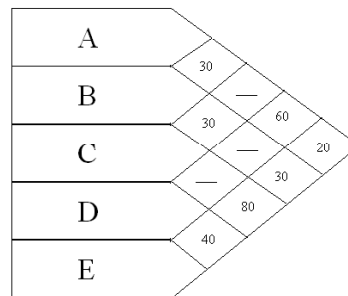


Figura 2.11: Carta “de-para” simplificada (direção irrelevante) (Fonte: Adaptado de Slack 2002)

Inter relação de atividades: Para Muther (1978), os serviços de suporte devem se integrar ao fluxo de materiais para que seja possível analisar a necessidade de aproximação com a produção. A carta de interligações preferenciais é uma matriz triangular onde representamos o grau de proximidade e o tipo de relação entre as atividades envolvidas no processo. É bastante utilizada para planejar atividades não muito ligadas a fluxo de material. Na figura 2.12 temos um exemplo de um escritório e as razões de aproximação entre as atividades:

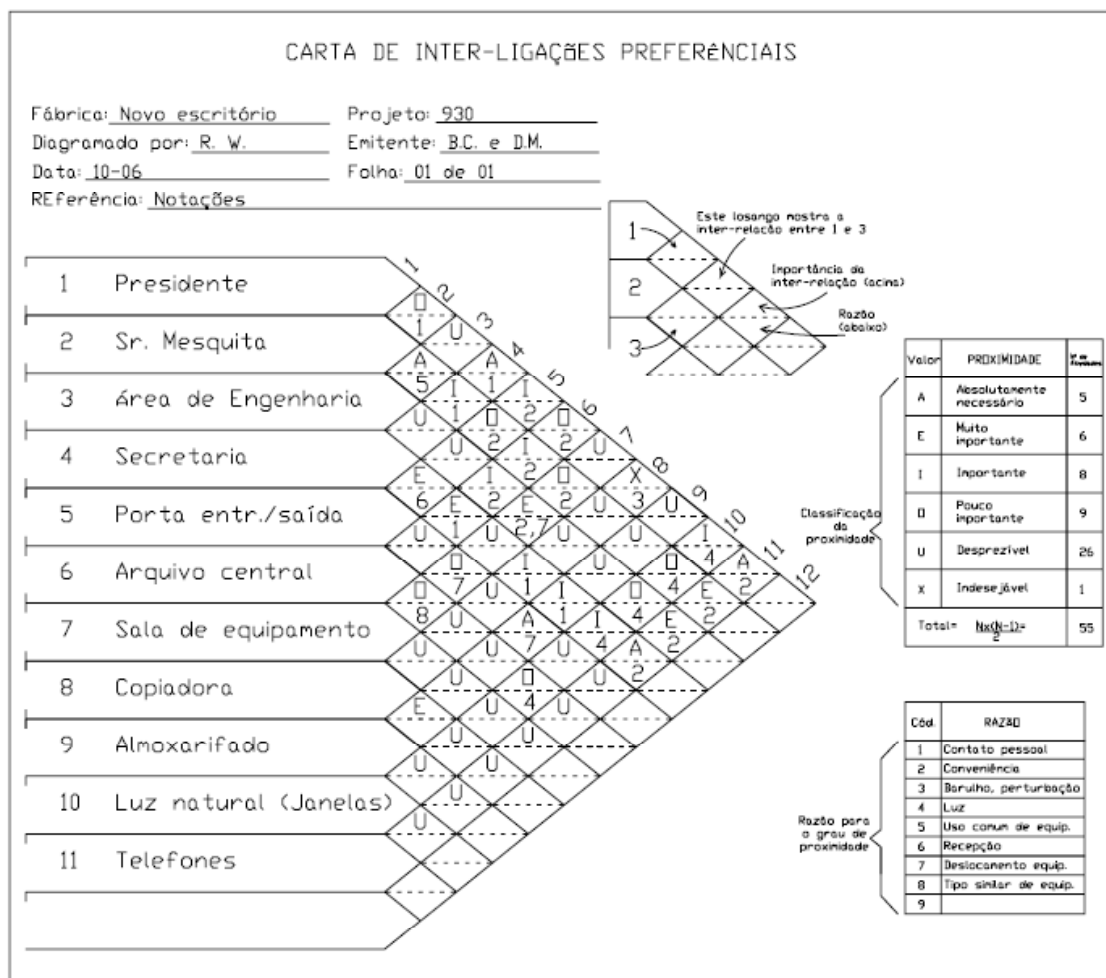


Figura 2.12: Carta de Interligações preferenciais (Fonte: Adaptado de Muther, 1978)

Diagrama de fluxo ou inter-relações: O método de diagramação de inter-relação consiste em ligar as atividades por linhas; O formato de cada símbolo indica o tipo de atividade; o número do símbolo é para identificação; O número de linhas fornece o grau de proximidade desejada. Nesse momento não se leva em consideração o espaço necessário para cada atividade. O diagrama permite a visualização do estudo realizado até o momento através de um esboço. (Muther, 1978)

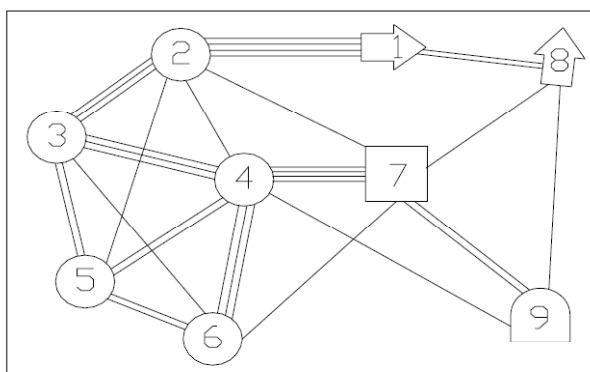


Figura 2.13: Diagrama de Inter-relação (Fonte: Adaptado de Muther, 1978)

Determinação dos espaços: Deve-se estabelecer uma área para cada atividade desenvolvida, estaremos desenvolvendo um diagrama de inter-relação entre os espaços, que é um arranjo físico imperfeito.

Para Moura (1997), o primeiro problema do planejamento de um armazém é determinar o nível máximo de estoque, que é convertido em espaço ocupado, segundo o autor a metodologia geral para o planejamento do espaço no armazém é:

- Determinar o que será feito;
- Determinar como fazer;
- Documentar as necessidades de espaço de cada elemento necessário para realizar cada atividade;
- Determinar as necessidades totais de espaço.

Diagrama de inter-relação entre os espaços: Na adaptação do espaço ao diagrama tem-se a alternativa de ajustar os espaços levando-se em conta somente o diagrama de fluxo. Nesse caso cada atividade é representada no diagrama pelo símbolo característico no tamanho que lhe foi atribuído. O registro das várias alternativas do arranjo físico permitirá uma avaliação de cada um deles. A comparação entre os vários planos resulta na combinação das melhores características de cada alternativa e um novo layout poderá ser feito, este procedimento deve contar com o auxílio da alta administração (Muther, 1978)

Considerações de mudanças e limitações práticas: O diagrama de inter-relação é praticamente um layout, provavelmente não é o melhor já que ainda não foram incorporadas modificações e limitações. Neste momento deverão ser tratadas as mudanças e limitações que levarão a ajustes e mudanças em relação à configuração ideal estabelecida anteriormente. (Muther, 1978)

Seleção de alternativas: Nesse momento as alternativas são avaliadas levando-se em consideração as vantagens e desvantagens de cada uma. Busca-se determinar qual das soluções candidatas será escolhida. (Muther, 1978)

O planejamento físico vem se tornando cada vez mais estudado para as aplicações reais em função dos benefícios que podem ser alcançados, nesse contexto o SLP vem sendo amplamente utilizado por constituir um roteiro simples e eficiente para o planejamento sistemático do layout.

Segundo Costa (2004), o SLP tem por objetivo a redução nos custos através do aumento na eficiência e produtividade, obtidos por meio da melhor utilização do espaço disponível; da redução na movimentação de materiais, produtos e pessoal, e em melhores condições de trabalho. Para o mesmo autor a utilização do SLP combate perdas e incrementa a competitividade da empresa.

Para Tortorella (2006), ao longo dos anos o método mais utilizado em planejamento do layout tem sido o SLP (*Systematic Layout Planing*) desenvolvido por Muther em 1961, o método tem sido aplicado à produção, transporte, armazenamento, serviços de suporte, armazenamento, dentre outros.

Trein (2001) afirma que as técnicas de análise e melhoria de layout estão cada vez mais sendo empregadas no mercado mundial no intuito de otimizar os processos produtivos. Para o mesmo autor o SLP é, de longe o método mais popular entre os modernos praticantes do planejamento de layout.

Segundo Camarotto (1998), o método SLP foi desenvolvido como um roteiro composto de um conjunto de técnicas facilitadoras para a prática de um projeto de layout industrial ou comercial. É sem dúvida o mais conhecido e mais utilizado entre os engenheiros projetistas de layout.

3 ESTUDO DO LAYOUT EM UMA EMPRESA DE BEBIDAS

Neste capítulo faremos uma breve descrição da empresa estudada, das atividades desenvolvidas e do arranjo físico atual.

3.1 Descrição da Empresa

A empresa estudada é uma multinacional com sede em São Paulo e atua no ramo de bebidas, especialmente cervejas e refrigerantes. A cia distribui parte de seu volume através de revendedores (distribuição indireta), e a outra parte através de centros de distribuição próprios (distribuição direta). As observações ocorreram em um dos CD's localizado na cidade de Olinda cuja área de atendimento abrange o grande Recife e parte da zona da mata, na região de Palmares, a base de clientes é composta de aproximadamente 20.000 pontos de venda.

Todo serviço de transporte é terceirizado e a unidade de Olinda conta com uma frota dedicada de distribuição urbana que varia normalmente entre 56 e 86 veículos dependendo da época do ano. A companhia conta também com uma frota de veículos de terceiros (autônomos) os quais prestam serviço à mesma transportadora responsável pela frota dedicada, a base de terceiros varia entre 40 e 70, essa necessidade é influenciada fortemente pela sazonalidade.

Com relação ao abastecimento dos CD's a empresa também utiliza serviços terceirizados, a unidade estudada conta com uma frota dedicada de 7 carretas de transferência alocadas em duas fábricas responsáveis por mais de 90% do fornecimento, cada equipamento tem uma meta de aproximadamente 4,5 viagens a serem realizadas por dia. A empresa contrata também o serviço de veículos de terceiros contratados através de transportadoras que realizam a transferência das diversas unidades fabris aos CD's. Normalmente as viagens de transferência são mais longas em relação às viagens de distribuição urbana.

Os centros de distribuição da empresa estudada possuem armazéns responsáveis pela guarda, controle e manuseio dos produtos. As atividades de manuseio e movimentação interna são terceirizadas, no caso da unidade objeto do estudo há dois parceiros logísticos, responsáveis pela operação com empilhadeiras e ajudantes. A área de controle, bem como as equipes de coordenação, supervisão e conferentes são compostas de funcionários próprios. Segue abaixo a estrutura do armazém estudado:

- 42 ajudantes (26 Noite / 7 Manhã / 9 Tarde);
- 15 operadores de empilhadeiras (6 Noite / 4 Manhã / 5 Tarde);
- 15 conferentes (7 Noite / 3 Manhã / 5 Tarde);

- 2 Técnicos de controle (Hor. Comercial);
- 2 Analistas de controle (Hor. Comercial);
- 2 Supervisores (1 Noite / 1 Tarde);
- 1 Coordenador (Hor. Comercial).

Como se observa, a maior parte da estrutura operacional está alocada no turno da noite, isso se deve ao fato das atividades de separação de pedidos (picking) e carregamento (ou expedição) ocorrerem basicamente nesse turno. Com relação ao turno da tarde, existe uma estrutura considerada intermediária pois os veículos de entrega retornam da rota e prestam contas dos ativos de giro (pallets, garrafas, garrafeiras), devoluções (produtos não entregues) e trocas realizadas. A seguir veremos as atividades desenvolvidas pelo armazém:

3.2 Atividades do Centro de Distribuição

1. Recebimento: É a primeira etapa do processo na qual os veículos (frota dedicada ou terceiros) vindos das fábricas com as transferências são descarregados, a mercadoria é conferida. Todo o recebimento é feito em pallets fechados (ou cargas unitizadas). Esse processo ocorre nos três turnos e é vital para o funcionamento do CD. É fundamental que a atividade ocorra com eficiência, no caso de frota dedicada existe uma meta para a unidade estudada de uma hora e quinze minutos entre a entrada e a saída do veículo do CD;
2. Movimentação: Ocorre durante todo o tempo, desde o descarregamento após o recebimento da transferência até o carregamento / descarregamento (prestação de contas) dos veículos de entrega. Os equipamentos utilizados na movimentação interna são apenas veículos industriais: empilhadeiras, paleteiras e carrinhos.
3. Armazenagem: Tanto os produtos como os ativos de giro são acomodados nas dependências do armazém, que tem responsabilidade pela qualidade e controle do estoque. O estoque de produtos é acomodado em três galpões denominados de armazém A, B e C, já os ativos de giro são armazenados em área descoberta.
4. Separação de pedidos: É uma das atividades mais críticas do armazém. Durante a noite os pedidos são separados em uma área denominada de *picking*, na qual estão alocados 20 ajudantes (50% do efetivo total de ajudantes). A área é composta por todo o portfólio da empresa comercializado na unidade, que

totaliza mais de 100 tipos de produtos e embalagens. Adota-se o conceito de picking por zona e por lote de pedidos, os produtos retornáveis são separados em duas áreas, já os descartáveis em uma única área. Cada ajudante recebe diversas ordens de carga a partir das quais o trabalho de separação é feito.

5. Carregamento: Durante a noite os veículos de entrega são carregados, é uma atividade fundamental pois é através desse processo que os produtos são embarcados nos veículos conforme os pedidos dos clientes. Os objetivos da expedição para unidade são basicamente: horário de término (até 06:00); percentual de erros de carregamento; prejuízo com avarias de movimentação.
6. Retorno de Rota: Processo que ocorre no momento em que os veículos retornam das entregas e prestam contas ao armazém com relação ao que foi entregue ou devolvido. Os veículos estacionam nas áreas de conferência, em seguida o conferente conta todos os itens existentes no caminhão, lança as quantidades através do coletor de rádio-frequência e caso haja diferenças é emitido um vale de cobrança em nome da transportadora. Após a conferência os veículos são encaminhados à área de descarregamento e consolidação de ativos de giro, a consolidação é o processo inverso à separação no qual as garrafas e garrafeiras são unidas por cada marca e os pallets são formados.
7. Controle de estoque: Em cada turno o estoque é contado e através de um balanço de massa (arquivo em excel) as contagens e movimentações são lançadas e o saldo real é comparado a um saldo teórico (esperado), as diferenças são comunicadas aos supervisores e equipe de controle para que sejam rastreadas.

3.3 O layout atual

As instalações da unidade estudada não foram projetadas para acomodar um centro de distribuição, são adaptações das estruturas de uma antiga unidade fabril. As áreas de armazenagem de produtos são compostas por três galpões chamados de armazéns “A”, “B” e “C”, já a área destinada aos ativos de giro não são cobertas. Uma melhor visualização do arranjo físico atual será possível no capítulo seguinte através de figuras ilustrativas.

De acordo com observações realizadas in loco e com entrevistas informais junto aos funcionários, identificamos os principais problemas relacionados ao arranjo físico:

- Falta de espaço na área de separação de pedidos, gerando gargalos nas operações de separação e expedição;
- Acúmulo de pallets na área de separação causando obstrução e dificuldade de acesso dos ajudantes e empilhadeiras;
- Operação de separação de pedidos desbalanceada em relação à expedição devido a cada ajudante montar os pallets de vários veículos (picking por lote) e devido à característica da operação o método recomendado seria vários ajudantes montando os pallets do mesmo veículo (picking discreto), melhorando a sincronia do processo.
- Localização de produtos sem orientação quanto a grupo, família ou giro, causando o aumento das distâncias percorridas principalmente devido à distância entre os produtos de maior giro em relação às áreas de separação e expedição;
- Sub-utilização do espaço vertical, pois há itens que poderiam ser empilhados com altura de 3 pallets (piramidais), no entanto devido à disposição atual dos produtos não está sendo feito;
- Áreas ocupadas com materiais obsoletos ou que não possuem nenhum giro ocupando espaço que poderia ser utilizado de forma produtiva;
- Falta de espaço para armazenamento de produtos, gerando a necessidade de estocar nas áreas de expedição e separação.

4 APLICAÇÃO DO MÉTODO SLP

Este capítulo está dividido em duas partes, a primeira visa aplicar o passo a passo da metodologia SLP e oferecer uma proposta de rearranjo. Já na segunda parte mostraremos as projeções de melhorias nos resultados com a mudança em vista à situação atual.

4.1 Aplicando os passos do método SLP

Para resolver o problema do arranjo físico escolhemos o método SLP devido à sistemática simples e eficiente. Mesmo sendo um método desenvolvido há mais de 30 anos é possível encontrar na literatura diversos estudos e aplicações muito recentes. Os passos a seguir estão relacionados à metodologia desenvolvida por Muther (1978), iremos iniciar com a fase de análise que abrange a coleta de dados de entrada; fluxo; inter-relações; espaço necessário e disponível, em seguida tem-se a fase de pesquisa abrangendo o diagrama de inter-relações de espaço; considerações de mudança e limitações práticas; e por fim a seleção de alternativas.

Dados de entrada:

Análise Produto / Quantidade: a empresa conta com um mix de produtos em vários tipos de embalagens do tipo descartáveis (latas, long neck e pets) e retornáveis (garrafas de vidro e barris). As garrafas de vidro são manuseadas em garrafeiras as quais devem retornar às fábricas.

VOLUME (ml)	EMBALAGEM	TIPO DE PRODUTO
290	Garrafa de vidro	Refrigerantes
600	Garrafa de vidro	Cervejas
350	latas	Refrigerantes e cervejas
355	Long Neck	Cervejas
500	Long Neck	Cervejas
500	Pet	Refrigerantes, isotônicos
600	Pet	Refrigerantes
1000	Pet	Refrigerantes
1500	Pet	Refrigerantes
2000	Pet	Refrigerantes
2500	Pet	Refrigerantes
30000	Barril	Chopp
50000	Barril	Chopp

Tabela 4.1: Tipos e embalagens de produtos (Fonte: O autor)

O cruzamento das marcas comercializadas com os tipos de embalagens resulta em mais de 130 itens diferentes. No entanto, através de um estudo de produtos X quantidades percebemos que uma pequena quantidade de itens é responsável por boa parte das vendas e conseqüentemente da movimentação. Através das tabelas 4.2; 4.3 e da figura 4.1 podemos observar que apenas 9,5% dos itens são responsáveis por 80,19% da movimentação no estoque. A unidade que utilizamos para a classificação dos itens é o número de pallets movimentados por dia.

Código	Pallets movimentados / dia	Representatividade do item
1	340,2	40,69%
2	65,7	7,86%
3	43,5	5,20%
4	40,8	4,88%
5	40,1	4,79%
6	34,8	4,16%
7	34,4	4,12%
8	19,7	2,36%
9	15,2	1,82%
10	15,1	1,81%
11	11,2	1,33%
12	9,8	1,18%

Tabela 4.2: Quantidade de pallets movimentados pelos itens mais representativos (Fonte: O autor)

Código	Pallets movimentados / dia	Representatividade de dos itens	% de itens	Classificação
1 a 12	670,4	80,19%	9,5%	A
13 a 37	126,1	15,09%	19,8%	B
37 a 125	39,4	4,72%	70,6%	C

Tabela 4.3: Classificação ABC (Fonte: O autor)

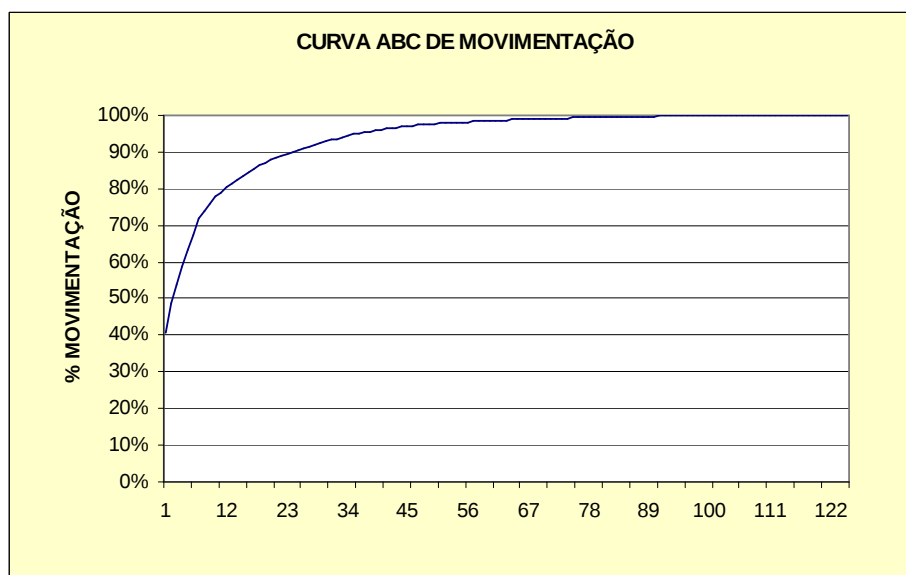


Figura 4.1: Curva ABC de movimentação (Fonte: O autor)

Roteiro: Analisaremos melhor o roteiro através do estudo do fluxo de materiais que será visto mais adiante, no entanto é interessante listarmos as atividades básicas desenvolvidas já detalhadas anteriormente:

- Recebimento;
- Carregamento (ou expedição);
- Armazenagem (produtos de alto, médio e baixo giro / ativos de giro);
- Separação (ou *picking*);
- Retorno de rota;

Serviços de suporte: Podemos considerar as atividades de controle como serviço de suporte ao bom funcionamento do armazém, pois através dele serão mapeados problemas existentes e as respectivas causas. O arranjo deve ser desenvolvido de forma a facilitar essas atividades, por exemplo: o espaçamento entre os blocos de produtos deve ser calculado e respeitado de forma a facilitar a contagem do estoque.

Tempo: O tempo é um fator fundamental para o processo estudado. Os processos têm de ser ágeis visando otimizar os recursos como equipamentos, mão-de-obra, espaço, etc.. Diariamente a operação deve estar preparada para atender com rapidez os veículos de transferência, além disso a expedição dos veículos de entrega deve ser concluída até às 06:00.

Fluxo de Materiais:

Como a empresa estudada trata-se de um armazém de um centro de distribuição, um dos principais fatores para eficiência está relacionado à movimentação dos materiais, especialmente dos produtos e ativos de giro. Conforme observado no estudo de produto / quantidade, a diversidade de itens é muito grande e a direção do fluxo é irrelevante, nesse caso utilizaremos a carta “de-para” simplificada entre as atividades básicas e a unidade considerada será o número de pallets movimentados por dia:

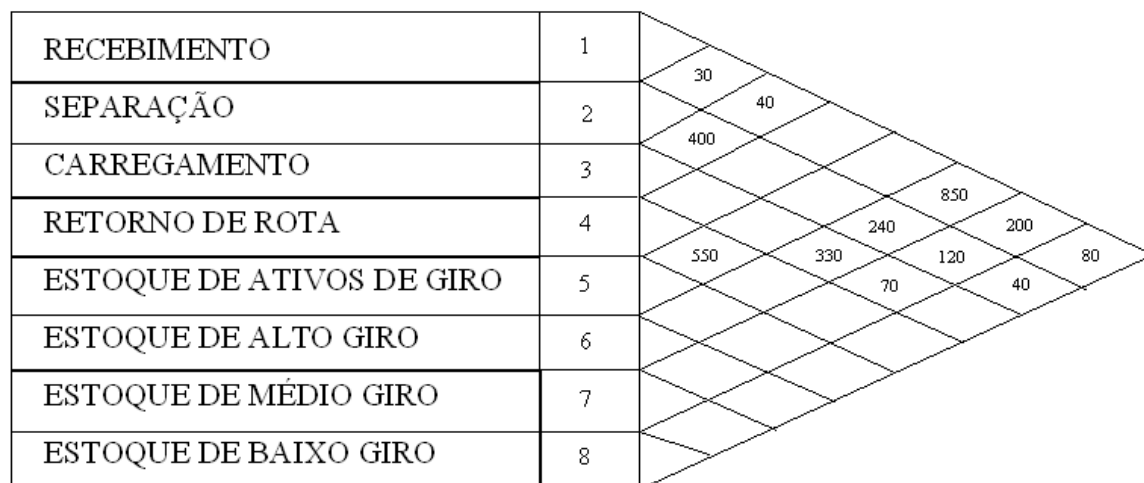


Figura 4.2: Carta “de para” das principais áreas e atividades do armazém (Fonte: O autor)

Através da figura acima podemos observar a intensidade do fluxo de materiais entre as áreas e obviamente quanto mais próximos os setores cuja movimentação é mais intensa, menores serão as distâncias percorridas e maior a eficiência da operação.

De acordo com as observações realizadas percebemos que a empresa estudada utiliza o sistema de endereçamento variável que reduz a ociosidade de espaços, em contrapartida não há critérios que levem em consideração o fluxo dos materiais, exceto para pouquíssimos produtos de maior giro.

Inter Relação de Atividades:

Para o caso do armazém estudado, consideramos que as inter-relações entre as atividades estão baseadas fundamentalmente no fluxo de materiais, não sendo pertinente o uso da carta de relações preferenciais. Contudo se faz necessária uma análise detalhada da relação entre as atividades identificadas através da carta “de para”, as considerações serão feitas aos pares de forma decrescente em relação à intensidade:

Recebimento X Estoque de Alto Giro (1 X 6 - 850): O volume de transferências recebidas com produtos de alto giro supera 30 carretas por dia, daí a necessidade de localizar as áreas de recebimento tão próximas quanto possível da área de armazenagem. Como o nível do estoque de alto giro varia muito, dificilmente será possível localiza-lo em uma única área, no entanto deve estar próximo às áreas de recebimento. Aproximação considerada absolutamente necessária;

Retorno de Rota X Estoque de Ativos de Giro (4 X 5 – 550): Boa parte dos itens de maior giro são de produtos retornáveis cujos ativos de giro precisam ser descarregados dos veículos após a conferência. A aproximação das áreas de conferência/ descarregamento e estoque de AG considerada absolutamente necessária;

Separação X Carregamento (2 X 3 – 400): Em média são carregados 400 pallets mistos (ou fracionados) por dia. A montagem dos pallets é manual e ocorre na área de separação, após a montagem cada pallet é conduzido à área de carregamento na qual os mesmos são conferidos em seguida embarcados nos veículos. A aproximação dessas áreas é considerada absolutamente necessária.

Carregamento X Estoque de Alto Giro (3 X 6 – 330): Parte dos pallets carregados não necessitam de separação pois são embarcados nos veículos da mesma maneira que chegaram das fábricas. Em média são carregados 330 pallets fechados (ou unitizados) por dia, basicamente são produtos de altíssimo giro. A aproximação entre carregamento e os itens de alto giro é considerada absolutamente importante;

Separação X Estoque de Alto Giro (2 X 6 – 240): Os produtos utilizados na área de separação devem ser repostos diariamente. Em média são utilizados 240 pallets de produtos de alto giro por dia, a reposição ocorre normalmente pela manhã após o carregamento no entanto durante a noite pode ocorrer a necessidade de reabastecimento, situação que deve ao máximo ser evitada pois afeta a produtividade dos ajudantes devido as tempos de espera. A proximidade entre os produtos de alto giro e a área de *picking* é considerada muito importante;

Recebimento X Estoque de Médio Giro (1 X 7 – 200): Os produtos de médio giro são responsáveis por 200 pallets transferidos em média por dia. A aproximação entre a área de recebimento e os itens de médio giro é considerada importante;

Separação X Estoque de Médio Giro (2 X 7 – 120): Em média são utilizados 120 pallets por dia na separação dos pedidos, conforme já comentado é necessária a reposição desses produtos à área de *picking*. A proximidade entre a área de *picking* e o estoque de médio giro é considerada importante;

Recebimento X Estoque de Baixo Giro (1 X 8 - 80): Os itens de menor giro são transferidos ao armazém em uma média de 80 pallets por dia. A aproximação entre as áreas de recebimento e o estoque de baixo giro é considerada pouco importante;

Carregamento X Estoque de Médio Giro (3 X 7 – 70): Em média são expedidos 70 pallets fechados de produtos de médio giro por dia. A aproximação entre expedição e itens de médio giro é considerada pouco importante;

Recebimento X Carregamento (1 X 3 - 40): Durante o carregamento, produtos de alto giro podem ser embarcados dos veículos de transferência diretamente aos veículos de entrega (*crossdocking*), no entanto essa operação só ocorre com a autorização da supervisão pois envolve a quebra do FIFO. A aproximação entre o recebimento e carregamento é considerada pouco importante;

Separação X Estoque de Baixo Giro (2 X 8 – 40): A separação dos pedidos utiliza em média 40 pallets de produtos de baixo giro por dia. A proximidade entre o *picking* e o estoque de baixo giro é considerada pouco importante;

Recebimento X Separação (1 X 2 – 30): Durante a montagem de pallets mistos existe a necessidade de reposição de alguns produtos retornáveis de alto giro devido ao espaço não ser suficiente. Devido a isso alguns produtos são colocados na área de separação diretamente do veículo de transferência, essa operação exige a autorização da supervisão pois envolve a quebra do FIFO. A aproximação das áreas de recebimento e *picking* é considerada pouco importante;

As demais combinações entre as atividades e áreas tiveram a necessidade de aproximação consideradas desprezíveis pelo fato da movimentação de pallets ser inferior a 20 pallets por dia.

Diagrama de Inter Relações:

Através do diagrama das inter relações podemos visualizar um primeiro esboço considerando as análises, cálculos e dados obtidos até o momento:

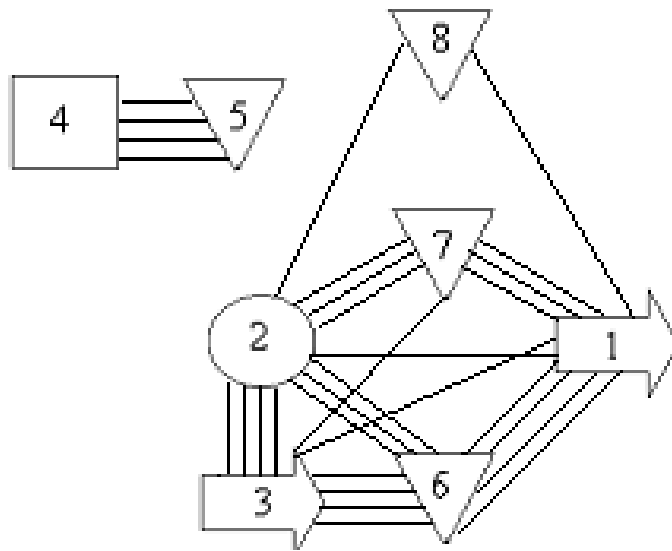


Figura 4.3: Diagrama de inter relações (Fonte: O Autor)

Determinação de Espaços:

Espaço Disponível: Através da visualização pela representação a seguir do arranjo atual poderemos observar o espaço disponível por áreas as quais serão detalhadas em seguida:

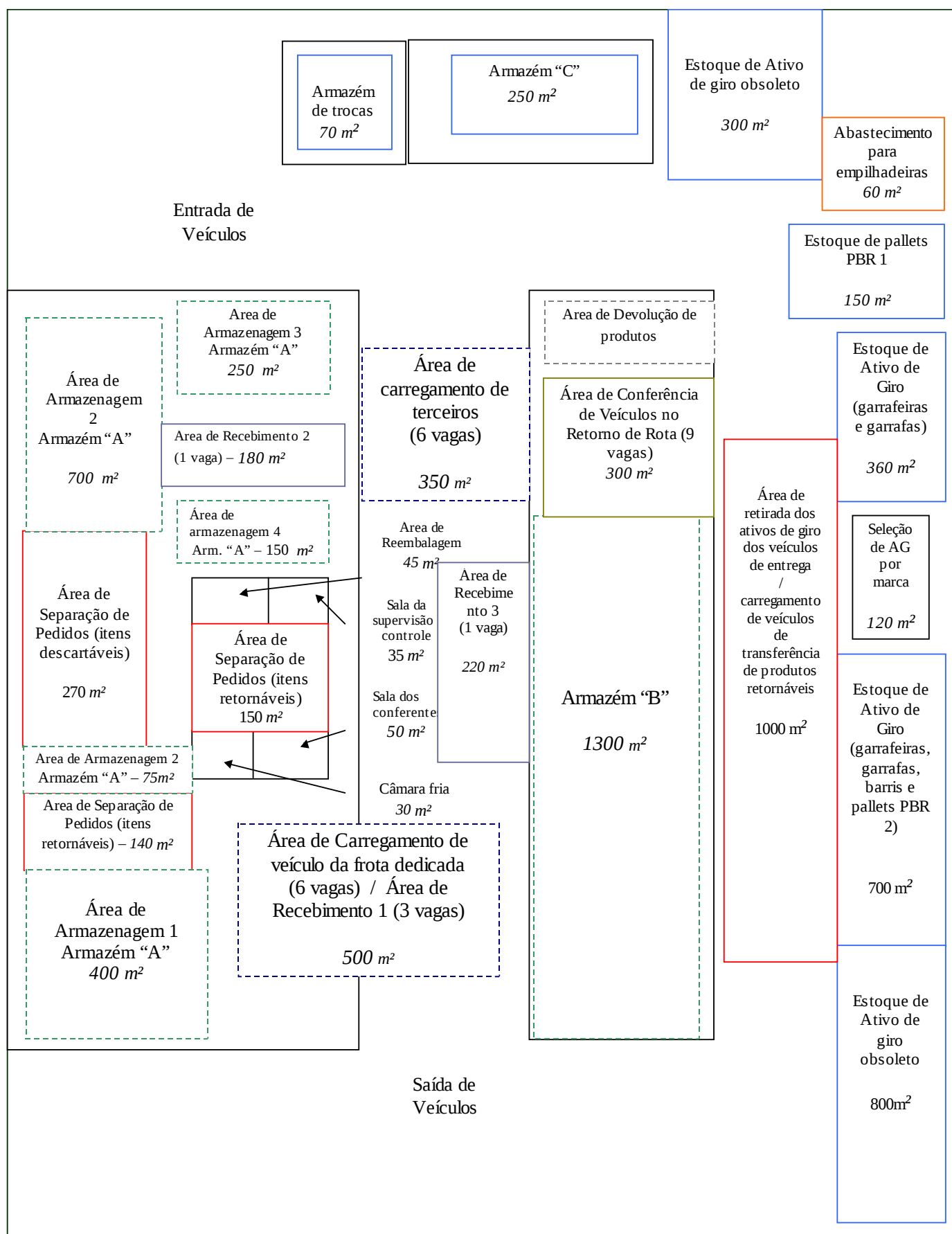


Figura 4.4 Representação do arranjo atual armazém (Fonte: O Autor)

Neste momento iremos focar nas principais atividades do armazém:

Armazenagem: Conforme havíamos comentado, não existe critério para endereçamento do estoque, portanto não há áreas estabelecidas para cada tipo, marca ou giro de produto, exceto a área de armazenagem 1 na qual 5 itens retornáveis de alto giro são acomodados fixamente. Atualmente a área destinada ao armazenamento é de aproximadamente 3125 m² que correspondem a uma capacidade de 4500 posições de pallets de produto acabado distribuídas entre os armazéns “A”, “B” e “C”, utilizando-se a altura de 2 pallets. Com relação aos ativos de giro utilizados têm-se uma área de aproximadamente 1200 m² localizada próxima ao armazém “B”, percebemos que próximo ao estoque de AG em uso existe um espaço de 1100 m² utilizado com ativos de giro obsoletos;

Separação: As áreas de separação ocupam uma área total de 560 m² divididos em três partes, sendo a maior de produtos descartáveis (270 m²) e as demais de produtos retornáveis (140 m² e 150 m²). Conforme já citado utiliza-se o conceito de picking por zona (separação por tipo de produto) e por lote de pedidos (cada ajudante recebe vários pedidos).

Recebimento: As áreas de recebimento estão divididas em três partes totalizando 900 m². Como se pode observar, a área de recebimento 1 está localizada no mesmo espaço referente ao carregamento da frota dedicada, isso é possível pois 90% do carregamento dos veículos de entrega ocorre no período da madrugada;

Carregamento (ou expedição): As áreas de carregamento estão divididas em duas partes, de acordo com o tipo de veículo a ser carregado, mais próximo à área de armazenagem 1 está localizado o carregamento da frota dedicada. Já do outro lado, mais próximo à área de retorno de rota está localizada a área de carregamento dos veículos de terceiros. O espaço total para o carregamento ocupa 850 m²;

Retorno de Rota: O espaço destinado à conferência dos veículos que retornam da rota totaliza 300 m² e está situada em área coberta no armazém “B”. A área destinada ao descarregamento dos veículos encontra-se entre o armazém “B” e o estoque de ativos de giro ocupando um espaço total de 1000 m².

Espaço Necessário:

Neste tópico iremos concentrar as análises nas atividades cujas áreas disponíveis estão abaixo da necessidade, uma vez que não existe nenhuma atividade com espaço ocioso. Essas informações foram obtidas através de observações in loco, registros internos e entrevistas

informais com os colaboradores. Avaliamos as áreas de armazenagem e separação como críticas:

Armazenagem: Conforme histórico registrado em arquivos eletrônicos da empresa, o número de pallets armazenados já chegou a picos de 4800 pallets (Dez/2008), gerando um excedente na capacidade de armazenagem atual de 300 pallets (6 %). Considerando a taxa de crescimento de volume dos últimos 2 anos de 2% em média, avaliamos que o espaço para armazenagem deve comportar no mínimo 5100 pallets para que nos próximo 3 anos não haja estouro de capacidade. Analisando a distribuição do estoque nos meses de pico pelo giro observamos que em média 3000 pallets eram de produtos de alto giro, 1500 pallets de produtos de médio giro e 300 pallets de produtos de baixo giro. Para atender a necessidade de incremento será preciso aumentar a área de armazenagem em aproximadamente 225 m², também é possível ampliar essa capacidade utilizando melhor o espaço vertical;

Separação de Pedidos: De acordo com observações realizadas durante a operação, tanto as áreas de separação de produtos retornáveis quanto descartáveis necessitam de reposição de produtos ao longo da operação, gerando constantes gargalos. Pelos registros de venda observamos que em média 400 pallets são montados por dia, sendo 200 de itens descartáveis e 200 de retornáveis. No entanto, de acordo com o arranjo atual os produtos disponíveis nessas áreas são insuficientes. No caso dos retornáveis se faz necessário um incremento de uma área que comporte mais 70 pallets, ajustando o quantitativo das áreas de separação à demanda diária. Com relação aos itens descartáveis observamos que não houve nenhum estudo para a quantidade de cada tipo de embalagem e que existem muitos produtos de baixo giro ocupando espaços muito superiores às respectivas demandas.

Diagrama de Inter Relação entre Espaços:

Como já apresentamos as relações entre áreas e atividades e já consideramos as restrições de espaço através da representação do armazém mostrada na figura 4.3, não se faz necessário o uso do diagrama de inter relações entre espaços. De fato já temos um arranjo inicial a partir do qual ajustes e mudanças podem ser executados visando melhorias e nesse momento já temos a base de informações necessárias para tal;

Considerações de Mudanças e Limitações Práticas:

A principal limitação identificada no estudo de caso foi a impossibilidade da organização dispor qualquer recurso financeiro para implementação de eventuais mudanças

no arranjo físico. Diante do exposto, restringiremos as alternativas de mudanças de maneira a não exigir investimentos financeiros.

Tomaremos com base o layout atual, já representado na figura 4.3. As modificações propostas serão listadas a seguir:

- Orientar endereçamento do estoque pelo giro dos produtos e não aleatoriamente: Essa mudança visa aproximar os itens de maior giro às áreas de expedição, separação e recebimento. Conforme vimos na carta “de para”, a movimentação entre os produtos de maior giro e essas áreas é bastante intenso, aproximando os mesmos reduziremos consideravelmente as distâncias percorridas;
- Remover estoques de itens obsoletos: Como se observa, existe uma área de 1100 m² comprometida com itens obsoletos. Com a remoção desse material será possível liberar uma área maior para a armazenagem dos ativos de giro, e também da área de conferência dos veículos;
- Posicionar a área de conferência de ativos de veículos na área externa ao armazém “B”: Com essa mudança será possível liberar uma área correspondente a 240 m² para armazenagem de produtos;
- Agrupar o estoque de latas de alto giro: Essa modificação permite uma melhor utilização do espaço vertical, já que para esses itens é possível utilizar o empilhamento piramidal, ver figura 4.5. Como o estoque de latas chega a 1000 pallets dependendo da sazonalidade, é possível obter um ganho de 250 posições de pallets, uma vez que a cada 4 pallets empilhados ganha-se mais 1 pallet de capacidade conforme ilustração.

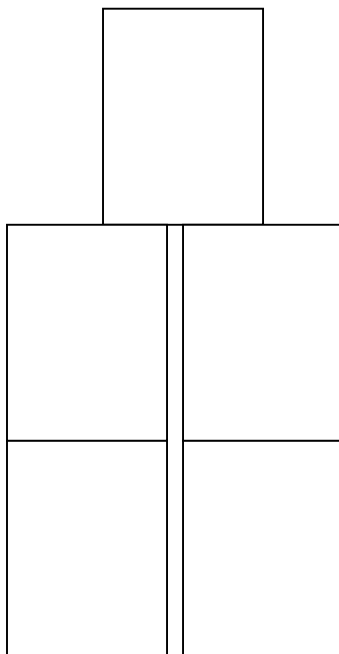


Figura 4.5: Armazenagem piramidal (Fonte: O Autor)

- Implantação de um picking secundário de itens descartáveis: O objetivo dessa modificação é eliminar a perda de espaço no picking principal referente a produtos de giro muito baixo cuja movimentação é mínima. O local para essa área é entre o picking atual de descartáveis e a área de separação localizada próxima às salas de conferência e de supervisão/controle;
- Ampliação da área de picking de retornáveis: Como foi verificado através de relatórios de venda e durante observações realizadas será necessária uma ampliação da área de retornáveis. A modificação proposta é eliminar a área de armazenagem 2, ampliando a área de separação localizada ao seu lado;
- Modificação do método de trabalho na separação: Um dos problemas identificados na operação foi o acúmulo de pallets montados na área de *picking* de descartáveis. A solução imediata seria a ampliação dessa área, contudo verificamos que o método utilizado atualmente, o *picking* por lote, ocasiona esse acúmulo e também o desbalanceamento entre as atividades de *picking* e carregamento. Isso ocorre pois quando cada ajudante é responsável por diversos pedidos (veículos), o tempo de intervalo entre preparação dos pallets e o carregamento dos mesmos aumenta causando esse problema. A solução

consiste em modificar o processo para *picking* discreto, onde cada ajudante é responsável por apenas um pedido (ou pallet) a ser montado por vez. Não é uma mudança de layout, mas que influencia diretamente as questões do espaço e fluxo por isso decidimos listá-la.

Seleção de Alternativas:

Devido ao fato de restringirmos as opções de mudança àquelas que não representam custo para implementação e de não haver nenhum tipo perda ou incompatibilidade pelas alternativas de modificações citadas anteriormente, a proposta para o novo layout irá contemplar essas alternativas. A figura 4.6 representa o novo arranjo proposto:

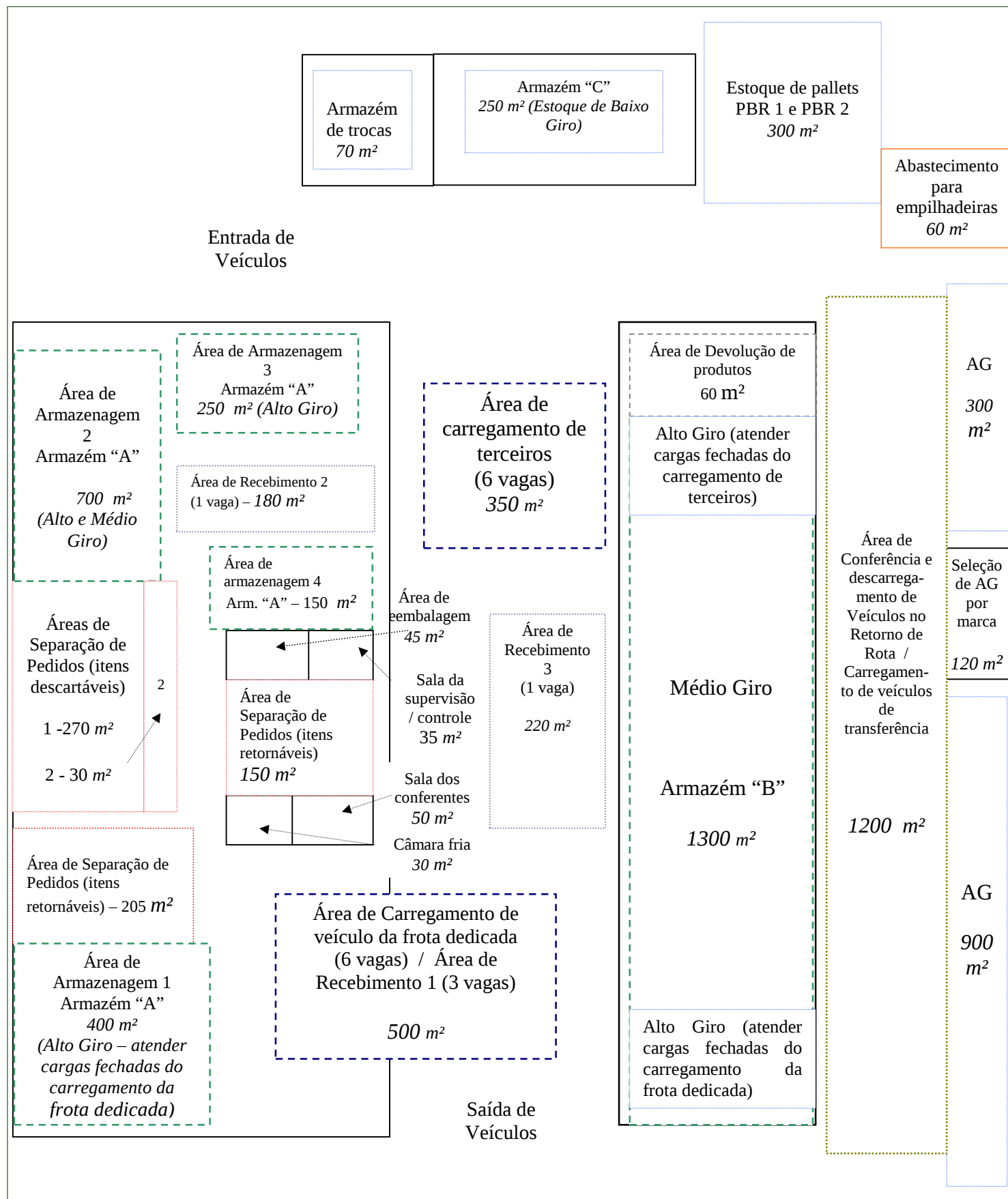


Figura 4.6: Representação da proposta para o novo arranjo do armazém (Fonte: O Autor)

4.2 Resultados Previstos

Nesta seção, buscamos comparar alguns indicadores relacionados ao antigo layout com resultados previstos do novo modelo. Analisando o antigo arranjo e o atual, percebemos que houve ganho sob os aspectos de eficiência no fluxo dos materiais; utilização dos espaços e segurança. A seguir trataremos cada um:

Eficiência no Fluxo de Materiais:

Com a orientação para o endereçamento dos produtos conforme o giro, têm-se uma redução significativa nas distâncias percorridas. No arranjo atual utiliza-se o endereçamento aleatório, no entanto avaliamos as distâncias conforme a disposição do estoque nos dias das observações. A medição foi feita de forma aproximada, no entanto é possível observarmos os ganhos obtidos através da tabela 4.4:

ATIVIDADE	Nº DE VIAGENS	DISTÂNCIA ENTRE OS CENTROS (m)		DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)		REDUÇÃO (m)
		ATUAL	PROPOSTO	ATUAL	PROPOSTO	PROPOSTO
RECEBIMENTO DE ITENS DE ALTO GIRO	850	39	33	66300	56100	10200
RECEBIMENTO DE ITENS DE MÉDIO GIRO	200	45	38	18000	15200	2800
RECEBIMENTO DE ITENS DE BAIXO GIRO	80	25	50	4000	8000	-4000
REABASTECIMENTO DO PICKING COM ITENS DE ALTO GIRO	240	42	25	20160	12000	8160
REABASTECIMENTO DO PICKING COM ITENS DE MÉDIO GIRO	120	48	35	11520	8400	3120
REABASTECIMENTO DO PICKING COM ITENS DE BAIXO GIRO	40	20	45	1600	3600	-2000
CARREGAMENTO DE PALLETS MISTOS	400	40	40	32000	32000	0
CARREGAMENTO DE PALLETS FECHADOS ALTO GIRO	330	38	25	25080	16500	8580
CARREGAMENTO DE PALLETS FECHADOS MÉDIO GIRO	70	47	36	6580	5040	1540
		TOTAL (m)		185240	156840	28400

Tabela 4.4: Cálculo aproximado das distâncias percorridas (Fonte: O Autor)

Pela tabela podemos perceber que cada metro aproximado ou afastado entre os centros relacionados às atividades resulta na diminuição ou aumento de 2 metros percorridos uma vez que a empilhadeira faz o percurso de ida e volta. Observamos também que os maiores ganhos estão relacionados aos itens de maior giro em função do grande número de movimentações realizadas, compensando totalmente a perda pelo afastamento dos produtos de menor giro. Pelo cálculo realizado o ganho obtido pode chegar a aproximadamente 28,4 km percorridos por dia, que representam uma redução de 15,4% frente ao cenário atual.

As modificações relacionadas à área de separação também apresentam um ganho na eficiência do fluxo dos materiais:

- Criação de *picking* de Descartáveis Secundário: Com a criação dessa área será possível evitar a necessidade de reposições de produtos durante a operação, uma vez que as posições antes ocupadas por produtos de baixo giro serão preenchidas pelos itens anteriormente insuficientes, evitando gargalos entre separação e expedição;
- Ampliação da área de *picking* de retornáveis: Essa mudança irá evitar que o operador de empilhadeira tenha que pausar o carregamento por diversas vezes ao longo da noite para reabastecimento dos itens faltantes, agilizando o processo de expedição;
- Modificação no método de separação: Conforme já explicado, com a alteração do método de *picking* por lote para *picking* discreto evitaremos gargalos decorrentes do desbalanceamento entre as operações de separação e expedição. Também não haverá obstrução causada por pallets montados à espera da expedição uma vez que o intervalo de tempo entre separação e expedição irá reduzir.

Utilização dos Espaços:

Através da remoção dos itens obsoletos localizados próximo à área de estoque de ativos de giro será possível transferir a atividade de conferência de retorno de rota localizada atualmente em área coberta para uma área externa, liberando o equivalente a 240 m² para armazenagem de produtos, aumentando a capacidade do armazém em aproximadamente 320 pallets. Além disso cerca de 1100 m² deixarão de ser ocupados com itens imobilizados e passarão a se tornar área útil uma vez que estarão ocupados com ativos de giro;

Já o agrupamento das latas de alto giro irá permitir o empilhamento piramidal, conforme explicado no item anterior. Essa mudança trará um ganho na capacidade de armazenagem de até 250 pallets, uma vez que o estoque de alto giro composto por latas chegam a superar 1000 pallets.

Segurança:

Conforme foi exposto no capítulo 2, a atividade de separação de pedidos é caracterizada por deter boa parte da mão-de-obra de um armazém, não diferente é o caso da empresa estudada cuja área de picking é densamente ocupada por ajudantes durante o processo de separação. Frequentemente ocorre o trânsito de empilhadeiras removendo pallets montados e trazendo produtos que estão faltando, como o espaço se torna pequeno devido ao número de pessoas, pallets montados e empilhadeiras, aumenta-se o risco de acidentes. Com as mudanças propostas para o aumento da área de picking de retornáveis, a divisão do picking de descartáveis em duas áreas e a mudança no método de trabalho espera-se que a frequência do trânsito de empilhadeiras nesses setores seja menor, oferecendo menos riscos às pessoas envolvidas no processo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto constituiu um trabalho de graduação no curso de Engenharia de Produção e foi elaborado individualmente pelo estudante sob orientação, cuja temática aborda assuntos relacionados ao curso.

O desenvolvimento da monografia possibilitou um notável enriquecimento curricular do autor, permitindo um valioso aprendizado por meio da associação realizada entre a teoria e a prática.

O trabalho desenvolveu o planejamento do arranjo físico em uma grande empresa de bebidas através de um estudo de caso, a partir do qual foi possível apresentar uma nova proposta de layout e os ganhos previstos para a organização, no caso da implementação frente à situação atual.

Através dos ganhos esperados com a implantação de um novo arranjo pela empresa estudada foi possível constatar as afirmações iniciais referentes à importância do planejamento do layout para o alcance de melhores níveis de produtividade, proporcionando às organizações maior eficiência e conseqüente aumento na competitividade diante do atual cenário de globalização.

É importante ressaltar que através de uma metodologia de planejamento simples é possível conseguir bons resultados com ajustes no arranjo físico. Também é relevante expor que com pouco ou nenhum investimento pode-se chegar a resultados bastante expressivos, obtendo-se aumento de produtividade, eficiência e segurança.

O método SLP (*Layout System Planing*), desenvolvido em 1961 por Muther é largamente utilizado no desenvolvimento de arranjos físicos, mesmo sendo antigo preserva a eficiência e simplicidade. Além disso, seu uso não é restrito ao planejamento de instalações fabris, apresentando bom desempenho na aplicação em outros tipos de atividades.

Abaixo seguem sugestões para trabalhos futuros:

- a) Estudar a metodologia SLP apresentada nesse trabalho e aplicá-la em organizações que apresentem dificuldades semelhantes à empresa estudada não somente do ramo de bebidas.
- b) Definir indicadores de desempenho que permitam uma melhor análise para os resultados entre as opções de arranjo;
- c) Combinar análises multicriteriais no apoio à decisão do arranjo a ser selecionado em instalações não fabris;

- d) Estudar a viabilidade para aplicação de técnicas de arranjo físico por computador na área de armazenagem.

REFERÊNCIAS

ALVES, Pedro Leonardo de Lacerda. **Implantação de Tecnologias de automação de Depósitos: Um Estudo de Casos**. 173 p. Dissertação (Mestrado em Administração - COPPEAD) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

ARNOLD, J.R. Tony. **Administração de Materiais**. São Paulo, Editora Altas, 1999.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física**. São Paulo, Editora Atlas, 1993.

BANZATO, Eduardo. **Warehouse Management System WMS: Sistema de Gerenciamento de Armazéns**. São Paulo, IMAM, 1998.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **O uso do estudo de caso como instrumento para o ensino de Gestão da Qualidade**. Material didático para o curso de MBA em Gestão Hoteleira. Recife: UFPE/SENAC-PE, 2000. (material não publicado).

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo, Atlas, 2001.

CALAZANS, Fabíola. **Centro de Distribuição**. Análise Setorial Gazeta Mercantil: Agosto, 2001.

CAMAROTTO, João Alberto. **Estudo das Relações Entre o Projeto de Edifícios Industriais e a Gestão da Produção**. Dissertação (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo, 1998.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à Administração de Materiais**. Rio de Janeiro, Makron, 1991.

COSTA, Adriano José da. **Otimização do Layout de Produção de um Processo de Pintura de Ônibus**. Porto Alegre, 2004. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), PPGEP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CURY, Antônio. **Organização e Métodos: Uma Visão Holística**. São Paulo, Editora Atlas, 1995.

DIAS, Marco Aurelio P. **Administracao de materiais: Uma abordagem logistica**. 4. ed. Sao paulo: Atlas, 1996.

LIMA, Maurício. Armazenagem: **Considerações sobre a Atividade de Picking**. CEL – Centro de Estudos em Logística da COPPEAD/UFRJ. 2002. Disponível: <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-public.htm> [acessado em 25/04/2009]

LIMA, Rachel Fanti Coelho: **Procedimento para Avaliação do Desempenho Operacional de Centros de Distribuição** – 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) –Instituto Militar de Engenharia, 2004.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1996.

MOURA, Reinaldo A., **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**, São Paulo, IMAM, 1993.

MOURA: Reynaldo A., **Armazenagem e Distribuição Física**, São Paulo: IMAM, 1997.

MOURA, Reinaldo A., **Check sua Logística Interna**. São Paulo: IMAM, 1998.

MUTHER, Richard. **Planejamento do layout: Sistema slp**. 1. ed. São paulo: Edgard Blücher, 1978.

RODRIGUES, Alexandre Medeiros. **Estratégias de Picking na Armazenagem**. CEL – Centro de Estudos em Logística da COPPEAD/UFRJ. 1999. Disponível: <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-public.htm> [acessado em 25/04/2009]

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. 2. ed São Paulo: Atlas, 2002.

TRIGUEIRO, Fernando Guilhobel Rosas. **Administração de Materias**: um enfoque prático. 3. ed. Recife: Bagaço, 1996.

VIANA, João José. **Administração de Materiais**: Um Enfoque Prático. São Paulo: Atlas, 2000.

VIEIRA, Augusto César Gadelha. **Manual de Layout (Arranjo Físico)**. Rio de Janeiro, CNI, 1983.

TOMPKINS, J. A.. WHITE, J. A.; BOZER, Y. A. et al. **Facilities Planing**. 2 ed. New York, John Wiley, 1996.

TORTORELLA, G. L.. **Sistemática Para Orientação de Planejamento do Layout com o Apoio de Análise de Decisão Multicritério**. Porto Alegre, 2006. 95p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), PPGEPP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul..

TREIN, F. A.. **Análise e Melhoria de Layout de Processo na Indústria de Beneficiamento de Couro.** Porto Alegre, 2001. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), PPGEPP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.