

SISTEMAS E TÉCNICAS DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS: UM ENFOQUE NO ARRANJO DE LAYOUT DE ESTOQUE APLICADO A UMA MONTADORA DE COMPUTADORES

Cristina Pereira Medeiros (UESC)

cris_eps@hotmail.com

Marcus Vinicius Lemos da Silva (UESC)

marcus.lsilva@gmail.com

Agnaldo Freire (UESC)

agnaldo@astersis.com.br

Renato Reis Monteiro (UESC)

renato_5276@yahoo.com.br



O estudo consiste no levantamento bibliográfico dos principais fatores que influenciam na determinação do endereçamento e layout de estoques com o objetivo de comparar o layout atual do estoque de uma montadora de computadores com os layouts propostos fundamentados em metodologias científicas. Foram analisadas as características físicas dos materiais a fim de armazenar os itens em famílias conforme similaridades qualitativas. O endereçamento proposto consiste na criação de Prédios, Níveis e Apartamentos associados às estruturas de armazenamento cuja distribuição dos itens é feita mediante Classificação ABC. É sugerido que os itens tenham um endereço preferencial, baseando-se na combinação dos endereçamentos de posição fixa e variável. O fluxo dos produtos é determinado segundo proposto por Alvarenga (2000) baseado no critério do número médio de movimentações em um dado período. Foram propostos três arranjos de layout, visando a otimização do espaço físico e do fluxo de materiais. Os layouts foram analisados mediante determinação de critérios e atribuição de pesos a cada um considerando o terceiro modelo proposto a melhor alternativa de layout, que proporcionou aumento de 23,4 m³ na capacidade de armazenamento e redução de 29,51% na movimentação de materiais. A partir desta análise, conclui-se que o layout atual do estoque apresenta configuração insatisfatória de armazenagem e movimentação de materiais e que a fundamentação científica proporcionou melhorias relevantes à estocagem dos materiais.

Palavras-chaves: layout; movimentação; armazenagem; endereçamento.

1. Introdução

A competitividade crescente entre as empresas determina que estas respondam de maneira rápida e eficaz às solicitações do mercado que atua. É necessário que as empresas disponham de sistemas e técnicas eficientes de movimentação e armazenagem de materiais de maneira a garantir agilidade na separação de pedidos e distribuição de produtos de maneira segura.

Uma gestão de estoques adequada à política empregada pela empresa proporciona resultados satisfatórios para o processo de controle de materiais, principalmente nas áreas diretamente relacionadas à administração de materiais, como: compras, recebimento, controle de qualidade e controle dos estoques.

O desconhecimento de técnicas de gestão de estoques implica na falta de materiais para produção, atraso de pedidos e conseqüentemente insatisfação dos clientes.

A utilização da identificação de mercadorias por código e técnicas de gestão que definem o planejamento de estoque deve ser analisada no sistema de armazenamento e movimentação de materiais. Estas análises garantem posição estratégica às empresas que podem se antecipar ao mercado e responder a ele de maneira rápida a partir da eficiente Administração de Materiais.

O objetivo geral deste trabalho é comparar o desempenho de um *layout* de estoque real determinado sem fundamentação científica com *layouts* de estoque propostos a partir da aplicação de métodos científicos, verificando os impactos na movimentação de materiais, utilização do espaço físico e na armazenagem de materiais.

2. Metodologia

O estudo consiste no levantamento bibliográfico dos principais fatores que influenciam na determinação do endereçamento e *layout* de estoques para que possam ser aplicados no estudo. Para aplicação desses conceitos, foram elaboradas listas de verificações aplicadas ao estoque, a fim de fazer o levantamento da situação atual e dos itens armazenados.

Foi feita uma pesquisa documental gerada pelo sistema SAP da empresa, pelo qual foi possível obter o inventário físico do estoque correspondente aos meses de Janeiro a Agosto de 2010 para obtenção da curva ABC.

Para a determinação do *layout* do estoque foram feitas medições do espaço físico do estoque, identificando a localização de todos os obstáculos, áreas de recebimento, separação, estocagem e expedição, definindo o sistema de localização de estoques e a avaliação das alternativas. A determinação da alocação nos itens nas estruturas de armazenamento segue metodologia sugerida por Alvarenga (2000) e classificação ABC.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 A logística e a Gestão de armazenagem

Segundo Moura (1998, p. 51), “a logística consiste em fazer chegar à quantidade certa das mercadorias certas, no ponto certo, nas condições certas e ao mínimo custo”.

O armazenamento é definido, segundo Gaither e Frazier (2006, p. 442), como: “a administração de materiais enquanto eles ainda estão armazenados. Inclui as atividades de armazenamento, distribuição, pedido e contabilidade de todos os materiais e produtos acabados desde o início até o final do processo de produção”.

Os materiais são arranjados na distribuição física, definida por (BALLOU, 1993, p. 40) como:
[...] o ramo da logística empresarial que trata de movimentação, estocagem e processamento de pedidos dos produtos finais da firma. Costuma ser a atividade mais importante em termos de custo para a maioria das empresas, pois absorve cerca de dois terços dos fluxos logísticos.

Segundo Bowersox et al (2007) os projetos de depósitos devem permitir a movimentação de produtos em linha reta, para que esta atividade ocorra de maneira rápida e fácil.

3.2 Estruturas físicas de armazenagem

Segundo Moura (2008), os paletes são usualmente uma plataforma para apoio e

acondicionamento de carga que possui dimensões definidas e dispositivos de apoio de empilhadeira. Eles podem ser de madeira, metais, papelão e fibra, plástico, borracha, aglomerado, fibra de vidro, entre outros.

A utilização dos porta-paletes é ideal para armazenagem seletiva e eficiente para verticalização a grandes alturas. Estas estruturas tem como vantagens a alta seletividade, alta velocidade de operação e baixo custo e aproveitamento do espaçamento variável nas prateleiras, pois a sua montagem é feita por encaixe, possibilitando que os itens sejam armazenados mediante utilidade máxima.

3.3 Equipamentos de movimentação

Os equipamentos de movimentação agilizam o fluxo de materiais dentro do armazém e garantem maior segurança ao operador que transporta a carga, bem como reduz os danos sofridos pela carga. O equipamento mais utilizado para movimentação de carga, descarga e movimentação interna do armazém é a empilhadeira.

Segundo Ballou (1993), empilhadeiras são meios mecânicos para mover materiais cuja operação manual seria muito lenta ou cansativa devido ao peso. Este equipamento é comumente utilizado por sua agilidade e eficiência de carregamento e transporte em alturas variadas.

Variações normais das empilhadeiras dizem respeito à capacidade de carga, a altura máxima de elevação, sua forma de operação (manual ou motorizada) e sua velocidade.

As empilhadeiras manuais (de tração manual e elétrica) destinam-se a operações de baixo volume e de pequenas alturas.

Alguns exemplos de empilhadeiras são mostrados no Quadro 1.

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

Fonte: SIMAQ

Quadro 1- Exemplo de Empilhadeiras

3.4 Corredores

Os corredores são definidos como caminhos de passagem dentro e entre as áreas de estocagem e expedição. O arranjo físico e o dimensionamento dos corredores são fatores importantes para obtenção da máxima eficiência do armazém (MOURA, 1998).

3.5 Localização no estoque

Os itens podem ser alocados no estoque em sistemas de endereços fixos e variáveis.

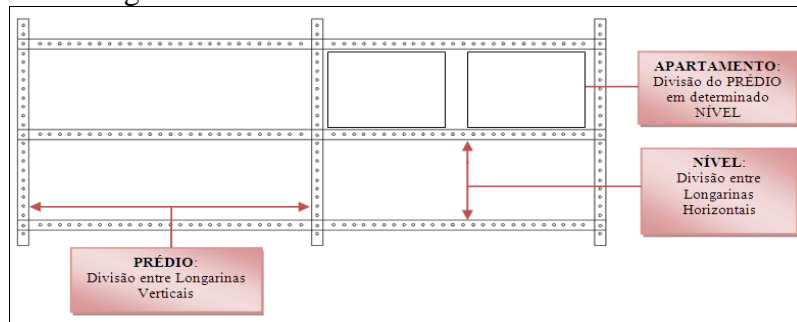
O Sistema de endereços fixos designa uma determinada localização para cada produto, ou para alguns produtos. A principal desvantagem deste método é que ele pode gerar espaços ociosos.

O Sistema de endereços variáveis foi desenvolvido para suprir as deficiências do sistema de endereços fixos. Um mesmo item pode ficar armazenado em diferentes endereços dentro do armazém. Este sistema garante a diminuição de espaços ociosos, porém pode aumentar os percursos necessários para montagem de um pedido. Este método é mais popular em sistemas de manuseio e armazenagem automatizados, que exigem um mínimo de mão-de-obra (BALLOU, 1993).

3.6 Endereçamento das prateleiras

O endereçamento de estruturas físicas de armazenamento deve ser feito de maneira a delimitar a estrutura física de acordo com o espaço entre as longarinas horizontais e verticais, conforme

pode ser observado na Figura 1.



Fonte: Adaptado Protheus 10: WMS

Figura 1 - Determinação de Prédio, Nível e Apartamento no modelo proposto

3.7 Arranjo de prateleira

O modelo de arranjo de prateleiras proposto por Alvarenga (2000) descreve que o método mais simples de alocar os itens nas prateleiras é baseado no critério do número médio de movimentações em um dado período.

Para que o modelo proposto de arranjo de prateleira utilizado como variável no endereçamento de estoques seja eficiente, é necessário que ele preveja crescimento ou variação de demanda. Sendo assim, para a determinação do volume total de cada item deve ser acrescentado um fator de segurança que pode variar de 10 % a 50 %.

3.8 Curva ABC

De acordo com Ballou (1993), o princípio da Curva ABC ou 80-20 foi observado por Vilfredo Pareto na Itália em 1987 em um estudo de renda e riqueza. Ele notou que uma grande porcentagem da renda total (80%) concentrava-se nas mãos de uma pequena parcela da população (20%), daí o nome curva 80-20. Desde então o princípio encontrou larga aplicação na administração de empresas.

De maneira análoga, o conceito da Curva ABC (Custeio Baseado em Atividades) parte do princípio que uma pequena parcela de itens corresponde a uma grande parte do percentual do estoque.

Pode-se aplicar a Curva ABC na análise de Problemas de Movimentação e Armazenagem de Materiais, para atingir dois objetivos (MOURA, 1998): Na armazenagem, para estudar a localização de materiais em estoque; na movimentação, para determinar as peças mais importantes e/ou fluxos principais.

4. Resultados e Discussões

4.1 Caracterização da Empresa

Trata-se de uma Montadora de computadores pessoais, servidores e notebooks. Atualmente o estoque possui cerca de 500 itens compostos basicamente de matéria-prima e material de embalagem.

O galpão onde a fábrica está instalada dispõe de uma área de 1053,45 m², sendo que 467,30 m² correspondem ao estoque.

Ele dispõe de uma divisão em seu interior denominado de estoque auxiliar, no qual são armazenados itens pequenos ou em pequenas quantidades. Há também um segundo nível no prédio, onde está localizada a tampografia, local destinado para a impressão da logomarca da Empresa. O acesso a tampografia é realizado pelas escadas ao lado do setor destinado ao Retorno de Mercadoria Avariada (RMA).

Para a armazenagem dos materiais, o estoque dispõe de 4 porta-paletes (com 3 níveis), 4 estantes (com 3 níveis), cerca de 100 paletes e 2 transpaleteiras. A largura dos corredores na configuração atual é aproximadamente 2 m. No estoque auxiliar estão disponíveis 9 estantes

(com 6 níveis) para armazenamento.

Foram identificadas barreiras físicas (vigas e pilares) na área de armazenagem fazendo com que o espaço seja subutilizado, impedindo que o armazenamento seja totalmente verticalizado.

4.2 Análise das características físicas dos produtos

A caracterização de cada item foi feita mediante elaboração de uma lista de verificação (LV) aplicada ao estoque a fim de levantar características físicas e giros de estoque.

Para determinar o volume total dos itens em um dado período é necessário que este volume represente o consumo mensal do item e represente também variações de demanda. Sendo assim, para a determinação do volume total de cada item será acrescentado um fator de segurança igual a 1,1% (10% de aumento no volume) conforme recomendação de ALVARENGA (2000).

A eq. (1) se refere ao volume utilizado no cálculo do volume ocupado pelos itens em um dado período.

$$V_t = V_u \times C_{mm} \times I_s \quad (1)$$

Onde:

V_t = Volume Total de cada item

V_u = Volume unitário de cada item

C_{mm} = Consumo médio mensal

I_s = Fator de segurança (igual a 1,1%)

4.3 Classificação ABC dos produtos

A técnica da curva ABC foi utilizada para identificar os itens de maior importância, buscando determinar uma melhor distribuição dos itens no estoque. No estudo em questão, buscou-se identificar os itens que correspondem a 85% do valor total dos itens. A Figura 2 representa a Curva ABC característica do estoque estudado, obtido a partir da Planilha de Cálculo Excel e o Quadro 2 resume as porcentagens obtidas a partir do gráfico.

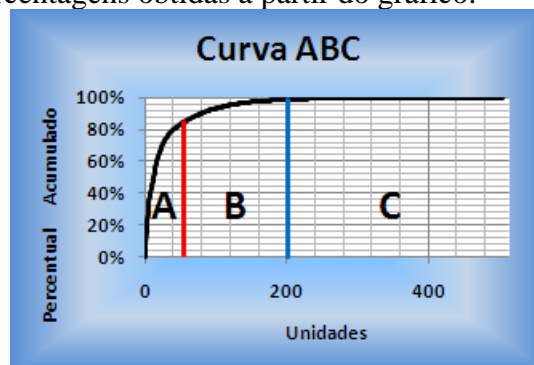


Figura 2 - Curva ABC

Categoria	Percentual	Quantidade de itens	% valor
A	11%	56	84,87%
B	29%	146	13,82%
C	60%	303	1,31%
Total	100%	505	100,00%

Quadro 2 – Resumo da Classificação ABC

Com base no percentual escolhido como objeto de estudo, a análise ABC caracterizou 11% dos itens estudados com classificação A, 29% com classificação B e 60% com classificação C.

4.4 Endereçamento das prateleiras

O estudo do *layout* irá considerar como variáveis os itens mantidos em estoque, o giro e as perspectivas futuras.

Para identificação e localização dos produtos será utilizada a nomeação de Prédios (Pn), Níveis e Apartamentos. A localização de Ruas foi desconsiderada por se tratar de um estoque de pequeno porte.

Todos os prédios localizados do lado direito serão identificados por números ímpares e os do lado esquerdo por números pares.

Cada nível do prédio será identificado por números, sendo que o nível mais baixo terá referência 0 (como se fosse o andar térreo de um prédio), o “1º andar” com referência 1, o 2º com referência 2 e assim sucessivamente. Cada nível conterá 2 apartamentos (que correspondem a divisão do prédio em determinado nível) que também serão identificados por números.

O código alfanumérico que representará a localização será composto por 4 dígitos, conforme Figura 3. A figura 4 representa a divisão dos prédios em níveis e apartamentos.

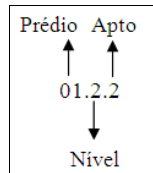


Figura 3 - Código numérico para endereçamento

01.2.1	01.2.2	03.2.1	03.2.2
01.1.1	01.1.2	03.1.1	03.1.2
01.0.1	01.0.2	03.0.1	03.0.2

Figura 4 - Endereçamento dos Prédios.

4.5 Aplicação da Curva ABC para determinação da distribuição dos itens nas estruturas de armazenamento

A Curva ABC classifica os itens quanto ao seu valor de consumo em um determinado período, não levando em consideração as características físicas de cada produto. Por este motivo, além da classificação ABC do estudo em questão foi realizada uma análise auxiliar que visou classificar qualitativamente os itens em famílias (grupos) de itens de acordo com similaridades apresentadas. O Quadro 3 apresenta as famílias sugeridas, os itens de cada uma e as características consideradas para o agrupamento deles.

Família	Característica Avaliada	Itens
I	Podem ser alocados em Porta-Paletes ou empilhados sobre paletes	Caixas, Monitores, Gabinetes, Material de Notebook
II	Dimensões e similaridade de embalagens	Disco Rígido, Fontes de Alimentação, Drives, Processadores, Cooler
III	Itens com componentes pequenos integrados	Placa Mãe, Placa Mãe Server

IV	Itens pequenos	Memória, Placas, licença de uso de software (CDs), entre outros
V	Embalagem	Calços
VI	Geralmente na Tampografia	Teclado, Mouse, Cabos de Força, Caixa de Som
VII	Revenda	Diversos

Quadro 1 - Famílias sugeridas para o endereçamento

Cada família foi analisada individualmente segundo a curva ABC de maneira que os itens de maior consumo sejam alocados nos níveis mais baixos das prateleiras. Assim, os itens de classificação A serão dispostos preferencialmente no nível 0, os itens de classificação B no nível 1, e os itens de classificação C no nível 2.

Os itens de classificação A irão ocupar variações de espaços horizontais e os itens de classificação C variações de espaços verticais. A determinação do prédio será feita de acordo ao fluxo de produtos.

4.6 Aplicação da Curva ABC para determinação do fluxo de produtos

Os itens de maior classificação ABC serão alocados mais próximos de suas saídas e esta configuração será a base para a construção dos *layouts* sugeridos. O arranjo de prateleiras proposto por Alvarenga (2000) determinará o fluxo entre os prédios de maneira a proporcionar a menor distância percorrida.

4.7 Layout do estoque

Após o endereçamento das prateleiras é necessário distribuir os itens armazenados no estoque garantindo a mínima distância percorrida, obediência ao fluxo operacional, segurança, flexibilidade e a integração entre eles.

Para determinar a distância percorrida pelos itens, foi calculada a matriz de distância (em metros) do *layout* atual que corresponde às distâncias médias entre os pontos analisados. O arranjo do estoque e seu fluxo são mostrados no APENDICE A, cujas linhas não representam as trajetórias reais e sim os pontos iniciais, intermediários e finais.

O fluxo dos itens no armazém será baseado nas movimentações necessárias para montagem e embalagem de um lote de computadores, cujos componentes necessários são mostrados no Quadro 4.

Componentes básicos para montagem do computador	Componentes usados na preparação do KIT	Componentes usados na embalagem
Gabinete, Fonte, Placa Mãe, Memória, Placas, Cabos*, Parafusos*, Drives	Mouse, teclado, Mouse Pad, Cabo de força, CD	Saco, Calço, Caixa

*estes itens encontram-se na produção

Quadro 2 - Componentes básicos para montagem e embalagem de um computador

4.7.1 Layout atual

O *layout* atual do armazém não possui uma sequência lógica de armazenagem, seguindo o método de posições variáveis para alocar os itens (diferente do endereçamento por posições variáveis, já que a empresa até então não dispõe de endereçamento). Esta configuração tem gerado dificuldades na montagem de pedidos, pois nem sempre os itens são encontrados com facilidade.

A disposição variável do estoque e a falta de codificação dos itens proporcionaram situações em que um determinado item demandou horas de trabalho dos operadores do estoque para identificar a sua localização. Situações como esta causam atraso na produção e atraso na expedição de produtos.

Visto que no modelo atual os itens estão estocados aleatoriamente, o fluxo utilizado para determinação da distância percorrida foi baseado nos itens de maior consumo.

No *layout* atual, a falta de regras para armazenamento ocasiona espaços ociosos nas prateleiras e armazenamentos dos itens sobre paletes nos corredores. Desta forma, o fluxo operacional de separação de material é prejudicado, aumentando o tempo de procura dos itens e ocasionando cruzamento de linhas no fluxo dos materiais.

4.7.2 Layouts propostos

Com base nos conceitos abordados, foram propostos três *layouts*:

Layout I: Arranjo de *layout* e arranjo dos itens nas prateleiras conforme proposto por Alvarenga (2000) e classificação ABC (APENDICE B);

Layout II: Tem como premissas as mesmas configurações de arranjo do *layout* proposto I, diferindo apenas na inserção de 4 prateleiras, proporcionando aumento de 12,82 m³ na armazenagem vertical (APENDICE C);

Layout III: Esse modelo propõe aquisição de 2 prateleiras e 1 estrutura porta-paleta, aumentando o volume de armazenagem em 23,4m³ e organização dos itens conforme Alvarenga (2000) e classificação ABC (APENDICE D).

4.8 Comparação dos layouts

Com os *layouts* propostos foi possível apontar melhorias físicas e organizacionais no estoque da fábrica.

Os *layouts* propostos I, II e III possibilitaram a organização dos itens nas prateleiras alocando-os segundo análise das características físicas semelhantes, do consumo mensal e dos espaços necessários para armazenagem nas estruturas físicas disponíveis (porta-peletes e prateleiras).

O dimensionamento dos corredores para os *layouts* propostos II e III devem variar conforme requisição de movimentação do tipo de empilhadeira. Deve, portanto, possuir 2,10 m, para utilização de empilhadeira de tração elétrica e elevação manual e 2,25 m para utilização de empilhadeira de tração e elevação elétricas.

A organização referida das prateleiras proporcionou diminuição das distâncias percorridas nos *layouts* propostos como pode ser observado no Quadro 5. As reduções dos totais percorridos correspondem a 30,60%, 28,07% e 27,96% para os *layouts* propostos I, II e III, respectivamente.

Movimentação dos itens		Distância Percorrida (m)			
		<i>Layout</i> Atual	<i>Layout</i> Proposto I	<i>Layout</i> Proposto II	<i>Layout</i> Proposto III
Componentes básicos para montagem do computador	Gabinete	33,24	14,00	14,00	14,00
	Componentes para montagem	67,53	41,09	47,34	47,60
Componentes usados na embalagem	Caixas	33,54	14,00	14,00	14,00
	Calços	41,66	41,66	41,66	41,66
Componentes usados na preparação do KIT	Teclado, mouse, CD, mouse Pad	46,00	46,00	46,00	46,00
Produto Acabado	-	24,63	14,38	14,38	14,38
Total Percorrido		246,60	171,13	177,38	177,64

Quadro 5 - Comparação das distâncias percorridas entre os *layouts*

Os *Layouts* II e III contribuíram ainda para o aumento da armazenagem vertical, além da otimização das distâncias percorridas.

Para análise das propostas apresentadas de mudança de *layout* e arranjo de prateleiras foram considerados 3 critérios para escolha: o custo de aquisição de novas estruturas para verticalização do estoque, a distância percorrida pelos itens e o aumento da capacidade de armazenagem.

A ordenação dos critérios de escolha para o melhor *layout* é indicada na Figura 5 e foi analisada com o auxílio da Gerência do Estoque a fim de aproximar a decisão do estudo com as necessidades reais da empresa.

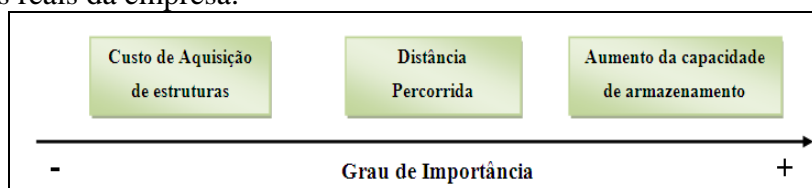


Figura 5 - Critérios de escolha ordenados em Grau de importância.

O Quadro 6 apresenta a comparação entre os critérios de escolha adotados no estudo. O custo referido no quadro corresponde a aquisição de 4 prateleiras no *layout* proposto II e de 2 prateleiras e 1 porta-paleta no *layout* proposto III, otimizando o espaço em 16% e 29% respectivamente.

Parâmetro	<i>Layout</i> Atual	<i>Layout</i> Proposto I	<i>Layout</i> Proposto II	<i>Layout</i> Proposto III
Custo de aquisição (R\$)	0,00	0,00	1165,00	1456,75
Distância percorrida (m)	246,6	171,13	177,38	177,64
Capacidade de armazenamento (m ³)	80,82	80,82	93,64	104,23

Quadro 6 - Comparação entre os critérios

4.9 Quantificando a melhoria

Para decisão do melhor *layout* foram atribuídos valores de 1 a 4 para quantificar as melhorias, sendo 1 o melhor critério e 4 o pior.

Para relacionar os critérios quanto ao grau de importância foram atribuídos pesos de 1 a 3, de maneira que o critério de maior grau de importância receba o maior peso (3), o de importância intermediária peso 2 e o de menor importância peso 1.

A pontuação de cada *layout* será obtida a partir da soma das multiplicações das notas de cada critério com os pesos atribuídos a cada um. A melhor alternativa será aquela que apresentar o menor valor. O Quadro 7 apresenta os resultados obtidos para os *layouts*.

Pesos	Critério	<i>Layout</i> Atual	<i>Layout</i> Proposto I	<i>Layout</i> Proposto II	<i>Layout</i> Proposto III
1	Custo de aquisição	1	1	2	3
2	Distância percorrida	4	1	2	3
3	Aumento da capacidade de armazenamento	3	3	2	1
Pontuação		18	12	12	12

Quadro 7 - Pontuação dos *Layouts*

A partir do Quadro 7 pode-se observar que os *layouts* propostos apresentaram pontuações iguais a 12, demonstrando que as proposições para os diferentes *layouts* são válidas em relação ao modelo atual (pontuação igual a 18).

Como critério de desempate entre os *layouts* propostos, o melhor cenário será aquele que apresentar melhor avaliação no critério de maior Grau de Importância (aumento da capacidade de armazenamento).

Desta forma, o *Layout* proposto III foi classificado como melhor *layout* proposto (classificação 1) seguido dos *layouts* II (classificação 2) e I (classificação 3).

5. Considerações Finais

O estudo das características físicas dos materiais proporciona o agrupamento dos itens em famílias, facilitando a classificação dos itens nas prateleiras.

A configuração mista de endereçamento adotada no estudo propicia a harmonização entre as vantagens dos endereçamentos por posição fixa e variável. O endereçamento dos itens em prédios preferenciais possibilita a redução de espaços ociosos, característica do endereçamento “unicamente” fixo. A combinação dos dois endereçamentos possibilita ainda otimizar o tempo de seleção de pedidos e as distâncias totais percorridas no armazém.

A partir do arranjo de prateleiras proposto por Alvarenga (2000), foi possível reduzir a distância total percorrida no modelo proposto III (considerado o melhor cenário) obtendo eficiente movimentação de materiais, obedecendo à lógica da redução do caminho percorrido pelo material em trânsito. O estudo da alocação dos itens nas prateleiras proporcionou ainda qualidade ao estoque dos materiais, contemplando suas limitações físicas, evitando despesas com danos ao material.

As barreiras físicas do armazém foram apontadas como a principal limitação no rearranjo do espaço físico, principalmente na orientação e distribuição dos porta-paletes e prateleiras. A utilização de empilhadeira elétrica com tração manual e elevação elétrica que permitem alturas de empilhamento superiores a 2,6 metros são recomendadas para o transporte de materiais no estoque estudado, pois facilita o manuseio das cargas e garante maior segurança à movimentação no armazém.

A classificação ABC possibilitou que o estudo realizado abordasse restrições econômicas dos itens, classificando-os em ordem de importância quanto ao valor de consumo em um determinado período. Esta classificação assumiu também papel fundamental na categorização das famílias, contribuindo para disposição dos itens nos prédios, indicando os de maior rotatividade e alocando-os nos níveis mais acessíveis dos porta-paletes e prateleiras.

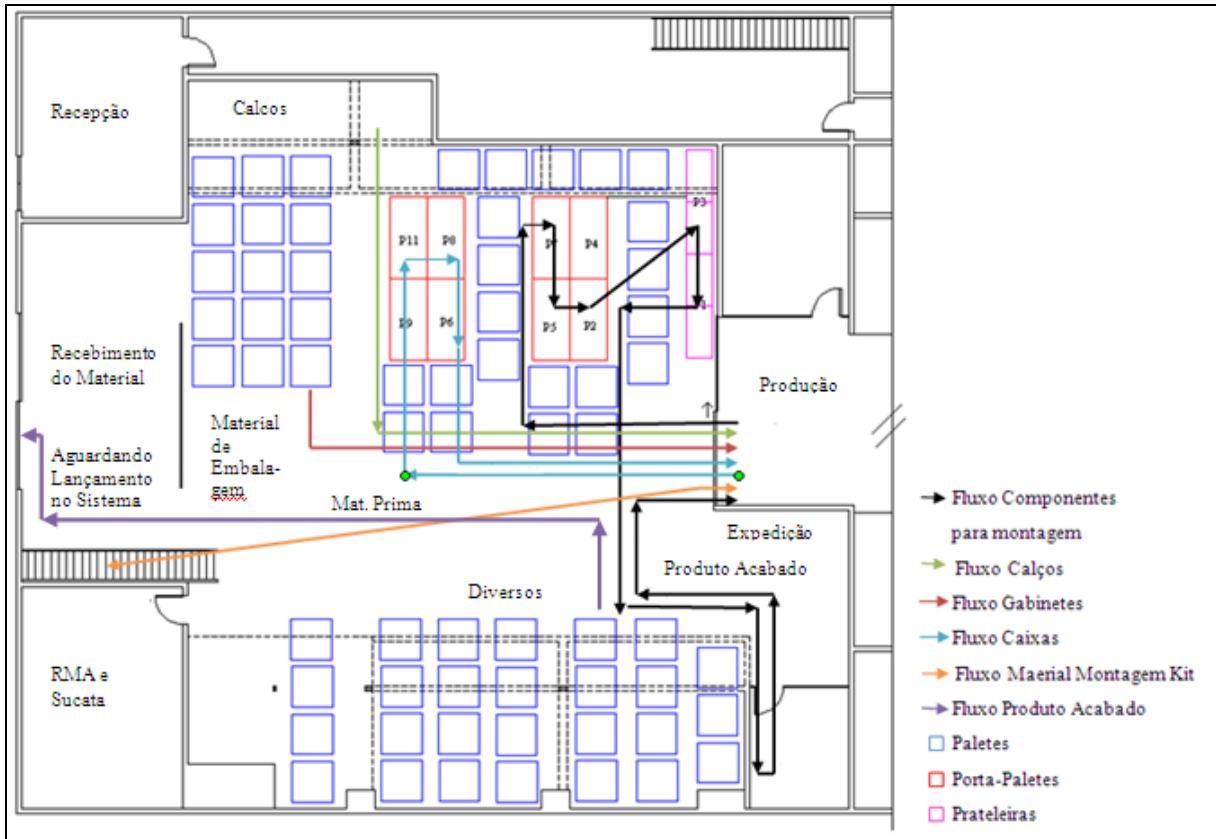
Por fim, o estudo demonstrou que as características físicas e qualitativas dos itens e do espaço físico são decisivas para o endereçamento de materiais, determinando a alocação correta dos itens e consequentemente otimizando o fluxo no armazém.

A partir desta análise, conclui-se que o *layout* atual do estoque apresenta configuração insatisfatória de armazenagem e movimentação de materiais. No entanto, as inter-relações dos diversos fatores analisados no desenvolvimento do *layout* com fundamentação científica proporcionaram melhorias relevantes à estocagem dos materiais.

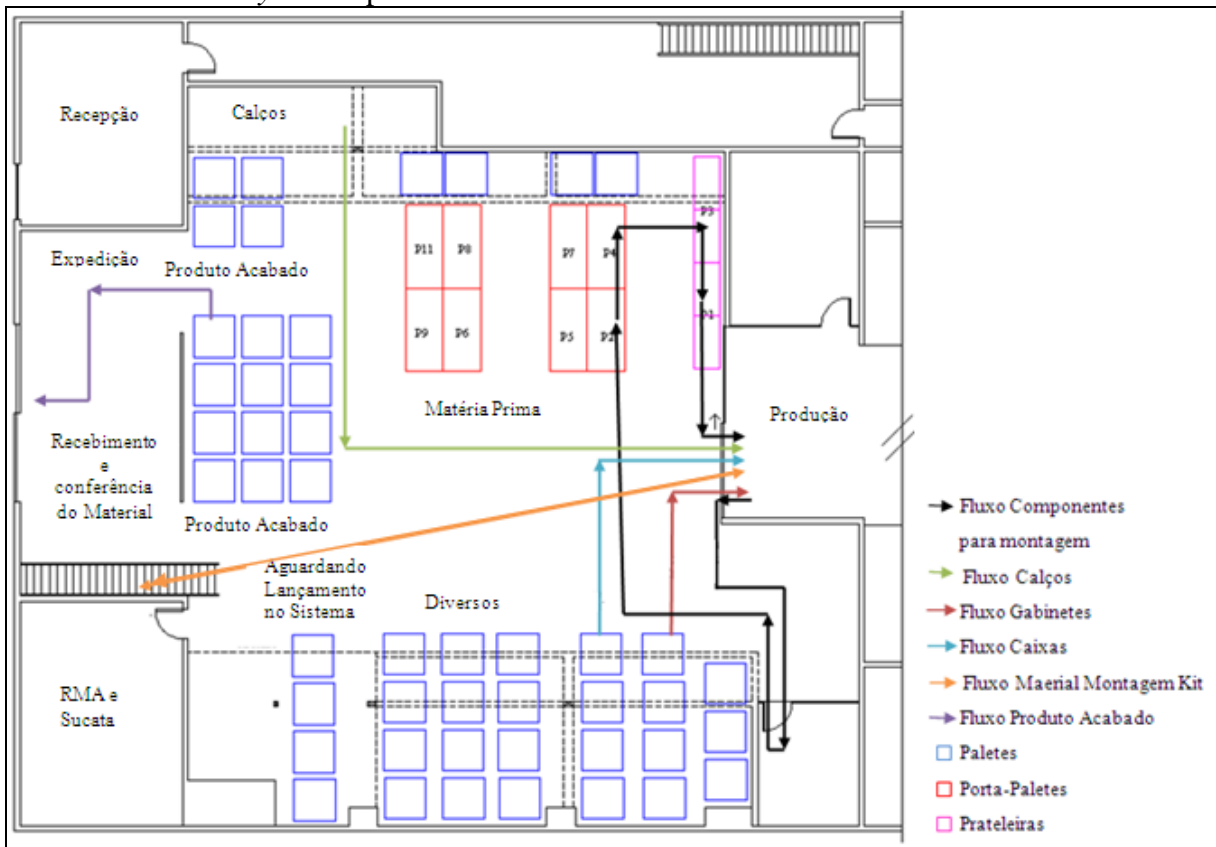
Referências

- ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G.** Logística Aplicada: Suprimento e distribuição física. 3 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.
- BALLOU, Ronald H.** Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993. 388p.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J; COOPER, M. B .** Gestão da cadeia de suprimentos e logística. Rio de Janeiro: Campus, 2007. 442p.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G.** Administração da Produção e Operações. 8 ed. São Paulo: Thomson, 2006.
- MOURA, R. A.** Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais. São Paulo: Manual de Logística - IMAM. Vol. 1, 1998.
- SIMAQ.** Disponível em: <<http://www.simaq.com.br/empilhadeirasletricas.asp> SIMAQ>. Acesso em 12/11/10.
- Protheus 10:** WMS. Microsiga. São Paulo. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/fjoly/microsiga-protheus-wms-presentation>>. Acesso em: 13/10/2010.

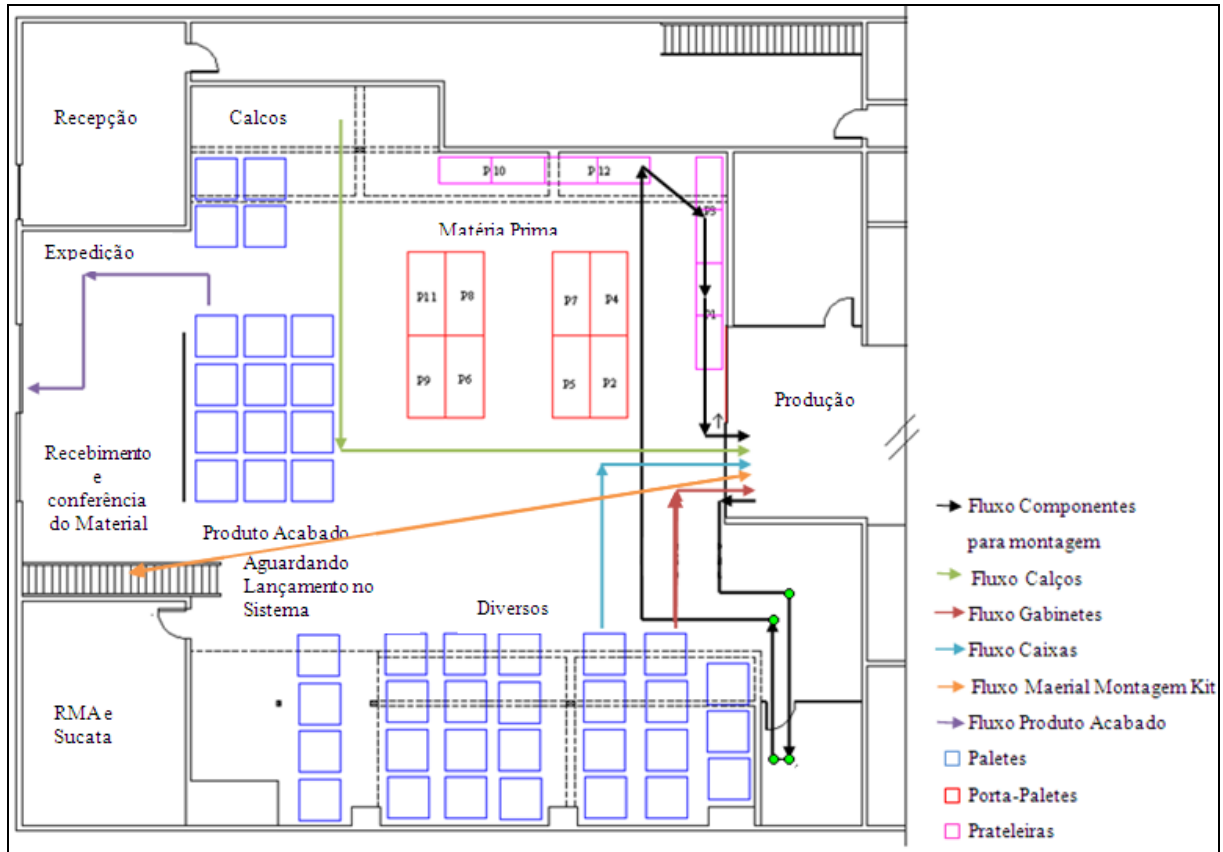
APENDICE A – *Layout* Atual



APENDICE B – *Layout Proposto I*



APENDICE C – *Layout Proposto II*



APENDICE D – *Layout Proposto III*

