

Estudo da logística interna para implantação de um rearranjo físico visando redução de custos e melhoria ergonômica

Ieda Claudia Wictor (UTFPR) iedawictor@hotmail.com
Daniele Regina Steff (SENSUPEG) dani.steff@hotmail.com
Tanise Fuckner de Oliveira (UTFPR) taniseoliveira@yahoo.com.br
Antônio Augusto de Paula Xavier (UTFPR) augustox@utfpr.edu.br
João Luiz Kowaleski (UTFPR) kowaleski@utfpr.edu.br

Resumo:

A ergonomia é associada para a maioria dos gestores apenas como área da saúde ocupacional, e não como uma ferramenta de melhoria da performance empresarial. Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo da logística interna de uma empresa de beneficiamento de erva mate associada a melhoria no processo, redução da exposição dos trabalhadores à riscos ergonômicos aliado a redução dos custos de produção. Foi realizado uma análise da linha de produção da empresa e a logística interna através a atual *layout* e o fluxo de materiais ao longo da cadeia até a expedição. Foram localizados excessos de movimentação, demasiada carga e descarga manual de materiais, exposição de trabalhadores a riscos ergonômicos e desperdício de mão de obra em tarefas de logística que poderiam ser substituídos por máquinas e reduzidos através de rearranjo do *layout*. Foi encontrado dentro da estrutura atual uma proposta de melhoria da logística para redução das distâncias entre armazéns, além de implantação de *palets* para otimização de espaço, agilidade de transporte e redução de custos de produção.

Palavras chave: Logística interna, Ergonomia, Redução de custos.

Study of internal logistics for deployment of a physical rearrangement to reduce costs and improve ergonomics

Abstract:

Ergonomics is associated to most managers just like occupational health, and not as a tool to improve business performance. This work aims to present a study of the internal logistics of a company's processing of yerba mate associated with process improvement, reduction of workers' exposure to ergonomic hazards coupled with reducing production costs. An analysis of the production line of the company and the internal logistics was carried through the current layout and material flow along the chain to shipping. Was located excessive movement, excessive manual loading and unloading of materials, worker exposure to ergonomic hazards and wastage of workers in logistics tasks that could be replaced by machines and reduced by rearranging the layout. Was found within the current structure a proposal for improved logistics to reduce distances between warehouses, and deployment of pallets for space optimization, agility and reduced transportation costs.

Key-words: Internal logistics, Ergonomics, Reduction of costs.

1. Introdução

A importância da ergonomia se estende para além da saúde e da segurança do trabalhador. A ergonomia pode apoiar a estratégia de negócios da empresa para se manter competitivo mantendo a saúde e a segurança dos consumidores e trabalhadores. "Ergonomia ou fatores humanos é relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho geral do sistema." (IEA, 2000).

A definição implica que a ergonomia tem tanto uma meta social (bem-estar) como um objetivo econômico (performance total do sistema); que a ergonomia considera tanto os aspectos humanos físicos e psicológicos; e que a ergonomia está à procura de soluções em ambos os domínios técnicos e organizacionais. Aspectos de desempenho pode incluir volume de produção, prazo de entrega, flexibilidade de produção, níveis de qualidade e custo operacional, entre outros. (DUL, NEUMANN, 2009) Os gerentes geralmente não associam a ergonomia com a eficácia organizacional, mas sim com questões de saúde. (JENKINS, RICKARDS, 2001) Gestores não devem ser culpados por isso, pois são escassos as pesquisas e estudos sobre ergonomia em Gestão e Negócios, o que limita as possibilidades de ampliar a percepção da comunidade de gerenciamento dos muitos benefícios disponíveis via ergonomia. Em resumo, as empresas não são capazes de integrar a ergonomia na concepção do sistema. (NEUMANN; EKMAN; WINKEL, 2009)

A ergonomia contribui diretamente para a estratégia da empresa, e na língua da empresa, será mais aceito pelos gerentes de negócios; Será melhor incorporado (internalizada) na organização; e todo o seu potencial, tal como descrito na definição IEA será melhor atualizado (DUL E NEUMANN, 2009). Também será mais fácil obter melhorias de saúde e segurança, se os gestores entendem que as melhorias ergonômicas, simultaneamente, ajudá-los a realizar seus objetivos de negócios estratégicos primários.

Este artigo possui como objetivo apresentar um estudo realizado em uma empresa do ramo ervateiro, com foco na análise da logística interna da empresa a fim de obter otimização de tempo, gastos de produção, gerar melhoria e desempenho e melhorias ergonômicas, nas rotas internas de produção. Para este fim é realizado uma análise de *layout* e sistema de intralogística utilizado atualmente na organização.

2. Revisão de literatura

2.1 O sistema da logística

Segundo Ballou (1993), a logística empresarial está associada ao estudo e administração dos fluxos de bens e serviços e de todas as informações associadas que os põe em movimento. Trata de todas as atividades internas (operações de distribuição gerenciadas dentro da empresa) ou externas (fornecedores, clientes, que se localizam fora da empresa) desde a aquisição de matéria prima até o produto final chegar ao consumidor.

O objetivo do conhecimento aplicado na logística é para melhorar o abastecimento eficácia da cadeia, ou mais especificamente para reduzir os custos, melhorar a informação eo fluxo de produto entre uma organização e seus fornecedores e clientes. Visto de uma perspectiva de cadeia de suprimentos, produtos, materiais e fluxo de informações relacionadas do fornecedor para o fabricante, onde eles passam por uma transformação, e, finalmente, o fluxo de clientes. (BIROU; GERMAIN; CHRISTENSEN, 2011)

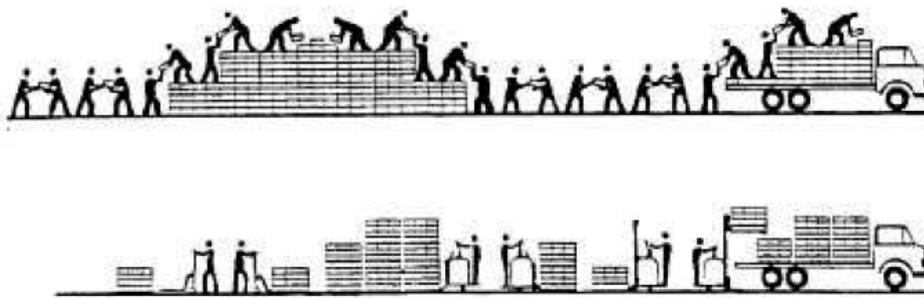
Normalmente, cada região produz o que representa maior vantagem econômica para si, posteriormente, faz um canal de distribuição responsável por abastecer a demanda que pode ser de abrangência nacional ou internacional, nestas etapas, a logística se faz necessária para vencer o tempo e as distâncias entre a localização de matéria-prima, produção e o consumo de forma planejada, para que resultem em qualidade e satisfação dos clientes. A principal missão da logística é “colocar mercadorias ou os serviços certos no lugar e no instante corretos e na condição desejada, ao menor custo possível.” (BALLOU, p. 23, 1993)

“A logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) através da organização e seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presente e futura através do atendimento dos pedidos a baixo custo.” (CHRISTOPHER, p.2, 1992)

A logística como conceito integrador é uma importante tendência comercial, que abrange a cadeia de suprimentos iniciando-se pela matéria prima até chegar ao consumidor final. Em vez de, gerenciar o fluxo de bens como atividades independentes, no qual cada setor gerencia informações, serviços e atividades de maneira isolada dos demais, o sistema integrado de planejamento do fluxo de materiais da fonte até o usuário é a parte fundamental para a administração da logística empresarial com mais eficiência nos resultados e vantagens na competitividade. Desta forma, o objetivo de integrar o sistema logístico busca principalmente clientes cada vez mais satisfeitos com os serviços e qualidade, e ao mesmo tempo manter custos baixos, em resumo, alcança-se vantagem competitiva através da melhoria nos serviços e redução de custos. (CHRISTOPHER, 1992)

2.2 A logística interna e a movimentação de materiais

A movimentação de materiais é uma das atividades que mais consome mão-de-obra, assim, a produtividade da empresa permanece dependente de atividades manuais e qualquer queda ou problemas no processo afeta diretamente o tempo necessário para composição do produto final. O manuseio de materiais é uma atividade que absorve grande parte dos custos da produção. Um correto manuseio de materiais pode aumentar a produtividade, reduzir custos e o tempo de ciclo de pedidos, conseqüentemente favorece a um melhor atendimento ao cliente. (BALLOU, 1993)



Fonte: Moura (1997)

Figura 1 - Movimentação de Cargas Unitizadas x Cargas Manuais

A eficiência nas operações de manuseio de materiais permite uma economia para a empresa, pois esta é uma atividade que absorve custos, têm impacto sobre o tempo do ciclo do pedido do cliente, portanto sobre o serviço ao cliente.

Ballou (2006, p. 386) no princípio de unitização de cargas diz:

“A medida que aumenta o tamanho da carga, menor vai se tornando o número de viagens necessárias para estocar uma determinada quantidade de mercadorias e maior se releva a economia de custos. O número de viagens relaciona-se diretamente ao tempo de trabalho necessário para movimentar os produtos, e também com o tempo que o equipamento de manuseio de materiais fica em serviço. A eficiência pode ser então melhorada mediante a consolidação de um número de volumes menores numa única carga e o consequente manuseio da carga consolidada”.

No processo de arranjo físico é de suma importância a verificação de normas de segurança. A NR 11 trata do Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais. Esta norma estabelece os requisitos de segurança a serem observados nos locais de trabalho no que se refere a transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais, tanto para a forma mecânica quanto manual, de forma a evitar acidentes de trabalho.

A segurança durante os processos de produção reflete também em melhores condições para as pessoas envolvidas neste trabalho. O risco de acidentes durante as operações fica reduzido quando os dispositivos destinados às cargas unitárias, desde que o sistema seja utilizado corretamente.

2.3 Filosofia *just in time*

Just-in-time pode ser uma forma alternativa para sistemas logísticos. Desenvolvida e empregada no Japão com grande sucesso nas linhas de montagem da Toyota, é um método de planejamento e controle das operações que busca um aprimoramento da produção. É um dos princípios mais importantes, adotado e praticado por muitas empresas atualmente, é um processo complexo, mas proporciona resultados para as organizações. Uma das definições do *Just-in-time* é:

“uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e elimina os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação.” (SLACK, p.482, 2002)

O *Just in Time*, ou, JIT é uma filosofia de manufatura que enfatiza o mínimo desperdício e o máximo valor agregado, se baseia na ideia de que nenhum serviço, atividade, produto ou componente deve ser solicitado enquanto não houver necessidade. Está fundamentada em fazer as coisas de forma simples em todo processo, busca melhora contínua, eliminar desperdícios e envolvimento de todos os funcionários nas atividades.

Desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor, para eliminá-los o primeiro passo é identificá-los. A Toyota identificou sete tipos de desperdícios que formam a base da filosofia *Just in time*: superprodução; tempo de espera; transporte; processo; estoque; movimentação e produtos defeituosos. Na presente pesquisa foi identificado três dos itens citados como principal forma de desperdício na empresa.

- Transporte: devido à localização dos depósitos e locais de produção ocorre excesso de movimentação e manuseio de material em processo dentro da empresa, são transportes internos de estoques, matéria-prima que não agregam valor ao processo.

- Processo: os desperdícios no processo estão relacionados em grande parte a localização dos estoques e a movimentação excessiva de colaboradores, a redução do tempo em transporte desnecessário poderia ser utilizado no processo de produção;

- Movimentação: a movimentação de funcionários pode não significar que ele está ocupado com atividades realmente necessárias ao processo, algumas vezes algo que não agrega valor ao trabalho.

Entre as várias técnicas *just in time*, que são ferramentas para eliminar desperdícios, o arranjo físico e de fluxo será utilizado para desenvolver os estudos. Esta técnica é utilizada para melhorar o fluxo de materiais, dados e pessoas nas operações, através da melhoria do fluxo, poderá reduzir o tempo de processo ao longo da fábrica, eliminando rotas de transporte interno, reestruturando o arranjo físico de modo que as movimentações ocorram somente o necessário e, em menor tempo possível. Nos arranjos físicos do JIT, recomenda-se situar os postos de trabalho próximos uns dos outros de forma que não seja necessário um acúmulo de estoques e excesso de transporte e movimentação.

2.4 Tipos de arranjos físicos

O principal objetivo no arranjo físico da empresa consiste na melhoria do posicionamento físico dos recursos de transformação. Antes de projetar um arranjo físico é necessário estabelecer os objetivos estratégicos da produção. Há diferentes tipos de processos para realizar um arranjo físico, que deverá ser definido o melhor de acordo com as necessidades de cada empresa. Conforme Slack (1999) existem quatro tipos básicos de arranjo físico:

- a) Arranjo físico posicional – neste processo os recursos transformadores se movem e os recursos a serem transformado permanecem estáticos. Em vez dos materiais fluírem, o que se move são equipamentos, maquinários, pessoas, instalações em torno do produto que sofre o processamento, isto normalmente ocorrem nas operações em que o produto ou o sujeito seja muito grande ou delicados para serem movidos;

- b) Arranjo físico por processo – esta forma de processo resulta na necessidade de arranjo físico por departamentos ou outros agrupamentos funcionais em que são executadas atividades semelhantes próximas umas das outras;

c) Arranjo físico celular – é um processo em que os recursos transformados, ao entrar na operação são pré-selecionados para se movimentar em uma parte específica na qual estão presentes todos os recursos transformadores necessários para atender uma determinada necessidade do produto em procedimento.

d) Arranjo físico por produto – este processo envolve localizar os equipamentos de acordo com a melhor conveniência do produto que é processado. Cada elemento do sistema segue em uma sequência física anteriormente definida.

3. Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada em uma empresa de beneficiamento de erva mate de médio porte localizada na região de São Mateus do Sul – Paraná. Produz três produtos: erva-mate de chimarrão tipo nacional (embalada em pacotes de 500g e 1 kg) tipo exportação (sacos 25 kg) e chá mate, embalado em pacotes de 500 gramas e caixas com 15 saquinhos.

O presente estudo busca a análise e interpretação de dados com base na fundamentação teórica com objetivo de compreender e explicar os problemas relacionados à localização de armazéns e depósitos de matéria prima e os custos gerados pela movimentação de produtos e pessoas que não agregam valores, geram custos e reduzem a produção. Para atingir estes resultados foi realizado um estudo de caso para identificar às variáveis pertinentes das principais fontes de desperdício inerentes a logística interna, assim como as possíveis ferramentas para auxílio na redução ou eliminação de gargalos.

O estudo utilizou as seguintes estratégias metodológicas:

- Verificação da atual localização dos armazéns e depósitos;
- Estudo da viabilidade das oportunidades de melhorias dos processos;
- Análise da movimentação de materiais;
- Análise ergonômica do processo.

O estudo foi realizado durante o período de maio a outubro de 2013.

4. Resultado e discussão

A empresa continua com o mesmo *Layout* desde o início das atividades. O mercado de erva-mate tornou-se promissor ao longo dos anos, mais acentuadamente nos últimos meses. A procura pela matéria prima cresceu significativamente. A empresa aumentou a produção mas continua administrando na mesma estrutura física.

A empresa apresenta uma estrutura grande de barracões que foi sendo adaptada ao longo dos anos, o que fez com que os setores de produção ficassem afastados um dos outros apesar de serem dependentes para obtenção de material para produção. As grandes distâncias percorridas entre os setores internos são gargalos na produção. Existe excesso de transporte e movimentação entre os postos de trabalho, gerando desperdícios que não agregam valor ao produto. Os setores de estoques, que alimentam a produção, e as operações de carga e descarga de materiais são os principais causadores dos problemas na empresa pesquisada, e expoe os colaboradores a riscos ergonômicos. A falta de equipamentos de movimentação exige maior quantidade de mão-de-obra para carregamento e descarregamento de produtos em veículos. Esta mão-de-obra deixa de ser utilizada em outros serviços, diminuindo a produção e gera custos para a empresa.

Para projetar um novo arranjo físico, é necessário entender o atual processo de produção da ervateira. Na primeira etapa da pesquisa faz-se necessário uma análise do arranjo físico atual para identificar os problemas, gargalos e as prioridades para mudanças. Posteriormente, avaliar de custos da logística interna da empresa. A falta de informações sobre os custos gerados é um dos motivos que causam dificuldade para adotar medidas de melhorias na logística e no gerenciamento interno. Normalmente, são obtidos custos amplos agregados que não permitem uma análise mais detalhada dos valores despendidos em cada processo.

Para facilitar a operação, manuseio de materiais e obtenção de custos mais baixos deve-se planejar um fluxo de transporte ou proporcionar melhorias na linha de produção existente.

- o caminho mais direto possível, através da fábrica, para os materiais que entram e saem.
- reduzir o mínimo o retorno por caminhos já percorridos;
- criar um fluxo de materiais de modo a facilitar o processo de fabricação de forma contínua uniforme e maximizada.
- instalar equipamentos de transporte de materiais de modo a permitir que o pessoal da produção dedique todo seu tempo somente a atividade produtiva
- examinar o arranjo físico da fábrica visando a melhoria continua para reduzir o custo de transporte
- tornar o espaço de movimentação e transito de materiais mais adequados e seguro, tanto para o material, para o equipamento e para o pessoal envolvido.
- menor espaço praticável entre operações.

4.1 Projeto do arranjo físico

No arranjo físico por processo as necessidades e conveniências que constituem o processo de operação são decisivas para o desenvolvimento do arranjo, visando o posicionamento de todos os departamentos de maneira planejada a obter as melhores vantagens.

Situação Atual do Layout da ervateira:

A, A1 e A2 – Estoque de matéria-prima

B – Balança (para pesagem da matéria-prima a ser utilizada)

C – Estoque mercadoria para beneficiamento (capacidade máxima de 50.000 Kg, aproximadamente para 5 dias)

D – Seleção de erva-mate

A matéria-prima é selecionada através de peneiras, gerando quatro subprodutos: chá, chimarrão, pó e palito.

E – Misturador

F – Produção de chá mate (torrador)

O material selecionado de chá é encaminhado diretamente para o setor de torrefação (F), no qual os produtos erva-mate e palito são torrados para compor o produto final.

G – Setor de resfriamento do chá mate, para posteriormente ser embalado.

H – Setor de Empacotamento

I – Expedição

A figura 1 abaixo demonstra os setores e organização do *Layout* atual da empresa em seguida a descrição do processo de produção da empresa.

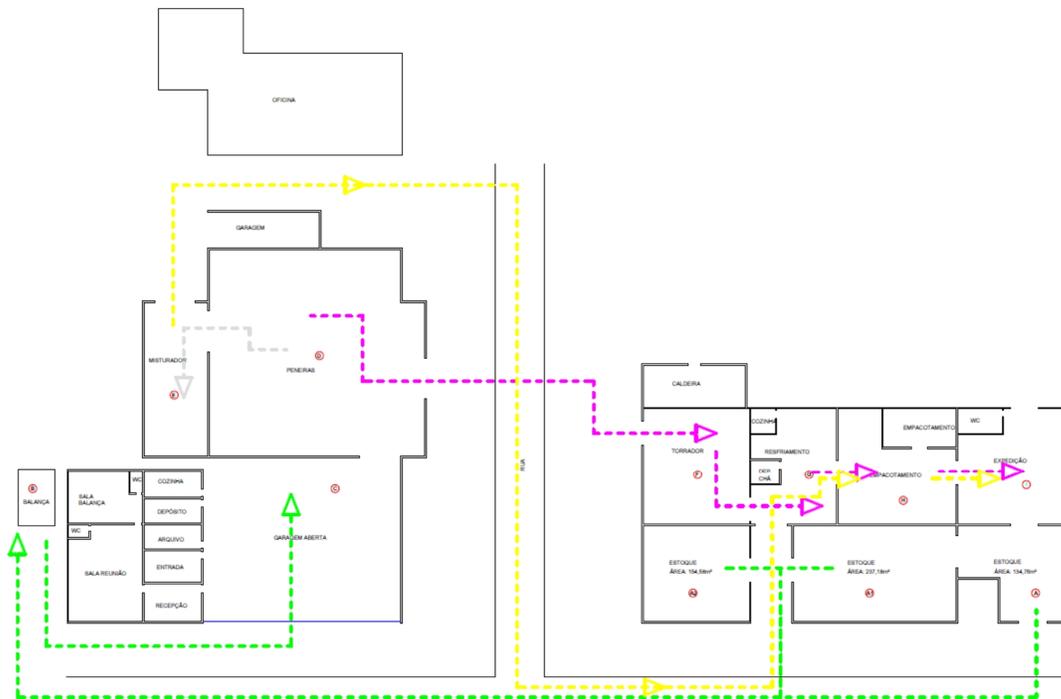


Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

Figura 2: *Layout* da empresa

A matéria-prima é carregada por um caminhão no estoque A, A1 e A2. Posteriormente é levada até a balança B para pesagem do produto e descarregada no estoque para beneficiamento C com auxílio de uma esteira e quatro funcionário, este local tem capacidade de armazenamento para 50.000 kg de produto, quantidade suficiente para produção de cinco dias. A matéria prima do estoque C é encaminhada para o setor D que faz a seleção da erva-mate através de peneiras que classifica-a em sub-produtos: palito, pó, erva-mate em folha para chimarrão e chá.

Para a composição do produto final destinado ao consumidor é elaborado um “cardápio” com uma porcentagem de cada material selecionado no misturador (pó, palito, e folha da erva-mate) de acordo com os padrões estabelecidos de cada produto, por exemplo, o chá mate – composto por 30% palito e 70 % de folha de erva-mate. Após passar pelo misturador, os produtos são encaminhados para o setor de empacotamento, para que possam ser acondicionados nas embalagens para venda ao consumidor final. A mercadoria já embalada em caixas ou fardos passa para o setor de expedição.



Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

Figura 3: *Layout* do processo de produção

A empresa apresenta estrutura e equipamentos que podem ser melhor aproveitados na produção. Uma das máquinas do setor de empacotamento fica por muitas vezes parada por falta de funcionários na linha de produção. Carrinhos de movimentação são utilizados entre os setores de peneira e misturador e também entre os setores de empacotamento e expedição. A esteira transportadora é utilizada para auxiliar carregamento de cargas de exportação.

Existe excesso de movimentação entre os setores, que apontaram alguns desperdícios de processos (tempo, mão-de-obra ociosa, transporte) que não agregam valor ao produto e que podem ser otimizados com um rearranjo físico da empresa. Os setores que não podem ser melhorados pela impossibilidade de readequação de layout, podem ser otimizados com a utilização de veículos industriais, como o uso de uma empilhadeira, que tornam mais ágil os processos de movimentação, exigindo menor tempo e desgaste (fadiga) dos funcionários, assim como melhor aproveitamento da mão-de-obra em outros setores da produção.

A proposta do novo arranjo físico possibilita a empresa uma melhoria da estrutura, equipamentos e pessoas para os processos. A estrutura da empresa dispõe de uma área coberta atrás da garagem que atualmente está instalado uma oficina e depósito de peças e materiais que podem ser retiradas por não auxiliar na produção, sendo um setor a parte. A área atual onde estão localizados os estoques A, A1 e A2 na nova proposta seria readequada para facilitar o transporte de matéria-prima até o beneficiamento.

5. Conclusão

Com a otimização de *layout* será possível fazer um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na empresa, racionalizar a movimentação de materiais na planta industrial sem a necessidade de grandes investimentos. Com a análise do fluxo de materiais e distância percorrida pode-se reduzir sensivelmente o momento de transporte, conseqüentemente tempo de deslocamento e custos redução do transporte manual de cargas realizadas por funcionários, reduzindo assim exposição a riscos ergonômicos.

A redução de custos pode ser obtida partindo de uma análise do fluxo de materiais, aplicando-se um sistema de movimentação de materiais com melhor utilização da mão-de-obra em serviços que agreguem valor ao produto, utilizando equipamentos de manuseio de materiais para transferência de grandes volumes, que reduzam tempo de carga e descarga.

O uso de porta-paletes permite um melhor aproveitamento vertical dos barracões; a metragem dos depósitos utilizados na atualidade e do novo espaço sugerido para armazenamento são compatíveis com a necessidade da empresa, com o uso da empilhadeira para movimentar este material além de reduzir o tempo de movimentação, torna-se dispensável um grande número de operários para tal serviço; Essa mão-de-obra passa a ser utilizada em outros departamentos favorecendo o aumento da produtividade.

O *layout* adequado facilita a movimentação dos materiais nos processos, proporcionando segurança, agilidade e redução de custos ao produto final, ou seja, vantagens operacionais e competitivas para a organização. Um arranjo físico alinhado com a produção influi diretamente no desempenho das atividades, aumentando o grau de satisfação com os resultados gerados não somente para a administração que visa aumento do lucro, mas também para a satisfação do empregado que consegue produzir mais, com redução da fadiga no desempenho das suas tarefas devido à facilidade de operação, além de diminuir os riscos para a saúde e segurança do operário.

Referências

BALLOU, R. H. *Logística Empresarial, Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física*. 1ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

BIROU, L.; GERMAIN, R. N.; CHRISTENSEN, W. J. *Applied logistics knowledge impact on financial performance*. International Journal of Operations & Production Management, v. 31, n. 8, p. 816-834, 2011. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/01443571111153058> >.

CHRISTOPHER, M. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégias para redução de custos e melhorias dos serviços*. São Paulo: Editora Pioneira, 1992.

DUL, J.; NEUMANN, W. P. *Ergonomics contributions to company strategies*. Applied Ergonomics, v. 40, n. 4, p. 745-752, 7// 2009. ISSN 0003-6870. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687008001221> >.

IEA Council, 2000. *The Discipline of Ergonomics*. International Ergonomics Society, 1 p.

IMAM. Gerenciamento da Logística e Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Instituto IMAM, 1997.

MOURA, Reinaldo A. *Manual de logística – armazenagem e distribuição física*. Volume 2. São Paulo: IMAM, 1997.

NEUMANN, W. P.; EKMAN, M.; WINKEL, J. *Integrating ergonomics into production system development – The Volvo Powertrain case.* Applied Ergonomics, v. 40, n. 3, p. 527-537, 5// 2009. ISSN 0003-6870. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687008001476> >.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A. & JOHNSTON, R. *Administração da Produção.* 1ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1997

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. *Administração da Produção.* 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

S. JENKINS, J. RICKARDS. *The economics of ergonomics: three workplace design case studies* D.C. Alexander, R. Rouborn, Applied Ergonomics, Taylor & Francis, London 2001

STEVENSON, J. S. *Administração das Operações de Produção.* 6ª Edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.