# Otimização de Área de Armazenagem para Abastecimento de Linha de Produção: Estudo de Caso em uma Manufatura no Setor de Pneumáticos

REVISTA ELETRÔNICA MULTIDISCIPLINAR
UNIFACEAR

Raphael Sepulveda Barino; Claudia Brito da Cunha
*Universidade de São Paulo*

**RESUMO**
*Este artigo apresenta um estudo de caso em uma linha de produção de pneumáticos que teve por objetivo otimizar a área de armazenagem para o abastecimento da linha de produção de pneumáticos, aferindo maior capacidade de pré posicionamento de materiais com fins de potencializar o processo produtivo, saturando lacunas de produção existentes, diminuindo o tempo ocioso de máquinas, pessoas e materiais, maximizando a área de estocagem com a reconfiguração de layout. Para isto, a hipótese de transferência de parte do processo para outra planta industrial do grupo foi considerada, sendo feita a verificação de áreas a serem utilizadas em função de restrições de qualidade inerentes ao produto, cálculo de capacidade de estocagem da área elegível para a condução de melhorias e aumento de capacidade de estocagem da linha produtiva. Como resultados, foram atingidos os objetivos de otimização de área proposta a partir de rearranjo do layout de armazenagem com aumento de efetivo do setor.*

*Palavras chave: Manufatura Industrial, Produção de Pneumáticos, Linha de Produção, Estoque e Armazenagem.*

***ABSTRACT***
*This paper presents a case study on a tire production line that aimed to optimize the storage area for supplying the tire production line, assessing greater capacity for pre-positioning materials in order to enhance the production process, saturating existing production gaps, reducing the idle time of machines, people and materials, maximizing the storage area with the layout reconfiguration. For this, the hypothesis of transferring part of the process to another industrial plant of the group was considered, with the verification of areas to be used due to quality restrictions inherent to the product, calculation of the storage capacity of the area eligible for conducting improvements and increased storage capacity of the production line. As a result, the proposed area optimization objectives were achieved based on rearrangement of the storage layout with an increase in the sector's workforce.*

*Key Words: Industrial Manufacturing, Tire Production, Production Line, Inventory and Storage.*

## 1. INTRODUÇÃO

A existência de estoques faz se necessária para que a uma empresa balanceie a equação existente entre oferta e demanda, garantindo a segurança de seus processos

produtivos e a gestão de materiais tornou-se atividade essencial para o bom funcionamento das atividades, agregando valor aos produtos e processos.

Em um ambiente competitivo, onde a gestão adequada de toda cadeia de suprimentos é importante para manter os bons níveis de serviço, Oliveira (2005) relata que uma boa gestão de estoque visa resolver o dilema de reposição, mantendo o esforço para assegurar os níveis de estoque e os custos de logística o mais baixo possível. Neste contexto, Slack (2009), pontua cinco razões para a necessidade de manutenção de estoques, a saber:

a) Suportar as interrupções ocasionais e inesperadas no fornecimento ou demanda, compensando as incertezas inerentes ao fornecimento e demanda (estoque de segurança);
b) Um ou mais estágios na operação não podem fornecer simultaneamente todos os itens que produzem, logo o estoque lida com a inabilidade de fabricação simultânea de todos os produtos (estoque de ciclo);
c) Permite diferentes estágios do processamento operarem em velocidades e programações diferentes e independentes, maximizando a utilização local e a eficiência dos equipamentos e operadores (estoque de desacoplamento);
d) Compensar as flutuações conhecidas no fornecimento ou na demanda, lidando com a demanda sazonal (estoque de antecipação) e;
e) Lidar com os tempos de transporte na rede de suprimentos (estoque no canal de distribuição).

O planejamento e controle eficientes de estoques são fundamentais, pois têm um impacto significativo no desempenho financeiro da organização, resultando em operações mais eficazes e eficientes (BORGES *et al*., 2010).

Neste ambiente onde a maximização de processos é necessária para prover diferenciais na cadeia produtiva e se posicionar de forma competitiva frente a outros *players* do setor, este artigo teve por objetivo apresentar o estudo de caso voltado a otimização da área de armazenagem para o abastecimento da linha de produção de pneumáticos, aferindo maior capacidade de pré posicionamento de materiais.

Este estudo se justifica pela necessidade potencializar o processo produtivo, saturando lacunas de produção existentes, diminuindo o tempo ocioso de máquinas, pessoas e materiais, além de maximizar a área de estocagem com reconfiguração de *layout.* Ademais, espera-se contribuir com a comunidade científica com a apresentação de situações reais que façam interface com a academia e fornecendo casos de sucesso para embasamento de gestores industriais.

## 1.1 Revisão de Literatura

### 1.1.1 ESTOQUES

Estoque pode ser definido como todo item que precisa ser armazenado (ou estocado), em um determinado local. Genericamente, pode ser utilizado a definição feita por *Slack et al*, traz a seguinte definição:

> "O estoque é definido como acumulação de recursos materiais em um sistema de transformação. Algumas vezes o estoque também é usado para descrever qualquer recurso armazenado. Não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado na operação, ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa entre fornecimento e demanda."
>
> (Slack *et al* ,1997)

Outras definições sobre o tópico foram apresentadas por diferentes autoridades da área de logística. Segundo Ballou (2006), estoques são pilhas de matérias-primas, insumos, componentes, produtos em processo e produtos acabados que aparecem em numerosos pontos por todos os canais logísticos e de produção da empresa. Complementando esta afirmação Martins e Campos Alt (2009), comentam que estoque é o acúmulo armazenado de recursos materiais em um sistema de produção e / ou operações.

A partir das definições, a importância do estoque dentro da organização é percebida e se traduz em vantagens competitivas referentes ao encurtamento de tempo e espaço. Neste sentido, o estoque precisa estar estrategicamente localizado de forma a beneficiar consumidores e a indústria (BALLOU *apud* PAURA 2012).

Referente a custos, estoques dentro da cadeia de suprimentos é o processo com maior necessidade de investimentos. Seu custo pode variar entre 40% a 50% dos gastos na gestão da SCM (*Supply Chain Management*) de uma empresa (PAURA, 2012). Portanto, uma previsão erroneamente planejada, seu controle ineficaz ou inoperância do processo produtivo podem acarretar rupturas em todo o processo.

### 1.1.2 GESTÃO DE ESTOQUES

Sobre Gestão de Estoques, Martins e Alt (2003) afirmam que esta prática constitui-se nas ações que permitem seus responsáveis a analisar sua utilização, buscando garantir a disponibilidade de produtos ou insumos. Além da disponibilidade, Gonçalves (2004), afirma que as organizações podem obter vantagens competitivas a partir de uma administração de materiais bem estruturada, que permita a redução de custos e dos investimentos em estoque.

Para corroborar as vantagens obtidas através de uma gestão de estoques eficaz, Gonçalves (2004), Dias (2010) dizem que o custo da estocagem e / ou armazenagem está entre os fatores primordiais que influenciam a rentabilidade de uma organização, demandando maior atenção da gestão responsável.

Para atingir tais primazias elencadas, a gestão de estoques possui uma série de objetivos, além da administração de materiais, abrangendo o controle financeiro de capital investido na operacionalização da organização. Ballou (1993) enumera diferentes objetivos da gestão de estoques que são expressos em melhorias no nível de serviço percebido pelas partes; racionalização econômica na produção; economia em escala nos processos de compras e transportes; atuam como proteção contra aumentos de preços; previnem incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento; fator de segurança contra contingências. Martins e Campos Alt. (2009) concluem que "O gerenciamento de estoques, devido ao impacto financeiro do estoque e à sua importância para garantir o abastecimento do cliente, tem técnicas específicas para o seu dimensionamento".

Conforme os autores relatam, a gestão de estoque se torna essencial para o planejamento e análise, envolvendo todos os processos e garantindo a estocagem e movimentação correta. A armazenagem deve ser planejada envolvendo desde o *layout*, manuseio de matérias, embalagem, identificação dos materiais, métodos de localização de materiais até o custo e nível de serviço que se espera oferecer.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho em específico, foi utilizada como metodologia a pesquisa aplicada estruturada nos princípios da administração de materiais, focado na gestão de estoques e armazenagem, otimizando seu posicionamento para alimentação de linha de produção, seguindo os principais conceitos Lean e JIT (*Just in Time*). Conforme Gil (2007), a pesquisa é um método racional e sistêmico que possui o objetivo de responder aos problemas propostos.

Quanto a abordagem, é caracterizado como parte qualitativa e parte quantitativa. Os resultados inerentes foram apresentados na forma de estudo de caso. Ainda Gil (2007) ressalta a importância desta modalidade, afirmando que assim é possível estabelecer delineamento mais adequado para uma determinada investigação.

## 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O Estudo de caso analisou a linha de produção de uma indústria manufatureira situada na Região Metropolitana de São Paulo, de administração familiar com 45 anos de existência e que se posicionava como líder de mercado na fabricação de produtos pneumáticos para bicicletas e motocicletas. Tal empresa foi absorvida no ano de 2006 por uma multinacional francesa, absorvendo seu *portfólio* de produtos. Após a fusão, esta planta industrial passou a produzir sobre sua responsabilidade os seguintes produtos:

(a) Pneus para motocicletas: Carro chefe da antiga administração, possuindo volume de produção estimado em 4.500.000 / ano;
(b) Pneu industrial: Pertencente ao antigo *portfólio* da empresa absorvida, sendo este de volume de produção estimado em 360.000 unidades/ ano;
(c) Banda de rodagem: Parte do antigo *portfólio*, com volume produtivo estimado em 60.000 unidades/ ano;
(d) Câmara de ar de motocicletas, bicicleta e de outros artefatos industrias: Parte da gama de produtos já produzidos anteriormente à aquisição pela nova administração, com um volume produtivo estimado em 2.750.000 unidades/ ano;
(e) Pneus para empilhadeira: Produto novo inserido a gama de itens fabricados, com produção iniciada em 2022 e uma estimativa de 28.000 unidades / ano de produção;
(f) Mistura de borracha para fabricação dos produtos: Parte do processo já existente, com um volume produtivo estimado em 14.000 toneladas / ano.

O item pneu para bicicletas que anteriormente era fabricado nesta unidade, teve a responsabilidade produtiva transferida para planta industrial situada na cidade de Manaus, Amazonas, como estratégia para aumentar sua competitividade devido a maior capacidade industrial instalada e benefícios fiscais inerentes à zona franca daquele local.

O processo de fabricação denominado mistura é o principal processo em toda cadeia de produção, na pois ele é o responsável pelo fornecimento de mistura de borracha para a produção interna e, além disso, ele fornece mistura de borracha para outras fábricas do grupo, eliminando a necessidade de compra deste insumo de outros fornecedores e assim, consequentemente, reduzindo o custo de fabricação dos produtos. No quadro 1, apresenta-se o mapeamento do processo de fabricação de mistura de borracha. Neste mapeamento é detalhada suas etapas, os responsáveis por cada etapa e indicadores de acompanhamento.

Quadro 1 - Mapeamento do processo de fabricação de mistura de borracha

| Etapas | Responsável | Descrição | Indicador de avaliação do processo anterior | Responsável indicador | Periodicidade | Cálculo e divulgação |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Matérias-primas | Técnico qualidade Matéria-prima | Operadores de empilhadeira retiram as matérias-primas que chegam através de caminhões e os estocam, recolhem as Notas Fiscais e entregam as mesmas para o Técnico de Qualidade cadastrar no sistema. Após, é verificado fisicamente as datas de fabricação sinalizando prazos de consumo. | Produto recebido dentro do prazo máximo de utilização | Técnico qualidade Matéria-prima | Imediatamente | Soma do intervalo de tempo possível de utilização a data de fabricação. Se for superior a data atual, recusar através de um *e-mail* enviado ao fornecedor. Se estiver dentro do prazo previsto, não realiza comunicação. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pesagem de ingredientes | Produção | Operadores de empilhadeira abastecem área de estoque com *bags* de produtos para serem pesados. Os operadores de pesagem aprovisionam estes produtos em carrinhos e com auxílio de concha,pesando os ingredientes até atingir o peso definido. Após, os sacos são fechados e etiquetados, informando qual mistura que deverá utilizar. | Produto na validade | Operador da sala de pesagem | Sempre que for consumir o material | Verificar se a data limite de consumo é superior a data limite.<br>Se for superior, enviar um *e-mail* para o Técnico de qualidade de matéria-prima |
| 1° etapa da mistura | Produção | Operador de *Bambury* solicita os produtos que serão utilizados para a produção da 1ª etapa da mistura solicitada (borracha natural, borracha sintética e ingredientes). Realiza-se a pesagem dos ingredientes seguindo-se do aprovisionamento do equipamento. Após sua mistura, a massa passa por cilindros para homogeneizar-lá e posteriormente é enviada para a parte final da máquina que aprovisiona napas da 1ª etapa da mistura no palete. O operador de | Produtos necessários para a fabricação da mistura | Operador de *Bambury* | Sempre que for consumir o material | Verificar se o produto que será consumido é o que está previsto na receita. Caso negativo, informar o operador de empilhadeira para realizar a troca. Em caso positivo, não necessita comunicação |
| | | | Produto na validade | Operador da sala de pesagem | Sempre que for consumir o material | Verificar se a data limite de consumo é superior a data limite.<br>Se for superior, enviar um e-mail para o Técnico de qualidade de matéria-prima |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | empilhadeira aprovisiona na área de espera. | | | | |
| 2° etapa da mistura (mistura final) | Produção | Solicitação dos produtos que serão utilizados para a produção mistura. Com os produtos disponíveis, é realizado uma pesagem de todos os ingredientes e em seguida, aprovisiona no Bambury. Após a mistura a massa passa por cilindros para homogeneizar e aprovisiona o produto no palete. O operador de empilhadeira aprovisiona na área de espera. | 1ª etapa da mistura liberada para consumo | Função Liberação | Até 2 horas após fabricação da 1ª etapa da mistura | O laboratório realiza ensaios para verificar se a estrutura química está conforme o definido em norma interna de qualidade, e o agente de qualidade verifica as informações de temperatura, pressão da máquina e composto, que foram preenchidas pelo operador da máquina.<br>Com a liberação do laboratório e do agente de qualidade, a função liberação carimba a etiqueta e disponibiliza para uso.<br>Caso algum resultado fique fora do previsto, o Técnico de qualidade irá avaliar podendo liberar ou considerar não conforme. |
| | | | Produtos necessários para a fabricação da mistura | Operador de *Bambury* | Sempre que for consumir o material | Verificar se o produto que será consumido é o que está previsto na receita. Caso negativo, informar o operador de empilhadeira para realizar a troca. Em caso positivo, não necessita comunicação |
| | | | Produto na validade | Operador da sala de pesagem | Sempre que for consumir o material | Verificar se a data limite de consumo é superior a data limite.<br>Se for superior, enviar um *e-mail* para o Técnico de qualidade de matéria-prima |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Estocagem consumo interno / Estocagem para expedição à outras fábricas | Produção | Operador de empilhadeira aprovisiona os paletes na área de espera liberação.<br>Com a mistura liberada, o operador de empilhadeira aprovisiona na área de mistura conforme.<br>No caso de mistura reprovada, esta é provisionada na área de não conforme para descarte. | Mistura liberada para consumo | Função Liberação | Até 2 horas após fabricação da 1ª etapa da mistura | O laboratório realiza ensaios para verificar se a estrutura química está conforme o definido e o agente de qualidade verifica as informações de temperatura e pressão da máquina e composto, que foram preenchidas pelo operador da máquina.<br>Com a liberação do laboratório e do agente de qualidade, o posto função liberação carimba a etiqueta e disponibiliza para uso.<br>Caso algum resultado fique fora do previsto, o Técnico de qualidade irá avaliar podendo liberar ou considerar não conforme. |

Fonte: Os autores.

No ano de 2021, foram realizadas análises com o objetivo de mensurar a capacidade fabril e identificar oportunidades para a melhor utilização do parque industrial e de seus respectivos processos. Nesta análise, identificou-se que o setor de produção de mantas de borracha, utilizadas para a fabricação de pneus, apresentava ociosidade, pois o volume de produção, para seus clientes internos reduziu devido a transferência da produção de pneu de bicicleta e uma parte da produção de pneu de moto para a planta de Manaus. Para a fabricação destas mantas, é necessária diferentes matérias-primas para composição do produto que, após a mistura e homogeneização, estão disponíveis para utilização no processo de confecção da peça acabada.

A partir da interpretação a partir das análises conferidas, foi identificado como oportunidade o ganho produtivo no aumento do carregamento das máquinas, sendo considerada a possibilidade de transferência de responsabilidade de fabricação destas mantas para outro site da empresa, localizada no estado do Rio de Janeiro. Sendo que, para produzir este tipo de produto no *site* proposto, foi necessário identificação de disponibilidade de área exclusiva para estocagem de matéria-prima, devido às exigências de qualidade, que são superiores às exigências dos clientes internos.

Esta exigência baseia-se em que este produto não pode manter contato com água ou outra solução líquida. Assim sendo, consequentemente, necessitam estar alocados em uma área fechada e dentro do galpão da produção, sendo no atual *layout*, as instalações não possuem recobrimento de telhado nas áreas externas com fins de garantir o transporte dos itens em segurança nos dias chuvosos. Assim, foi identificado uma área de 312 m² que atenderia às exigências da qualidade.

Para o volume previsto, dimensionado em 37 ton/dia na atual estrutura, o local dispõe de área para estocagem inferior ao necessário para a previsão produtiva, representando riscos à qualidade do produto acabado, havendo a possibilidade de produção de itens defeituosos, demandando aumento da manufatura do item além do previsto, gerando perdas, desperdício de produtividade e materiais. A tabela 1 detalha a capacidade da área comentada.

TABELA 1 - CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM

| | BUs ou kg/caixa | caixas/bags | cargas | ton | dias de estoque |
|---|---|---|---|---|---|
| Produto A | 50 | 3 | 150,0 | 30,0 | 0,8 |
| Produto B | 35 | 6 | 210,0 | 42,0 | 1,1 |
| Produto C | 1000 | 21 | 292,4 | 58,5 | 1,6 |
| Produto D | 1000 | 21 | 425,6 | 85,1 | 2,3 |
| Produto E | 927 | 10 | 139,2 | 27,8 | 0,8 |

FONTE - AUTORES.

A figura 1 que é apresentada abaixo, representa a organização inicial. A movimentação dentro da área é realizada por veículo empilhadeira com operador devidamente habilitado. Todas as caixas ou *bags*, ficam aprovisionadas diretamente no chão, sem estrutura de armazenagem como, por exemplo, porta palete ou semelhante.

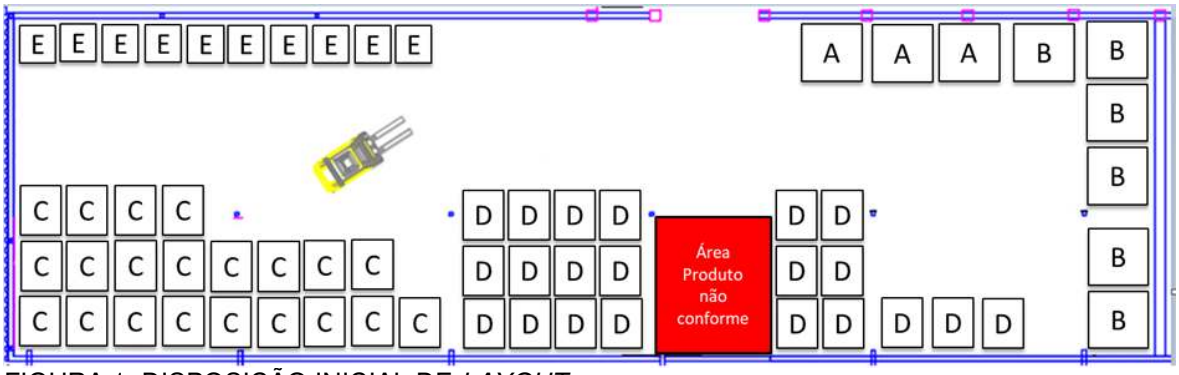

FIGURA 1: DISPOSIÇÃO INICIAL DE *LAYOUT*
FONTE: OS AUTORES.

De acordo com o problema identificado e apresentado, uma nova análise desta área de estocagem foi realizada com fins de projetar seu aumento de capacidade. Feito estes procedimentos, foram levantadas a equipe de direção da empresa propostas para solucionar tais demandas, dos quais:

a) Transferência da área de não conformidade do local atual, para uma área próxima a máquina e de fácil acesso do setor de qualidade para aferições inerentes;
b) Adoção de dispositivo porta palete, em duas alturas distintas, para os produtos C e D, respectivamente.

Para os produtos A, B e E não foi possível remanejamento ou outra forma de organização.

Com a implantação das propostas apresentadas, ocorreu o aumento de volume de produtos para mais de dois dias de estoque sem a necessidade de realização de obras de intervenção ou mudanças bruscas no layout da linha de produção, no qual acarretaria provável mudança da linha e dos processos produtivos posteriores. A tabela 2 detalha o atual ganho em dias de estoque com a aplicação das propostas.

TABELA 2 - CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM OTIMIZADA

| | BUs ou kg/caixa | caixas/bags | cargas | ton | dias de estoque |
|---|---|---|---|---|---|
| Produto A | 50 | 9,0 | 450,0 | 90,0 | 2,4 |
| Produto B | 35 | 12,0 | 420,0 | 84,0 | 2,3 |
| Produto C | 1000 | 32,0 | 445,5 | 89,1 | 2,4 |
| Produto D | 1000 | 24,0 | 486,4 | 97,3 | 2,6 |
| Produto E | 927 | 30,0 | 417,5 | 83,5 | 2,3 |

FONTE: OS AUTORES.

Sobre o layout, a figura 2 mostra sua reorganização. Foi possível dimensionar a área para mais de 2 dias de estoque. O setor de planejamento realiza ordens de pedidos buscando manter um estoque de 2 dias. Com isso, o armazém trabalha com uma capacidade inferior à capacidade máxima.

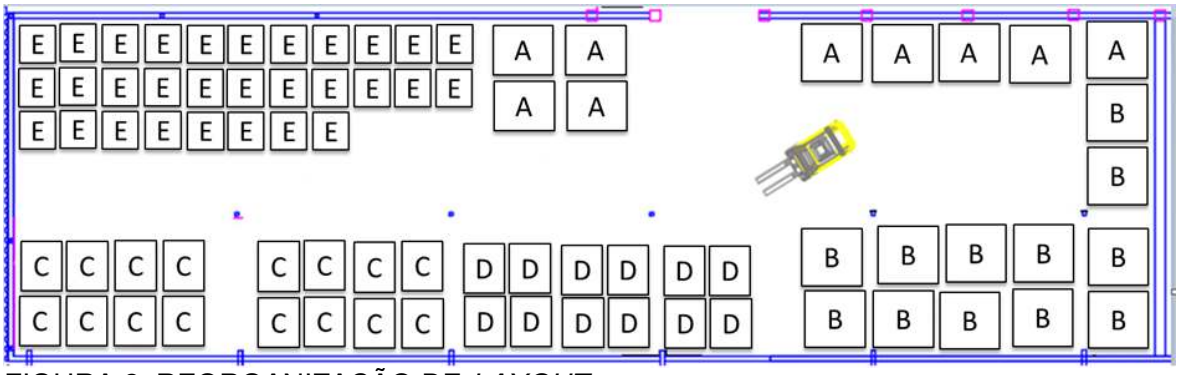


FIGURA 2: REORGANIZAÇÃO DE *LAYOUT*
FONTE: OS AUTORES.

A reorganização de *layout* possibilitou a absorção do volume de produção para outra fábrica, porém, mesmo não utilizando a capacidade máxima do armazém, demandou um aumento de um operador de empilhadeira por turno pois com o aumento de fluxo de materiais e produtos, criou-se junto mais movimentações para garantir o FIFO (f*irst in, first out*), por isso, essa reestruturação de mão-de-obra foi necessária.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado ressalta a importância que o planejamento, a organização e os meios propostos para a mudança do *layout* foram necessários para prover melhorias no manuseio e assim, melhor assertividade nos processos, garantindo a qualidade, a quantidade e o período em que se pode manter o estoque no novo armazém.

Com o estudo concluído, é possível inferir que o sistema proposto melhora as operações da empresa, altera as ações e soluciona as questões divergentes existentes e, com isso, foi atingido o objetivo inicial e obteve-se os resultados

esperados. E como sugestão para novos estudos é recomendado aprofundamento nos estudos de arranjo de *layout* na empresa analisada e em outras que apresentam o mesmo paradigma.

## REFERÊNCIAS


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

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - Logística Empresarial.** Bookman Editora, 2001.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial.** Bookman, 2006.

BORGES C. T.; CAMPOS S. M.; BORGES C. E. I**mplantação de um sistema para o controle de estoques em uma gráfica/editora de uma universidade**. Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v. 3, n. 1, p. 236-247, Jul./Dez. 2010.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística.** São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais.** Rio de Janeiro: Campus, 2004.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo:Saraiva, 2009.

MARTINS, P. G.; CAMPOS ALT, P. R. C. **Administração de Materiais**. São Paulo: Editora Saraiva, 2003.

MARTINS, P. G.; CAMPOS ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2009.

OLIVEIRA, O. M. de. **A gestão de estoques no pequeno e médio varejo de supermercado da Bahia: estudo sobre a influência da gestão informatizada de estoques sobre o desempenho das empresas**. 121f. Dissertação (Mestrado profissional) – Núcleo de Pós-Graduação da Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, 2005.

PAURA, G.L. **Fundamentos da Logística**. 1ª Ed. Curitiba, PR: Instituto Federal do Paraná, 2012.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine, HARRISON, Alan, JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**, São Paulo – SP: Editora Atlas S.A., 1997.

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.