

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE
MANUFATURA ENXUTA EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS
DE BORRACHA NO SEGMENTO DE CORREIAS
TRANSPORTADORAS E ELEVADORAS**

Luana Angélica de Paula

TCC-EP-52-2008

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE
MANUFATURA ENXUTA EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS
DE BORRACHA NO SEGMENTO DE CORREIAS
TRANSPORTADORAS E ELEVADORAS**

Luana Angélica de Paula

TCC-EP-52-2008

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientadora: Prof^ª. Esp. Daiane Maria De Genaro Chiroli.

**Maringá - Paraná
2008**

Luana Angélica de Paula

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA EM
UMA EMPRESA DE ARTEFATOS DE BORRACHA NO SEGMENTO DE
CORREIAS TRANSPORTADORAS E ELEVADORAS**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientadora: Prof^a. Esp. Daiane Maria De Genaro Chiroli
Departamento de Informática, CTC

Prof^a. Msc. Carla Fernanda Marek Gasparine
Departamento de Informática, CTC

RESUMO

O presente trabalho descreve um estudo de caso envolvendo a identificação e a melhoria dos estoques de produção em uma indústria de artefatos de borracha. A globalização trouxe para os gestores de produção a necessidade de tornar os seus negócios competitivos a nível mundial. Os lotes, cada vez mais reduzidos, e a variação constante da demanda tornam evidente a flexibilização dos processos como vantagem competitiva. Atualmente a concorrência acirrada faz com que as empresas busquem cada vez mais processos otimizados, altamente produtivos e de baixo custo. A partir dessas necessidades é que surge a idéia da análise de um sistema manufatureiro de origem ocidental, sob a ótica do Sistema Enxuto de Produção. Com o objetivo da elaboração de uma proposta para um estudo de flexibilização da produção, através da aplicação das técnicas da Manufatura Enxuta, vem-se buscar uma alternativa para a eliminação dos estoques intermediários e redução dos estoques em processo de produção da indústria em questão.

Palavras-chave: Produção. Estoques. Manufatura Enxuta.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA E ORGANIZAÇÃO DO PRESENTE TRABALHO.....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo Geral.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 A MANUFATURA ENXUTA	5
2.1.1 O Sistema Just in Time	6
2.1.1.1 Nivelamento da Produção – Heijunka	10
2.1.1.2 Troca Rápida de Ferramentas	11
2.1.1.3 Sistema Kanban.....	13
2.1.1.4 Planejamento dos Recursos da Manufatura - Manufacturing Resources Plannig.....	15
2.1.1.5 Mapa do Fluxo de Valor	17
2.2 ESTOQUES.....	20
2.2.1 Tipos de Estoques	22
2.2.2 Inventário de Estoques	23
2.2.2.1 Inventário Periódico	23
2.2.2.2 Inventário Permanente.....	23
2.2.3 Custos dos Estoques.....	24
2.2.4 Gestão de Estoques	25
2.2.5 Técnicas de Administração de Estoques	28
2.2.5.1 Estoque de Segurança.....	28
2.2.5.2 Classificação ABC dos Estoques.....	30
2.3 A MANUFATURA ENXUTA E OS ESTOQUES	31
2.3.1 O Mecanismo Função Produção	31
2.3.2 Princípio do Não-Custo e das Perdas no sistema produtivo.....	32
2.3.3 Tipos de Estoques Intermediários segundo a Manufatura Enxuta	32
2.4 ESTUDOS DOS TEMPOS E MOVIMENTOS	33
2.4.1 O Tempo-Padrão.....	35
2.5 A TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	36
2.5.1 Os Princípios Básicos da TOC	38
3 METODOLOGIA	41
3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	41
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA EMPRESA PELO TIPO DE PRODUÇÃO	43
3.3 MERCADOS DE ATUAÇÃO	43
3.4 INSTALAÇÕES E PROCESSOS DE PRODUÇÃO	43
3.5 PROBLEMAS OBSERVADOS NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO	45
3.6 PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÕES DE FERRAMENTAS	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
5 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS	58

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: HISTÓRICO DA EMPRESA.....	42
FIGURA 2: CAPACIDADE PRODUTIVA E PRODUÇÃO EM METROS LINEARES.....	42
FIGURA 3: APLICAÇÕES DAS CORREIAS TRANSPORTADORAS E ELEVADORAS	43
FIGURA 4: <i>LAYOUT</i> DA FÁBRICA – ORIENTAÇÕES PARA ANÁLISE GERAIS.....	44
FIGURA 5: PALLET S DE MANTAS SETOR 1.....	46
FIGURA 6: PALLET S DE MANTAS SETOR 2.....	46
FIGURA 7: ROLOS CALANDRADOS SETOR 3	46
FIGURA 8: ROLOS CALANDRADOS SETOR 4	47
FIGURA 9: ROLOS CALANDRADOS SETOR 5	47
FIGURA 10: ROLOS MONT ADOS SETOR 6	48
FIGURA 11: ROLOS MONT ADOS SETOR 7	48
FIGURA 12: ROLOS MONT ADOS SETORES 6 E 7.....	49
FIGURA 13: TEMPOS DE PROCESSOS E DE ESTOQUES EMPREOCESO - AMOSTRAS CORREIA TRANSPORTADORA.....	51
FIGURA 14: TEMPOS DE PROCESSOS E DE ESTOQUES EMPREOCESO - AMOSTRAS CORREIA LAMINADA.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DADOS PARA CÁLCULO DO LEP DOS MESES DE 2008.....	55
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EDI	Electronic Data Interchange - Troca Estruturada de Dados
JIT	Just in Time
LEC	Lote Econômico de Compra
LEP	Lote Econômico de Produção
LL	Lucro Líquido
MFP	Mecanismo Função Produção
MRP	Manufacturing Resources Plannig - Planejamento dos Recursos da Manufatura
RCC	Recurso Restritivo de Capacidade
RSI	Retorno Sobre o Investimento
TOC	Theory of Constraints - Teoria das Restrições
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Womack, Jones e Roos (1992), existem três principais métodos de produção para uma indústria de manufatura, os quais são designados Produção Artesanal, Produção em Massa e Produção Enxuta. Sendo a Produção em Massa, desenvolvida pela Ford e aperfeiçoada pela General Motors, considerada como uma evolução da Produção Artesanal, enquanto que a Produção Enxuta, desenvolvida pela Toyota, seria uma evolução da Produção em Massa.

A Produção Artesanal tem como características uma força de trabalho altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento. Os trabalhadores progredem através de aprendizado, abrangendo todo um conjunto de habilidades artesanais, em organizações descentralizadas. O sistema é coordenado por um proprietário/empresário, em contato direto com todos os envolvidos: clientes finais, empregados e fornecedores. Nesse sistema volume de produção é bem reduzido.

Esse método de produção é ainda bastante utilizado, porém atualmente está voltado para pequenos nichos de mercado compostos de clientes finais ávidos por uma imagem personalizada e pela possibilidade de lidarem diretamente com o fabricante na encomenda.

Em contrapartida, a Produção em Massa utiliza profissionais especializados para projetar produtos que serão produzidos por trabalhadores semi ou não-qualificados, utilizando máquinas especializadas em uma única tarefa, que fabricam produtos padronizados em grande escala. Por ser a mudança para um novo produto tão onerosa, o produtor em massa mantém os modelos padrão em produção o maior tempo possível. Como resultado, o cliente final obtém preços mais baixos, porém com pouca variedade de opções de produtos.

No entanto, atualmente, estas mesmas técnicas, tão enraizadas na filosofia de manufatura, estão frustrando os esforços de muitas companhias no salto para a Produção Enxuta, principal estudo deste trabalho.

A Produção Enxuta, em contraposição aos dois métodos de produção apresentados anteriormente, combina as vantagens da Produção Artesanal e em Massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez da segunda. Com esse intento, a Produção Enxuta concentra uma equipe de trabalhadores qualificados em todos os níveis da organização, além de processos flexíveis, para produzir grandes volumes de produtos com certa variedade.

Este método é chamado “enxuto” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a Produção em Massa: menos esforços dos operários na fábrica, menos tempo de

planejamento para desenvolver novos produtos, menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar um número menor de defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

Talvez a maior diferença entre a Produção em Massa e a Produção Enxuta esteja em seus objetivos finais. Os produtores em massa estabelecem para si mesmos uma meta tolerável de defeitos, um nível máximo de estoques aceitável e uma limitada variedade de produtos padronizados. No pensamento da Produção em Massa, aprimorar mais ainda custaria muito caro ou superaria a capacidade dos seres humanos. Os produtores enxutos, por sua vez, almejam abertamente a perfeição: custos sempre declinantes e ausência de itens defeituosos.

1.1 JUSTIFICATIVA E ORGANIZAÇÃO DO PRESENTE TRABALHO

A entrada da filosofia de Produção Enxuta nas empresas de manufatura tem sido feita por meio de adaptações das formas tradicionais de trabalho às novas ferramentas disponíveis.

De uma forma ampla, a Produção ou Manufatura Enxuta consiste na aplicação de práticas que visam à eliminação de desperdícios no sistema produtivo a fim de criar um fluxo contínuo da produção, impactando na redução dos *lead times* e diminuição dos estoques por toda a fábrica. Partindo desse pressuposto, o estudo de caso em análise, será uma indústria de artefatos de borracha no segmento de correias transportadoras e elevadoras para transporte de materiais a granel e sacarias localizada na cidade de Maringá - PR, que utiliza uma abordagem diferente à da Manufatura Enxuta. Sendo assim, a sugestão é a utilização dessa filosofia para alcançar as melhorias propostas nos objetivos.

O presente trabalho está disposto em capítulos, onde no primeiro deles mostra uma breve descrição dos diferentes tipos de produção existente na manufatura, seguido pela justificativa, explicação da organização do mesmo, definição do problema, e os objetivos geral e específicos, que são as bases para alcançar a proposta oferecida pelo estudo de caso.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica do trabalho, contendo aspectos importantes da Manufatura Enxuta e suas ferramentas, estudo em questão, baseados em diversos autores que se dedicam ao tema.

No capítulo três encontra-se a caracterização da empresa e são descritos seus processos de produção, objetivando principalmente levantar os problemas que ocorrem na mesma.

Por sua vez, o quarto capítulo descreve a proposta de atuação com enfoque na Manufatura Enxuta, principalmente a eliminação de estoques intermediários e redução de estoque em processo.

O quinto capítulo contém uma idéia conclusiva informando que para a concretização verdadeira e eficaz da implementação do pensamento enxuto, é preciso participação de todos que compõem a organização.

Por fim, o sexto capítulo contempla as referências bibliográficas utilizadas para a realização do trabalho.

1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

O objetivo dessa discussão é a falta de implementação de uma ferramenta que busca resolver os problemas de produção e logística nessa indústria de correrias, tendo vista o amplo número de situações inadequadas não solvidas, como a utilização de uma extensa área de chão de fábrica para armazenagem de estoques intermediários e em processo, o crescido número de tempo de *setup*, a falta de organização e limpeza nas células de produção, acarretando também em falta de segurança para os colaboradores que por ali passam, e por conta de tudo isso, o custo de produção acarretado.

1.3 OBJETIVOS

Com o desígnio de buscar uma melhoria da qualidade, estabelecem-se os objetivos geral e específicos do presente trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

Propor soluções de eliminação de estoques intermediários e redução de estoque em processo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Relatar e interpretar literaturas que qualificam as ferramentas utilizadas na realização da produção enxuta;

- b) Realizar um estudo sobre estoques intermediários e em processo, buscando obter o suporte teórico necessário para concluir as etapas seguintes do trabalho;
- c) Levantar os processos utilizados pela empresa quanto ao planejamento e controle das produções de cada célula existente no chão de fábrica;
- d) Propor ações que poderão corrigir os problemas encontrados na etapa anterior e;
- e) Demonstrar as vantagens que a empresa terá após implantar a manufatura enxuta no setor de Planejamento e Controle da Produção.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As empresas estão passando por um período de transformações em seus ambientes econômicos e tecnológicos. Essas organizações estão inseridas em um processo de globalização, em um contexto de concorrência acirrada e combate por preços competitivos, associados à demanda por produtos e serviços com cada vez maior valor agregado, tanto quanto ao atendimento das necessidades dos clientes como em termos de qualidade assegurada. Todos esses fatores levaram as empresas a um espaço onde a mudança é constante, exigindo flexibilidade e adaptação às exigências de mercado.

Para se adaptarem a esse ambiente competitivo, as empresas de manufatura estão cada vez mais utilizando os conceitos e técnicas da Manufatura Enxuta, ou seja, produzindo em resposta a demandas específicas, somente quando necessário, controlando a qualidade, prazo de entrega e custo, buscando atingir (ou até superar) as expectativas dos clientes.

2.1 A MANUFATURA ENXUTA

Os conceitos e técnicas da Manufatura Enxuta foram extraídos da experiência mundial em manufatura e combinados dentro de uma visão holística do empreendimento. O sistema visa administrar a manufatura de forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra.

Segundo Womack e Jones (2004), o pensamento enxuto busca aumentar cada vez mais a produtividade com cada vez menos esforço humano, menos tempo, menos investimento de capital e menos espaço, caminhando sempre na direção da satisfação do cliente.

Segundo Blaxill e Hout (1991), considerando-se apenas a visão da fábrica, pode-se afirmar que somente através de processos de manufatura controlados, sincronizados e integrados, obtendo com esses, alta qualidade, melhor tempo de ciclo sob controle e flexível, as empresas podem ter custos baixos e serem viáveis economicamente.

Os cinco princípios da Manufatura Enxuta são (HINES; TAYLOR, 2000):

- a) Especificar o que gera e o que não gera valor sob a perspectiva do cliente. Não se deve avaliar sob a óptica da empresa ou de seus departamentos;
- b) Identificar todos os passos necessários para produzir o produto ao longo de toda linha de produção, de modo a não serem gerados desperdícios;

- c) Promover ações a fim de criar um fluxo de valor contínuo, sem interrupções, ou esperas;
- d) Produzir somente nas quantidades solicitadas pelo consumidor;
- e) Esforçar-se para manter uma melhoria contínua, procurando a remoção de perdas e desperdícios.

A implementação dos princípios da Manufatura Enxuta exigem uma mudança de mentalidade, através de educação e treinamento. Segundo Deming (1990, p.367) “Uma organização não precisa apenas de gente boa; precisa de gente que vai se aprimorando sempre através de formação adequada”.

As limitações da Manufatura Enxuta estão ligadas à limitação da flexibilidade do processo produtivo quanto ao mix de produtos e com as variações rápidas na demanda. Variações no mix e na demanda podem exigir a introdução de novas máquinas e novo balanceamento do fluxo produtivo, além de exigir a formação de certo nível de estoque para que o fluxo não seja interrompido.

O principal conceito da Manufatura Enxuta é produzir somente o que o cliente deseja no momento exato que ele precisa. Caracterizando a produção puxada, em termos gerais, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite. Além de atender às reais necessidades dos clientes, o sistema de puxar o produto/serviço reduz inventário e torna muito visíveis os problemas, possibilitando ações gerenciais para eliminá-los.

No sistema empurrado, presente em empresas que não utilizam o conceito de manufatura enxuta, o processo inicial produz o quanto consegue e entrega as peças em grande quantidade para o processo posterior, mesmo sem necessidade alguma, causando assim inventários desnecessários. Essas grandes quantidades de peças em processo trazem alguns pontos desfavoráveis para a manufatura, por exemplo, áreas necessárias para armazenagem de peças, excesso de manuseio e as ineficiências do processo produtivo são ocultadas ao invés de eliminadas.

2.1.1 O Sistema Just in Time

Com a intenção de eliminar todas as conseqüências negativas do sistema empurrado, e individualizar a produção puxada, o Sistema Toyota de Produção criou o sistema Just in Time (JIT), que é considerado uma estratégia que visa obter uma racionalização da produção e “em

termos de utilização de materiais no processo produtivo, significa a peça certa, no momento certo, na quantidade certa e no local certo” (LARA JR., 1990, p.102).

Uma empresa que estabeleça esse fluxo pode chegar ao estoque zero e segundo Shingo (2000), existem três estratégias para se atingir o ideal de produção com estoque zero. A primeira é reduzir os ciclos de produção, a segunda é eliminar as quebras, atacando as causas raiz dos problemas e a última é reduzir os tempos de *setup*, o que possibilita a produção em pequenos lotes, respondendo rapidamente às flutuações na demanda.

Uma idéia que precisa ficar clara é que o JIT não tem como objetivo o estoque zero, mas a eliminação dos desperdícios. A redução dos estoques ao nível “zero” é consequência do tratamento da eliminação dos desperdícios.

Ohno (1997), Shingo (1996), Womack e Jones (2004) classificaram os desperdícios em sete tipos:

- a) Superprodução: produção maior do que a quantidade exigida pelo mercado;
- b) Espera: atividade de ter que esperar por determinada peça, gerando desperdício de tempo;
- c) Transporte: movimentação de produtos não agrega valor, portanto deve ser evitado sempre que possível;
- d) Processamento: a atividade de acrescentar ao processo mais esforço do que o necessário pelas especificações do cliente também é considerado desperdício;
- e) Estoque: quando ocorre excesso de fornecimento de peças entre processos, ocorre o inventário, necessitando de capital de giro para a sua manutenção e caracterizando dinheiro parado;
- f) Defeitos: provocam retrabalhos, custo de recuperação ou mesmo a perda total de material e esforço, além do risco elevado de perder o cliente caso o produto defeituoso chegue até ele;
- g) Movimentação desnecessária: esse item está relacionado à desorganização do ambiente de trabalho e movimentação desnecessária de pessoas.

Lara Jr. (1990, p.102) diz que,

Para os japoneses o problema primário na indústria de hoje, é o desperdício, o qual se manifesta na forma de inventários excessivos, má qualidade e longos tempos de processamento. Assim, o objetivo deve ser: eliminar o desperdício. Nenhum material deve estar na fábrica, a não ser que esteja sendo consumido.

Segundo Ohno (1997), o pior desperdício é o da superprodução. Os problemas devem aparecer e a única forma disso ocorrer é produzir o extremamente necessário. Nessa situação, qualquer problema implica num atraso de entrega, ou parada da linha de produção, ambos altamente visíveis à direção da empresa.

Olhando do ponto de vista de Lara Jr. (1990, p.102),

Nunca atrase o programa de produção, mesmo por um dia. Se uma máquina quebrar, interrompa os processos precedentes e subsequentes para evitar superprodução e gargalos. Faça paradas automáticas de linhas toda vez que existir alguma coisa errada. Sinalize! Torne visíveis os problemas.

Portanto, o resultado líquido de se operar um sistema JIT é a redução do desperdício, e isto pode ser a diferença entre o sucesso e o fracasso da empresa. Os lucros obtidos com a redução dos desperdícios são provavelmente mais significativos, na medida em que eles se traduzem em benefícios diretos para a base financeira.

O JIT pode ser descrito como uma filosofia de administração que está constantemente enfocando a eficiência e integração do sistema de manufatura utilizando o processo mais simples possível. Dedicar-se ao processo de se esforçar continuamente para os elementos no sistema de manufatura que restrinjam a produtividade.

Os cinco princípios básicos que orientam uma empresa e seus empregados no desenvolvimento de um sistema JIT são:

- a) Cada funcionário ou posto de trabalho é tanto cliente como fornecedor;
- b) Clientes e fornecedores é uma extensão do processo de manufatura;
- c) Procurar simplificar continuamente;
- d) É mais importante prevenir problemas do que resolvê-los;
- e) Obter ou produzir algo somente quando for necessário.

As reduções diretas de custo em um sistema JIT são significativas em termos de redução de aquisição, recepção, inspeção e custos de armazenagem. As reduções oriundas somente dessas áreas podem ficar numa faixa de 30 a 50 % dos custos operacionais agregados.

Os custos relacionados com materiais são reduzidos em um sistema JIT de diversas maneiras:

- a) Reduzindo o número de fornecedores com os quais a empresa opera;
- b) Desenvolvendo contratos de longo prazo;
- c) Eliminando a expedição;
- d) Reduzindo o planejamento de pedidos;

- e) Obtendo melhores preços por unidade;
- f) Eliminando a necessidade de contagem individual das peças;
- g) Simplificando os sistemas de recebimento;
- h) Eliminando a inspeção de recebimento;
- i) Eliminando a maior parte de re-embalagem;
- j) Eliminando os desarranjos causados por grandes lotes;
- k) Eliminando a armazenagem, dos estoques.

As vantagens do sistema de administração da produção Just in Time podem ser mostradas através da análise de sua contribuição aos principais critérios competitivos:

- a) Custos: dados os preços já pagos pelos equipamentos, materiais e mão de obra, o JIT, busca que os custos de cada um destes fatores sejam reduzidos ao essencialmente necessário. As características do sistema JIT, o planejamento e a responsabilidade dos encarregados da produção pelo refinamento do processo produtivo favorecem a redução de desperdícios. Existe também uma grande redução dos tempos de *setup*, interno e externo, além da redução dos tempos de movimentação, dentro e fora da empresa;
- b) Qualidade: o projeto do sistema evita que os defeitos fluam ao longo do fluxo de produção; o único nível aceitável de defeitos é zero. A pena pela produção de itens defeituosos é alta. Isto motiva a busca das causas dos problemas e das soluções que eliminem as causas fundamentais destes problemas. Os trabalhadores são treinados em todas as tarefas de suas respectivas áreas, incluindo a verificação da qualidade. Sabem, portanto, o que é uma peça com qualidade e como produzi-la. Se um lote inteiro for gerado de peças defeituosas, o tamanho reduzido dos lotes minimizará o número de peças afetadas. O aprimoramento de qualidade faz parte da responsabilidade dos trabalhadores da produção, estando incluída na descrição de seus cargos;
- c) Flexibilidade: o sistema Just in Time aumenta a flexibilidade de resposta do sistema pela redução dos tempos envolvidos no processo. Embora o sistema não seja flexível com relação à faixa de produtos oferecidos ao mercado, a flexibilidade dos trabalhadores contribui para que o sistema produtivo seja mais flexível em relação às variações do mix de produtos. Através da manutenção de estoques baixos, um modelo de produto pode ser mudado sem que haja muitos componentes obsoletos. Como o projeto de componentes comprados é geralmente feito pelos próprios fornecedores a partir de especificações funcionais, ao invés de especificações detalhadas e rígidas de

projeto, estes podem ser desenvolvidos de maneira consistente com o processo produtivo do fornecedor;

- d) Velocidade: a flexibilidade, o baixo nível de estoques e a redução dos tempos permitem que o ciclo de produção seja curto e o fluxo veloz. A prática de diferenciar os produtos na montagem final, a partir de componentes padronizados, de acordo com as técnicas de projeto adequado de manufatura e projeto adequado à montagem, permite entregar os produtos em vários prazos mais curtos;
- e) Confiabilidade: a confiabilidade das entregas também é aumentada através da ênfase na manutenção preventiva e da flexibilidade dos trabalhadores, o que torna o processo mais robusto.

2.1.1.1 Nivelamento da Produção – Heijunka

Existem princípios característicos do sistema JIT. Um deles é o *Heijunka* (nivelamento da produção), conceituado sistema de produção que visa à fabricação de produtos diferentes, em lotes unitários, na mesma linha de montagem. “Flexibilize a produção para atender as demandas de qualquer produto, em qualquer quantidade, a qualquer momento” (LARA JR., 1990, p.102).

Grande parte das empresas considera mais fácil programar grandes quantidades de peças de um mesmo tipo de produto e evitar trocas no processo produtivo. Porém, agrupar produtos iguais e produzi-los de uma só vez, dificulta o atendimento de clientes que desejam produtos diferentes dos que estão sendo produzidos no momento. Segundo Rother e Shook (2003), nivelar o mix de produção significa distribuir uniformemente a produção dos diversos tipos de produtos durante um período de tempo. Isso fará com que os estoques durante todo o processo produtivo sejam reduzidos e melhorará a performance de atendimento dos clientes.

Seguindo um raciocínio de redução contínua de estoque e nivelamento da produção em tempos cada vez menores, pode-se utilizar o nivelamento, por exemplo, para uma hora de produção, ou seja, toda peça fabricada a toda hora. Ainda assim, se o processo produtivo for melhorado e mais flexibilizado, o nivelamento pode ser realizado a cada produto produzido, ou seja, utilizar tamanho de lote unitário. O tamanho ideal do lote é aquele que atende necessidades imediatas; com isto tem-se o princípio do estoque mínimo que se relaciona com a eliminação de estoques.

2.1.1.2 Troca Rápida de Ferramentas

Segundo Lara Jr. (1990, p.102) o princípio da produção e transporte unitário afirma que: “use um e faça um”. De acordo com o mesmo autor, para nivelar a produção em lotes cada vez menores, deve-se realizar o tempo de troca de ferramentas (*setup*) com um dígito de tempo; no Sistema Toyota de Produção tal procedimento é denominado Troca Rápida de Ferramentas (TRF), outro princípio do JIT.

A TRF é caracterizada pela eliminação de tempos ociosos, que não agregam valor ao produto, pois a troca de ferramental de uma máquina para a produção de um novo produto é contabilizada como tempo perdido, visto que os operadores da máquina ficam parados esperando a troca ao invés de estarem produzindo e gerando lucro para as empresas.

Segundo Shingo (2000), a equação (1) é utilizada para o cálculo do tempo de ciclo real.

$$T_{\text{ciclo}_{\text{real}}} = T_{\text{ciclo}} + (T_{\text{setup}} / \text{Lote}) \quad (1)$$

Onde:

$T_{\text{ciclo}_{\text{real}}}$ = Tempo de ciclo real

T_{ciclo} = Tempo de ciclo da operação

T_{setup} = Tempo de *setup*

Lote = Quantidade de peças no lote produzido ou a produzir

O impacto de *setup* nos tempos de ciclo na operação considerada é observado através da diminuição do tempo de ciclo da operação, proporcionalmente ao aumento do tamanho do lote.

Com cálculos, pode-se notar que para um mesmo tempo de *setup*, quanto maior é o tamanho do lote de produção, menor é o tempo de ciclo real. Talvez, por este motivo, a produção em grandes lotes tem sido tão incentivada nos processos produtivos ao longo da história.

Com um número maior de peças produzidas e tempo de ciclo real mais baixo, a capacidade produtiva de uma operação é próxima da máxima, diminuindo-se as perdas por motivo de *setup*.

Se for entendido que a verdadeira causa do problema é um tempo alto de *setup* e esforços forem feitos para esse ser reduzido, o tamanho do lote de produção não mais influenciará tão significativamente no tempo de ciclo real da operação.

Analisando a equação (1), é mais cômodo, para a operação da fábrica trabalhar com o tamanho do lote elevado, porém estas ações contrariam os conceitos da manufatura enxuta e seus benefícios. A única maneira que resta para um menor tempo de ciclo real é diminuir o tempo de *setup*.

Existem quatro estágios no processo de TRF (SHINGO, 2000):

- a) O primeiro estágio consiste em realizar um primeiro levantamento dos elementos que constituem o *setup* e seus respectivos tempos. Com cada elemento documentado, é possível separá-los entre os dois tipos distintos de *setup*: o externo e o interno. O *setup* externo é toda atividade que pode ser executada com a máquina em funcionamento, sem necessidade de a mesma estar parada. Já o *setup* interno exige que a máquina esteja parada para que seja possível a execução desta tarefa. Através da separação e organização das operações externas e internas, o tempo de *setup* interno, que é realizado com a máquina parada, pode ser reduzido de 30 a 50%;
- b) O segundo estágio consiste na elaboração de um procedimento escrito e bem detalhado da nova seqüência de elementos para a execução do *setup*, agrupando todos os elementos externos e depois os internos. Os operadores devem entender a razão do procedimento e segui-lo corretamente, somente assim obtém-se o resultado esperado;
- c) No terceiro estágio é iniciada a transformação de elementos internos em externos, ou seja, modificam-se os elementos para que o operador fique o mínimo de tempo possível com a máquina parada e permite que o maior número possível de elementos sejam realizados com a máquina em funcionamento;
- d) O quarto e último estágio visa à redução dos tempos de *setup* externo e interno, através de melhorias em dispositivos, onde o ganho em produtividade e flexibilidade é certo.

Um exemplo clássico de sucesso desta técnica é uma parada para troca de pneus e abastecimento de combustível em um carro de Fórmula Um. Pode-se observar que várias pessoas trabalham juntas, em paralelo, para executar a tarefa de troca de pneus em um tempo mínimo. Percebe-se que as parafusadeiras e os pneus novos já estão ao lado do veículo quando este pára. Os pneus já estão aquecidos na temperatura ideal para que a primeira volta tenha o mesmo rendimento que qualquer outra. O engate da mangueira de combustível é projetado de uma forma que rapidamente se conecte, abasteça com a quantidade selecionada pela equipe para suportar até a próxima parada ou o final da corrida e se desconecte. Tudo isto faz com que um procedimento de uma hora ou mais fora das pistas seja feito em menos de dez segundos. Isto é uma prova que quando se deseja que uma máquina fique parada o menor

tempo possível, a criatividade e disciplina fazem acontecer. Womack, Jones e Roos (1992) citam vários exemplos de sucesso desta técnica, por exemplo, na Toyota, os tempos de trocas de matrizes de prensas, que consumiam da ordem de vinte horas, foram reduzidos para três minutos de máquina parada. Não quer dizer que o *setup* todo dure três minutos, mas sim que o *setup* interno dure três minutos, que é o que realmente afeta o tempo de ciclo real da operação. A utilização da TRF auxilia na redução dos tempos de atravessamento (*lead times*), possibilitando à empresa resposta rápida diante das mudanças do mercado. Outra vantagem da TRF é a produção econômica de pequenos lotes de fabricação, o que geralmente exige baixos investimentos no processo produtivo (SHINGO, 1996). Além disso, a TRF reduz a incidência de erros na regulação dos equipamentos.

Movimentações de materiais por meio de operações mais rápidas resultam em sistema mais enxuto e produtivo. A redução do *lead time* proporciona aproximação entre requisitos do cliente e resposta da empresa, resultando em fidelidade de clientes e em menor complexidade gerencial (SLACK ET AL, 1997). Essa redução depende da redução dos estoques intermediários, da sincronização da produção e do tamanho dos lotes de fabricação, que é função da redução dos tempos de *setup*. Portanto, possui elevado grau de dependência na TRF.

2.1.1.3 Sistema Kanban

Um terceiro princípio utilizado no JIT é o sistema *Kanban*, que é um procedimento que utiliza cartões para operar um sistema de puxar, para o controle de materiais, o qual interliga todas as operações de suprimento a uma linha de montagem final (LARA JR, 1990).

Os cinco elementos críticos que devem conter em um cartão *Kanban* são:

- a) Ponto de uso: localização onde o componente é usado;
- b) Ponto de armazenagem: o local onde o componente é armazenado antes de ser enviado para uso, também denominado supermercado;
- c) Quantidade: quantidade de peças que a embalagem ou carrinho deve conter;
- d) Número da peça;
- e) Descrição da peça.

Segundo Argenta e Oliveira (2001), o cliente (processo seguinte) vai buscar o que ele necessita, no momento exato e na quantidade que ele determina. O processo anterior repõe somente o que foi retirado.

O cliente só tem autorização para retirar peça do supermercado se ele possuir um cartão *Kanban* de requisição; isto acontece quando ele necessita de peças para montagem de produto ou reposição de supermercado. O cartão *Kanban* de requisição é fixado na embalagem da peça desejada por ele, para que ela seja transportada para o ponto de uso.

Porém, antes do transporte da peça requisitada, é necessário retirar o cartão *Kanban* de produção fixado na embalagem e colocá-lo à disposição do fornecedor da peça em um local estabelecido previamente.

O fornecedor, de tempos em tempos, verifica a existência de cartões *Kanban* neste local determinado. A presença de cartões indica a necessidade de produção da respectiva peça retirada.

A disciplina na utilização dos cartões *Kanban* é fundamental para que o sistema de produção JIT tenha sucesso. Todos os operadores devem compreender o funcionamento do sistema através de treinamentos específicos e ter disciplina na utilização desta ferramenta.

As regras para utilização do sistema *Kanban* são:

- a) O processo subsequente (cliente) é quem requisita a retirada no processo precedente (fornecedor);
- b) Qualquer retirada sem um *Kanban* é proibida;
- c) Qualquer retirada maior que a especificada no *Kanban* é proibida;
- d) O produto físico transportado deve estar sempre acompanhado por um *Kanban*;
- e) O processo precedente deve produzir seus produtos nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente;
- f) Produção superior à quantidade especificada pelo *Kanban* é proibida;
- g) Produtos fabricados com defeitos não podem ser enviados ao processo subsequente;
- h) A quantidade de cartões *Kanban* deve ser minimizada.

Para um programa de produção nos moldes do JIT, os cartões *Kanban* de produção são organizados num local visível, por exemplo, um quadro, segundo os tipos de peças a serem produzidas. Podem-se utilizar diferentes cores para facilitar a identificação de cada modelo e/ou peça a ser produzido.

Após cada melhoria executada nos processos produtivos, as quantidades de equipamentos e seus *Kanbans* devem ser revistas, pois, em alguns casos, pode-se reduzir a quantidade de peças em estoque, sem prejudicar o fluxo produtivo da empresa, reduzindo custo e evitando a superprodução. Sem este conceito de redução contínua dos estoques, a empresa não consegue reduções significativas em seus custos.

2.1.1.4 Planejamento dos Recursos da Manufatura - Manufacturing Resources Plannig

Uma outra ferramenta é o Planejamento dos Recursos da Manufatura - *Manufacturing Resources Plannig* (MRP) que tem sido implementado por empresas no mundo inteiro nas últimas duas décadas. Uma técnica de gestão que permite o cálculo das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura (materiais, pessoas, equipamentos, etc.). *Softwares* estruturados de forma modular e integrada, o MRP é um sistema hierárquico de administração da produção, em que os planos de longo prazo de produção são sucessivamente detalhados até ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas.

Segundo Gaither e Frazier (2001), o MRP tem dois objetivos básicos: melhorar o serviço ao cliente através do cumprimento dos prazos de entrega e reduzir os investimentos em estoque, procurando adquirir e disponibilizar os materiais para a produção na quantidade necessária e no momento certo da sua necessidade.

Em linhas gerais, o sistema parte das necessidades das entregas dos produtos finais, quantidades e datas, e calcula para trás (*backward scheduling*), no tempo, as datas em que as etapas do processo de produção devem começar e acabar. A seguir determinam os recursos, e respectivas quantidades, necessários para que se execute cada etapa. Wassweiler (1994) comenta que o MRP tem sido uma das grandes contribuições para a administração da produção nas últimas décadas, por ser um efetivo método de planejamento de todos os recursos da manufatura.

É considerado um sistema que reage muito bem às mudanças. O seu algoritmo e seus *loops* de realimentação permitem que a alteração de um item do programa-mestre ou a inclusão de novos itens seja bem aceita pelo sistema. Segundo Corrêa e Gianesi (1996) esta característica faz com que o MRP seja mais útil para situações em que as estruturas de produto sejam complexas, com vários níveis e vários componentes por nível e em que as demandas sejam instáveis.

Muitos autores qualificam o MRP como um sistema passivo, porque não questiona parâmetros como: tempo de preparação de máquina, níveis de refugo, níveis de estoque de segurança, etc. Bockerstette e Shell (1993) complementam dizendo que o MRP é um sistema de planejamento e controle dirigido por computador que se utiliza do sistema de empurrar a produção, permitindo a formação de excesso de inventário no processo produtivo.

As considerações das vantagens e limitações da Manufatura Enxuta e do MRP têm levado muitas empresas a buscar uma integração dos dois sistemas visando maior eficácia na gestão do processo produtivo. Os princípios básicos dos dois sistemas parecem ser opostos. A Manufatura Enxuta incentiva um sistema de planejamento e controle puxado, enquanto o MRP é um sistema empurrado. A Manufatura Enxuta trabalha com visão sistêmica e tem objetivos que vão além da atividade de planejamento e controle da produção, enquanto o MRP é essencialmente um mecanismo de cálculo para o planejamento e controle da produção. Entretanto, as duas abordagens podem coexistir no mesmo sistema produtivo, desde que suas respectivas vantagens sejam preservadas.

Segundo Slack et al. (1997) o MRP tem uma característica muito importante que é identificar quais produtos devem ser entregues e em que momento no futuro. Em seguida calcula quantos itens e materiais devem ser solicitados dos fornecedores. Fazendo isso, ele liga a demanda dos clientes à rede de suprimentos. Bermudez (1991) acrescenta que o JIT e o MRP, como uma solução integrada, fornecem um sistema mais gerenciável para a empresa. Nenhum sistema de puxar, diz o autor, pode produzir JIT para um evento futuro. Nenhum sistema de empurrar pode, corretamente, antecipar o que, quando e como controlar o chão-de-fábrica. O sistema híbrido MRP/JIT combina os conceitos de planejamento e controle do MRP com os conceitos modernos e dinâmicos de execução do JIT.

O planejamento a médio e longo prazo, a nível de produto final, é importante para suportar a Manufatura Enxuta. Com este planejamento é possível avaliar a capacidade e outros recursos necessários ao atendimento do plano de vendas. O planejamento e compra de materiais do MRP é importante para suportar o alto giro de inventário proporcionado pelas melhorias alcançadas com a implementação das ferramentas da Manufatura Enxuta. Essas ferramentas, especialmente a formação de células, provoca muitas transformações no chão-de-fábrica, resultando em mudanças nos roteiros de fabricação, tempos de fila, movimentação de materiais, preparação de máquina, qualidade e tempo de ciclo de cada item. É necessário, portanto, uma constante atualização da base de dados do MRP para refletir essas mudanças.

Finalmente, Bockerstette e Shell (1993) contribuem dizendo que com a drástica redução do tamanho dos lotes e dos *lead times* alcançada pela Manufatura Enxuta, o papel do MRP fica significativamente alterado como uma ferramenta de planejamento e execução. Na integração dos sistemas o esforço de planejamento do MRP torna-se mais orientado para a capacidade e necessidades de materiais, enquanto que a fabricação dos produtos ao ritmo da demanda fica a

cargo do sistema de puxar, integrado a outras ferramentas da Manufatura Enxuta de combate ao desperdício no chão-de-fábrica.

Entretanto, a integração do MRP com a Manufatura Enxuta mostra uma relação sinérgica com significativos ganhos para a gestão da produção. Na integração dos dois sistemas, o MRP assume uma função de planejamento nos níveis mais altos de controle, enquanto que a programação da execução no chão-de-fábrica fica a cargo da Manufatura Enxuta.

2.1.1.5 Mapa do Fluxo de Valor

O mapa do fluxo de valor é outra ferramenta utilizada no JIT, que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor. O que se entende por mapeamento do fluxo de valor é simples: deve-se apenas seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e, cuidadosamente desenha-se uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Depois, através de um conjunto de questões desenha-se o mapa do “estado futuro”, uma representação visual de como o fluxo deve ser.

Esta ferramenta é importante por que:

- a) Ajuda a enxergar mais do que os processos individuais;
- b) Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- c) Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você pode discuti-las. De outro modo, muitos detalhes e decisões no seu chão de fábrica só acontecem por omissão;
- d) Junta conceitos e técnicas enxutas, que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- e) Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Nenhuma outra ferramenta faz isso.

Para se fazer o mapeamento do fluxo de valor utiliza-se um conjunto padronizado de símbolos, onde o importante é que todos os envolvidos no projeto possam compreendê-los.

É importante lembrar que existe maior desperdício no fluxo de informação do que no chão de fábrica, então mapear o fluxo de informação é tão importante como o fluxo físico do produto.

O *layout* do setor produtivo é responsável por grande parte dos desperdícios identificados pela filosofia da Manufatura Enxuta. Os tipos de desperdícios diretamente relacionados à

disposição dos meios de produção são o transporte, a movimentação nas operações e os estoques.

Existem quatro tipos de *layout* (TOMPKINS ET AL, 1996):

- a) *Layout* posicional: é utilizado quando os materiais transformados são ou muito grandes, ou muito delicados, ou objetariam ser movidos.

Vantagens:

- i. Movimentação de material é reduzida;
- ii. Oportunidade de melhorar a produção no trabalho;
- iii. Promove um estímulo pessoal, pois uma pessoa pode realizar todo o trabalho;
- iv. Alta flexibilidade. Pode suportar mudanças no design do produto, no mix de produtos e no volume de produção.

Limitações

- i. Aumento da movimentação de pessoal e equipamento;
- ii. Exige grande habilidade e qualidade das pessoas;
- iii. Exige uma supervisão geral;
- iv. O principal resultado é aumentar a área de trabalho e o trabalho em processo;
- v. Resulta na duplicação de equipamentos.

- b) *Layout* por processo: neste tipo de arranjo físico todos os recursos similares de operação são mantidos juntos. Este tipo de *layout* é normalmente usado quando a variedade de produtos é relativamente grande, e também é conhecido como *layout* funcional.

Vantagens:

- i. Aumento da utilização de máquinas;
- ii. Equipamentos com funções gerais podem ser utilizados;
- iii. Alta flexibilidade na alocação de pessoal e equipamento;
- iv. Operários multifuncionais;
- v. É possível uma supervisão especializada.

Limitações

- i. Aumento da necessidade de movimentação de materiais;
- ii. O controle da produção torna-se mais complicado;
- iii. Aumento do trabalho em processo;
- iv. Linha de produção longa;
- v. Requer uma alta habilidade dos funcionários.

c) *Layout* celular: neste tipo de *layout* os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados de alguma forma. Nesse arranjo físico as máquinas são dedicadas a um grupo exclusivo de peças.

Vantagens:

- i. O agrupamento dos produtos resulta numa alta utilização das máquinas;
- ii. Melhoria no fluxo de produção e diminuição das distâncias percorridas;
- iii. O ambiente de trabalho dos grupos e a ampliação das funções dos trabalhadores têm resultados positivos sobre a produção;
- iv. Tem algumas das vantagens dos *layouts* por departamentos e processo este é tipo de *layout* que fica entre os dois.

Limitações

- i. Exige uma supervisão geral;
- ii. Necessidade de treinamento e habilidade dos grupos de trabalho;
- iii. O controle da produção depende do balanço do fluxo através das células;
- iv. Caso o fluxo não seja balanceado nas células, é necessário um estoque de trabalho em processo para eliminar a necessidade de aumentar a movimentação de material para as células.

d) *Layout* por produto: neste os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para melhor conveniência do produto ou do tipo de produto. Este tipo de arranjo físico é também conhecido como *layout* em linha.

Vantagens:

- i. Simplicidade, lógica e um fluxo direto como resultado;
- ii. Pouco trabalho em processo e redução do inventário em processo;
- iii. O tempo total de produção por unidade é baixo;
- iv. A movimentação de material é reduzida;
- v. Não exige muita habilidade dos trabalhadores.

Limitações

- i. Parada de máquinas resulta numa interrupção da linha;
- ii. Mudança no design do produto torna o *layout* obsoleto;
- iii. Estações de trabalho mais lentas que limitam o trabalho da linha de produção;
- iv. Necessidade de uma supervisão geral;
- v. Resulta geralmente em altos investimentos em equipamentos.

É ampla a bibliografia que ressalta as vantagens do sistema de Manufatura Enxuta. É um sistema que focaliza o fornecimento de produtos específicos para atender necessidades de clientes específicos, ou nichos de mercado. Neste sentido focaliza o fluxo de valor para o cliente, ou seja, um fluxo produtivo o mais isento possível de desperdícios. A eliminação de desperdícios, especialmente pela redução de estoques e melhoria da qualidade, reduz os custos do processo produtivo, ajudando a empresa a ser mais competitiva. A flexibilidade exigida pelo mercado é conseguida pela redução dos tempos envolvidos no processo, especialmente o tempo de preparação e o tamanho dos lotes. O balanceamento da linha, o nivelamento do mix e a redução dos estoques permitem à empresa enxuta reduzir o *lead time*, permitem atender o mercado na sua exigência de tempo de resposta.

2.2 ESTOQUES

Por estoques, entende-se todo e qualquer depósito de mercadoria ou matéria-prima para produção ou venda em data futura. Representam um dos ativos mais importantes do capital circulante e da posição financeira da maioria das companhias industriais e comerciais.

Na concepção de Corrêa (2000, p.45), “Estoques são acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação”. Algumas das razões da existência dos estoques segundo o mesmo, são a impossibilidade ou inviabilidade de coordenar suprimento e demanda, quer por incapacidade, pelo alto custo de obtenção ou por restrições tecnológicas; com fins especulativos, pela escassez ou pela oportunidade; com a finalidade de gerenciar incertezas de previsões de suprimento e/ou demanda.

Bertaglia (2005) enfatiza que a compreensão dos objetivos estratégicos da existência e do gerenciamento dos estoques é fundamental para se definir metas, funções, tipos de estoques e forma como eles afetam as organizações em suas atividades produtivas e de relacionamento com o mercado.

Medir o desempenho dos estoques é instrutivo para a organização, sendo um dos aspectos fundamentais da administração moderna ao foco de redução de estoques, (BERTAGLIA, 2005).

Perante o impacto dos estoques no indicador de finanças, segue indicadores de desempenho que segundo Bertaglia (2005), visam à monitoração de itens:

- a) Giro de estoques: corresponde ao número de vezes em que o estoque é consumido totalmente durante um determinado período. O autor ainda complementa que o

indicador com alto índice de giro de estoque pode demonstrar um alto retorno de capital, apesar de não refletir os benefícios de se manter o estoque;

- b) Cobertura de estoque: está relacionada à taxa de uso do item e baseia-se no cálculo da quantidade de tempo de redução do estoque, caso este não sofra um ressuprimento. A formação do estoque está diretamente interligada ao desequilíbrio existente entre a demanda e o fornecimento, pois quando a demanda é maior que o fornecimento, o estoque diminui; quando o fornecimento é superior a demanda o estoque aumenta.

Com isso, os estoques podem ser classificados de acordo com as funções que desempenham:

- a) Estoque de antecipação: conforme Arnold (1999), esses estoques são feitos para aplicar a produtos de características sazonais de uma demanda futura, que envolvem, por exemplo, produtos para páscoa, natal, verão e diversas outras; nivelando a produção e reduzindo custos de mudanças das taxas de produção;
- b) Estoque de flutuação ou de segurança: a função do estoque de segurança é prevenir a empresa de imprevistos na demanda e no suprimento, evitando atrasos na entrega de suprimentos e produtos ou aumento inesperado no consumo causando muitas vezes perdas reais de vendas, principalmente quando se referem a produtos de alto consumo (BERTAGLIA, 2005);
- c) Estoque por tamanho do lote ou estoque de ciclo: conforme Arnold (1999), estoque do tamanho do lote é feito a fim de se ter vantagens de descontos sobre a quantidade. Portanto é conveniente avaliar a possibilidade de se comprar mais, prevendo vendas futuras;
- d) Estoque de proteção: Bertaglia (2005) diz que a finalidade é proteger contra casualidades que envolvem especulações de mercado relacionadas às greves, aumento de preços, situações econômicas e política instáveis, ambiente inflacionário e imprevisível. Relata também que o estoque de proteção é similar ao estoque de segurança, no entanto tem uma duração transitória, enquanto o estoque de segurança é atender as oscilações de consumo de modo ininterrupto;
- e) Estoque em trânsito ou estoque no canal de distribuição: Bertaglia (2005) relata que se caracteriza este estoque á movimentação física de materiais e produtos, existindo três estágios como:
 - i. Suprimento: onde todos os materiais programados, em trânsito e já pagos são considerados como estoque no canal, porém ainda não estão disponíveis a serem utilizados;

- ii. Processamento interno: os estoques em uma fábrica que exigem movimentação e estão em processo caracterizam-se como estoque em trânsito;
- iii. Entrega de produto: são aqueles produtos ou materiais que estão disponíveis para uso, ou que estão em transporte, porém ainda não foram pagos pelo cliente.

2.2.1 Tipos de Estoques

O elenco de contas que representam os estoques, variam de empresa para empresa, e normalmente estão classificados nas seguintes categorias:

- a) **Matéria-prima:** representada pelos materiais que irão ser aplicados na produção. Esse tipo de estoque requer alguma forma de processamento para ser transformada em produto acabado. A utilização é diretamente proporcional ao volume de produção. Segundo Scherr (1989), a manutenção de estoques de matérias-primas torna mais fácil a programação da produção, evita a aquisição de itens em períodos de preços altos e representa uma proteção contra as deficiências da oferta;
- b) **Produtos em processo:** diversos materiais que estão em diferentes fases do processo produtivo. Corresponde a todos os materiais que sofreram algum tipo de transformação, porém não atingiram a forma final do produto a ser comercializado e todos os custos diretos e indiretos relativos à produção ainda não concluída no encerramento do balanço. Segundo Scherr (1989), a manutenção de produtos em processo é motivada por propiciar uma reserva flexível para as empresas. Aumentar este tipo de estoque resulta em reduzir a interdependência das fases do fluxo de produção. Porém, entre os estoques de produtos em processo estão os nomeados **Estoque Intermediários**, que são aqueles em processo, porém em quantidade desnecessária para a produção em andamento;
- c) **Materiais de embalagem:** composto pelos itens destinados a embalagem ou acondicionamento dos produtos acabados;
- d) **Produto acabado:** compreendem os produtos que sofreram um processo de transformação e estão prontos para ser vendidos. Segundo Scherr (1989), a manutenção de estoques de mercadorias e produtos acabados significa fornecer um serviço imediato aos consumidores da empresa, procurando atender um maior nível de satisfação do cliente, por disponibilizar os produtos pronta-entrega. Outro motivo, vai

no sentido que, a manutenção deste tipo de estoque propicia uma estabilização da produção, obtida pelos ganhos de escala;

- e) Material de consumo e almoxarifados: neste tipo de estoque, estão inseridos todos os itens não regularmente consumidos pelo processo produtivo. São os componentes utilizados para a manutenção de equipamentos, instalação predial, produtos de alimentação do pessoal, materiais de escritório, peças em geral e uma variedade de itens. Muitas empresas, por questão de controle, adotam a prática de, para fins contábeis, já lançar tais estoques como despesas no momento da compra, somente mantendo controle quantitativo, pois muitas vezes representam uma quantidade muito grande de itens, mas de pequeno valor total, não afetando os resultados. Em relação à manutenção de estoques de material de consumo e almoxarifados, Assaf Neto (2003) cita que o volume de investimento nesse tipo de estoque varia em função das características básicas e peculiaridades operacionais e administrativas de cada empresa.

2.2.2 Inventário de Estoques

Há formas diferentes de controlar as quantidades de materiais existentes em cada tipo de estoque.

2.2.2.1 Inventário Periódico

É um sistema de inventário adotado por empresas que não mantêm controle das quantidades e valores das mercadorias ou produtos existentes em seu estoque. Desta forma, a contabilidade não dispõe de informações suficientes para a apuração do resultado, sendo necessário o levantamento físico dos estoques e correspondente avaliação, sempre que se quer apurar o resultado e levantar o Balanço, motivo pelo qual, é denominado “inventário periódico”.

2.2.2.2 Inventário Permanente

É um sistema de inventário que possibilita, permanentemente, a obtenção de informações quanto aos estoques e os custos das mercadorias ou produtos vendidos. O fato dessas

informações estarem sempre disponíveis é que se convencionou denominar “inventário permanente”.

A manutenção de um adequado controle de movimentação em quantidades e valor dos estoques é essencial. No caso de matérias-primas e contas similares de estoques de mercadorias para revenda de empresas comerciais, é importante a manutenção de um Registro Permanente desses estoques, item por item.

2.2.3 Custos dos Estoques

A boa gestão de estoques passa obrigatoriamente pelo conhecimento de todos os custos que envolvem o seu controle. Segundo Tubino (2000), alguns custos que estão diretamente ligados aos estoques podem ser assim classificados:

- a) Custo de pedir: este item compreende os custos fixos administrativos relativos ao processo de aquisição da quantidade requerida para reposição do estoque. Esses custos são medidos em termos monetários por pedido;
- b) Custos de manter estoque: corresponde a todos os custos necessários para manter certa quantidade de mercadorias por determinado período de tempo. São medidos monetariamente por unidade e por período. Normalmente para manter estoques, estão inclusos custos de armazenagem, custo de seguro, deterioração e obsolescência e o custo de oportunidade, que significa o custo de investir em outro investimento que não a empresa;
- c) Custo total: é a soma dos custos de pedir e o custo de manter estoques. Todo controle de estoques passa invariavelmente pelo estabelecimento do nível adequado e a localização dos estoques. O ideal é balancear o custo de pedir com o custo de manter estoques.

Segundo Sanvicente (1997), os custos relacionados aos estoques podem ser enquadrados em duas categorias:

- a) Os que são diretamente proporcionais ao volume mantido em estoque (custo de manutenção), como por exemplo: perdas associadas a risco de obsolescência dos itens estocados; custo de oportunidade; despesas de manejo, transporte e transferência física dos itens estocados; espaço necessário para armazenamento; seguros; imposto predial; custos do departamento de controle de estoques etc;

- b) Os que são inversamente proporcionais a esse volume, representando os prejuízos da empresa em consequência da falta de estoques ou aos pedidos de compra, como por exemplo: descontos por quantidade perdidos em compras feitas em lotes insuficientes; despesas decorrentes de perturbações do processo produtivo; margem de contribuição das vendas perdidas por falta de produtos acabados; gastos adicionais de pedido, emissão de ordens de compra e transporte etc.

O custo é a base da avaliação dos estoques, sendo assim, matérias-primas e mercadorias para revenda serão avaliadas ao custo de aquisição e, produtos acabados e em elaboração ao custo de produção.

Porém, quando houver a perda de utilidade ou a redução no preço de venda ou reposição de um item que reduza o seu valor de mercado, abaixo do custo, deve-se ajustar ao valor de mercado mediante constituição de provisão, mantendo-se os controles de estoques ao valor original de custo.

Os estoques representam custos significativos para as empresas, e sua gestão eficiente torna-se fator essencial de competitividade.

2.2.4 Gestão de Estoques

Existem diversas maneiras e métodos de planejar e controlar estoques, alguns muito simples, outro complexos. Cada método tem sua aplicação diferenciada e determinada e que não pode ser utilizada indistintamente por todo o sistema.

O método ideal irá depender da empresa e de seu sistema, porém, deve-se ter sempre em mente o custo do estoque.

Para se fazer uma análise imediata de como está o planejamento de estoque de uma empresa e conseqüentemente sua gestão de estoques é comum utilizar-se da avaliação de Retorno de Capital de Giros de estoques.

A avaliação do Retorno de Capital investido em estoque é baseada no lucro das vendas anuais sobre o capital investido em estoques. Como parâmetro de validade de uma boa administração de estoques, o retorno de capital deve situar-se acima de um coeficiente 1 (um). E quanto maior for o coeficiente melhor será o resultado da gestão de estoques.

$$RC = L / C \quad (2)$$

Onde:

RC = retorno de capital

L = lucro

C = capital em estoque

A gestão dos estoques tem sido considerada a base para o gerenciamento da cadeia de suprimentos, apesar de pouco explorada na literatura especializada.

A função de planejar e controlar estoques são fatores primordiais numa boa administração do processo produtivo. Dentro das múltiplas atuações do planejamento dos estoques e pelo fato de sua atual configuração estar acompanhando os volumes e projeções de vendas e o processo de manufatura, é imperioso que o sistema seja atualizado constantemente e que tenha a flexibilidade para acompanhar as constantes mudanças de mercado.

Os objetivos do planejamento e controle de estoques são:

- a) Garantia do suprimento adequado de matéria-prima, material auxiliar, peças e insumos ao processo de fabricação;
- b) Manter o estoque o mais baixo possível para atendimento compatível às necessidades vendidas;
- c) Identificar os itens obsoletos e defeituosos em estoque, para eliminá-los;
- d) Não permitir condições de falta ou excesso em relação à demanda de vendas;
- e) Prevenir-se contra perda, danos, extravios ou mau uso;
- f) Manter as quantidades em relação às necessidades e aos registros;
- g) Fornecer bases concretas para a elaboração de dados ao planejamento de curto, médio e longo prazos, das necessidades de estoque;
- h) Manter os custos nos níveis mais baixos possíveis, levando em conta os volumes de vendas, prazos, recursos e seu efeito sobre o custo de venda do produto.

Simplesmente manter baixos níveis de estoques não significa que a empresa terá altos ganhos, mas outros aspectos devem ser considerados para que o processo logístico seja bem gerenciado e traga resultados positivos.

A adequada gestão dos estoques deve passar pela resposta às seguintes perguntas:

- a) Quanto pedir?
- b) Quando pedir?
- c) Quanto manter em estoques de segurança?
- d) Onde localizar?

Para responder cada uma destas perguntas de forma adequada, devem ser observados fatores como o valor agregado do produto, à previsibilidade da demanda e às principais exigências dos consumidores finais em termos de prazo de entrega e disponibilidade de produto. Ao decidir pela contínua redução dos níveis de estoque na cadeia de suprimentos, a empresa deve antes analisar se houve aumento da eficiência operacional nas áreas de transporte, armazenagem e processamento de pedidos, caso não seja constatado esse aumento da eficiência, a empresa poderá ter grandes problemas no atendimento aos clientes.

Alguns dos pontos cruciais que buscam responder o quanto pedir estão diretamente ligados ao menor nível de estoques possível e em condições de atender aos consumidores.

Com o aumento dos custos de estocagem, as empresas estão buscando definir seus níveis de estoque com base em três fatores principais, que são:

- a) O aumento do número de produtos;
- b) O alto custo de oportunidade no uso de capital, em virtude das elevadas taxas de juros praticadas no Brasil;
- c) Necessidade de gerenciar adequadamente o capital circulante líquido.

Estes três fatores, se mal dimensionados podem causar transtornos irreversíveis à empresa, pois se o ramo de atividade possuir grande variedade de itens e a empresa tiver que manter grande quantidade de cada item, todo o capital de giro poderá ser gasto somente em estoque, desfalcando as demais necessidades a serem atendidas. Isso pode acontecer com todos os três fatores citados acima.

Alguns dos aspectos que têm colaborado para o aumento da eficiência dos processos de movimentação de estoque são as gestões do transporte, armazenagem e processamento de pedidos, que podem ser gerenciados através de formação de parcerias entre empresas na cadeia de suprimentos, fato iniciado com as montadoras e fornecedores na indústria automobilística japonesa, que tem permitido redução de custos com a eliminação de atividades que não agregam valor ao processo, tais como controle de qualidade no recebimento, licitações e cotações de preços. Outro aspecto é através do surgimento de operadores logísticos, que são empresas especializadas em transportes de cargas fracionadas, tais como FedEx, TNT entre outras, e finalmente com a adoção de novas tecnologias de informação para a captura e troca de dados entre empresas, através da aplicação do código de barras, EDI, internet e outros tipos de automação, com a redução de processos de retrabalhos, através da eliminação da interferência humana na colocação de pedidos.

O aspecto do quando pedir, a empresa busca determinar se a mesma vai seguir ou não a metodologia sugerida de ponto de pedido.

Na localização dos estoques na cadeia de suprimentos, o que se procura é definir se centraliza ou não os estoques, visando o melhor atendimento aos clientes.

2.2.5 Técnicas de Administração de Estoques

Atualmente, as organizações entendem o que se deve buscar constantemente é “não ter uma gama a mais de estoques do que a quantidade estritamente necessária estrategicamente” enfatiza Corrêa (2000, p. 49).

2.2.5.1 Estoque de Segurança

Muitos gestores de materiais, por falta de conhecimento, não trabalham com o dimensionamento ideal do estoque de segurança. Porém, lidar com incertezas na demanda é realmente um desafio constante. Impossível prever em 100% a demanda de determinado bem, pois contingências como atrasos no reabastecimento de materiais, desvios na previsão de demanda e rendimento da produção abaixo do planejado fazem parte do cotidiano do gestor de compras.

Pelo fato da importância dos riscos de previsão da demanda estarem relacionados com a eventual falta de estoques, com a conseqüente perda de vendas, usa-se formar um Estoque de Segurança para fazer face a imprevistos na demanda (ASSAF NETO; TIBÚRCIO, 1997). A exposição ao risco aumenta à medida que o estoque de segurança reduz.

Entretanto, o grande desafio do comprador é identificar o perfeito dimensionamento deste estoque. Muitas empresas determinam de maneira inadequada seus estoques de segurança, pois não se baseiam em medidas precisas das incertezas do processo. Isto ocasiona custos desnecessários que freqüentemente não são mensurados.

Segundo Magee (1980), os principais objetivos de se manter um estoque de segurança são:

- a) Proteger contra incertezas de quantidades;
- b) Proteger contra incertezas de período de entrega;
- c) Proteger contra atrasos na produção;
- d) Proteger contra grandes variações na demanda;
- e) Proteger contra pedidos urgentes e inesperados.

Logo, as variáveis que afetam mais diretamente a medida do estoque de segurança são:

- a) Frequência de novos pedidos;
- b) Nível de atendimento ao consumidor desejado;
- c) Extensão do *lead time*;
- d) Variabilidade da demanda.

A frequência de novos pedidos depende em última instância da demanda do produto.

O nível de atendimento desejado pela empresa pode ser controlado conforme política adotada pela mesma. Se acaso, a empresa propor rigidez na probabilidade de existir o estoque quando este for demandado, ela deverá aumentar o seu nível de serviço, que conseqüentemente aumentará seu estoque de segurança. Se a empresa desejar um nível de serviço menor ela reduzirá seu estoque de segurança. *Lead time* é o período que vai do início ao fim do processo de produção ou comercialização. *Lead time* maior exige estoque maior para atender a demanda. Se a demanda total varia, o nível de recomposição de estoque depende da habilidade das instalações produtivas reagirem às flutuações de demanda. Para conseguir baixos estoques, o processo produtivo deve ser ágil e flexível. Se a produção reage às mudanças de forma lenta, os estoques precisarão ser maiores.

É necessário aplicar um método que se possa dar certa segurança ao bom andamento dos processos produtivos, de modo que não sejam interrompidos por falta de insumos que deveriam estar nos estoques.

Segundo Slack et al. (1997), a abordagem mais comum para decidir quanto de um particular item pedir, quando o estoque precisa de reabastecimento, é chamado de Lote Econômico de Compra (LEC).

Informações como demanda de pedido (D), custo total de manutenção de uma unidade em estoque por um período de tempo (C_e) e custos totais de colocação de um pedido (C_p), são necessárias para o cálculo do LEC.

Genericamente, custos de manutenção de estoques são levados em conta, incluindo:

- a) Custos de capital empatado;
- b) Custos de armazenagem;
- c) Custos do risco de obsolescência.

Os custos de pedidos são calculados levando em conta:

- a) Custos de transporte de itens dos fornecedores;
- b) Custos de descontos no preço.

Com a equação (3) encontra-se o Lote Econômico de Compra.

$$LEC = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_e}} \quad (3)$$

Slack et al. (1997) ainda coloca o caso em que existe a necessidade de reabastecimento gradual ao longo de um período. Um exemplo seria um pedido colocado dentro da operação para um lote de peças a ser produzido em uma máquina, que vai começar a produzir as peças e entregá-las num fluxo mais ou menos contínuo no ponto de estoque. Durante o tempo em que essas unidades estão sendo acrescentadas ao estoque, a demanda continua a acontecer. Desde que a taxa segundo a qual as partes estão sendo feitas e colocadas em estoque (P) seja maior do que a taxa segundo a qual a demanda está consumindo o estoque (D), o tamanho do estoque vai crescer. Esse perfil de estoque é típico de estoques fornecidos em lotes de itens produzidos internamente. Por essa razão, a quantidade de pedido de custo mínimo para esse perfil é chamada de Lote Econômico de Produção (LEP), e é calculada conforme equação (4).

$$LEP = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_e(1-\frac{D}{P})}} \quad (4)$$

2.2.5.2 Classificação ABC dos Estoques

Conforme Bertaglia (2005), a classificação por ABC consiste em administrar por exceção, separando os itens em três classes de acordo com o valor total consumido. Tubino (2000, p.109) descreve que,

O importante para a administração dos estoques é que, na maioria das empresas, ao ordenarem-se os itens segundo sua demanda valorizada, nota-se que uma pequena quantidade de itens, chamada classe A, representa uma grande parcela dos recursos investidos, enquanto, por outro lado, a grande maioria dos itens, chamada classe C, tem pouca representatividade nestes recursos.

Tubino (2000) ainda complementa que entre a classe A e C estão os itens de importância medianos, chamados de classe B.

Bertaglia (2005) reforça a descrição colocando que o objetivo da classificação ABC é restringir o foco. A administração estoques reflete diretamente no custo final do produto; sendo assim fundamental uma boa gestão dos estoques.

2.3 A MANUFATURA ENXUTA E OS ESTOQUES

Segundo Ohno (1997), “a redução dos custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que busquem sobreviver no mercado atual”, sendo que a partir deste pensamento Enxuto foi estruturado, enfatizando a eliminação definitiva das perdas.

Black (1998) afirma que perda é qualquer coisa além do mínimo necessário (equipamentos, mão-de-obra e materiais) para se produzir. Através dessa idéia uma análise detalhada dos processos produtivos torna-se importante, buscando as fontes geradoras de perdas para eliminá-las.

As principais perdas de um sistema produtivo são geradas pelos estoques. Estes por sua vez, são gerados pelas ineficiências do processo, tais como elevados tempos de *setup*, desbalanceamento da produção entre células de trabalho, falta de sincronização entre os processos, etc. A formação excessiva de estoque torna o processo inflexível, aumentando o tempo de atravessamento (*lead time*).

Segundo Ohno (1997), a essência do Sistema Enxuto, consiste em conceber um sistema de produção alternativo ao de Produção em Massa, que seja capaz de produzir competitivamente uma série restrita de produtos diferenciados.

Os princípios básicos de construção da Manufatura Enxuta são o Mecanismo Função Produção, o Princípio do Não-Custo e as Perdas no sistema produtivo (SHINGO, 1996).

2.3.1 O Mecanismo Função Produção

O Mecanismo Função Produção (MFP) consiste em diferenciar claramente a função operação (fluxo do sujeito do trabalho – homens, no tempo e no espaço) da função processo (fluxo do objeto de trabalho no tempo e no espaço). Segundo Shingo (1997), os sistemas produtivos podem ser compreendidos como uma rede funcional de processos e operações, o que promove um rompimento conceitual com o modelo de produção em massa, que considera os processos como um conjunto de operações, onde melhorias nas operações resultam em melhorias no processo.

Para o detalhamento dos processos, Shingo (1996) propõe a segmentação em micro-unidades de análise. São elas:

- a) Processamento: transformação de materiais – mudança de qualidade do objeto de trabalho;
- b) Inspeção: comparação do objeto de trabalho com um padrão pré-estabelecido;
- c) Transporte: modificação da posição ou localização do objeto de trabalho; e
- d) Estocagem ou espera: objeto de trabalho em situação de espera (no estoque), sem ser processado, movimentado ou inspecionado.

De uma maneira geral, na Manufatura Enxuta o aumento da eficiência fabril é viabilizado através de melhorias na função processo, ou seja, no fluxo do objeto no tempo e no espaço.

2.3.2 Princípio do Não-Custo e das Perdas no sistema produtivo

O princípio do não-custo tem como pressuposto a necessidade da redução sistemática dos custos nos sistemas de produção. As perdas constituem-se em atividades que geram custo e não adicionam nenhum valor ao produto. Como exemplo deste tipo de atividade pode-se citar a produção de refugos e retrabalhos, além de esperas, movimentações desnecessárias, estocagem de material em processo, entre outras.

O objetivo do princípio do não-custo da Manufatura Enxuta pode ser caracterizado como:

- a) Eliminação completa das perdas;
- b) Minimização ou eliminação do trabalho adicional; e
- c) Aumento da densidade do trabalho humano – aumentar o tempo em que os trabalhadores realizam tarefas que agregam valor ao produto.

2.3.3 Tipos de Estoques Intermediários segundo a Manufatura Enxuta

A partir do MFP e da lógica das Perdas, foram desenvolvidas várias técnicas de suporte contempladas no sistema de Manufatura Enxuta (ex. TRF, Kanban) e a integração entre elas resulta na redução dos estoques intermediários. Na verdade, a Manufatura Enxuta tem como foco central a redução da variabilidade da produção através da aplicação destas técnicas e com isso pretende chegar a uma redução significativa dos estoques.

Segundo Shingo (1996) existem três tipos distintos de estoques intermediários:

- a) Estoques devido ao desbalanceamento entre processos: ocorrem quando a produção não está sincronizada e/ou balanceada;
- b) Estoques que compensam problemas crônicos: são estoques de amortecimento para possíveis problemas durante a produção, como paradas de máquina, problemas de qualidade, altos tempos de *setup*, mudanças no plano de produção, entre outras;
- c) Estoques devido à previsão gerencial de algum desequilíbrio na produção (estoque de segurança): geralmente estes estoques são justificados por fatores tais como a eliminação de possíveis atrasos de entregas, erros na programação da produção, programação da produção indefinida, etc.

Segundo Shingo (1997), a existência de estoques está diretamente associada com a relação entre o ciclo de entrega (E) e o ciclo de produção (P). Portanto:

- a) Se $P > E$ haverá a necessidade de estoques de produtos acabados;
- b) Se $P < E$ não haverá necessidade de estoques de produtos acabados.

A redução dos estoques de produtos acabados ocorrerá com a redução do ciclo de produção, viabilizado através da eliminação das esperas das peças semi-processadas. Por sua vez, a eliminação das esperas e dos estoques intermediários é obtida, fundamentalmente, através do balanceamento e sincronização da produção e também através da prática do sistema de Troca Rápida de Ferramentas.

As esperas de processo ocorrem devido a desequilíbrios e instabilidades entre processamento, inspeção, transporte e outros elementos do processo em análise. Os estoques são criados para a compensação das ineficiências e a simples eliminação deles não leva à solução definitiva dos problemas do processo. As causas das instabilidades devem ser eliminadas de maneira a estabilizar o fluxo da produção, somente assim serão reduzidos substancialmente os estoques intermediários. Aqui se toma a redução dos estoques como uma consequência de um processo produtivo otimizado.

2.4 ESTUDOS DOS TEMPOS E MOVIMENTOS

Segundo Slack et al. (1997), o Estudo do Trabalho é um termo genérico para as técnicas de estudo de método e medição do trabalho, que são utilizadas no exame do trabalho humano em todo seu contexto, e que leva sistematicamente à investigação de todos os fatores que afetam a eficiência e a economia de situações, sendo analisado para obter melhorias. Compreende-se que o Estudo do Trabalho é o desmembrado em outros dois grupos, que seriam: o Estudo de

Métodos, que se concentra na determinação dos métodos e atividades que devem ser incluídos nos trabalhos; e Medidas do Trabalho, que se preocupa com a medição do tempo que deve despende a execução de trabalhos. O Estudo do Método tem por objetivo registrar de forma sistêmica e examinar criticamente os métodos existentes e propostos para realizar o trabalho, buscando mecanismos de aperfeiçoar ou até mesmo aplicar uma nova metodologia para a realização da tarefa com o preceito de otimizá-la e também com o propósito de reduzir custos. O Estudo do Tempo é uma técnica para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho (SLACK ET AL, 1997).

O instrumento básico para racionalizar o trabalho dos colaboradores é o Estudo dos Tempos e Movimentos, no qual o trabalho pode ser executado melhor e mais economicamente por meio da análise do trabalho, isto é, da divisão e subdivisão de todos os movimentos necessários à execução de cada operação de uma tarefa.

Observa-se metódica e pacientemente a execução de cada operação, decompõem-se cada tarefa e cada operação da tarefa em uma série ordenada de movimentos simples. Os movimentos inúteis devem ser eliminados, os úteis simplificados, racionalizados ou fundidos com outros movimentos, para proporcionar economia de tempo e esforço do operário. A esta análise do trabalho, segue-se o estudo dos tempos e movimentos, ou seja, a determinação por cronômetro do tempo médio que um operário comum leva para a execução da tarefa. A este tempo médio é adicionados os tempos mortos (esperas, tempos destinados à saída do operário da linha para suas necessidades pessoais, etc.), para resultar no chamado tempo padrão.

Com isto, padroniza-se o método de trabalho e o tempo destinado à sua execução. Método é a maneira de fazer alguma coisa para obter um determinado resultado. O estudo dos tempos e movimentos, além de permitir a racionalização dos métodos de trabalho do operário e a fixação dos tempos padrão para a execução das operações e tarefas, tem ainda outras vantagens, como:

- a) Eliminar os movimentos inúteis e substituí-los por outros mais eficazes;
- b) Tornar mais racional a seleção e o treinamento do pessoal;
- c) Aumentar a eficiência do operário e, conseqüentemente, o rendimento da produção;
- d) Distribuir uniformemente o trabalho, para que não haja períodos de falta ou excesso de trabalho; e

- e) Ter uma base uniforme para salários eqüitativos e para prêmios por aumento de produção.

Com a análise do trabalho e o estudo de tempos e movimentos procura a melhor maneira de executar uma tarefa e elevar a eficiência do operário. A eficiência significa a correta utilização dos recursos (meios de produção) disponíveis.

A organização racional do trabalho busca a melhor maneira, isto é, os métodos de trabalho, para estabelecer os padrões de desempenho das tarefas. Uma vez estabelecidos os padrões de desempenho, a eficiência do operário passou a ser a relação entre o desempenho real e o desempenho estabelecido previamente como eficiência igual a 100% (tempo padrão). Assim, a eficiência está voltada para a melhor maneira pela qual as coisas devem ser feitas ou executadas (métodos de trabalho), a fim de que os recursos (pessoas, máquinas, matérias-primas, etc.) sejam aplicados da forma mais racional possível.

2.4.1 O Tempo-Padrão

Segundo Toledo Jr (2004) tempo padrão é o tempo concedido a um operador qualificado, trabalhando em ritmo normal e sujeito a demora e a fadigas normais, para executar uma quantidade definida de trabalho de uma qualidade específica, segundo um método preestabelecido.

A rotina diária e a análise dos métodos e o estudo dos tempos andam de mãos juntas. Portanto pode-se concluir que para se fazer uma cronoanálise primeiramente é necessário determinar o método mais fácil e mais rápido. (TOLEDO Jr, 2004)

As restrições mais comuns ao uso do tempo padrão estão relacionadas às modificações, no método, matérias ou condições de trabalho e no julgamento dos cronoanalista (MENEGON, 2003).

Etapas para determinação do Tempo-padrão:

- a) Divisão da operação em elementos;
- b) Determinação do número de ciclos a serem cronometrados;
- c) Avaliação da velocidade do operador;
- d) Determinação das tolerâncias (paradas necessárias para necessidades humanas);

2.5 A TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições (TOC) consiste em um sistema de programação de produção criado a partir da análise e reestruturação das restrições encontradas na linha. Fundamenta-se em uma seqüência de passos a serem implementados na empresa, onde o planejamento, a execução e o controle são realizados através do Gerenciamento das Restrições, baseando-se no pressuposto de que se deve atuar nas causas das restrições que impedem o sistema de alcançar sua principal meta, que é a maximização dos ganhos e da rentabilidade do sistema como um todo (COX III; SPENCER, 2002).

A restrição é qualquer elemento ou fator que impede que um sistema conquiste um nível melhor de desempenho no que diz respeito a sua meta, e podem ser físicas, como por exemplo, um equipamento ou a falta de material, ou de ordem gerencial, como procedimentos, políticas e normas (COX III; SPENCER, 2002).

A técnica que permite facilmente compreender o ambiente e planejar o processo de implementação e retro-alimentação da TOC denomina-se “O Método de Focalização em 5 Etapas” (COX III; SPENCER, 2002) e consiste em:

- a) 1ª. Etapa: Identificar a Restrição do sistema, onde o recurso de menor capacidade define a capacidade máxima de todo o sistema. Em outras palavras, significa que alimentar a Restrição com menos implica em perda de oportunidade e/ou vendas, e alimentá-la com mais não resulta em maior saída;
- b) 2ª. Etapa: Decidir como explorar a Restrição do sistema. Ou seja, para maximizar o desempenho de todo o sistema é necessário, portanto, tirar o máximo proveito possível do recurso que o restringe;
- c) 3ª Etapa: Subordinar todo o sistema ao que foi decidido na 2ª etapa;
- d) 4ª Etapa: Elevar a Restrição do sistema;
- e) 5ª Etapa: Voltar à 1ª etapa se a restrição for eliminada em algum passo anterior e não permitir que a inércia atue neste processo.

Define-se por gargalo (COX III, SPENCER, 2002) aquela operação realizada em um dado equipamento que apresenta a menor capacidade de produção líquida de bens (peças, serviços, etc), restringindo desta maneira a produção de toda a linha. Se existem diversas operações em seqüência, com tempos de ciclo diferentes, aquela ou aquelas operações (pode existir mais de um gargalo em uma linha ou sistema produtivo) de maior ciclo limitam a capacidade produtiva e, deste modo, geram ociosidade de capacidade nas demais operações.

Uma vez definidos os gargalos na linha, orientam-se as ações para reduzir o ciclo dessas operações e aliviar a carga de trabalho no equipamento gargalo, aumentando sua capacidade de produção. Ao se fazer isto, provavelmente outro equipamento se tornará gargalo. Combate-se então esse novo gargalo, aumentando novamente a capacidade da linha. Para evitar interrupções, ou sub-utilização de determinadas operações gargalo, são utilizados os chamados pulmões na linha. Pulmões são estoques de peças em produção, inseridos em locais estratégicos entre as operações, estabelecendo as proteções contra os atrasos de abastecimento para a próxima operação gargalo, compensando eventuais desfalques causados pela operação anterior, também conhecido como Estoque de Segurança. Desta maneira, garante-se o funcionamento ininterrupto de todas as operações da linha de produção.

Com conceitos opostos às necessidades de manutenção de pulmões na linha, surgiu a Manufatura Enxuta, onde a existência de inventário entre as operações é reduzida ao mínimo, não se permitindo a estocagem de peças entre operações (HOBBS, 2003). Trata-se do conceito de fluxo de uma peça (*one piece flow*), onde, em qualquer ponto da linha de produção, e a qualquer momento, a peça a ser produzida está fluindo, na velocidade exata para atender às demais operações. Nem tão veloz, que cause estoque entre operações, nem tão lentamente, que cause falta de peças na operação seguinte. Trata-se de situação rara no meio industrial, pois sua viabilização depende da existência de máquinas de igual capacidade, disponibilidade e eficiência, sem paradas não programadas, apresentando iguais níveis de qualidade, com operadores de igual ritmo, etc.

Para Corbett (1997, p.39) "a TOC é baseada no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, de que os fenômenos que vemos são consequência de causas mais profundas. Esse princípio nos leva a uma visão sistêmica da empresa".

Segundo a TOC, a razão da existência das organizações é determinada pela sua meta, que no caso de uma empresa com fins lucrativos, é ganhar dinheiro agora e no futuro (GOLDRATT; COX, 1994).

Conforme Guerreiro (1996), a teoria das restrições rompe as barreiras do sistema produtivo e generaliza, para a empresa como um todo, o pensamento da otimização, contemplando assim o conjunto de restrições globais (financeiras, mercadológicas, produtivas etc.) a que a empresa está submetida.

Segundo Goldratt (1998, p.90) "a TOC é, na verdade, uma nova filosofia gerencial" que pode "ser justificada apenas por uma grande mudança na base" Goldratt (1992, p.8).

2.5.1 Os Princípios Básicos da TOC

A otimização da produção visa eliminar o excesso de inventários de material em processo e da mesma forma visando uma melhoria nos processos, objetivando a minimização do inventário de segurança contra problemas inesperados.

A TOC propõe a máxima “a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total” e estabelece nove princípios básicos identificados a seguir (GOLDRATT; COX,1994).

O primeiro é balancear o fluxo e não a capacidade – a ênfase recai sobre o fluxo de materiais e não sobre a capacidade instalada dos recursos. Necessitando, assim, a identificação do Recurso Restritivo de Capacidade (RCC) – o gargalo. A orientação é feita pela restrição do processo, pois ela é o fator que determina o desempenho de todo o sistema.

O segundo é que a utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por seu próprio potencial, mas sim pela capacidade da restrição do sistema.

O terceiro é que a utilização de um recurso e a sua ativação não são a mesma coisa. A utilização do recurso não-gargalo corresponde ao seu uso de acordo com a capacidade do recurso gargalo. Já a ativação de um recurso não-gargalo corresponde ao seu uso em volume superior à requerida pelo recurso gargalo.

Um quarto princípio é que uma perda no gargalo é uma perda em todo o sistema. Portanto, o tempo de preparação dos instrumentos do recurso restritivo, ou a produção de unidades defeituosas, de produtos não demandados, será a diminuição do tempo total disponível para atender ao volume de vendas – o ganho.

O quinto princípio é que não haverá benefício algum com a redução do tempo do recurso que não há restrição. Aumentará apenas os seus níveis de ociosidade.

O sexto princípio é que os gargalos governam o ganho e o inventário. É de fácil percepção que o recurso restritivo determina o fluxo do sistema – o ganho. Da mesma forma que determina os níveis de estoques, com o fim de isolar os gargalos das flutuações estatísticas provocadas pelos recursos não-gargalos. Portanto, são necessários estoques de segurança antes dos recursos gargalos denominados pela TOC de pulmão (*buffer*). Cria-se um estoque pulmão por tempo de segurança (*time-buffer*) antes do recurso gargalo. Trata-se de uma segurança quanto às possíveis flutuações estatísticas ocorridas nos recursos anteriores. A capacidade de um pulmão de inventário de gargalo, segundo Goldratt (1994, p.47) “é determinada por dois fatores: o consumo estimado e o seu período de reposição”.

Um sétimo princípio é que o lote de transferência não pode e muitas vezes não deve ser igual ao lote de processamento. O lote de processamento é quanto tem que ser produzido, porém, pode-se dividi-lo em lotes menores de transferência, com o fim de reduzir o tempo de passagem dos produtos, de atividade em atividade, pela fábrica.

O oitavo princípio é que o lote de processo deve ser variável e não fixo. Não necessariamente que todas as operações tenham o mesmo tamanho de lote, pois as características das operações individuais, por serem diferentes, podem conduzir a um cálculo de lote diferente. Portanto, ficaria difícil de determinar o tamanho do lote a ser adotado de forma fixa.

E para finalizar, os programas devem ser estabelecidos, considerando todas as restrições simultaneamente e não seqüencialmente. Deve levar em consideração o conjunto de restrições existentes quando da programação da produção, ao responder questões do tipo o quê, quanto e quando produzir. A resultante da programação é o ciclo de produção (*lead times*).

As medidas da TOC, ou seja, o sistema contábil é formado por três blocos de construção de acordo com Goldratt (1992, p.17) que são:

- a) Ganho: o índice pelo qual o sistema gera dinheiro através das vendas. O ganho é definido conforme Corbett (1997, p.43) "como todo o dinheiro que entra na empresa, menos o que ela pagou a seus fornecedores; esse é o dinheiro que a empresa gerou; o dinheiro pago aos fornecedores é dinheiro gerado por outras empresas";
- b) Investimento: todo o dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que pretende vender. O investimento segundo o mesmo autor (CORBETT, 1997, p. 45) é todo o dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que pretende vender. Corbett (1997, p.45) ainda diz que o investimento deve ser dividido em duas categorias, a dos estoques de matéria-prima, produtos em processo e produtos acabados e os outros ativos. Isso porque os estoques de produtos têm um grande impacto sobre a competitividade da empresa;
- c) Despesas Operacionais: todo o dinheiro que o sistema gasta transformando investimento em ganho". A despesa operacional para Goldratt (1992, p.16) é compreendida como todo o dinheiro que "temos de colocar constantemente dentro da máquina para mover suas engrenagens", como por exemplo, salários, desde o presidente da empresa até a mão-de-obra direta, aluguéis, luz, encargos sociais, depreciações etc. A TOC não os classifica em custos fixos, variáveis, indiretos, diretos etc. A despesa operacional é simplesmente todas as outras contas (despesas) que não entraram no ganho ou no investimento.

A TOC afirma conforme Corbett (1997, p.46) que qualquer coisa pode ser classificada numa dessas três medidas, e que os três são o suficiente para fazermos a ponte entre o Lucro Líquido (LL) e Retorno Sobre o Investimento (RSI) com as ações diárias dos gerentes, onde aplicamos as fórmulas do LL e do RSI:

$$LL= G-DO \quad (5)$$

$$RSI=(G-DO)/I \quad (6)$$

Onde:

G =ganho total

DO = despesa operacional total

I= investimento total

Corbett (1997, p.46), argumenta que com essas três medidas (G, I e DO) conseguimos saber o impacto de uma decisão nos resultados finais da empresa. Coloca ainda que o ideal seja uma decisão que aumente o G e diminua I e DO. Porém, qualquer decisão que impacte positivamente o RSI é uma decisão que nos leva na direção da meta do sistema.

3 METODOLOGIA

A fim de alcançar o objetivo geral proposto pelo estudo, segundo Gil (1994, p.52), “envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento”.

Para a elaboração deste trabalho, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica com intuito de sedimentar os conceitos sobre Manufatura Enxuta e administração dos estoques. Durante o estágio na indústria foram coletados dados primários e secundários. Os dados primários foram aqueles colhidos pela primeira vez pela autora. As técnicas de coleta de dados utilizadas foram: observação participante, bem como reuniões com o gerente de produção, a fim de esclarecer dúvidas a respeito do processo produtivo, programações da produção e cálculos de estoques de segurança.

Segundo Lakatos e Marconi (1982, p. 68), a observação participante se caracteriza por:

Consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste. É uma tentativa de colocar o pesquisador e o observado do mesmo lado, tornando-se o observador um membro do grupo de molde a vivenciar o que eles vivenciam e trabalhar dentro do sistema de referência deles.

Foram utilizados também dados secundários, ou seja, aqueles já disponíveis em manuais, arquivos internos, relatórios e outros documentos da empresa, tais como relatórios diários de todas as células de produção, arquivos gerenciais, financeiros e de marketing. Dessa forma, todos os dados foram coletados dentro da organização.

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Sendo uma empresa genuinamente brasileira, a organização em questão teve seu início em 1996 com as atividades de importação de correias transportadoras e elevadoras e revenda nacional. A partir de 2001 passou a produzir esses produtos e desde então, preocupada em desenvolver as melhores soluções, vem incorporando tecnologia de última geração, procurando sempre, antecipar-se às tendências de mercado, inovando em produtos, serviços e no atendimento junto a seus clientes e parceiros. O histórico da empresa encontra-se ilustrado na Figura 1.

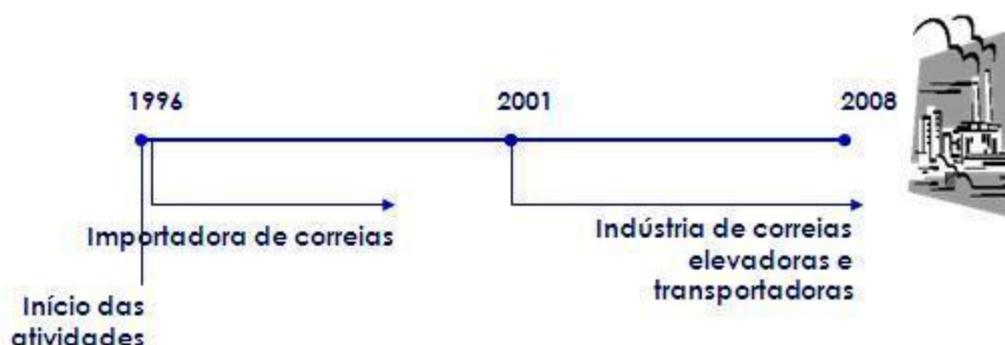


Figura 1: Histórico da Empresa.

A unidade fabril localizada em Maringá, no Paraná, com 5.000 m² de área construída, conta com mais de 150 colaboradores e com uma frota de 30 carros para atender a todos os clientes. A empresa conta também com escritórios regionais de vendas em São Paulo e Porto Alegre e filial com estoque em Belo Horizonte, além de distribuidores espalhados em todo território nacional e também no exterior, em países como Argentina, Peru, Paraguai, Bolívia e Chile. Sua evolução em capacidade produtiva nos últimos anos está esquematizada na Figura 2.

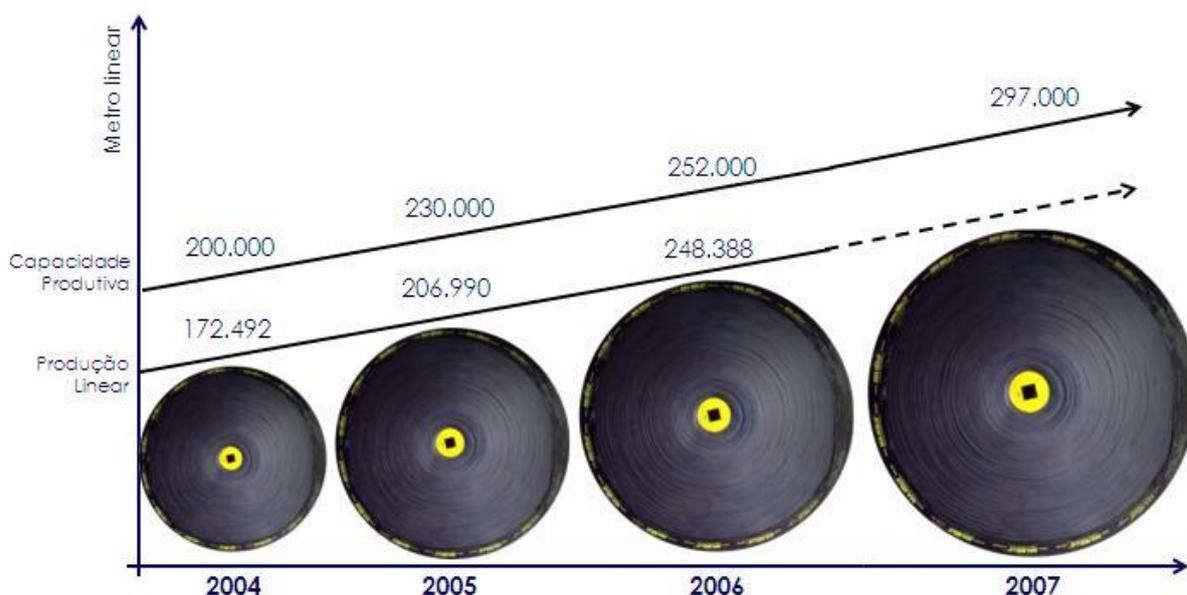


Figura 2: Capacidade Produtiva e Produção em metros lineares.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA EMPRESA PELO TIPO DE PRODUÇÃO

Indústria e Comércio de Artefatos de Borracha no segmento de Correias Transportadoras e Elevadoras para transporte de materiais a granel e sacarias.

3.3 MERCADOS DE ATUAÇÃO

As correias transportadoras e elevadoras têm suas aplicações em mercados agrícolas, de mineração, de cimenteiras, de fertilizantes, em indústrias cítricas, terminais portuários, usinas açucareiras, siderurgias, papel e celulose, madeireira, montadores e revendas.

A Figura 3 ilustra algumas dessas aplicações em mercados diferentes.



Figura 3: Aplicações das correias transportadoras e elevadoras.

3.4 INSTALAÇÕES E PROCESSOS DE PRODUÇÃO

As diversas células de produção estão distribuídas em um barracão onde cada uma ocupa um espaço dimensionado para atender a demanda de serviços e obedece a uma seqüência lógica de localização para otimizar o processo produtivo.

A Figura 4 proporciona uma visão geral de todas as instalações do chão de fábrica da indústria em estudo, para melhor análise e compreensão.

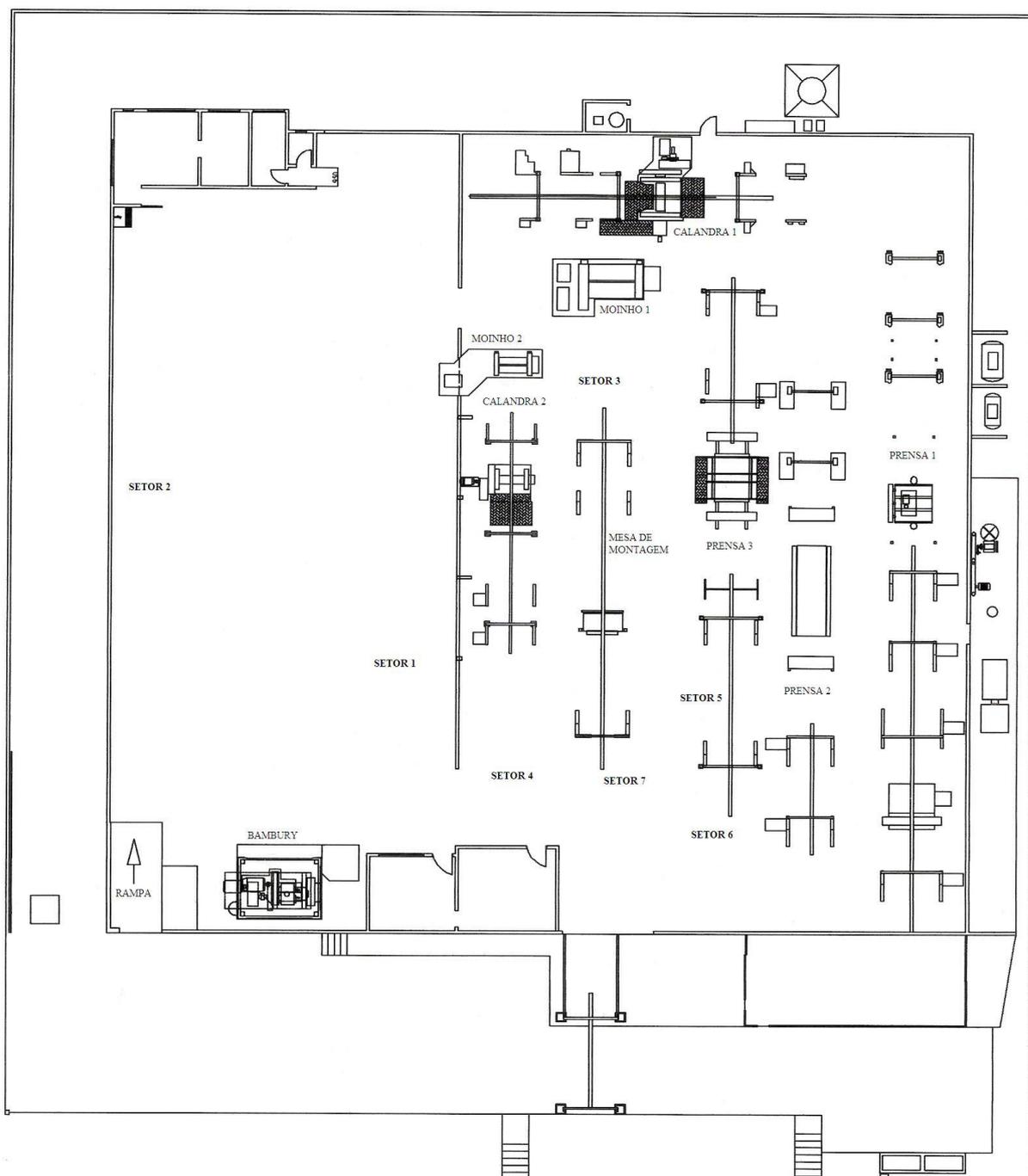


Figura 4: Layout da Fábrica – orientações para análise gerais.

Ao lado da rampa de acesso está o *bambury* que é o misturador de matéria-prima. Processado o material, após sofrer o primeiro processo de transformação, as mantas de borracha são depositadas nos Setores 1 e 2, considerados estoques intermediários ou em processo, dependendo do tempo que permanecem nesse local.

Adjacente a área de armazenagem, encontram-se os dois conjuntos de moinho e calandra, responsáveis pelo emborrachamento das lonas e pela definição da espessura e diâmetro da borracha.

Definidas as partes que comporão a correia, os rolos são levados à mesa de montagem, localizada ao lado dos conjuntos de calandras, para serem sobrepostos.

Montada a correia, esta segue para o setor de prensas, composto por três unidades, onde a correia sofre o processo de vulcanização, efetivada por três grandezas: temperatura, pressão e tempo. As prensas estão localizadas ao lado da mesa de montagem, o que agiliza o processo de transferência de célula.

Vulcanizadas as correias, estas são levadas para o controle de qualidade. A posição das mesas de acabamento foi projetada para, realizadas as devidas correções que se fizerem necessária e embaladas, facilitar o embarque das correias para destinação ao cliente.

3.5 PROBLEMAS OBSERVADOS NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

A idéia de propor a implementação do sistema de Manufatura Enxuta nessa organização iniciou-se primeiramente por conta de uma visível má organização dos estoques intermediários e em processo e de outras características, existentes na mesma, aprendidas nesse sistema.

Observando a logística descrita no item anterior, no início do estudo de caso, podem-se analisar certas considerações, apenas com observações, tais como:

- a) O processo inicial se dá no setor do *bambury*, onde a matéria-prima (óleos, borracha e químicas em geral) é misturada gerando mantas de borrachas, as quais são colocadas em *pallets* para aguardo da necessidade do processo posterior vir a utilizá-las, produzindo assim estoques em processo ou intermediário como pode ser observado nas Figuras 5 e 6, e no *layout* da fábrica (Figura 4, pág.44). O fato da existência de um único equipamento nessa célula de produção gera a necessidade de um grande estoque de segurança, prevenindo a possível demanda do processo seguinte, que é composto por dois grupos de equipamentos. Percebe-se nesse ponto a utilização da Produção Empurrada, oposta aquela proposta pela Manufatura Enxuta, a Produção Puxada;



Figura 5: Pallets de mantas setor 1.



Figura 6: Pallets de mantas setor 2.

- b) Outro ponto que se pode fazer uma análise análoga é o fato de existir apenas uma mesa de montagem, célula posterior a das calandras, e a existência dos dois grupos de equipamentos na célula das calandras como descrito anteriormente. Na mesa de montagem, além do processo de sobrepor uma lona sobre a outra, gerando assim a correia que se pretende produzir, os operários tem a obrigação da correção das não-conformidades provenientes do processo anterior, as quais não são poucas. Com isso, há um atraso das montagens, gerando também entre esses dois setores estoques, os quais podem ser observados nas Figuras 7, 8 e 9 orientadas também no *layout* da fábrica (Figura 4, pág.44);



Figura 7: Rolos Calandrados setor 3.



Figura 8: Rolos Calandrados setor 4.



Figura 9: Rolos Calandrados setor 5.

- c) O setor de prensas, célula posterior a da montagem, é composto por três unidades, uma com a capacidade de vulcanizar três correias ao mesmo tempo, e outras duas com a capacidade de vulcanizar duas correias ao mesmo tempo. Portanto, a capacidade total dessa célula é de trabalhar com sete correias ao mesmo tempo, observando, certamente as grandezas de tempo, temperatura e pressão. Visto que a célula anterior, montagem, pode se atrasar no seu processo, por motivos já descritos, a produtividade da célula prensa é reduzida, e com isso a produtividade de toda a produção é amortizada,

gerando custos e atraso de entrega. Idéias contrárias ao pensamento enxuto, onde busca também um fluxo de valor contínuo, sem interrupções, ou esperas;

- d) No entanto, dados históricos indicam que a maior perda de produtividade do setor de prensas não se dá devido a falta de material cedido pela célula anterior, e sim por conta de problemas de equipamentos, que estão extremamente obsoletos. E por conta desse agravante, é observado estoques intermediários de rolos já montados como pode ser visto nas Figuras 10, 11 e 12, setores 6 e 7 de estoques intermediários no *layout* da fábrica (Figura 4, pág.44);



Figura 10: Rolos Montados setor 6.



Figura 11: Rolos Montados setor 7.



Figura 12: Rolos Montados setores 6 e 7.

- e) Outro problema é o tempo de *setup* que é muito grande em todas as células de produção. A célula calandra faz paradas de produção para desgrudar as mantas, que permaneceram muito tempo paradas nos *pallets*; *setup* na procura da lona específica para a correia que se pretende calandrar, no local de armazenagem, que por sua vez não é organizado; a montagem gasta tempo de produção corrigindo erros do setor anterior; por conta das grandezas físicas utilizadas na prensa e por falta de material proveniente da célula montagem, há paradas de produção;
- f) O desperdício é outra característica estudada na Manufatura Enxuta, que deve ser analisado também nessa empresa, visto que com uma avaliação de dados secundários, há um conceito errôneo distribuído pelos colaboradores dessa organização, onde nem mesmo esses têm o hábito e o potencial de distinguir quem são os responsáveis por essas perdas.

Por conta de todos esses problemas observados e com anseio de inovação e otimização de uma indústria que tem tudo pra ser uma das maiores em seu ramo, foram apresentadas propostas de implementações de ferramentas que foram analisadas com intuito de ajudar na obtenção de tais objetivos.

3.6 PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÕES DE FERRAMENTAS

As vantagens proporcionadas pela implantação da Manufatura Enxuta são: rapidez e facilidade nas tarefas de *setup* e troca de produtos com redução de custos, aumento da

capacidade produtiva, aumento da taxa de utilização das máquinas e redução de tempos mortos, facilidade de produção de mix variado de produtos em curto espaço de tempo, flexibilidade e rapidez nas alterações de produtos, trabalho com lotes menores, diminuição do tempo de resposta, redução dos estoques intermediários, redução do tempo de atravessamento, uso mais racional e efetivo do espaço do chão de fábrica, geração de ganhos em qualidade, redução de custos pela eliminação de retrabalho e desperdícios de materiais, entre outras.

Algumas das propostas de atuação com enfoque na Manufatura Enxuta na empresa em questão seriam:

- a) Implantação de mais uma unidade no setor de *bambury*, onde o planejamento de produção da massa seria mais bem distribuído, proporcionando redução do estoque de segurança entre as células *bambury* e calandras, tendo como meta a diminuição do espaço utilizado com os mesmos;
- b) Treinamentos e aperfeiçoamento dos operadores de calandras para que diminua as não-conformidades observadas na mesa de montagem, reduzindo assim tempo desperdiçado para o acabamento dos mesmos, e agilizar o processo de montagem, para que também a célula prensa não fique ociosa. Reduzindo assim, também, tempo de *setup*;
- c) Criação de esquadrões de combate ao desperdício. Treinamentos para os colaboradores para que haja a conscientização em relação ao desperdício de materiais. A meta seria redução extrema de *scrap*. Quando se reduz, ou se elimina, a existência desses desperdícios no sistema produtivo cria-se um fluxo mais contínuo da produção, produzindo-se mais no mesmo intervalo de tempo com a redução do volume de materiais parados no processo;
- d) Organização dos setores. Como planejamento teria a criação e manutenção de um ambiente agradável para todos os colaboradores da empresa, buscando como meta um aumento da motivação, oportunidade de participação com apresentação de sugestões, redução de acidentes de trabalho, aumento da produtividade e desenvolvimento da educação comportamental.

De qualquer maneira, a despeito das diversas definições existentes na literatura especializada, o resultado esperado a partir da organização que utiliza o sistema enxuto é de uma empresa mais competitiva, principalmente no que se refere à redução de estoques intermediários e custos totais, além de um movimento mais rápido nas operações e no processo de circulação de informações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme cronograma apresentado no projeto do presente trabalho, houve a coleta e análise dos dados que se mostraram relevantes para o aprofundamento nas questões levantadas no item anterior.

Primeiramente foi feita uma cronoanálise, ferramentas de Tempos e Movimentos, para que fossem mensurados os tempos de processos e os tempos de estoques em processos.

Por conta do mix de produto ser extremamente variado, quase que uma produção customizada, para esse estudo, foram analisadas amostras de uma correia transportadora e de uma correia laminada. Contudo, para que os dados pudessem ser comparados entre as amostras, foi preciso buscar dentro dos meses em análise, aquelas correias que possuíam exatamente as mesmas características, como: mesmo tipo de borracha utilizada, mesmo número de lonas e mesmas espessuras da cobertura superior e inferior.

Para a análise da correia transportadora, foram coletados dados dos meses de janeiro, fevereiro, maio e junho do ano de 2008 como pode ser observado na Figura 13.

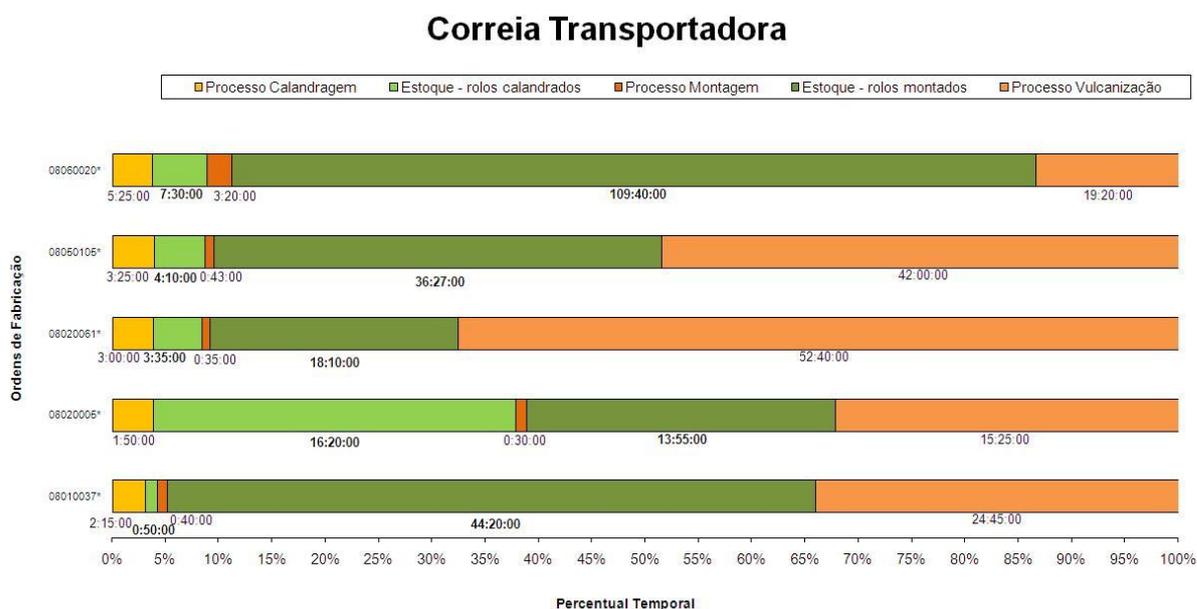


Figura 13: Tempos de processos e de estoques em processo – Amostras correia transportadora.

Já para a análise da correia laminada, correias com as mesmas características foram fabricadas apenas nos meses de fevereiro, março e maio do presente ano, porém uma média de mais de uma amostra por mês, como pode ser visto na Figura 14.

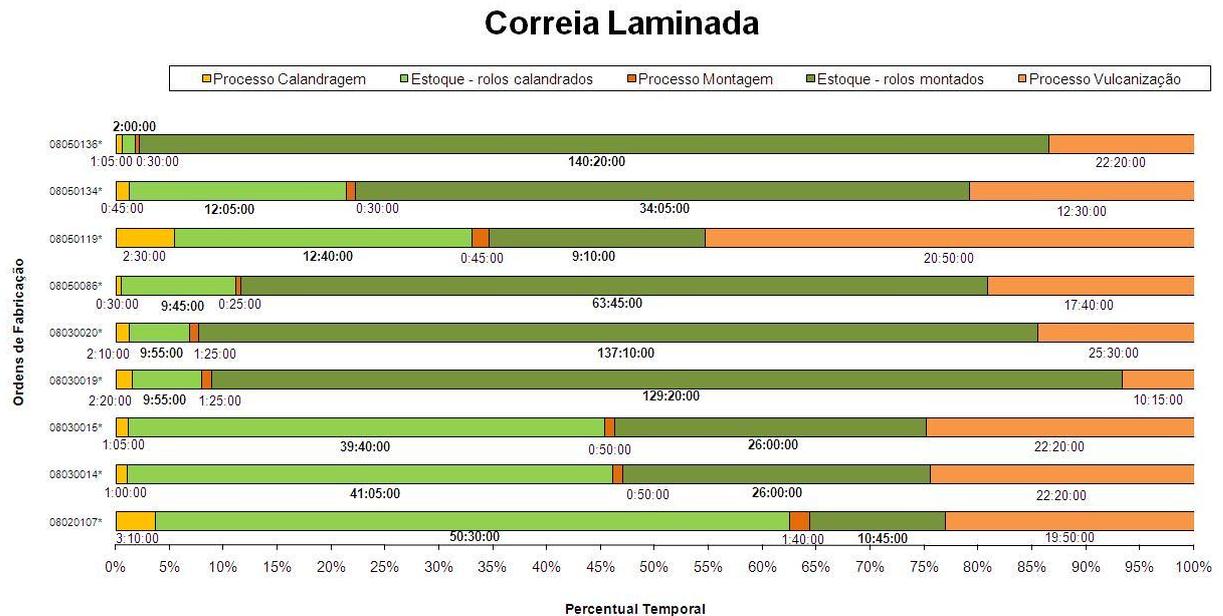


Figura 14: Tempos de processos e de estoques em processo – Amostras correia laminada.

Com essas amostras foi apenas possível mostrar os processos de calandragem, montagem e vulcanização das correias e seus estoques em processo, faltando analisar as mantas depositadas nos *pallets*, também objeto de análise desse estudo de caso. Porém, para esses dados foi preciso uma abordagem diferente de coletas de dados.

Foi elaborada uma carta de controle para coletar o tempo de espera de cada *pallet*. Nessa carta de controle os operadores do setor do *bambury* anotavam o dia e horário de quando determinado *pallet* ficou pronto para ser usado pelo processo seguinte. Essa carta de controle permanecia com as mantas de borrachas no *pallet* até os operadores do setor de calandra vir buscar as mesmas para emborrachar as lonas. Nesse instante eram anotados esses mesmos dados por esses operadores, onde, fazendo um cálculo primário, determinava-se o tempo em que as mantas de acurado tipo de borracha permaneceram paradas entre um processo e outro. Como são, também, diversos os tipos de borrachas, para análise do estudo será abordado apenas o tipo de borracha que foi utilizado nas amostras da correia transportadora e da correia

laminada. No entanto, foi feita uma média dos dados coletados, onde de 10 (dez) amostras da borracha SC, obteve-se como resultado um tempo de estoque de 243 horas e 18 minutos (mais de dez dias borrachas paradas, em média).

Analisando os gráficos e os dados dos tempos de espera dos *pallets*, levantaram-se dúvidas e contradições em relação aos problemas anteriormente apresentadas.

Para melhores esclarecimentos, foram feitas reuniões com o Gerente de Produção da fábrica, onde se obteve os seguintes resultados gerais:

- a) Observando os gráficos, fica claro que o processo de montagem é o mais dinâmico e que demora menos tempo quando processado apenas o trabalho de sobrepor as lonas. Em relação à perda de tempo corrigindo as não conformidades do processo anterior, foi contratada uma coordenadora graduada em engenharia de produção para o processo de calandragem, buscando reduzir esses erros, onde a mesma adotou trabalhos de motivação e treinamentos dos operadores. O fator de número de calandras (duas) e número de mesa de montagem (uma) não é relevante para a análise de necessidade de uma nova mesa de montagem, uma vez que em grandeza de tempo, o processo de montagem é o menor de todos os processos da produção das correias. E por fim, a existência de estoques de rolos calandrados (Figuras 7,8 e 9, pág.46 e 47) se dá pela existência de correias com mais de duas lonas, pois a mesa de montagem junta duas lonas por vez, e existem correias com até oito lonas, precisando entrar na mesa de montagem sete vezes. Portanto, os rolos mostrados nas figuras são estoques em processo, e não estoques intermediários;
- b) Com as análises dos dados coletados, chegou-se a conclusão de que o gargalo da produção dessa indústria é a célula prensa, e não a mesa de montagem como parecia ser apenas com observações visuais. Isso por causa do grande tempo que leva para vulcanizar as correias. Portanto, mesmo com a capacidade de vulcanizar sete correias ao mesmo tempo, as prensas podem não dar conta dos rolos montados, além do fator de problema de equipamento obsoleto, que só se esvairá com a troca do mesmo. Esse é o único caso de possível existência de estoque intermediário;
- c) Foram implantadas melhorias para a redução de tempo de *setup* como treinamentos dos operadores; utilização de estearato, material que não deixa as mantas de borrachas grudarem uma nas outra; organização no estoque de lonas; redução das não conformidades das células de produção; aumento de número de funcionários por setor;

- d) Em relação ao desperdício, a alta direção juntamente com os supervisores das células de produção entraram num consenso e determinaram o que são desperdícios e o que são rebarbas (que fizer parte do processo e estão inclusas nos custos), além de decidir a que célula de produção cada desperdício pertence, passando essas informações a todos os envolvidos;
- e) Em relação aos estoques de mantas de borrachas nos *pallets*, o gerente mostrou como era feito o cálculo do estoque de segurança. O mesmo era baseado na demanda de todos os tipos de borrachas nos últimos quatro meses, onde, por uma média aritmética em função das horas de produção e do número de equipamento, foi constatada, por ele, a necessidade de se produzir um estoque de uma semana de antecedência, ou seja, são aceitos 7 (sete) dias de *pallets* parados, e como na amostra estudada obteve-se média de 10 (dez) dias, concluiu-se que não existe estoque intermediário nesse setor, apenas estoque de processo, e a necessidade de um grande estoque de segurança.

Como o cálculo feito pelo gerente de produção foi elaborado conforme necessidade e experiência do mesmo, houve uma proposta de comparação com cálculos mostrados na teoria.

Na Revisão de Literatura do presente trabalho, foi mostrado, segundo Slack et al. (1997), como são calculados os LEC e LEP. Analisando essa parte do estudo de caso, concluiu-se que o lote econômico mais adequado para o setor em questão seria o LEP, pois é o perfil típico de estoques fornecidos em lotes de itens produzidos internamente com necessidade de reabastecimento gradual ao longo de um período.

Usa-se, portanto, a equação (4) para os cálculos dos estoques de segurança das mantas de borracha. Informações como demanda de pedido do processo de calandragem (D), custos de manutenção de estoques das mantas de borracha (Ce), custos de pedidos (Cp) e taxa de produção do *bambury* (P) foram fornecidas por dados secundários, e seus valores podem ser observados na Tabela 1. Lembrando que para calcular o Ce, precisou calcular anteriormente os custos de capital empatado e os custos de armazenagem, visto que nessa produção não existe custo de risco de obsolescência.

Tabela 1: Dados para cálculo do LEP dos meses de 2008.

MESES ANALIZADOS	janeiro-08	fevereiro-08	março-08	abril-08	maio-08	junho-08	julho-08	agosto-08
PRODUÇÃO (Kg)	158,145.78	212,139.80	171,137.34	167,371.54	121,597.00	143,477.00	124,688.00	122,042.00
DEMANDA (Kg)	188,938.00	186,142.00	145,621.00	129,970.00	202,447.00	180,169.00	191,404.00	198,226.00
CUSTO CAPITAL EMPATADO (R\$)	64,357.65	132,572.08	281,372.57	222,248.25	214,839.45	229,600.00	213,253.00	108,830.00
CUSTO ARMAZENAGEM (R\$)	40.03	90.59	195.93	162.22	147.48	149.58	105.34	54.78
CUSTO DE MANUTENÇÃO (R\$)	64,397.68	132,662.67	281,568.50	222,410.47	214,986.93	229,749.58	213,358.34	108,884.78
CUSTO DE PEDIDO (R\$)	488,809.65	695,434.75	577,170.04	541,188.39	431,008.92	520,619.39	513,018.62	498,825.36
LEC (Kg)	-3,838.11	3,990.56	2,001.01	1,682.40	-1,104.92	-1,786.87	-1,311.59	-1,705.72

Como podem ser observados, os cálculos do gerente de produção sobre o estoque de segurança das borrachas não é o mais correto, visto que em 37,5% das amostras não foi utilizado todo o LEP, e os outros 62,5% faltou material para as calandras, onde a empresa teve que adquirir mantas de borrachas de outros produtores para não parar sua produção de correias.

A proposta seria, então, mudar o conceito de como calcular esse estoque de segurança para que a produção de borracha fique a mais uniforme possível, reduzindo principalmente custos.

Além desses resultados, as propostas mencionadas no item anterior são ainda válidas, umas já em fase de implementação como os treinamentos, conscientização dos colaboradores e organização de setores, outras ainda sendo avaliadas como obtenção de novos equipamentos.

5 CONCLUSÃO

Obter uma visão ampla dos processos da organização é um agente facilitador na gestão de estoques, pois compreender os objetivos de se manter estoques sem comprometer a qualidade dos serviços, faz parte da competitividade entre as organizações.

O controle de estoque é de suma importância para a empresa, sendo que se controla o desperdício, desvios, apuram-se valores para fins de análise, bem como, apura o demasiado investimento, o qual prejudica o capital de giro. Quanto maior é o investimento, também maior é a capacidade e a responsabilidade de cada setor da empresa.

Para uma eficaz administração de estoques é necessário identificar as suas importâncias, definindo tamanhos de lotes de reposição, estoques de segurança, ponto de pedido, bem como também identificar os custos relacionados aos estoques.

A complexidade de lançamentos de produtos, a evolução globalizada da tecnologia de varejo, em paralelo à necessidade de competir pela preferência de consumidores cada vez mais exigentes, tornou a gestão dos estoques essencial para a sobrevivência das organizações.

O eficiente atendimento ao cliente tem sido o objetivo da maioria das empresas. Para tanto, além de habilidades de negociador, necessita-se também de elevado nível de treinamento em aspectos financeiros da gestão de estoque e vendas, completo domínio das diversas técnicas de administração de estoques de acordo com os perfis de demanda dos itens que negocia e estar disposto a adotar a filosofia de colaboração que hoje é fundamental no processo de criação e manutenção de cadeias de suprimento lucrativas.

Não é mais possível gerir estoques e compras com base unicamente na experiência, é essencial a aplicação de uma metodologia concreta, baseada em dados.

O sucesso da implantação de um sistema de Manufatura Enxuta é resultado da excelência operacional. Esta excelência é baseada parte em ferramentas e métodos de melhoria de qualidade que ajudaram a desenvolver o pensamento enxuto. Os verdadeiros resultados surgiram porque a Toyota colocou as pessoas no centro de todo o sistema, motivando a liderança, treinando seus funcionários, criando uma cultura de melhoria contínua do processo produtivo.

Para que uma organização adote verdadeiramente a filosofia da Manufatura Enxuta será preciso que todos, desde a alta administração até a parte operacional, estejam em sintonia com o que se deseja para a empresa. Essa tarefa demandará muita conversa, treinamento e educação organizacional até culminar com a mudança de atitude.

Dentro da educação organizacional, as lideranças da empresa também devem passar por treinamentos e desenvolvimentos para que possam compreender completamente o seu trabalho, viver e ensinar a filosofia enxuta. Assim, a harmonia entre a lexis e a praxis, discurso e prática, será duas faces de uma mesma moeda: o pensamento enxuto. O pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar estas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de maneira cada vez mais eficaz.

Em suma, é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, e, ao mesmo tempo, tornar-se cada vez mais capaz de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, C.E.B.; OLIVEIRA, L.R.** *Análise do sistema kanban para gerenciamento da produção com auxílio de elementos de tecnologia da informação.* 2001.
- ARNOLD, J.R.T.** *Administração de materiais: Uma introdução.* São Paulo: Atlas, 1999.
- ASSAF NETO, A.** *Finanças Corporativas e Valor.* São Paulo: Atlas, 2003.
- ASSAF NETO, A.; TIBÚRCIO, C. A.** *Administração do Capital de Giro.* São Paulo: Editora Atlas, 1997.
- BERMUDEZ, J.** *Using MRP System to Implement JIT in Continuous Improvement Effort.* Industrial Engineering, 1991.
- BETAGLIA, P. R.** *Logística e Gerenciamento da cadeia de abastecimento.* São Paulo: Saraiva, 2005.
- BLACK, J.T.** *O Projeto da Fábrica com Futuro.* Porto Alegre: Bookman, 1998.
- BLAXILL, M.F.; HOUT, T.M.** *The fallacy of overhead quick fix.* Harvard Business Review, v.69, p.93-101, 1991.
- BOCKERSTETTE, J.A.; SHELL, R.L.** *Time Based Manufacturing.* New York, McGraw-Hill Inc, 1993.
- CORBETT, T.** *Contabilidade de ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das restrições.* São Paulo: Nobel, 1997.
- CORRÊA, H. L.** *Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRP II /ERP, Conceitos, uso e implantação.* São Paulo: Atlas, 2000.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G. N.** *Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.* São Paulo: Atlas, 1996.
- COX III, J.F.; SPENCER, M. S.** *Manual da Teoria das Restrições.* Porto Alegre: Bookman, 2002.
- DEMING, W.E.** *Qualidade: A Revolução da Administração.* Rio de Janeiro, Marques-Saraiva, p. 367, 1990.
- GAITHER N.; FRAZIER G.** *Administração da Produção e Operações.* São Paulo: Pioneira, 2001.
- GIL, A. C.** *Como elaborar projetos de pesquisa.* São Paulo: Atlas, 1994.
- GOLDRATT, E. M.** *A Síndrome do Palheiro: Garimpando Informações num Oceano de Dados.* São Paulo: Educator, 1992.
- GOLDRATT, E. M.** *Corrente Crítica.* São Paulo, Nobel, 1998.
- GOLDRATT, E. M., COX, J.** *A Meta.* São Paulo: Educator, 1994.
- GUERREIRO, R.** *A Meta da Empresa.* São Paulo: Atlas, 1996.

- HINES, P.; TAYLOR, D.** *Going Lean. A guide to implementation.* Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK, 2000.
- HOBBS, D.** *Lean Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer.* Florida: J. Ross Publishing, 2003.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A.** *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.* São Paulo: Atlas, 1982.
- LARA JR., N.C.** *Planejamento e Controle de produção.* São Paulo: Ática, p.102, 1990.
- MAGEE, J. F.** *Guides to Inventory Policy: Problems of Uncertainty. In: Readings on the Management of Working Capital.* New York: West Publishing Company, 1980.
- MENEGON, M. L.** *Análise Ergonômica do Trabalho: Estudo das Condições de Trabalho em Unidade Básica de Saúde e a Relação com a Saúde dos Trabalhadores.* São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, 2003.
- OHNO, T.** *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.* Porto Alegre: Bookman, 1997.
- ROTHER, M.; SHOOK, J.** *Aprendendo a enxergar.* São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SANVICENTE, A. Z.** *Administração Financeira.* São Paulo: Atlas, 1997.
- SCHERR, F. C.** *Modern Working Capital Management.* Prentice-Hall, 1989.
- SHINGO, S.** *O Sistema Toyota de Produção - Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.* Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SHINGO, S.** *Sistema de Produção com Estoque-Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.* Porto Alegre: Bookman, 1997.
- SHINGO, S.** *Sistema de troca rápida de ferramentas, uma revolução nos processos produtivos.* Porto Alegre: Artes médicas, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.** *Administração da Produção.* São Paulo: Atlas, 1997.
- TOLEDO JR, I.** *Fides B. Cronoanálise.* Mogi das Cruzes: Arte Final, 2004.
- TOMPKINS, J.A.; WHITE, J.A.; BOZER, Y.A.; FRAZELLE, E.H.; TANCHOCO, J.M.A.; TREVINO, J.** *Facilities Planning.* John Wiley & Sons, Inc. Copyright, 1996.
- TUBINO, D. F.** *Manual de planejamento e controle de produção.* São Paulo: Atlas, 2000.
- WASSWEILER, W.R.** *MRP II in Perspective.* APICS - The Performance Advantage, 1994.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.** *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROSS, D.** *A Máquina que Mudou o Mundo.* Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874