

A eficiência da gestão de estoques: estudo sobre a aplicação do *lean manufacturing*

The efficiency of inventory management: a study about the implementation of lean manufacturing

Benevides, Gustavo*

UNIMEP

Antoniolli, Pedro Domingos†

UNIMEP

Argoud, Ana Rita Tiradentes Terra‡

UNIMEP

RESUMO

Este artigo procura abordar o conceito de produção enxuta e a utilização desses conceitos na gestão do estoque, conhecido também como logística enxuta. Por muito tempo o Lean Manufacturing foi utilizado somente no chão de fábrica, diretamente envolvido no processo produtivo. Porém com o passar dos anos e o aperfeiçoamento desse sistema de melhoria contínua, descobriu-se que os ganhos por ele gerados e todas as suas ferramentas poderiam ser expandidos para toda a organização, ampliando assim seus resultados. Um dos setores onde mais é possível verificar esses resultados é a Gestão de Estoques, uma vez que ele está intimamente ligado a cadeia produtiva, desde a concepção do projeto inicial do produto, até a expedição final. Dessa forma, é apresentado como as empresas têm aproveitado as lições extraídas do sistema Lean para desenvolver vantagens competitivas através de seus sistemas logísticos orientados à criação de valor para seus clientes e demais integrantes da cadeia de suprimentos da qual fazem parte.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*; Gestão de estoque; Ferramentas; Melhoria Contínua; Planejamento.

ABSTRACT

This article attempts to approach the concept of lean production and use of these concepts in the management of stock, also known as lean logistics. For a long time Lean Manufacturing was only used on the factory floor, directly involved in the production process. But over the years and further improvement of this system, it was found that the gains generated by it and all its tools could be expanded to the entire organization, thus extending their results. One of the sectors where else you can check these results is the Inventory Management, because it is closely linked to the production chain, from conception of the initial design of the product, until the final expedition. Thus, it is shown how companies have leveraged the lessons learned from the Lean system to develop competitive advantage through their logistics systems

* Gustavo Benevides: UNIMEP, Brazil. E-mail: gbenevides@unimep.br

† Pedro Domingos Antoniolli: UNIMEP, Brazil. E-mail: prdanton@unimep.br

‡ Ana Rita Tiradentes Terra Argoud: UNIMEP, Brazil. Email: arargoud@unimep.br

oriented to create value for its customers and other members of the supply chain to which they belong.

Keywords: *Lean Manufacturing, inventory management, tools, continuous improvement, planning.*

1. INTRODUÇÃO

Impulsionadas pela necessidade de sobrevivência frente às diversas fontes de concorrência, as empresas devem buscar em suas atividades a redução de custos e a melhoria de seus processos continuamente. O surgimento de um ambiente competitivo globalizado interfere no crescimento das organizações promovendo ganhos marginais cada vez menores. Diante deste novo panorama mercadológico as empresas carecem de novas ferramentas que permitam eliminar diferentes desperdícios contidos nas operações.

Neste sentido, desafiando os tradicionais modelos de gestão, a filosofia de Manufatura Enxuta, mais conhecida como *Lean Manufacturing*, surge como uma forma de gerenciamento na busca do melhor desempenho e qualidade ao menor custo. Aplicada a qualquer modelo de indústria esta filosofia traz consigo uma proposta de mudança de mentalidade e quebra de paradigmas. Sua aplicabilidade embora pareça simples encontra problemas quando o foco maior é a implantação de suas ferramentas e não o estudo aprofundado dos seus conceitos. Fatores humanos devem ser trabalhados uma vez que costumam ser grandes obstáculos durante a fase de adaptação desta nova filosofia de trabalho.

Para viabilização de um processo de manufatura enxuta a empresa deve saber em que situação ela está e estabelecer de forma clara a razão para a mudança. Fatores que determinam essa mudança para uma nova filosofia estão essencialmente ligados ao envolvimento de todos os níveis desde a direção ao chão de fábrica. O sucesso das ações planejadas pelos administradores deve buscar a motivação, a persistência e o espírito de liderança nas pessoas.

O autoconhecimento da empresa permite traçar um perfil de seus processos revelando suas irregularidades e sua real capacidade em realizar seus propósitos. Uma organização voltada ao aumento da produtividade, eficiência e qualidade deve evitar perdas, retrabalhos e aspectos que não agregam valor ao seu produto. Para isso a criação de um fluxo de valor sob a ótica do cliente é fundamental para a inicialização do processo de mudança. Entender o fluxo do material desde a aquisição das matérias-primas até a sua entrega evita a fragmentação das atividades promovendo a coerência dos processos. Os conceitos de manufatura enxuta enfatizam que para o cliente a necessidade gera valor e as empresas devem reunir esforços para satisfazer essas necessidades ao menor custo na qualidade esperada.

A gestão dos estoques está diretamente ligada à lucratividade da empresa onde o administrador deve garantir o giro cada vez mais rápido das mercadorias sem colocar em risco o abastecimento das linhas de produção e em consequência o atendimento aos pedidos. A redução dos níveis de estocagem ganha importância acerca da diminuição das margens de lucro nas organizações e do tempo de vida cada vez mais curto dos seus produtos.

Em suma os custos para manutenção dos estoques estão entre os maiores e são estes que devem ser reduzidos de modo prioritário. O administrador de materiais deve manter sob seu controle as quantidades dos diferentes materiais existentes proporcionando o menor impacto financeiro dentro do montante estocado. Deixar de lado a importância da rotatividade das mercadorias pode impedir o consumo de itens no tempo correto gerando acréscimo do nível de produtos obsoletos e impróprios para utilização.

A gestão de estoques deve buscar atender as diferentes demandas no menor período de tempo evitando o abastecimento desnecessário. Atividades estratégicas devem estreitar o

relacionamento entre a organização e seus fornecedores mantendo parcerias que permitirão melhores oportunidades de negócio e menores mobilizações de capital financeiro.

Os menores custos operacionais na manutenção dos estoques podem ser compreendidos na redução dos desperdícios por excesso de abastecimento decorrente de falhas de planejamento. Dessa maneira, o alinhamento das ferramentas disponíveis nesta nova filosofia poderá dar ao gestor de materiais a capacidade de conhecer melhor o perfil dos seus fornecedores, clientes, produtos e processos ligados à sua área de negócio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. *Lean Manufacturing*

Organizações de todo mundo buscam destaque em meio à competição global desejando ser rentáveis e lucrativas. Aumentar o valor agregado dos produtos e serviços, garantir a redução de custos globais na cadeia produtiva são metas de todo empreendimento. Taiichi Ohno (1988), criador do Sistema Toyota de Produção, tem sua filosofia seguida por muitos em diversos países ao redor do mundo. O seu sistema de produção puxada é determinado pelas previsões de demanda de forma sequencial do primeiro ao último passo. Em sua biografia, Ohno (1988), exalta o importante papel da chefia nos processos de melhoria que deve visar atingir todos os indivíduos da fábrica. Para o autor, a fábrica é a principal fonte de informação da manufatura. Um gerente terá riqueza de informações quanto mais tempo passar na fábrica e menos na sala do vice-presidente.

Na Toyota, assim como nas demais indústrias manufatureiras, Ohno (1988) afirma que os lucros só podem ser obtidos através da redução de custos. Não se deve fazer com que o cliente pague pelos desperdícios do processo produtivo e sim somente por aquilo que realmente deseja. Para o autor, o sistema de gestão deve desenvolver a habilidade humana à sua capacidade plena de maneira que utilize melhor os recursos disponíveis, minimizando as perdas.

É muito difícil romper com culturas estabelecidas no chão de fábrica (OHNO, 1988). Para isso todos devem estar comprometidos assim como estavam os japoneses da Toyota durante o pós Segunda Guerra Mundial. No início de todo o seu trabalho, também encontrou resistência dos operadores. A idéia de reorganizar as máquinas permitiria com que o trabalhador desempenhasse múltiplas habilidades, sem aumento de trabalho ou de horas trabalhadas. Nas palavras de Ohno (1988), “*eles não aceitavam um operador para diversas máquinas em processos diferentes*”, pois estavam acostumados com um operador por máquina. Portanto, apesar de jovem e ansioso por resultados, teve que ter paciência. Nascia ali uma das premissas do Sistema Toyota de Produção (STP), cuja natureza foi aplicada na melhoria de processo e gestão, todavia o gestor não pode fazer uso de pressão por mudanças rápidas e drásticas, ou seja, o processo deve ser gradativo e contínuo.

Outro fator que demandou esforços foi como lidar com a cadeia de suprimentos da época. Era difícil atender os clientes de maneira eficaz (OHNO, 1988). Para o autor, naquela época havia escassez em tudo o que precisavam para montar seus caminhões. Portanto, viu a necessidade de estabelecer um fluxo de produção e de manter um abastecimento constante de matérias-primas. A saída para sanar os problemas de abastecimento e eliminar a necessidade de estoques de produtos acabados foi estreitar o relacionamento entre a Toyota e seus fornecedores. Com a criação de cooperação entre as partes, foi possível nivelar a produção fabril.

Nas palavras de Ohno (1988), “*a necessidade é a mãe da invenção*”. Essa afirmação é tratada como regra até hoje nas fábricas da Toyota, nas quais as melhorias são feitas com base nas necessidades. Para ele, o progresso de melhoria no chão de fábrica nada mais é do que a necessidade sentida pelos operários. A criação do STP foi a necessidade do Japão em alcançar os EUA em três anos.

O autor relatou ainda que dentre as perdas existentes no meio produtivo, a mais terrível é a superprodução. O estoque dá segurança ao gestor. Quando não atacada de maneira severa, a estocagem é tida como algo necessário e até mesmo normal. Para combater esse mal foi necessária uma revolução de consciência, buscando-se apenas aquilo que era necessário, quando fosse necessário, na quantidade necessária. A superprodução promove a estocagem de produtos defeituosos, tido como uma perda severa para o negócio (OHNO, 1988).

O Sistema Toyota de Produção exige que a empresa seja realista e tenha visão de futuro. Uma má leitura da realidade e de suas possíveis mudanças pode colocar em risco os resultados dos negócios. A incerteza dos mercados e a necessidade de cautela não podem impedir com que os processos de mudança caminhem. A gerência não deve desempenhar um papel inseguro diante das adversidades. O líder deve ter papel de parceiro e não de superior perante o grupo. Deve gerenciar o capital humano em busca de resultados e metas fazendo com que as mudanças ocorram de baixo para cima.

O STP é pautado em se evitar as perdas, que de acordo com Womack e Jones (2003), originam-se de:

- Super processamento: Compreende a aplicação de maior esforço para execução de um processo, além do requerido.
- Transporte: Movimentações de materiais não necessárias para o processo;
- Estoques: A definição de estoques, para Martins e Campos (2009), compreende ao acúmulo de recursos, tendo o propósito de, com base em Slack *et al.* (2002), regular o fluxo / ritmo entre fornecimento e consumo. A manutenção de estoques tem sido tradicionalmente uma estratégia de produção para proteção contra variabilidades destes processos. Manter estoques além do requerido, de acordo com os princípios *Lean*, representa custo adicional, e deve ser evitado;
- Esperas: Aqui são considerados todos os atrasos ou tempos em que um material aguarda para ser processado, ou que uma decisão aguarda para que seja executada. Também podem ser considerados os atrasos por processamento mais lento que o normal;
- Defeitos: Para o *lean*, defeitos compreendem todos os elementos e características do produto ou serviço que não estejam aderentes às necessidades do cliente. Adicionalmente, podem ser considerados sob esta classificação: informações faltantes, não cumprimento de prazos, bem como condições que resultam em trabalhos extras;
- Super produção: Compreende a produção de quantidade e/ou produtos além do requerido (uso imediato). Ela pode ter diferentes causas, tais como: falta de definição de prioridade do que é essencial, ou mesmo de identificação deficiente da demanda. A superprodução apresenta outra desvantagem, que é a alocação de recursos para execução de atividades não prioritárias.

Rebelato *et al.* (2009) explicam que a empresa deve determinar metas para redução de ineficiências / desperdícios. Hines e Taylor (2000), por outro lado, definem cinco princípios essenciais para se eliminar perdas: especificar as atividades que criam valor (para os clientes e empresa); identificar etapas requeridas para a operação, identificando as atividades que não

agregam valor; tomar ações em direção à criação de fluxo nos quais haja o menor nível de interrupções, esperas ou defeitos; realizar somente as atividades que contribuam para o atendimento do cliente, evitando-se com isso super processamento e; constantemente avaliar o fluxo atual, no sentido de eliminação de ineficiências.

Liker (2006), com base nos objetivos do *lean manufacturing*, sugere que sejam seguidos os seguintes princípios:

- Decisões administrativas devem ser pautadas por visão de longo prazo;
- Criação de fluxo de processo contínuo para facilitar a visualização dos gargalos / restrições;
- Utilizar, sempre que possível, sistemas “puxados” para, com isso, se evitar superprodução e processamento adicional. Uma recomendação é o uso de técnicas de JIT (*Just in Time*) e *kanban*, sempre que possível;
- A carga de trabalho deve ser nivelada, de forma a ser distribuída (*heijunka*);
- A resolução de problemas deve ser feita no momento em que eles ocorrem (*jidoka*), o que por vezes requer mudança da cultura empresarial;
- A padronização é obtida por melhorias evolutivas e crescentes, bem como pela capacitação da mão de obra;
- Controles visuais são benéficos e devem ser implementados, sempre que possível, uma vez que eles revelam os gargalos / restrições do processo;
- A tecnologia a ser adotada deve ser confiável, madura e homologada;
- Desenvolvimento da liderança nos princípios *lean*;
- Trabalho em equipe, visando o desenvolvimento do capital intelectual e colaboração;
- Analisar um problema de forma completa (*gemba*);
- Tomar as decisões considerando-se todas as alternativas (mesmo que lentamente), mas implementa-las rapidamente.

Para Lima *et al.* (2009), quatro regras direcionam o desenvolvimento, operação e melhoria das atividades:

1. Definição completa das atividades, considerando conteúdo, propósito, sequência de passos, tempos associados, e resultados esperados;
2. Todo relacionamento entre cliente e fornecedor (interno e externo) deve ser direto;
3. O fluxo que cada material percorre deve ser, na medida do possível, direto e simplificado, de forma a facilitar a identificação de gargalos;
4. As melhorias a serem implementadas devem seguir método científico, sempre que possível, considerando a sua aplicação no menor nível organizacional (onde os problemas ocorrem).

Dessa forma, os autores analisados concordam que os fundamentos de *Lean Manufacturing*, se aplicados correta e disciplinadamente, agregam valor para a empresa, por meio de operações enxutas.

Assim, diversos componentes dos princípios *lean* são descritos a seguir.

2.2. Six Sigma

Tido como uma estratégia gerencial quantitativa, com o objetivo de elevar os resultados e a gestão dos processos altamente disciplinados, ajuda a focar no desenvolvimento e entrega de produtos ou serviços com perfeição (ECKES, 2001).

Six Sigma foi originalmente desenvolvido como um conjunto de práticas destinadas a melhorar os processos de produção e eliminar defeitos, mas sua aplicação foi posteriormente

alargada e muitos outros tipos de processos também a utilizaram. Um defeito é definido como qualquer coisa que possa levar à insatisfação dos clientes e/ou não atender as especificações do negócio (ANDRIETTA e MIGUEL, 2002).

Os elementos da metodologia foram inicialmente criados por Bill Smith na Motorola em 1986 e foi fortemente inspirado em metodologias anteriores, tais como: TQM, Zero Defeitos, com base em trabalhos pioneiros como de Shewhart, Deming, Juran, Ishikawa, Taguchi e Outros (WERKEMA, 2002).

Nos últimos anos, o *Six Sigma* tem sido por vezes combinado com manufatura enxuta (Gestão) para produzir a metodologia *Lean Six Sigma*.

Balaben (2004) explica que há duas metodologias fundamentais para utilização do *Six Sigma*, ambas inspiradas por Deming *Plan – Do – Check – Act* Ciclo, são elas:

DMAIC: usada para melhorar um processo de negocio já existente;

DMADV: usada para criar um novo produto ou processo dentro do projeto.

No Brasil, o *Six Sigma* foi disseminado a partir de 1997 através da sua utilização pelo Grupo Brasmotor, que alcançou resultados expressivos em 1997 (WERKEMA, 2002).

Estudos recentes mostram que empresas que adotaram programas de qualidade, como o *Six Sigma*, tiveram grande sucesso, tanto em termos de seus indicadores de qualidade como em relação ao retorno do investimento (CARVALHO *et al.*, 2008).

Um fator importante na adoção de *Six Sigma*, de acordo com Eckes (2001), é que haja líderes comprometidos, participantes, bem informados e envolvidos no processo. Assim, o objetivo de alavancar a eficiência é fundamental, garantindo nível de qualidade crescente e atendendo (ou muitas vezes excedendo) expectativas e necessidades de seus clientes.

Andrietta e Miguel (2002) afirmam que, para assegurar o envolvimento de todos em busca da qualidade, é fundamental:

- Criação e Acordo sobre os Objetivos Estratégicos do Negócio: para que seja obtido o envolvimento ativo da liderança, o programa de qualidade deve estar vinculado aos objetivos estratégicos correntes da organização, sendo o primeiro passo para assegurar que o programa tenha sucesso na empresa;
- Criação de Processos Essenciais, Sub processos-Chave e Processos Capacitadores: Para isso é necessário realizar desdobramento das tarefas e metas para todos os envolvidos, a partir da liderança, e que os colaboradores envolvidos estejam engajados no processo;
- Identificação dos “donos” dos Processos: Cada um dos processos essenciais, subprocessos-chave e processos capacitadores deve ter um “dono” identificado, que será o responsável pelo seu sucesso ou fracasso. Dentre as qualidades requeridas para este “dono, estão: conhecimento suficiente dos sub-processos, habilidades de liderança, entendimento e avaliação da Gestão de Processo do Negócio e respeitar os responsáveis pelos processos interligados (anteriores e subsequentes ao seu);
- Criação e validação dos Painéis de Mensuração: o “dono” do processo deve criar um painel com os principais indicadores, que identifiquem a qualidade dos resultados obtidos possibilitando assim, visibilidade. Tal visibilidade auxilia na definição de possíveis reorganizações / manutenções do trabalho, com objetivo de medir apenas o que é importante para o cliente, além da identificação dos processos passíveis de melhoria. Deve-se evitar a mesurarão da eficácia para aspectos que não possuem um histórico de insatisfação dos clientes;

- Coleta de Dados para os Painéis: É importante que sejam definidos tempos e movimentos para preenchimento dos painéis, de acordo com a necessidade de cada variável;
- Definição de Critérios para a Seleção e Priorização de Projetos: É fundamental priorizar esforços iniciais em direção da qualidade, classificando todos os projetos em nível de prioridade, de forma a facilitar a gestão dos itens com maior relevância e impacto nos resultados.

Assim, o *Six Sigma* é considerado um dos principais pilares dos princípios *lean* (ECKES, 2001).

2.3 Planejamento ABC de Estoque

Dentre as diferentes ferramentas de análise de estoques baseados na demanda de consumo de materiais, o planejamento ABC de estoque consiste, segundo Davis (2001), no agrupamento dos itens estocados pelo volume financeiro, com identificação dos itens a serem monitorados. Davis (2001) enfatiza a necessidade da manutenção do controle adequado sobre cada item estocado, e da precisão dos registros para controle destes materiais. Essa ferramenta permite com que os esforços sejam focados nos produtos mais importantes, os quais representam maiores ganhos diante da mobilização dos recursos disponíveis para controle. O sistema de classificação ABC divide-se em três grupos os materiais estocados:

- Itens A: alto volume financeiro do material estocado
- Itens B: moderado volume financeiro do material estocado
- Itens C: baixo volume financeiro do material estocado

Davis (2001) destaca que o volume financeiro é uma medida importante, na qual os itens de baixo custo, porém com alto volume estocado, podem ter maior importância que itens de alto custo e baixo volume estocado. A representatividade dos itens A, B e C sobre o total estocado, segundo Sacomano (2004), é de cerca de:

1. 10 a 15% dos itens que equivalem de 65 a 75% do investimento são os classificados como itens A
2. 25 a 30% dos itens que equivalem de 20 a 25% do investimento são os classificados como itens B
3. 50 a 60% dos itens que equivalem de 5 a 10% do investimento são os classificados como itens C

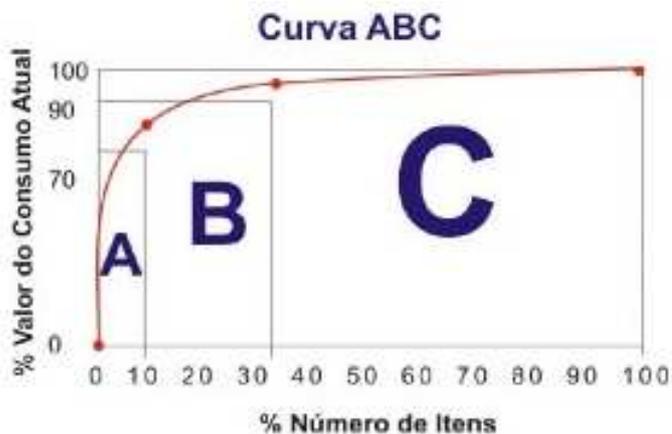


Figura 1 – Exemplo de curva ABC

Segundo Sacomano (2004), ao se adotar os passos para a elaboração do planejamento ABC, o administrador deve custear cada item estocado, totalizar os custos, obter o percentual

de cada item em relação ao total, ordená-los de forma decrescente, acumular as porcentagens, e traçar a curva ABC.

Gasnier (2007) acrescenta outros fatores que contribuem para o critério de decisão no agrupamento dos itens. Além da variabilidade da demanda, da margem de contribuição, aspectos como variedade dos produtos internos, tempo para fornecimento, tempo requerido pela demanda, ciclo de vida do produto e custos divididos em percentual são também adotados. Esses fatores devem ser utilizados da maneira mais simples possível, ajustadas às necessidades da empresa.

2.4. 5S

Hynes e Taylor (2000) afirmam que o “5S” é uma ferramenta muito utilizada no processo de implantação da Manufatura Enxuta. Ela surgiu no Japão, no momento em que se buscavam métodos para ajudar a reconstruir o país no pós guerra e veio para o Brasil juntamente com os conceitos da Qualidade.

Os objetivos do uso desta ferramenta compreendem: melhorar a qualidade dos produtos/serviços; melhorar o ambiente de trabalho e de atendimento ao usuário; melhorar a qualidade de vida dos funcionários; educar para a simplicidade de atos e ações; maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis; reduzir gastos e desperdícios; otimizar o espaço físico; reduzir e prevenir acidentes; melhorar as relações humanas; aumentar a auto-estima dos funcionários/moradores (LIMA *et al.*, 2009).

A sigla 5S corresponde, de acordo com Liker (2006), a cinco palavras japonesas:

- **Seiri** - Senso de Utilização: consiste em decidir o que é necessário e eliminar o que não é necessário. Deve-se manter apenas o equipamento mínimo para apoiar as operações do dia a dia. Esse senso é importante para combater a tendência humana de guardar as coisas, mesmo sem utiliza-las.
- **Seiton** - Senso de Ordenação: “*Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar*”. Este senso consiste em colocar tudo em ordem e com fácil acesso. Deve-se analisar onde e como as coisas são guardadas, definindo critérios, como lugar e modo adequados, para organizá-las, bem como manter tudo em seus lugares após o uso. A padronização, como a criação de um sistema de identificação visual e de um sistema de inventário que facilite o acesso às coisas é importante, reduzindo-se assim o tempo perdido procurando por ferramentas e materiais e eliminando movimentos inúteis.
- **Seisou** - Senso de Limpeza: consiste em eliminar lixo e sujeira, fazer uma faxina geral, tornar problemas fáceis de serem localizados. A limpeza regular fornece oportunidades de inspeções preventivas. Deve-se sempre acionar regularmente o pessoal da limpeza e da manutenção, desenvolver hábitos de limpeza como, por exemplo, limpar os objetos antes de guardá-los.
- **Seiketsu** - Senso de Saúde: é importante estabelecer diretivas para eliminar todas as causas de desordem, como estabelecer um sistema de controle visual; tornar o local de trabalho de fácil manutenção, incorporando os primeiros três S's; estabelecer um sistema de controle visual; melhorar as condições ambientais de trabalho; promover o respeito mútuo, criando um ambiente de trabalho harmonioso e cuidar sempre da saúde e higiene pessoal.
- **Shitsuke** - Senso de Autodisciplina: consiste basicamente, em disciplinar a prática dos “S” anteriores, mantendo todas as melhorias feitas. Para isso é importante fazer inspeções periódicas para estabelecer oportunidades de melhoria, mudar a cultura para promover e manter permanentemente um local de

trabalho limpo e seguro, compartilhar os objetivos estabelecidos, difundir regularmente conceitos e informações, cumprir as rotinas com paciência e persistência, incorporar os valores do Programa 5S na vida das pessoas e criar mecanismos de avaliação e motivação.

Os sentidos de Organização e Limpeza são fundamentais no Sistema de Manufatura Enxuta, no que diz respeito à confiabilidade, visibilidade dos problemas, redução dos desperdícios, controle e aprimoramento da qualidade e condição moral dos funcionários.

2.5 *Kaizen*

Kaizen é uma palavra japonesa, de acordo com Siqueira (2005), na qual o *Kai* significa mudança, e *Zen* significa para melhor. O sistema *Kaizen* tem como premissa a melhoria contínua e sua filosofia consiste em um importante recurso na busca incessante da melhoria de processos produtivos e administrativos, tornando-os mais enxutos e velozes.

Segundo Siqueira (2005), no que se refere à aplicação do sistema *Kaizen* em uma organização, pode-se considerar o seguinte:

- A alta administração da empresa passa a assumir os valores do *Kaizen* (basicamente a melhoria contínua) como parte da política da qualidade;
- A alta administração precisa instituir uma série de atividades para a promoção dos valores adotados. Isto pressupõe a disponibilização dos recursos necessários a todas essas atividades. Essas atividades podem variar de empresa para empresa e pode-se citar como exemplo o estímulo a formação de Círculos da Qualidade, Programas de sugestão, Programa 5S, Programas de treinamento em técnicas estatísticas e ferramentas da qualidade e principalmente técnicas de solução de problemas, entre outros.
- O corpo de funcionários passa a incorporar no seu dia-a-dia práticas relacionadas com a melhoria contínua. Normalmente a melhoria se aplica ao desempenho dos processos, à satisfação do cliente (tanto externo quanto interno), à qualidade de vida na empresa (chegando às vezes a extrapolar o local de trabalho), à organização do ambiente de trabalho, à segurança pessoal, etc.

Pode-se considerar, segundo Siqueira (2005) que o *Kaizen* é um complemento às práticas de reengenharia. Enquanto a re-engenharia promove a melhoria através da inovação, isto é, substituindo os processos utilizados, o *Kaizen* promove a melhoria através da eliminação de problemas identificados nos processos correntes.

A ferramenta *Kaizen* é, a princípio, focada no processo produtivo, porém deve ser expandida às mais diversas áreas da organização. Quando essas melhorias são direcionadas a gestão do estoque, elas podem alterar significativamente na qualidade do processo gerencial. De acordo com o Womack e Jones (1996), o maior estímulo para a melhoria contínua é a transparência. Deve-se permitir que todos possam entender o sistema e visualizar melhores formas de agregar valor. A transparência é crucial na gestão do estoque. É necessário que os membros da equipe tenham total conhecimento das necessidades dos clientes e consigam ver o impacto de suas ações sobre as metas estabelecidas e sobre o projeto total, para que esses possam propor melhorias direcionadas ao processo sem impactar negativamente em outras áreas.

O ponto de partida de aplicação dessa ferramenta é a identificação de um problema, o qual pode ser levantado através de indicadores, gráficos, tabelas ou reclamações. Também é importante não esperar a ocorrência do problema, ou seja, é preciso identifica-los antes de sua manifestação, agindo preventivamente.

Após a identificação do problema, deve-se iniciar o processo de investigação de sua causa raiz. Nessa etapa, é importante observar e analisar todas as variáveis possíveis, como mão de obra, o método, a matéria prima, a máquina, o meio ambiente ou a medição.

Descoberta uma ou mais causas possíveis, inicia-se o aprimoramento dos processos em busca das melhorias desejadas pela organização, a fim de se alcançar os objetivos previamente traçados.

De acordo com Costa Júnior (2008), a aplicação pode ser feita em dois sentidos: como manutenção ou aprimoramento dos padrões, isto é, quando se relaciona o *Kaizen* ao processo de aprimoramento, significa que deve-se elevar o nível dos padrões estipulados, e quando se associa à manutenção, deve-se achar meios para garantir que os padrões implementados sejam efetivamente cumpridos.

2.6. RFID (*Radio Frequency Identification*)

Zhu *et al.* (2012) citam a identificação por rádio frequência (RFID) como tecnologia crescentemente utilizada nos processos logísticos, uma vez que ela oferece informação precisa dos produtos e em tempo real.

Para Lee *et al.* (2011), a tecnologia RFID compreende um método de identificação automática, e que pode ser utilizada nos processos logísticos, tanto para objetos em movimento, como para controle de estoques. O tamanho reduzido dos *tags*, bem como a duração da sua vida útil, e facilidade de leitura, ainda que em ambientes agressivos ao ser humano, fazem dela uma tecnologia com grande potencial de utilização. A tecnologia RFID apresenta, de acordo com os autores, maior custo se comparado ao código de barras, embora as vantagens de sua utilização correspondam à facilidade de adaptação à uma gama maior de produtos, e seu alto grau de precisão.

Zhu *et al.* (2012) descrevem que a tecnologia RFID é formada por um *tag* e um leitor RFID, conectado a um sistema computacional. O *tag* é o componente que armazena os dados que podem ser lidos e transmitidos em tempo real, por intermédio de ondas de rádio. O *tag* é composto de dois elementos: um pequeno processador, que pode armazenar dados do produto, e uma antena que transmite tais dados. Os dados do produto são lidos e armazenados quando o *tag* é identificado por um leitor, que pode rastrear fisicamente o movimento deste *tag* (no produto) durante um processo logístico. Tais dados são então transmitidos, em tempo real, aos sistemas que controlam a armazenagem e/ou movimento deste produto.

De acordo com Zhu *et al.* (2012), há dois tipos de *tags*: ativo, com fonte de energia própria (ex.: bateria); e passivo, que obtém energia através dos sinais eletromagnéticos transmitidos pela antena. *Tags* ativos possuem, geralmente, maior capacidade de memória, para variedade maior de aplicações, sendo portanto, mais caros.

Thiesse *et al.* (2011) explicam que identificação dos dados do *tag* ocorre por meio dos *transponders* localizados nestes *tags*, e que são acessados por uma *interface* aérea, composta por antenas ou dispositivos de leitura, os *scanners*. Os *transponders* podem operar em várias frequências.

Zhu *et al.* (2012) complementam que o termo RFID *tag* pode ser aplicado tanto às etiquetas quanto aos cartões. Os *tags* passivos usam, geralmente, três tipos de frequências: UHF (*ultra high frequency*), HF (*high frequency*), e LF (*low frequency*). Os *tags* UHF possuem distância máxima de leitura de 6 a 9 metros, sendo mais rápidos, porém consomem mais energia. Já os *tags* HF possuem alcance menor que 1 metro, e são mais indicados para metal. E, por fim, os *tags* LF são os que consomem menos energia, podem ser lidos

internamente, em objetos que não são feitos de metal, mas seu limite de acesso é baixo (apenas 0,3 metro).

Para Lee *et al.* (2011), a tecnologia RFID deve substituir gradualmente o uso de código de barras à medida que o preço da tecnologia RFID ficar menor. Collins (2003) complementa que, além da queda dos preços, tanto os avanços na tecnologia, como o estabelecimento de padrões de comunicação, devem alavancar a adoção da tecnologia RFID.

Jedermann *et al.* (2006) e Zhu *et al.* (2012) citam o uso da tecnologia RFID na distribuição física e planejamento, incluindo controle de inventário. Já Huang *et al.* (2007) descrevem o uso de RFID no manuseio de produtos e no processamento de pedidos.

Chow *et al.* (2006) afirmam que o uso de RFID no manuseio de produtos pode representar aumento de desempenho de 15% a 20% no processo de *picking*.

3. METODOLOGIA

Marconi e Lakatos (2002) afirmam que um problema deve ser definido de forma clara e objetiva. Assim, o problema a ser pesquisado neste artigo é descrito pela questão:

Como o *Lean Manufacturing* pode ser aplicado, com eficácia, no gerenciamento de estoques de produtos acabados?

Com base neste contexto, os pressupostos básicos identificados neste artigo compreendem:

- As técnicas e princípios *Lean*, se aplicados corretamente, se traduzem em benefícios nos processos de produção e logística;
- O gerenciamento de estoques é essencial para se evitar a imobilização de capital requerido para outras atividades empresariais;
- A gestão de estoques pode ser positivamente impactada pela aplicação dos princípios de *lean manufacturing*.

Silva e Menezes (2000) explicam que uma pesquisa pode ser classificada de acordo com sua natureza, a forma de abordagem do problema, os objetivos, e procedimentos técnicos.

Para Silva e Menezes (2000), a natureza de uma pesquisa pode ser: básica, ou aplicada.

Este artigo é classificado como pesquisa aplicada porque tem como foco discutir tanto o conceito como as aplicações de *Lean Manufacturing* no gerenciamento de estoques, com base na literatura existente.

Já com relação a maneira com que um problema é abordado, Silva e Menezes (2000) classificam uma pesquisa em quantitativa ou qualitativa.

Este artigo classifica-se como pesquisa qualitativa pelo método de interpretação dos dados, tendo assim o foco principal no processo, e seu significado.

Quanto aos objetivos, Silva e Menezes (2000) afirmam que uma pesquisa pode ser categorizada como: exploratória, descritiva ou explicativa. Este artigo compreende, pelo fato de incluir a revisão da literatura disponível sobre o tema, além de proposição de técnica dos princípios *Lean Manufacturing* no gerenciamento de estoques de produtos acabados, características de uma pesquisa descritiva.

Para os procedimentos técnicos, Silva e Menezes (2000) explicam que uma pesquisa pode ser: bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa *ex-post-facto*, pesquisa ação, ou pesquisa participante. Esta pesquisa apoia-se em conceitos e técnicas descritos na literatura, e aplicação destas técnicas em um caso de gerenciamento de

estoques, dentro de uma empresa industrial, dessa forma, classificada como bibliográfica. Adicionalmente, pelo fato de aplicação destes princípios em um caso específico, enquadra-se também dentro das características de estudo de caso.

Desta forma, este artigo pretende corroborar a relevância dos conceitos apresentados na literatura e na indústria sobre *Lean Manufacturing* para melhoria na gestão de estoques e minimização de custos para sua manutenção.

4. A PESQUISA COM RESULTADOS E ANÁLISES

Os maiores desafios na gestão de estoque são a rastreabilidade segura e a acurácia dos materiais, ou seja, a conferência de estoque, na qual busca-se comparar o estoque físico com a quantidade presente no estoque lógico (dentro do sistema de controle de materiais). Dessa forma faz-se necessário a adoção de novas ferramentas para contribuir com a confiabilidade dos sistemas de gestão. Uma tecnologia utilizada como diferencial e principalmente sanando esta necessidade é a Identificação por Rádio Frequência (RFID).

Este estudo de caso apresenta os resultados e os ganhos obtidos, bem como as dificuldades enfrentadas com a implementação desse sistema de gerenciamento de estoque de uma indústria.

A multinacional do setor de autopeças, situada na cidade de Sorocaba, onde o sistema é implementado, apresentou dificuldades no gerenciamento de estoque de produtos acabados. Devido ao grande volume de movimentação de produtos, e à relativa falta de controle dessa movimentação, sempre ao se realizar a contagem física (inventário), havia diferenças entre o físico e o informado pelo sistema. Outro grande problema identificado é que nem sempre o palete procurado estava localizado na posição informada pelo sistema, gerando assim perda de tempo na operação na busca desse paleta.

Através da utilização de uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*, o Kaizen, foi sugerido a instalação do sistema de RFID para o controle 100% dessa movimentação. O produto a ser utilizado é fornecido pela empresa Balluff Controles Elétricos e a linha de produtos utilizada é denominada BIS U, linha específica para identificação RFID em aplicações logística.

Realizado o estudo do local, ficou definido que deveriam ser instaladas “antenas” na saída da produção, na entrada do estoque e na saída do estoque e a aplicação funciona da seguinte forma:

1. As peças, ao saírem do processo de produção, são armazenadas em paletes devidamente identificados com etiquetas RFID. Ao ser posicionado na estação de carregamento e controle, a etiqueta que o identifica já é alimentada com informações sobre o produto que está sendo produzido, como: Data, hora, modelo, quantidade, destino no estoque, destino final, etc.
2. Quando o paleta está carregado, uma empilhadeira o leva para a área de estoque, onde uma nova antena identifica a entrada do material e um painel informa qual o corredor e o “slot” onde o paleta deverá ser armazenado. Caso o operador da empilhadeira deposite o paleta em local errado, um alarme soa e somente pára quando o erro é corrigido.
3. Há “antenas” instaladas por toda a área do estoque que tem a função de monitorar em todo o tempo a movimentação dos paletes ali armazenados.
4. No momento da expedição, ao informar qual material deverá ser despachado, o sistema já informa onde o paleta se encontra e a empilhadeira o vai retirar. Quando o

palete passa pela porta de saída do estoque, o sistema é informado que aquele material foi despachado, fechando dessa forma o ciclo.

Caso haja necessidade, ainda é utilizado um equipamento chamado Hand Holding que nada mais é do que um leitor RFID de mão, onde o controlador do estoque pode à qualquer momento ler as informações armazenadas nas etiquetas, simplesmente apontando o equipamento para a etiqueta. O equipamento possui um display incorporado onde é possível inclusive alterar alguma informação e atualizá-la na etiqueta.

Pode-se visualizar melhor a aplicação no esquema demonstrado na Figura 2.

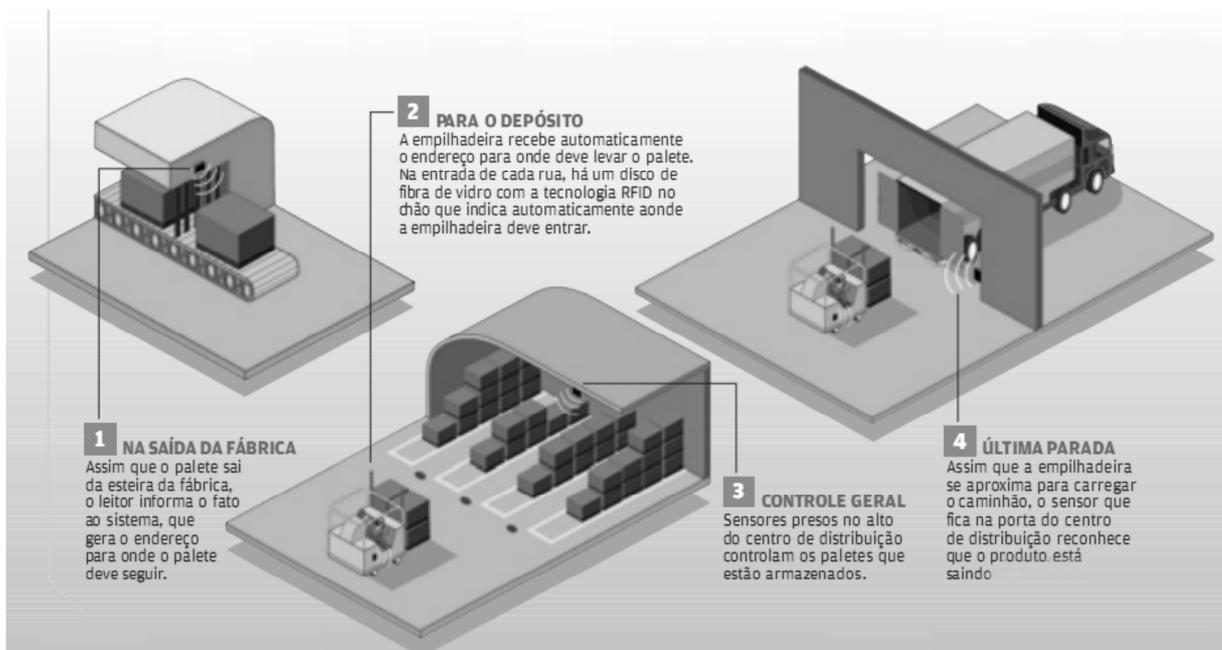


Figura 2 – Sistema de identificação RFID para controle de estoque.

Ganhos com a instalação do sistema:

- Eliminação do erro humano;
- Informatização e automação do processo logístico;
- Economia de tempo no momento de expedição do produto, uma vez que não há a necessidade de ficar procurando a esmo entre os corredores; e
- Economia de tempo em inventários.

Além destas vantagens apresentadas, a informatização do sistema permite que o gestor tenha o controle total de seu estoque, sem margens para erro evitando dessa forma uma eventual falha na entrega de produtos ao seu cliente final.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como foco demonstrar a prática do pensamento enxuto na eliminação de perdas. As pessoas envolvidas nos processos de mudança incentivadas pela implantação do novo sistema de gestão demonstram maior facilidade para adaptação às novas

práticas de trabalho. A quebra de paradigmas é ainda o grande obstáculo enfrentado nas organizações.

Durante a implementação do sistema de controle RFID no estoque verificou-se a dificuldade em assimilação por parte do capital humano, pois quando se comenta sobre automação de um processo, há receio por parte do colaborador em ser substituído / descartado por ter seu trabalho eliminado. Porém isso ocorre até o momento em que esse funcionário percebe que a automação veio para facilitar seu trabalho, e não substituí-lo em suas atividades.

Com a quebra de paradigmas e mudança da cultura organizacional, a tendência é que as empresas crescentemente utilizem os princípios de lean production e, com isso, obtenham valor na execução de seus processos internos.

REFERÊNCIAS

- ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C., “**A importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade Analisada sob uma Abordagem Teórica**”. Revista de Ciência & Tecnologia, v.11, n. 20, p 91-98. Jul/Dez 2002.
- BALABEN, R. A., “**Aplicação da Metodologia Seis Sigma: Modelo DMAIC – para melhoria no processo na área de engenharia de fábrica em uma empresa montadora**”. 2004. 84f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- CARVALHO, M. M.; HO, L. L.; PINTO, S. H. B. *Main quality programs characteristics in large size Brazilian companies. International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 25, No. 3, 2008, p. 276-291.
- CHOW, H. K. H.; CHOY, K. L.; LEE, W. B.; LAU, K. C., “**Design of a RFID case-based resource management system for warehouse operations**”. Expert Systems with Applications. Vol. 30, No 4, pp. 561–576, 2006.
- COLLINS, J., “**Smart Labels Set to SOAR**”. RFID Journal. December, 23, 2003. Disponível em: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?712>. Acesso em 27/05/2013, 2013.
- COSTA JÚNIOR, E. L. **Gestão em Processo Produtivo**, Curitiba, 20 ed. IBPEX, 2008.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**, São Paulo, 3 ed. Bookman, 2001.
- ECKES, G. A., “**Revolução 6 Sigma: O método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro**”. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- GASNIER, D. G.; BANZATO, E.; CARILLO, E.; MENDES, J.; TOMASELLI, M.; MOURA, R. A. **Gestão de estoques e suprimentos na cadeia de abastecimento**, São Paulo, 1 ed. Imam, 2007.
- HINES, P.; TAYLOR, D., “**Guia para implementação da Manufatura Enxuta**”. São Paulo: IMAN, 2000.
- HUANG, G. Q.; ZHANG, Y. F.; JIANG, P. Y., “**RFID-based wireless manufacturing for walking-worker assembly islands with fixed-position layouts**”. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol.23, No 4, pp. 469–477, 2007.
- JEDERMANN, R.; BEHRENS, C.; WESTPHAL, D.; LANG, W., “**Applying autonomous sensor systems in logistics—Combining sensor networks, RFIDs and software agents**”. Sensors and Actuators A: Physical, Vol. 132, No 1-8, pp. 370–375, 2006.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**, 6 ed. São Paulo, Atlas, 2009.

LEE, C. K. M.; WILLIAM, H.; HO, G. T. S.; LAU, H. C. W., “*Design and development of logistics workflow systems for demand management with RFID*”. Expert Systems with Applications. Vol. 38, No 5, pp. 5428-5437, 2011.

LIKER, J., “**O modelo Toyota, 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**”. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LIMA, E. P.; GARBUIO, P. A. R.; COSTA, S. E. G., “**Proposta de Modelo Teórico-Conceitual Utilizando o Lean Seis Sigma na Gestão de Produção**”. ENEGEP. Salvador, 2009.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M., “**Técnicas de Pesquisa**”. São Paulo: Editora Atlas. 5ª edição, 2000.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R., “**Administração de Materiais e recursos patrimoniais**”. São Paulo: Saraiva, 2009.

OHNO, T. *Toyota production system: beyond large-scale production*, Productivity press, 1988.

REBELATO, M. G.; RODRIGUES, A. M.; RODRIGUES, I. C. “**Análise das Lacunas Presentes na Integração da Manufatura Enxuta com a Metodologia Seis Sigma**”. ENEGEP. Salvador, 2009.

SACOMANO, J. B.; GUERRINI, F. M.; SANTOS, M. T. S.; MACCELLIN, J. V. **Administração de produção na construção civil – O gerenciamento de obras baseado em critérios competitivos**, São Paulo, Arte & Ciência, 2004.

SHINGO, S. - “*Study of Toyota Production System from Industrial Engineering Viewpoint*”. Tokyo, Japan Management Association, 1991.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M., “**Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**”. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 118p, 2000.

SIQUEIRA, J. **O sistema de custos como instrumento de apoio ao processo decisório: Um estudo multicaso em indústrias do setor metal-mecânico da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento, Gestão e Cidadania. Orientador: Dr. Ernani Ott. Ijuí, 2005.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R., “**Administração da Produção**”. São Paulo: Atlas, 2002.

THIESSE, F.; STAAKE, T.; SCHMITT, P.; FLEISCH, E., “*The rise of the “next-generation bar code”*”. Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 16, No. 5, pp. 328-345, 2011.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura seis sigma**, Rio de Janeiro, Qualitymark, 2002.

WOMACK, JAMES P.; JONES, DANIEL T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 7 ed. São Paulo, Campus, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T., “*Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*”, The Free Press, New York, NY, 2003.

ZHU, X.; MUKHOPADHYAY, S. K.; KURATA, H., “*A Review of RFID Technology and its Managerial Applications in Different Industries*”. Journal of Engineering and Technology Management, Vol. 29, No.1, pp. 152-167, 2012.