

A MANUFATURA ENXUTA E A METODOLOGIA SEIS SIGMA EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Francisco Oliveira Brito (UFAM)

fbrito@la.ko.com

Silvana Dacol (UFAM)

sdacol@ufam.edu.br



Atualmente com a competição elevada no mercado os clientes exigem produtos e serviços de alto nível, obrigando as empresas a definir um novo estilo de gerenciamento e de redefinir as bases da qualidade. Neste contexto a manufatura enxuta, a metodologia seis sigma e qualidade total vêm auxiliando empresas a melhorar seus processos e aumentar a produtividade. O presente trabalho tem como objetivo avaliar os resultados da implementação da manufatura enxuta e a metodologia seis sigma, em uma indústria de bebidas do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e fornecer um roteiro de implementação destas metodologias. As ferramentas utilizadas do seis sigma são DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), do Lean SMED (Single Minute Exchange Die), VSM (Mapeamento do fluxo de Valor), Kaizen, Just-in-Time e Kanban. Analisando os indicadores após a implementação de algumas etapas da manufatura enxuta combinada com as ferramentas do seis sigmas foram observados que os indicadores Eficiência Global do Equipamento (OEE), tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio para reparo (MTTR) e tempo de setup obtiveram grandes melhorias. Finalmente a pesquisa revelou que a aplicação da filosofia enxuta e a metodologia seis sigma para redução de desperdícios e defeitos refletiu em melhorias de processos, cumprimento dos indicadores de desempenho e aumento da produtividade.

Palavras-chaves: Manufatura enxuta, Seis sigma, Eficiência operacional.

1. Introdução

Na entrada do século XXI, com a expansão dos mercados e o uso intensivo de tecnologias, as empresas começaram a lidar com um novo cliente, que exige produtos e serviços de alto nível, obrigando-as a buscar também um novo estilo de gerenciamento e de redefinir as bases da qualidade. Isto impõe que empresas, independente da localização, busquem melhorias contínuas e aperfeiçoem produtos, processos buscando a eliminação dos desperdícios.

A implantação de novos e eficientes sistemas de gestão, tanto no segmento industrial como no de serviços, quer para pequenas, médias ou grandes organizações, é uma necessidade imposta pelo mercado. E, o novo paradigma mercadológico é a revisão do conceito que sugeria: preço igual ao custo mais lucro, para lucro igual ao preço menos custos, sendo o preço um valor que é definido pelo cliente. (ECKES, 2001).

Segundo Deming (2003) os sistemas de planejamento e controle da produção e de materiais foram sempre áreas de aperfeiçoamento nas indústrias.

As empresas esperam sempre ter melhores previsões, sistemas de planejamento, flexibilidade quanto às solicitações inesperadas dos clientes, respostas aos pedidos dos clientes, maior utilização da capacidade e uma série de outros aspectos que lhes promova melhorias competitivas e menores níveis de inventário e tempo de entrega (ARNOLD, 1999).

Neste sentido este artigo apresenta o processo de implantação da manufatura enxuta (Lean manufacturing), unindo-o aos programas de qualidades e seis sigmas, usados por uma indústria de alimentos no Pólo Industrial de Manaus (PIM) no período de janeiro de 2005 a julho de 2007, chamada neste trabalho de GAMA S.A, com uma grande diversidade de produtos e de insumos.

Os indicadores de desempenho utilizados neste trabalho são: Eficiência Global do Equipamento (OEE); Parada de linha por quebra de equipamento; Tempo médio entre falhas (MTBF); Tempo médio para reparo (MTTR); Tempo de Setup; e Sigma da máquina montadora e enchedora de caixas.

Uma extensão da análise dos indicadores após a implementação de algumas etapas da manufatura enxuta combinada com as ferramentas do seis sigmas pode-se observar que o indicador Eficiência Global do Equipamento (OEE), tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio para reparo (MTTR) e tempo de setup foram os indicadores que obtiveram maior melhoria, e o sigma da máquina enchedora e montadora de caixas verificou-se que o mesmo saiu de um valor de 1,2 sigma para 1,8 sigma, mostrando assim um crescimento de 33,33% no processo.

Com este estudo foi possível descrever a metodologia de implementação da filosofia da manufatura enxuta e seis sigma na Gama S.A possibilitando uma visão sequencial dos passos a serem desenvolvidos no planejamento de cada etapa do projeto, além de esclarecer que a implementação do modelo de produção enxuta não é apenas um modelo diferenciado de produção, e sim uma mudança em toda a cultura da organização. Finalmente, a pesquisa revelou que a aplicação da filosofia enxuta e a metodologia seis sigma para redução de desperdícios e defeitos reflete em melhorias no processos alcance dos indicadores de desempenho e aumento da produtividade.

2. Qualidade

Definir qualidade não é uma tarefa fácil, quando se deseja falar sobre qualidade temos que pensar em dos pontos importantes que são: o comportamento do produto e a ausência de defeitos (JURAN et al,1991).

Segundo Garvin (1992), qualidade é um conceito notavelmente subjetivo, de fácil visualização, mas exasperadamente difícil de definir.

Juran (1991) afirma que a palavra qualidade tem múltiplos significados e seu uso é denominado por dois desses significados: satisfação do cliente em relação ao produto e a ausência de falhas.

Kessler (2004) define Qualidade como uma dimensão estratégica que pode estar relacionada com a diferenciação do produto ou serviço sob a ótica do cliente ou do mercado em que está inserido.

“Qualidade significa conformidade aos requisitos” (CROSBY, 1990).

Para a norma NBR ISO 9000:2000 qualidade é “O grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”

Deming (1982) define qualidade como sendo: aperfeiçoamento contínuo e firmeza de propósitos.

Já para Ishikawa (1993) qualidade é fabricar produtos mais econômicos, mais úteis e sempre satisfatórios para o consumidor.

Campos (1992) produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades dos clientes. O verdadeiro critério da boa qualidade é a preferência do consumidor.

2.1 Ferramentas da Qualidade

Segundo Ishikawa (1993) existem setes ferramentas tradicionais para controle da qualidade, que são: Histogramas, diagramas de causa e efeito, folha de verificação, diagramas de Pareto, estratificação, gráficos de controle e diagramas de dispersão.

Já para Miguel (2001) as ferramentas da qualidade podem ser classificadas em dois grupos:

- ferramentas tradicionais da qualidade: diagrama de causa-efeito, histograma, gráfico de pareto, diagrama de correlação, carta de controle, gráfico de tendência, folha de verificação e brainstorming;
- ferramentas de planejamento da qualidade: diagrama de afinidade, diagrama de inter-relacionamento, diagrama de árvore, diagrama matriz, diagrama de redes de atividades e matriz de priorização.

2.2 Seis Sigma

O conceito Seis Sigma tem como objetivo, no ponto de vista dos processos, utilizar uma abordagem sistemática para reduzir falhas que afetam aquilo que é considerado crítico para o cliente, aumentando sua satisfação e reduzindo custos. “A partir dos clientes é que a empresa define a qualidade necessária para determinado produto, se os seus preços são competitivos, quanto tempo o cliente aceita esperar para obter o produto desejado, etc” (BREYFOGLE,

2001).

Segundo Jack Welch , “para eliminar a variação, o Seis Sigma exige que a empresa descosture todas as suas cadeias de fornecimento e distribuição, assim como o projeto de seus produtos. O objetivo é remover qualquer elemento que possa causar desperdício, ineficiência ou aborrecimento para os clientes, como consequência de sua imprevisibilidade” (WERKEMA, 2006).

Para Blauth (2003) a estratégia Seis Sigma é uma extensão dos conceitos da Qualidade Total com foco na melhoria contínua dos processos, iniciando por aqueles que atingem diretamente o cliente. A estratégia Seis Sigma não é uma proposta inovadora. Ela aproveita todas as iniciativas de qualidade que estão em andamento ou que já foram implantadas na instituição, harmonizando-as e estabelecendo metas desafiadoras de redução de desperdício.

A metodologia Seis Sigma é uma estratégia que fornece uma série de intervenções e ferramentas estatísticas que podem levar a um ganho em lucratividade, diminuição de custos e ganhos em qualidade, desaguando na satisfação de clientes e consumidores. (MARASH, 2000).

Segundo Brassard et al (2002, p.1) pode-se definir Seis Sigma como um conceito estatístico que representa a quantidade de variação presente em um processo com relação aos requerimentos dos clientes ou especificações. Quando um processo opera no nível Seis Sigma, a variação é tão pequena que os produtos e serviços resultantes do processo são 99,9997% livres de defeitos, veja a figura 1 da representação do sigma na curva de sino. Seis Sigma é normalmente denotado de várias formas. Pode ser escrito como “6σ”, “6 Sigma” ou “6s”.

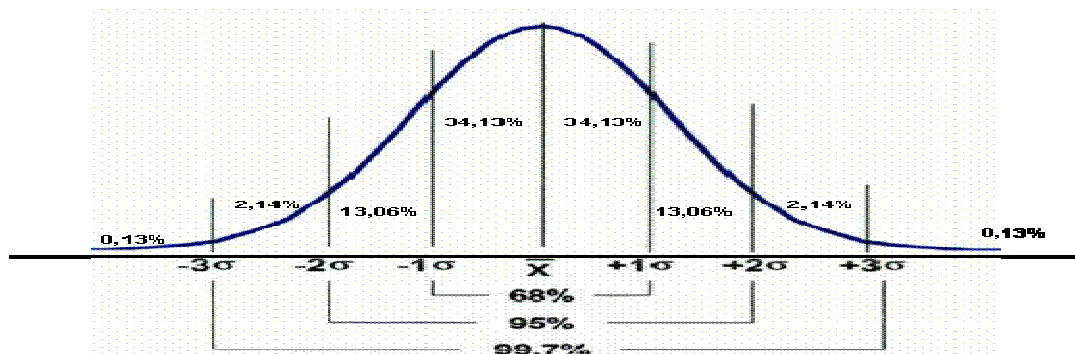


Figura 1 - Curva em forma de sino segmentada

2.2.1 Formação da Equipe Seis Sigma

A Formação da Equipe para os projetos seis sigma é importante para o sucesso dos projetos, as equipes devem receber treinamento adequado na metodologia para conduzirem com êxito.

De acordo com Rotondaro (2002), treinar os colaboradores na metodologia Seis Sigma é o caminho para uma empresa conseguir melhorar drasticamente os seus processos.

Snee et al (2005) diz que os projetos seis sigma devem ter as pessoas certas para se obter o sucesso esperado, sendo assim os líderes da organização devem selecionar e treinar adequadamente cada participante da equipe e definir bem as responsabilidades de cada sejam eles, faixa preta , faixa verde ou somente membros da equipe.

Segundo Eckes (2001) as equipes dos projetos Seis Sigma, geralmente, possuem as seguintes

composições: o patrocinador ou campeão da equipe, consultor da equipe master black belt ou mestre faixa preta, líder da equipe black belt ou faixa-preta, green belt ou faixa-verde, membros da equipe.

2.2.2 Principais Ferramentas utilizadas na Metodologia Seis Sigma

O Seis Sigma oferece é uma metodologia bem estruturada e comandada por dados para a eliminação de defeitos, desperdícios ou problemas da qualidade na manufatura, no serviço de entrega, no gerenciamento e em outras atividades do negócio (SPANYL; WURTZEL, 2004).

Para Werkema (2006) nem tudo é novo, ou velho, no Seis Sigma, as ferramentas estatísticas utilizadas para o desenvolvimento da Metodologia Seis Sigma estão longe de construir novidade. Novas são a abordagem de processo e a implementação, singular e vigorosa.

Segundo Eckes (2001) o Seis Sigma utiliza duas metodologias principais; DMAIC e DMADV. DMAIC é usado para um processo existente. DMADV é usado ao criar um novo produto ou um processo. Usando o DMADV para novos projetos cria-se processo mais estáveis e controláveis e os produtos gerados neste processos são de melhor qualidade.

A metodologia (DMAIC) incorpora as seguintes fases: definir, medir, analisar e controlar. Uma organização identifica uma área de problema, mede-a, identifica sua causa-raiz, implementa soluções para tratar essas causas e finalmente avalia e controla as melhorias (SPANYL, 2004; WURTZEL, 2004).

As ferramentas mais usadas no seis sigma segundo Setec (2006) são: Projeto e Análise de Experimento (PAE), Análise de Variância, Voz do Cliente (VOC), Mapeamento do Processo, Diagrama SIPOC - Suppliers (fornecedores), Inputs (entradas), Process (processos), Outputs (Saídas) e Customers (Clientes), além das ferramentas da qualidade e métodos estatísticos (SETEC,2006).

2.3 Manufatura Enxuta

Segundo Liker & Mier (2007) o termo manufatura enxuta, foi usado por um grupo de pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology, no livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack & Jones, para designar os métodos usados para gerenciar e produzir automóveis na empresa Toyota, este método também é conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP).

Segundo Weber (2005) Produção puxada é o princípio básico da produção enxuta. Em um sistema puxado, atividades fluxo abaixo (como a montagem) sinalizam ou retiram do processo anterior o que as atividades fluxo acima necessitam, como a distribuição de materiais, operadores pegam as peças e têm acesso às ferramentas de trabalho quando e onde eles precisam, em um processo baseado no just-in-time.

Os sistemas puxados são uma parte fundamental da manufatura enxuta. Existem três tipos básicos de sistemas puxados de produção; sistema puxado com supermercado, sistema puxado seqüencial e sistema puxado misto com elementos dos dois outros sistemas combinados (SMALLEY, 2005).

2.3.1 Conceito de Valor

Segundo Womack & Jones (2004) o ponto essencial de partida para a Mentalidade Enxuta é o valor. o valor só pode ser definido pelo cliente final. O valor é criado pelo produtor. O

pensamento enxuto deve, portanto, começar com uma tentativa consciente de definir precisamente valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas oferecidas a preços específicos através do diálogo com clientes específicos. Especificar o valor com precisão é o primeiro passo essencial da Mentalidade Enxuta.

Segundo Selig (1993) apud (Borchardt, 2005, p.38), um dos conceitos de valor pode ser dado pela relação entre o desempenho e o custo de um produto. O problema das empresas, em um ambiente de concorrência acirrada, é oferecer aos clientes o melhor valor. Valor pode, às vezes, designar a utilidade de um determinado objeto ou serviço, e outras vezes, o poder de compra que o referido objeto ou serviço possui em relação a outras mercadorias;

Segundo Ferro (2006) o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) é uma ferramenta capaz de olhar para os processos de agregação de valor horizontalmente. Isso significa romper com a perspectiva tradicional de examinar departamentos ou funções e enfatizar as atividades, ações e suas conexões no sentido de criar valor e fazê-lo fluir, desde os fornecedores até os clientes finais.

2.3.2 Os Desperdícios Clássicos

Para Ohno (1997) a Produção Enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios: superprodução, superprocessamento, inventário/estoque, movimentação de materiais, movimentação do operador, tempo de espera, retrabalho. Para Liker (2007) além destes sete desperdícios existentes pode-se somar mais um que é não utilização da criatividade dos funcionários - perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou não escutar seus funcionários.

Assim, no sistema de Produção Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema de vem ser eliminados (OHNO, 1997).

2.3.3 Ferramentas de Suporte a Manufatura Enxuta

Jidoka - de acordo com Ohno (1997) Jidoka ou autonomia (automação com um toque humano) não é apenas uma automação de processos, isto significa uma transferência de inteligência para a máquina, este conceito como comentado acima originou-se do tear automatizado de Toyoda Sakichi. Na Toyota este conceito é aplicado não somente à maquinaria como também à linha de produção e aos operários, pois se surgir uma situação anormal, exige-se que um operário pare a linha.

Poka-Yoke - segundo Shingo (1996) o poka yoke é um sistema de detecção de falhas que, instalado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade. O poka yoke é uma forma de bloquear as principais interferências na execução da operação, antecipando e detectando defeitos potenciais e evitando que cheguem ao cliente (interno e externo). Os dispositivos poka yoke são a maneira pela qual o conceito do jidoka é colocado em prática. A aplicação dos dispositivos poka yoke permite a separação entre a máquina e o homem e o decorrente exercício do jidoka.

Just-in-Time - da forma mais simples, Just-in-Time é “tudo o que diz respeito a produzir e transferir apenas o que é necessário”, segundo Minoura (2003). Ao invés do antigo sistema de produção “empurrado” de baixo para cima, o Just-in-Time representa a mudança para o sistema “puxado” onde os trabalhadores apenas produzirão o que é necessário. Ferramentas, como o sistema kanban (cartão de informação), andon (painel de informação) e o pokayoke

(prevenção de erros) foram desenvolvidos para implementar o sistema puxado.

Troca Rápida (SMED), a troca rápida é uma abordagem analítica para melhoria do set up de uma máquina ou processo, (SHINGO, 1996).

Os princípios preconizados por Shingeo Shingo, conhecidos como SMED, ou Single Minute Exchange of Dies (Troca de Ferramentas em um Único Dígito), podem ser usados para reduzir drasticamente esse tempo. Também conhecido como “troca rápida de ferramenta”, o método pode ser aplicado toda vez que algum equipamento é “trocado” de um estado para outro. Isso pode incluir mudanças de ferramentas, trocas de materiais ou modificações de produto ou configuração. Causas adicionais para perdas fora do ciclo são facilmente identificadas utilizando-se uma simples comparação de atividades com e sem valor agregado, (LIKER & MEIER, 2007).

Kaizen/Trabalho Padronizado, significa contínuo melhoramento, envolvendo todos em qualquer ambiente. Melhoramento é um conjunto de idéias, ligadas inextricavelmente, para manter e melhorar os padrões. Em um sentido ainda mais amplo, melhoramento pode ser definido como Kaizen e inovação, onde a estratégia Kaizen mantém e melhoram o padrão de trabalho através de melhoramentos pequenos e graduais e onde a inovação realiza melhoramentos radicais, como resultado de grandes investimentos em tecnologia e/ou equipamentos. (Moura, 1999)

"5S" foi a base da Qualidade Total nas empresas no Japão, e também deve ser considerado como uma das filosofias base para a sustentação da Manufatura Enxuta. O "5S" surgiu no Japão no fim da década de 60, porém este movimento 5S no Brasil teve início na década de 80, mas só a partir de 1990 que ganhou maior adesão, impulsionado pela filosofia da Qualidade Total (EGOSHI, 2006).

Segundo Egoshi (2006) os 5 “S” são as iniciais de 5 palavras japonesas Seiton, Seiri, Seiso, Seiketsu e Shitsuke, que estão intimamente relacionados com wa – harmonia.

Kanban - Marchwinski e Shook (2003) definem kanban como sendo um dispositivo que instrui e autoriza a produção ou pára a retirada de itens em um sistema puxado.

Ohno (1997) defini kanban (cartão) como sendo um instrumento para o manuseio e garantia da produção just in time, sendo o primeiro pilar do Sistema Toyota de Produção. Basicamente um kanban é uma forma simples e direta de comunicação localizada sempre no ponto que se faz necessária. Na maioria dos casos, um kanban é um pequeno pedaço de papel onde está escrito quanto de cada parte tem de ser retirada ou quantas peças tem que ser montadas.

Takt Time (“Ritmo”) – A taxa de demanda do cliente. Takt é o pulso de um sistema lean. O Takt time é calculado pela divisão do tempo de produção pela quantidade que o cliente requer naquele tempo (SETEC, 2006).

Gerenciamento Visual / Andon, para Leiker & Méier (2007) o uso de controle visuais é o passo mais importante no processo de desenvolvimento da padronização e ele de vê atuar junto com a filosofia dos 5’s. Gerenciamento Visual é a técnica utilizada para facilitar o dia-a-dia de uma fábrica ou processo e melhorar ainda mais o ambiente de trabalho.

O Gerenciamento visual pode ser dividido em: 1. Display Visual: Comunica informações importantes, mas não necessariamente controla o que as pessoas e as máquinas executam; 2. Controle Visual: Transmite informações importantes, normalmente padrões, de maneira que as atividades sejam controladas.

Heijunka (nivelamento da produção), segundo Niimi (2004) o heijunka significa produção nivelada, produção nivelada é algo que pode dar benefícios impressionantes a qualquer produto. O heijunka é um dos fundamentos principais do TPS, juntamente do trabalho padronizado e do kaizen, ou melhoria contínua.

Para Carraro (2005) Heijunka é a criação de um "cronograma nivelado" por meio do seqüenciamento dos pedidos em um padrão repetitivo e eliminação das variações cotidianas nos pedidos totais, de modo a corresponder à demanda de longo prazo.

Manutenção Produtiva Total (TPM) tem sido uma ferramenta muito importante para os setores de manufatura intensivos em equipamentos. É um fator fundamental para o aumento da disponibilidade das máquinas, e um passo vital para conectar as máquinas visando criar um fluxo melhor (SMALLEY, 2005).

Segundo Ferreira (2004) a TPM possui oito pilares fundamentais: 1. Manutenção autônoma, 2. Melhorias específicas, 3. Manutenção planejada, 4. Educação e treinamento, 5. Fase inicial de controle, 6. Manutenção de qualidade, 7. Eficiência das áreas e 8. Saúde e segurança e meio ambiente.

Overall Equipment Efficiency (OEE), segundo a Setec (2006) OEE é um indicador fundamental para o Lean e o TPM. O objetivo é avaliar a eficácia global de um equipamento específico. Ele é calculado considerando perdas de Disponibilidade, Produtividade e Qualidade.

2.4 Lean Seis Sigma

O Programa resultante da integração entre o Seis Sigma e o Lean Manufacturing, por meio da incorporação dos pontos fortes de cada um deles, é denominado Lean Seis Sigma, uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz que cada uma das partes individualmente e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos (DIRGO, 2006).

Para Abraham (2006) o Lean Seis Sigma pode ser entendido como a perfeita integração e adaptação da filosofia Lean e da metodologia Seis Sigma, Figura 2, o Lean Seis Sigma é um modelo focado na obtenção de processos mais enxutos e estáveis na organização.

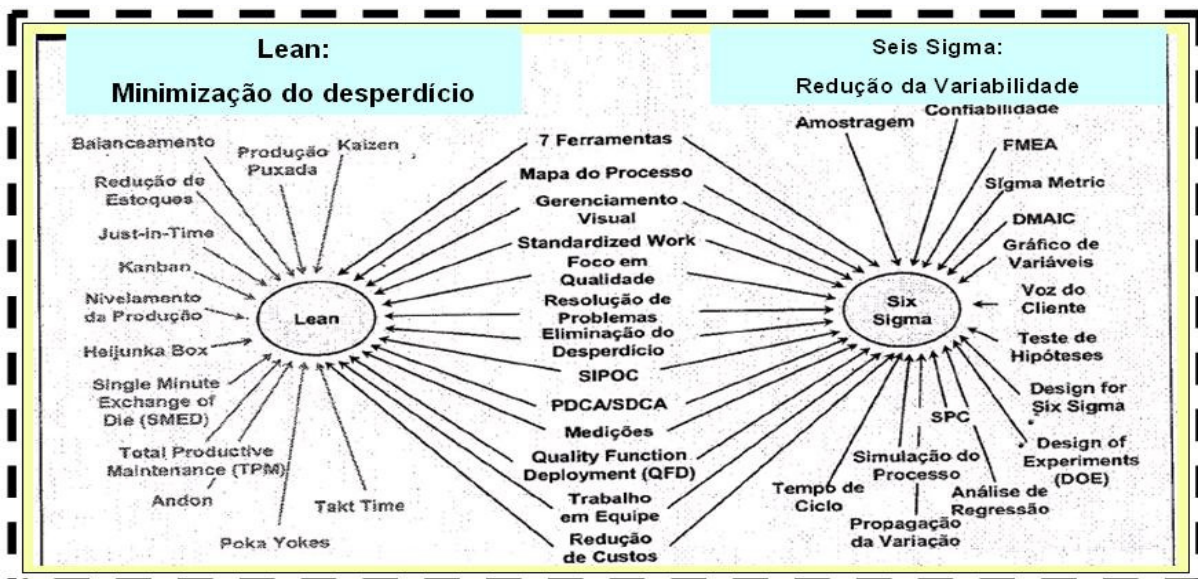


Figura 2 - Integração do Lean com Seis Sigma

Segundo George(2002) o Lean Six Sigma é uma metodologia que maximiza os valores do negócio para os acionistas e alcança rapidamente uma melhoria na taxa de satisfação dos clientes, redução de custos, aumento da qualidade, velocidade de processo e capital investido.

3. Discussão e Resultados

A Empresa iniciou a implementação da metodologia Seis Sigma e manufatura enxuta em 2005, na busca de uma estratégia para melhorar a qualidade de seus processos e serviços e aumentar a satisfação de seus clientes, buscando o atendimento de metas e sustentação de resultados, eliminando resultados que não agregam valor ao trabalho cotidiano, reduzindo tempos de operação e adicionando bons resultados à corporação.

A avaliação dos resultados realizada levou em consideração as ações que implicariam em modificações em processos ou nas embalagens. O objetivo dessa análise foi confirmar que cada solução teria uma viabilidade e seria aprovada pelo setor financeiro da empresa, além de identificar os possíveis riscos associados com as implantações. Operacionalmente os benefícios são percebidos em vários momentos do processo, como por descrito a seguir.

Nas paradas de linha por quebra de equipamento verificou-se que de janeiro a outubro de 2005 representavam 36% do setup e 30% por quebra da máquina. Observou-se também que 70% das quebras da máquina estavam relacionadas à enchedora, esteiras e seladoras de sacos, com eficiência média 40%. A equipe de implementação propôs melhorar a eficiência em 50%, e no final do projeto observou-se uma eficiência média do equipamento em 73%. Consta-se que este é superior ao objetivo traçado pela equipe, portanto, outras melhorias foram propostas a quais reduziram a quebra dos equipamentos de 6,9 h/mês para 3,7 h/mês, reduzindo-se assim as paradas de linha de 23 h/mês para 10h/mês.

Na análise da disponibilidade, a equipe do projeto estabeleceu como meta para o tempo médio entre falhas (MTBF), um tempo maior que 25h, esse indicador demonstra que quanto maior o tempo entre uma quebra e outra maior será o tempo disponível de máquina, pode-se constatar a média do MTBF ficou em 27.2h, superando a meta estabelecida.

Para o tempo médio para reparo (MTTR), a equipe do projeto estabeleceu como meta um tempo menor que 0.6h, esse indicador demonstra que quanto menor este tempo mais rápido a manutenção disponibilizou um equipamento que estava parado, pode-se constatar que a média do MTTR ficou em 0.5h, superando a meta estabelecida.

O tempo de setup foi um dos indicadores obteve maior melhoria, pois o tempo de setup da máquina enchedora e seladora de caixas nas segundas-feiras era em média de 162 minutos, após o projeto ele foi reduzido para 43 minutos, como se pode observar na figura 3, houve uma redução de 73% no tempo de setup da máquina nas segundas-feiras.

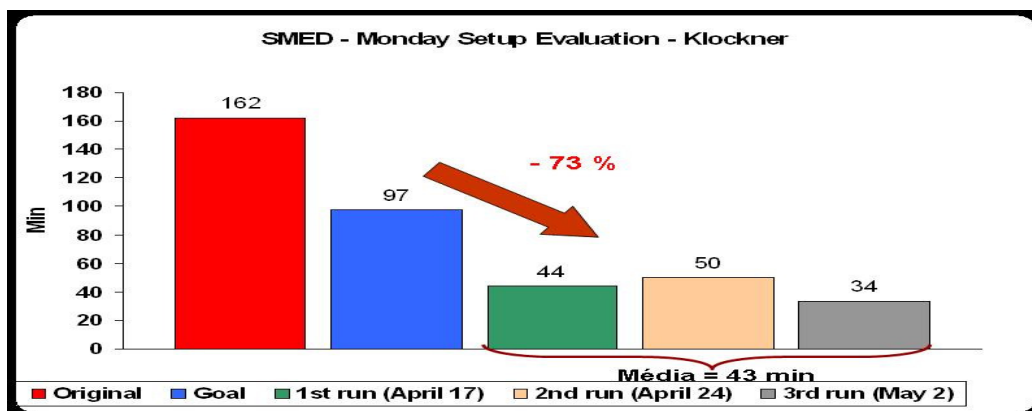


Figura 3 – Redução do setup na máquina enchedora e montadora de caixas

Através da aplicação do DMAIC, foi possível determinar e quantificar as falhas que mais contribuíam para a obtenção de um baixo OEE, como também analisar as causas das falhas para o estabelecimento de ações de melhoria. Isso possibilitou um aumento de 50 % no indicador do OEE, passando de 1.2 para 1.8 sigmas, no ano de 2006 quando comparado ao ano de 2005, alcançando assim um dos objetivos principais do projeto. Isto se deu pela redução das paradas de quebras do equipamento e principalmente pela redução no setup da máquina, este crescimento pode ser mais bem visualizado na figura 4.

OEE KLOCKNER- 2005 / 2006

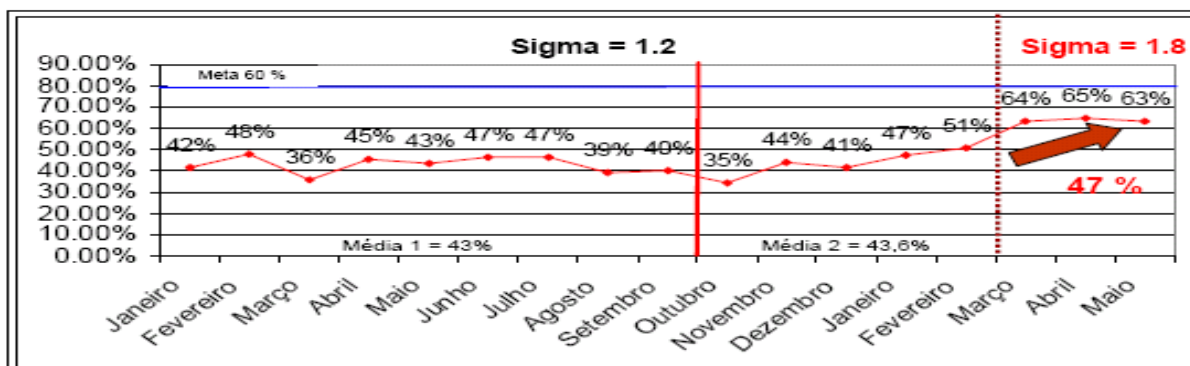


Figura 4 – Demonstração do sigma do processo e OEE

3.1 Roteiro de implementação da manufatura enxuta e seis sigma

O objetivo deste roteiro é facilitar a utilização da metodologia seis sigma junto com a manufatura enxuta, em uma empresa ou em qualquer setor da sociedade. Os elementos comuns das iniciativas seis sigmas são: comprometimento e envolvimento da liderança, atividades de melhoria são alinhadas aos objetivos dos negócios, defeitos são definidos como CTQs do cliente, o foco é a redução dos defeitos e da variação.

Para iniciar um projeto seis sigma deve-se eleger uma equipe e fornecer os treinamentos necessários sobre a metodologia. Cada integrante do grupo seis sigma tem uma função bem definida. Definida a equipe elege-se o processo onde será implementado e defini-se se será um projeto DMAIC (resolução de problemas) ou DMADV (desenhar novo processo).

Sendo um processo já existente e que precisa de melhorias para eliminar problemas, usa-se um projeto DMAIC o qual deverá obedecer ao seguinte fluxo:

Etapa Definir- Definir o cliente, seus CTQs e os procedimentos da equipe, além de mapear processos core do negócio, identificar a oportunidade ou gap, identificar os CTQs do cliente, delimitar o projeto, identificar indicador precisando de melhoria, desenvolver definição preliminar do problema, desenvolver planejamento do projeto

Etapa Medir: Medir o desempenho do processo, criar o(s) mapa(s) detalhado(s) do processo, coletar dados nos defeitos e no processo, analisar os dados com ferramentas como gráfico de Pareto, seqüência, histograma, desenvolver a definição final do problema.

Etapa Analisar: Analisar os dados e mapas do processo para determinar as oportunidades para melhoria, identificar as causas-raiz potenciais, organizar causas-raiz potenciais, coletar dados para verificar causas-raiz, quantificar relações de causa-efeito e confirmar causas-raiz.

Etapa Melhorar: Criar, selecionar e implementar as melhorias, identificar soluções possíveis para causas- raiz, selecionar solução(ões), conduzir análise de custo/benefício e a análise de risco (FMEA), desenvolver planejamento e treinamento, conduzir piloto e avaliar resultados

Etapa Controlar: Institucionalizar a melhoria e implementar o monitoramento contínuo, desenvolver e documentar as práticas padrão, construir o sistema de controle do gerenciamento do processo, treinar pessoal, implementar completamente as soluções e o PMCS, fechar projeto, comemorar e extrapolar o projeto para outras áreas.

Se o processo for novo ou se houver mudanças significativas no processo existente, então a metodologia apropriada será o DMADV, também conhecido como DFSS (designed for Six Sigma) neste caso deve-se:

Definir os objetivos do negócio, escopo do projeto, objetivos de produto/serviço e desenvolver cronograma do projeto.

Medir e identificar os desejos e requisitos dos clientes e quais produtos ou serviços desejados

Analisar e converter requisitos do produto/serviço em um desenho de processo estabelecendo um desenho de alto nível.

Desenhar é desenvolver, avaliar e selecionar o desenho detalhado do processo do produto/serviço.

Validar que os requisitos dos clientes são atendidos pelo novo desenho, e institucionalizar e monitorar o novo processo.

O roteiro de implementação da metodologia seis sigma e da manufatura enxuta pode variar dependendo da organização, complexidade dos processos e grau de adesão da direção com estas metodologias.

Para a manufatura enxuta, por não se tratar de metodologia e sim de uma filosofia de gerenciamento da manufatura, não existe um roteiro pré-definido de implementação, este modelo proposto se baseia na experiência de implementação pela quais várias empresas passaram. A primeira fase para implementação da Produção Enxuta é obter conhecimento e habilidades, Entender o Sistema de Produção Enxuta (Lean Manufacturing), para isto a organização deve investir em treinamento e capacitação dos líderes do projeto que serão os multiplicadores desta filosofia na organização.

A segunda Fase é fazer o alinhamento estratégico, definir as lideranças chaves do processo, iniciar a mudança cultural na organização, analisar os processos principais e processos de apoio, desenvolver a visão e missão da empresa.

A fase três é a fase de desenhar os VSM's do estado atual para analisar as barreiras, fazer uma avaliação nos processos atuais para definir os principais produtos ou processos que necessitam de mudanças e criar uma análise de custo versus demanda para cada família de produto. A etapa seguinte é planejar e desenvolver o estado futuro e para isto criam-se os VSM's futuros e é feito uma análise de como eliminar as barreiras, confirmar os indicadores chaves de desempenho, determinar causas-raiz e seus efeitos, definir e validar o retorno de investimento, revisar os papéis e responsabilidades e finalizar o estado atual planejar iniciar a implementação do estado futuro.

Na fase quatro, após ter sido feito a avaliação do estado atual e propostos os VSM's do estado futuro, faz-se o planejamento para a execução das mudanças propostas, dentre algumas atividades definem-se responsabilidades, orçamento do projeto, cronograma, indicadores para os processos.

A fase cinco é a etapa de execução e controle do planejamento realizado na fase anterior, onde temos o gerenciamento de projeto, medidas de desempenho, implementação das ferramentas da produção enxuta para redução dos desperdícios e melhorias operacionais. Serão realizados treinamentos, eventos kaizens, definição das equipes com atividade de pequenos grupos, incorporação da cultura lean em toda a organização, compartilhamento de informações e avaliação dos resultados alcançados.

A última fase é a etapa de transferência de responsabilidade, onde a equipe do projeto entrega o novo processo às pessoas que irão dar continuidade as melhorias alcançadas durante o projeto, ou seja, o processo é entregue aos seus donos.

4. Conclusão

Este trabalho focalizou os aspectos técnicos de implementação da filosofia da Manufatura Enxuta junto com a metodologia seis sigma em uma indústria de alimento instalada no Pólo Industrial de Manaus.

Através da aplicação do DMAIC e das ferramentas usadas na manufatura enxuta foi possível determinar e quantificar os principais defeitos e em quais processos havia mais desperdícios, como também analisar as causas dos defeitos para o estabelecimento de ações de melhoria.

Com este estudo de caso foi possível descrever a metodologia de implementação da filosofia da manufatura enxuta e seis sigma na Gama S.A possibilitando uma visão seqüencial dos passos a serem desenvolvidos no planejamento de cada etapa do projeto, além de esclarecer que a implementação do modelo de Produção Enxuta não é apenas um modelo diferenciado de produção, e sim uma mudança em toda a cultura da organização e que ela usada junto da metodologia seis sigma pode ser uma forma de gerenciar todo o sistema produtivo eliminando os desperdícios e reduzindo as variações dos processos.

Pôde-se também apresentar a situação da empresa antes da implementação e como se deu o processo de implementação e foi possível analisar os resultados obtidos nos processos produtivos e suas contribuições para o aumento da eficiência operacional.

Para a implementação da manufatura enxuta e seis sigma deve-se se selecionar a equipe responsável por esta implementação e provê-los de todos os recursos necessários de forma

que eles se sintam “donos” dos processos e tenham um bom desempenho de suas atividades e possam lograr ótimos resultados.

A implementação da Manufatura Enxuta e Seis Sigmas junto com algumas ferramentas da qualidade auxiliam as empresas na eliminação dos desperdícios, reduzindo custos e dando mais competitividade, além de melhorar seus processos de produção. Esta metodologia pode ser aplicada em toda a cadeia produtiva independente do seguimento de negócio da empresa, devendo-se cada empresa avaliar sua realidade.

Finalmente observamos que o resultado obtido pode ser visto como uma fonte de consulta para empresas que estejam comprometidas com a melhoria contínua de seus processos e com a competitividade de seus produtos.

Referências

ABRAHAM, Márcio; GALBINSKI, Jeannette. *O Impacto da Gestão da Qualidade na Competitividade Empresarial*, 2006. Artigo disponível em <http://www.setecnet.com.br>. Acessado em 10/09/2007.

ARNOLD, J. R. Tony. *Administração de materiais: uma introdução*. São Paulo: Atlas, 1999.

BLAUTH, Regis. *Seis Sigma: uma estratégia para melhorar resultados*, revista FAE Business, n.5, abr. 2003. Disponível em http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n5/gestao_seissigma.pdf - acessado em 15 de agosto de 2007.

BORCHARDT, Miriam. *Diretrizes para a implementação dos princípios da mentalidade enxuta: O caso das empresas de transporte coletivo rodoviário urbano. Tese de doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina*. 295p. Florianópolis, Santa Catarina. 2005.

BRASSARD, Michael. et al. *The Six Sigma Memory Jogger™ II*. Estados Unidos, 2002

BREYFOGLE, F. W., Cupello, J. M., Meadows, B., 2001, *Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success*, Wiley, NY.

CAMPOS, Vicente Falconi. *Controle da Qualidade Total (No estilo Japonês)*. 6. ed. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Bloch Editores S.A, 1992.

CARRARO, Reinaldo Viveiros. *Avaliação de um Processo de Implantação da Mentalidade Enxuta e seu Desempenho no fluxo de valor: Um estudo de caso*. Dissertação, 152f. Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté. 2005. São Paulo.

CROSBY, P. B. *Qualidade falada a sério*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

DEMING, W.E., *Quality, Productivity and Competitive Position*. MIT Press, Cambridge, 1982.

DEMING, W. Edwards, *Saia da Crise, as 14 lições definitivas para controle de qualidade*, 1ª ed, São Paulo: Editora Futura, 2003

DIRGO, Robert. *Look forward beyond Lean Six Sigma – A self Perpetuating Enterprise Improvement Method*. J.Ross Publishing. Fort Lauderdale. Florida. U.S.A. 2006.

EGOSHI, Koiti. *OS 5 S DA ADMINISTRAÇÃO JAPONESA*, 2006. Artigo disponível em http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/5S/Index.htm, acessado em 01/10/2007.

ECKES, George. *A Revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro*. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2001. 270 p.

FERREIRA, Fernando Pereira. *ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS*. 180f. Dissertação Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração – da Universidade de Taubaté. São Paulo. 2004

FERRO, José Roberto. *A essência da Ferramenta “Mapeamento do fluxo de valor”*, 2006. Lean Institute Brasil. Artigo disponível em <http://www.lean.org.br>. Acessado em 15/09/2007.

- GARVIN, D. A.** *Gerenciando a qualidade: visão estratégica e competitiva.* Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.
- GEORGE, Michael L.** *Lean Six Sigma – Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed.* McGraw Hill, New York, U.S.A. 2002.
- ISHIKAWA, Kaoru.** *Controle da qualidade total: à maneira japonesa, tradução Iliana Torres,* Rio de Janeiro, 1993, 221p.
- JURAN, J.M. & GRYNA, Frank M.** *Controle da qualidade: componentes básicos da função qualidade.* São Paulo: McGraw-Hill/Makron, 1991.
- KESSLER, Rafael Motta.** *A implantação do Seis Sigma em organizações: motivações de escolha e resultados obtidos.* 2004. 113f. *Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.*
- LIKER, Jeffrey K.** *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.* Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LIKER, Jeffrey K; MEIER, David.** *O modelo Toyota: Manual de Aplicação.* Porto Alegre: Bookman, 2007.
- MARASH, S.** *Seis Sigma: Filosofia ou Prática? Revista Banas Qualidade, São Paulo, no 96, maio 2000.*
- MARCHWINSKI, Chet; SHOOK John.** *Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean.* São Paulo: Lean Institute, 2003
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick.** *Qualidade: Enfoques e ferramentas.* 1. ed. Artliber Editora, São Paulo, 2001.
- MINOURA, Teruyuki.** *The “Thinking” Production System: O TPS como estratégia vitoriosa para o desenvolvimento de pessoas no ambiente global de produção.* 2003. Lean Institute Brasil. Artigo disponível em <http://www.lean.org.br>. Acessado em 05/09/2007.
- NBR ISO 9001:2000,** *Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos,* Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT), Rio de Janeiro, 2000.
- NIIMI, Atsumi.** *Sobre o Nivelamento (heijunka),* 2004. Lean Institute Brasil. Artigo disponível em <http://www.lean.org.br>. Acessado em 15/09/2007.
- OHNO, Taiichi.** *O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala.* Porto Alegre: Bookman, 1997. 137p.
- ROTONDARO, R. G.** *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços.* São Paulo: Atlas, 2002.
- Setec Consulting Group.** *Apostila Setec Consulting Group Treinamento Black Belt, Lean Six Sigma, 2006*
- SHINGO, Shigeo,** *O Sistema Toyota de Produção (do ponto de vista da Engenharia de Produção), 2ª ed,* Porto Alegre: Editora Bookman, 1996
- Smalley, Art.** *Conectando a Montagem aos Processos em Lotes através de Sistemas Puxados Básicos.* Lean Institute Brasil. Artigo disponível em <http://www.lean.org.br>, 2005. Acessado em 15/10/2007.
- SNEE, Ronald; HOERL, Roger W.** *Six Sigma Beyond the Factory Floor.* New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005.
- SPANYL, Andrew; WURTZEL, Marvin.** *Seis Sigma para todos nós.* Banas Qualidade, São Paulo, p. 44-47, maio 2004.
- WEBER, Austin.** *Estação de Trabalho Lean: Organizada para a Produtividade.* Lean Institute Brasil. Artigo disponível em <http://www.lean.org.br>, 2005. Acessado em 15/10/2007.
- Werkema, Cristina.** *O Seis Sigma mata a inovação?,* 2006. Disponível em <http://www.minitabbrasil.com.br/novidades/artigos/artigo50.asp>, acessado em 10/08/2007.
- WOMACK, James P., JONES, Daniel T.,** *A Mentalidade Enxuta nas Empresas,* Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.