CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA APLICADOS A UMA INDÚSTRIA DE SUPRIMENTOS E DISPOSITIVOS MÉDICOS

Rafaela Larcher Teixeira Dias

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PRODUÇÃO.

Aprovada por:

_____

Prof. Marcos Martins Borges, D.Sc.

_____

Engº Jorge Kuntz Pyles

_____

Prof. Carlos Frederico C. Ferreira

JUIZ DE FORA, MG - BRASIL

Dezembro de 2006

DIAS, RAFAELA LARCHER TEIXEIRA
Conceitos de Manufatura Enxuta aplicados a uma Indústria de suprimentos e dispositivos médicos [Minas Gerais] 2006
VIII, 35 p. 29,7 cm (Faculdade de Engenharia, Engenharia de Produção, 2006)
Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF
1. Manufatura Enxuta
I. EPD/UFJF II. Título (série)

Resumo da monografia apresentada à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia de Produção.

CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA APLICADOS A UMA INDÚSTRIA DE SUPRIMENTOS E DISPOSITIVOS MÉDICOS

Rafaela Larcher Teixeira Dias

Dezembro/2006

Orientador: Marcos Martins Borges
Co-orientador: Engº Jorge Kuntz Pyles

Curso: Engenharia de Produção

A filosofia da manufatura enxuta, também conhecida como *lean manufacturing*, teve a sua origem no Japão, na década de 50, e seu objetivo é alinhar a melhor seqüência possível de trabalho, a fim de agregar valor de forma eficaz aos produtos solicitados pelo cliente, oferecendo exatamente o que ele deseja e transformando, da melhor maneira possível, desperdício em valor. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é, a partir de um estudo teórico da filosofia, dos princípios e das ferramentas da manufatura enxuta, apresentar um estudo de caso de uma empresa de suprimentos e dispositivos médicos.

Palavras-chaves: manufatura enxuta, cadeia de valor, melhoria contínua, Kaizen.

Abstract of Thesis presented to Production Engineering Course Coordination as a partial fulfillment of the requirements for the graduation in Engineering Production

CONCEPTS OF LEAN MANUFACTURING APPLIED TO AN INDUSTRY OF SUPPLIMENTS AND MEDICAL DEVICES

Rafaela Larcher Teixeira Dias

December/2006

Advisor: Marcos Martins Borges
Co-advisor: Engº Jorge Kuntz Pyles

Department: Production Engineering

The rationale behind lean manufacturing originated in Japan, in the fifties, and its aim is to put together the best possible work sequence in order to add value effectively to the products requested by the customer, a process which provides him/her with exactly what he/she wishes for and transforms waste into value in the best possible way. Following from this, the aim of this paper is to present a case study involving a manufacturer of medical supplies and devices in the light of a theoretical analysis of the rationale, principles and rules of lean manufacturing.

Word-Key: lean manufacturing, value chain, continuous improvement, Kaizen.

SUMÁRIO

SUMÁRIO v
LISTA DE FIGURAS E TABELAS vii
GLOSSÁRIO viii
Capítulo I 1
INTRODUÇÂO 1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1
1.2 OBJETIVOS 1
1.3 JUSTIFICATIVAS 1
1.4 ESCOPO DO TRABALHO E CONDIÇÕES DE CONTORNO 1
1.5 METODOLOGIA 2
Capítulo II 3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA 3
2.2 PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA 7
2.3 SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA 9
2.3.1 *Kaizen* 9
2.3.2. *Benchmarking* 10
2.3.3. Seis Sigma 10
2.3.4. *Brainstorming* 10
2.3.5. *Brown Paper* 11
2.3.6. *Kanban* 12
2.3.7. Programa 5 S 12
2.3.8. Teoria das Restrições 12
2.3.9. *Poka Yoke* 12
2.3.10. Troca Rápida 13
2.3.11. *Total Productive Maintenance* (TPM) 13
Capítulo III 15
ESTUDO DE CASO 15
3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA 15
3.2 FERRAMENTAS APLICADAS NA EMPRESA 16
3.2.1. Ferramenta de Melhoria Contínua - *Kaizen Blitz* 17
3.2.2. Ferramenta de Gerenciamento Diário da Manufatura Enxuta – LDMS - *Lean Daily Management* 18
3.2.3. Ferramenta de Mapa de Fluxo Real - *Value Stream Map* 20
3.3 AUDITORIAS DO LEAN NA UNIDADE DE JUIZ DE FORA 21
3.4 KAIZEN NA FÁBRICA DE SERINGAS 23

3.4.1. Processo do Cilindro da Seringa Epidural 26
3.4.2. Melhorias no processo 30
3.5 CONCLUSÃO 32
ANEXO.....33
REFERÊRENCIAS BIBLIÓGRAFICAS.....34

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Brown Paper....11
Figura 2: Poka Yoke....13
Figura 3: Confiabilidade dos equipamentos....14
Figura 4: Estrutura da BD de Juiz de Fora....16
Figura 5: Estrutura do Lean....17
Figura 6: Quadro PVD....19
Figura 7: Pontuação dos 20 pontos chaves....19
Figura 8: Controle de 20 Pontos Chaves....20
Figura 9: Etapas da Auditoria....22
Figura 10: Fluxo do Cilindro da Seringa Epidural....25

GLOSSÁRIO

JIT – *Just in time* - “Na hora certa”.

LDMS - Lean *Daily Management System* – Sistema de Gerenciamento Diário da Manufatura Enxuta.

Lean manufacturing – Manufatura Enxuta.

PVD *Primary Visual Display* – Quadro com métricas do *Lean Manufacturing*.

SMED - *Single Minute Exchange Die* – Troca rápida de máquina.

SSU - Shift *Start-up meeting* - Reuniões de início de turno.

TPM - *Total Productive Maintenance*- Manutenção Produtiva Total.

VSM – *Value stream map*- Mapeamento da cadeia de valor.

20 Keys - Ferramenta composta de vinte indicadores de desempenho.

Capítulo I
INTRODUÇÂO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As empresas, na busca de um preço competitivo, e conseqüente redução nos custos sentem a necessidade de estarem se aperfeiçoando em técnicas e procedimentos, sempre na busca pela melhoria contínua. Para isso, as empresas utilizam ferramentas adequadas aos seus principais valores. Uma ferramenta de grande auxílio à melhoria contínua e que tem demonstrado grande eficiência na solução de problemas é o *Kaizen*. Dessa forma, a motivação primordial deste estudo é a oportunidade de fixar conceitos que são utilizados no cotidiano do trabalho em diversas corporações e apresentar ferramentas de grande valia para o aperfeiçoamento contínuo, contribuindo para uma formação acadêmica e profissional mais consistente.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é, a partir do estudo de conceitos de manufatura enxuta (*lean manufacturing*), apresentar o funcionamento dessa filosofia no contexto de uma empresa fabricante de suprimentos e dispositivos médicos. O trabalho faz também, uma análise do processo de fabricação do cilindro da seringa epidural[1], dando enfoque à ferramenta de melhoria contínua *Kaizen*, que proporcionou significativa eliminação do desperdício e melhoria operacional rápida.

1.3 JUSTIFICATIVAS

Realizar este trabalho é de suma importância para o aprendizado e conseqüente aperfeiçoamento no assunto, pois empresas e pessoas estão sempre buscando o aprimoramento em virtude da grande competitividade existente no mercado. Dessa forma, o estudo proporcionará um significativo entendimento acerca do tema, além de intensificar o crescimento profissional que poderá ser utilizado para identificar oportunidades de melhoria na empresa.

1.4 ESCOPO DO TRABALHO E CONDIÇÕES DE CONTORNO

O trabalho aborda o contexto de uma unidade da empresa Becton Dickinson (BD) situada em Juiz de Fora – MG. O estudo realizado se aplica, de uma maneira geral, a qualquer empresa, uma vez que todas possuem o foco na eliminação do desperdício de todos os tipos de recursos existentes. Considerando as particularidades e diferenças

---

[1] Seringa epidural: seringa composta por pistão e cilindro, ambos de vidro, utilizada na anestesia peridural.

existentes em cada organização, esse estudo pode ser utilizado para auxiliar o entendimento acerca do tema.

Como o sistema de manufatura enxuta apresenta inúmeras ferramentas, será mais adequado citar algumas e realizar um estudo mais aprofundado de apenas uma. A ferramenta escolhida para tal aplicação é conhecida como *Kaizen* e possibilita a melhoria contínua dentro da organização.

1.5 METODOLOGIA

- **1ª Etapa:**

A primeira etapa consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica onde foram realizados levantamentos e estudos de publicações como livros e artigos acerca do tema.

- **2ª Etapa:**

Na etapa seguinte foi feito um levantamento de dados na empresa, através de um estudo da Becton Dickinson e uma análise do seu sistema de manufatura atual. Essa etapa foi realizada com o auxílio de apresentações e documentações da empresa.

- **3ª Etapa:**

Em seguida, foi realizada a análise dos dados, confrontando o que a empresa aplica com os conceitos da filosofia enxuta elucidados neste trabalho. Após isso, um maior enfoque foi dado ao processo de fabricação da seringa epidural, descrevendo suas etapas passo-a-passo e relatando a aplicação da ferramenta de melhoria contínua *Kaizen* no respectivo processo.

- **4ª Etapa:**

Finalmente, foram tecidas conclusões sobre o tema em questão e acerca das melhorias proporcionadas pela ferramenta no processo em destaque.

Capítulo II
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Até o final do século XIX, a produção de bens de consumo era artesanal e utilizava mão-de-obra altamente qualificada para fazer exatamente o que o consumidor desejava, sendo processado um item de cada vez. Cada pedaço era criado por um artesão individual e de maneira independente, utilizando, dessa forma, seus próprios padrões de medida. O resultado disso era que o consumidor tinha exatamente o que ele almejava, mas com um custo que normalmente era alto. No início do século XX, surgiram teorias com a finalidade de racionalizar a administração das indústrias, que antes era realizada de maneira não sistematizada pela produção artesanal. Uma das mais importantes teorias surgidas nessa época foi a Administração científica. Segundo Chiavenato (2000), a abordagem básica dessa escola é a ênfase na tarefa e teve seu início com o engenheiro americano Frederick Taylor, onde a sua preocupação original foi a eliminação do fantasma do desperdício e das perdas sofridas pelas indústrias, elevando, assim, os níveis de produtividade. Sua obra ficou conhecida como Taylorismo e fundamentou-se no estudo de tempos e movimentos, divisão do trabalho, desenho de cargos e tarefas, padronização de métodos e máquinas, incentivos salariais e prêmios de produção, entre outros.

Segundo Chiavenato (2000), Henry Ford promoveu, ainda na escola da Administração científica, a grande inovação do século XX: a produção em massa. Ford inovou na organização do trabalho: a produção de maior número de produtos acabados com a maior garantia de qualidade e menor custo possível. Ele utilizou um sistema de concentração vertical, [2]produzindo desde a matéria-prima inicial ao produto final acabado, além da concentração horizontal [3]através da cadeia de distribuição comercial por meio de agências próprias. Esse sistema utilizava uma mão-de-obra altamente especializada e as máquinas produziam produtos padronizados em um volume muito alto. Um dos pontos chaves da produção em massa era a consistente intercambialidade das peças na linha de montagem e sua facilidade de ajuste, cuja idealização alterou as noções mais fundamentais de como produzir bens. Enquanto Taylor, Ford e outros engenheiros desenvolviam a Administração Científica, surgia na França a Teoria Clássica da Administração que se caracterizava pela ênfase na estrutura que a organização deveria possuir para ser eficiente.

---

[2] Concentração vertical: é a fusão ou incorporação de funções em diferentes estágios da cadeia produtiva.

[3] Concentração horizontal: é a fusão ou incorporação de agentes econômicos competidores entre si, que ofertam o mesmo produto ou serviço em um determinado mercado relevante.

Henry Fayol foi o fundador dessa teoria que analisava o sistema a partir de uma abordagem sintética, global e universal da empresa.

Alguns de seus principais conceitos eram: a unidade de comando, onde cada empregado recebia ordens de apenas um superior e a centralização, onde a concentração de autoridade ocorria no topo da hierarquia.

Logo após esse período, surge a Abordagem Humanística, onde a ênfase era nas pessoas que trabalhavam ou que participavam das organizações. Essa abordagem fez com que as preocupações com a máquina, com o método de trabalho e com a organização formal cedessem prioridade para as preocupações com as pessoas e os grupos sociais – dos aspectos técnicos e formais para os aspectos psicológicos e informais. A partir dessa teoria foi criado o modelo Sociotécnico que conforme Chiavenato (2000), a organização era um sistema aberto em interação constante com o seu ambiente formado por dois subsistemas: técnico e social. Dessa forma, esse sistema unia a parte tecnológica à parte humana.

A partir de todas essas teorias abordadas acima, Eiji Toyoda e Onho iniciaram o conceito de manufatura enxuta que teve a sua origem na década de 50, no Japão. Eles perceberam que a simples imitação do sistema americano de produção em massa poderia ser perigosa em função das dimensões territoriais e do mercado consumidor que exigia uma vasta variedade de produtos. Assim, surgiu um novo modelo de sistema de produção conhecido como Sistema de Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (*Lean Manufacturing / Lean Production*). Seu principal objetivo é alinhar a melhor seqüência possível de trabalho a fim de agregar valor de forma eficaz aos produtos solicitados pelo cliente. Segundo Toledo (2002), o pensamento enxuto pode ser entendido como a forma de produzir cada vez mais com cada vez menos recursos e, ao mesmo tempo, aproximar-se dos clientes e oferecer aquilo que eles realmente almejam, tornando o trabalho mais satisfatório e oferecendo retorno imediato sobre os esforços da transformação do desperdício em valor. Para Campos (1996), o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria-prima, tempo, energia, por exemplo). É um dispêndio extra que aumenta os custos normais do produto ou serviço sem trazer qualquer tipo de melhoria para o cliente. Reduzir o desperdício – muda na língua japonesa – na manufatura significa eliminar tudo aquilo que aumenta o custo de produção, ou seja, transformar muda em valor. Esse desperdício deverá sempre ser analisado, pois a filosofia da manufatura enxuta busca a sua eliminação total. Um processo sempre poderá ser melhorado, independente do número de vezes em que for analisado. Deve-se assim, segundo Ohno (1997), atentar-se para os sete desperdícios de produção:

1) Superprodução: produzir mais ou mais cedo que o necessário
2) Espera: manter ociosidade de recursos entre as operações;
3) Transporte: realizar qualquer movimento de materiais que não seja requerido;
4) Processamento: limitações do equipamento ou método que causem esforços ou resíduos que não agregam valor à peça;
5) Estoque: qualquer material em excesso ao fluxo de uma peça[4];
6) Desperdício de movimentos: qualquer movimento de pessoa ou operação de máquina que não agreguem valor ao produto
7) Retrabalho: atividade de recuperação de produtos defeituosos.

Na empresa Volvo, fundada em 1927 na cidade de Gotemburgo, na Suécia, em função do elevado grau de automação e forte presença do sindicato dos trabalhadores, surge uma estratégia de produção, hoje conhecida como Volvismo, que visava atender as particularidades de um mercado específico, onde os trabalhadores não aceitavam serem vistos como simples acessórios das máquinas. (Wikipedia - consulta: setembro de 2006). O operário começa a ter um papel diferente dos papéis abordados pela outras filosofias, passando, assim, a ditar o ritmo das máquinas e ter poder de decisão nos processos produtivos. Percebe-se, então, uma preocupação não somente com a tecnologia, mas também com o homem e por isso essa teoria retoma os princípios sociotécnicos. Esse modelo possui mão de obra altamente qualificada e previamente treinada, necessitando, dessa forma, de um alto custo para sua manutenção.

Com o processo da globalização, acredita-se que as condições de concorrência entre as empresas serão alteradas, culminando, segundo Goldman et al. (1995) e Kidd (1994), com a quebra de um paradigma na produção industrial. Em 1991, surge a filosofia da manufatura ágil, através de um relatório intitulado de *21st Century Manufacturing Strategy.* A partir desse momento, este termo se difundiu entre as empresas americanas que possuem ambientes de mudanças rápidas e de alta incerteza. Segundo Kidd (1994), a manufatura ágil possui cinco princípios: mudança contínua, resposta rápida, melhoria de qualidade, responsabilidade social e foco total no cliente. Muitos desses princípios vêm sendo buscados pela maioria das empresas, só que de maneira isolada. No Brasil, ainda não foi verificada uma empresa que utiliza essa filosofia e isso se deve ao fato de que essa teoria é melhor empregada em países desenvolvidos, pois possuem mercados e sociedades tecnologicamente avançados.

---

[4] Fluxo de uma só peça: Fabricação e movimentação de uma só peça por vez, ao longo de uma série de etapas de processamento, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido pela etapa seguinte.

No presente momento, a manufatura ágil ainda é algo distante, mas, em breve, estará sendo utilizada por grande parte das empresas conforme Goldman et al. (1995) e Kidd (1994). É certo que os elementos da manufatura enxuta são pré-requisitos para a sua implementação e de certa forma favorecem a busca de agilidade nas empresas atuais.

Uma outra filosofia bastante recente é a manufatura responsiva. Segundo os autores Kritchanchai & Maccarthy (1998) e Fernandes & Maccarthy (1999), esse termo refere-se não só ao objetivo de redução de tempo, como também o de responsividade[5], oferecendo ao cliente o produto/serviço no tempo certo com a variedade exigida pelo mercado. Essa filosofia define a responsividade como um diferencial competitivo que fornece aos clientes uma ampla gama de produtos.

Como foi possível observar, muitas são as filosofias que auxiliam as empresas na árdua tarefa de se manterem competitivas, sendo necessário adequá-las ao cotidiano da empresa com o intuito de melhorar o seu funcionamento e promover o seu progresso.

---

[5] Responsividade: resultado da política de satisfação aos anseios do cliente de forma precisa, rápida e sem alteração dos níveis de qualidade do produto ou serviço.

2.2 PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

O sistema de Manufatura Enxuta tem como foco principal a diminuição do *lead time* (tempo que leva para uma peça percorrer todo o caminho no chão de fábrica), sendo necessária a eliminação de todo o tipo de desperdício existente nos processos, através da maximização da produtividade e efetividade dos processos já existentes. Conforme Jones e Womack (1998), a manufatura enxuta tem como seu principal objetivo, alinhar a melhor seqüência possível de trabalho a fim de agregar valor de forma eficaz aos produtos solicitados pelo cliente, oferecendo exatamente o que ele deseja e transformando, na melhor maneira possível, desperdício em valor. A manufatura enxuta é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo feedback imediato sobre os esforços para transformar "muda" (desperdício) em valor, fazendo com que a motivação da força de trabalho seja maior. Existem alguns príncipios que devem ser seguidos pelas organizações para que a manufatura enxuta funcione por completo. Esses conceitos deverão ser seguidos na ordem em que aparecem. A interação entre os quatros princípios iniciais forma um círculo poderoso, sempre expondo o desperdício oculto existente na cadeia de valor. Dessa forma, o cliente deve puxar o seu pedido, revelando cada vez mais os obstáculos ao fluxo e permitindo que esses sejam eliminados o mais rápido possível. Uma boa prática para decobrir o que agrega valor ao cliente final é utilizar equipes dedicadas a identificar e especificar as reais necessidades dos consumidores.

Os principais princípios da manufatura enxuta são:

1) Valor:

Segundo Jones e Womack (1998), o ponto de partida para o pensamento enxuto é o valor. O valor só pode ser definido pelo cliente em termos de produto específico (um bem ou um serviço ou ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico.

2) Cadeia de Valor

Todo produto ou serviço possui uma cadeia de valor e sua análise deve mostrar três tipos de ações existentes, segundo Hines e Taylor (2000): atividades com adição de valor, atividades sem adição de valor, mas necessárias e atividades sem adição de valor.

3) Fluxo

Segundo Shingo (1996), o uso da equalização da produção, da sincronização e fluxo de peças unitárias para acabar com as esperas interprocessos representa um avanço formidável. Assim, esse princípio relata a importância do fluxo contínuo, onde as etapas de produção estão organizadas em uma determinada seqüência, de maneira que o produto passe para as etapas seguintes sem estoques intermediários ou itens semi-acabados.

4) Produção Puxada

Conforme Jones e Womack (1998), uma produção puxada em termos simples, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite. Dessa forma, a empresa deve puxar o pedido através do cliente ao invés de produzir conforme a sua capacidade (empurrar o pedido).

5) Perfeição

O foco desse princípio é que a eliminação dos desperdícios deve ser uma rotina nas organizações. Dessa maneira, a empresa não deve nunca interromper esforços para realizar melhorias nos processos.

2.3 SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA

Segundo Ohno (1997), o Sistema Toyota é um método de produção que significa colocar um fluxo no processo de manufatura. Nos sistemas desenvolvidos até então, os tornos localizavam-se na área de tornos, e as máquinas de fresar na área de fresar. No sistema Toyota, essas máquinas são posicionadas conforme a verdadeira seqüência do processo de fabricação. Desta maneira, ao invés de ter um operário por máquina, um operário supervisiona muitas máquinas, ou, mais precisamente, um operário supervisiona vários processos, melhorando a produtividade. Para Ohno (1997) os dois pilares de sustentação do Sistema Toyota de Produção são o *just in time* ("na hora certa") e a autonomação[6]. *Just in time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero. Essas organizações devem procurar trabalhar em conjunto com seus fornecedores a fim de nivelar e evitar o excesso de produção. Já a autonomação ou *jidoka* é conhecido como automação com um toque humano e consiste em um conjunto de práticas que fornecem equipamentos e, principalmente, aos operadores da produção, a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorre e interrompe, dessa forma, imediatamente o trabalho.

É visível que um grande número de empresas tem investido nas atividades que buscam a eliminação do desperdício. Algumas ferramentas são utilizadas para a identificação dessas melhorias como *Kaizen*, *Benchmarking*, *Brainstorming,* Seis Sigma, *Brown Paper,* enquanto outras são técnicas que irão operacionalizar o que foi identificado anteriormente como o *Kanban*, 5s, Teoria das Restrições, *Poka* Yoke, Troca Rápida e *Total Productive Maintanence*.

2.3.1 *Kaizen*

Nos anos 50, os japoneses retomaram as idéias da administração clássica de Taylor e, a partir das críticas construídas em cima dessa teoria, criaram o conceito de *Kaizen* que significa aprimoramento contínuo. Essa prática visa o bem não somente da empresa como também de seus colaboradores (Wikipedia - consulta: junho de 2006). As empresas buscam a organização e obtenção de melhores resultados. Partindo do princípio de que o tempo é o melhor indicador isolado de competitividade, as empresas atuam de forma ampla para reconhecer e eliminar os desperdícios, sejam em processos produtivos já existentes ou em

---

[6] Autonomação: habilidade que os funcionários possuem de detectar quando uma condição anormal ocorreu e, dessa forma, interromper imediatamente o trabalho.

fase de projeto, produtos novos, manutenção de máquinas ou, ainda, em processos administrativos.

Para o *Kaizen*, é sempre possível fazer melhor e nenhum dia deve passar sem que alguma melhoria tenha sido implantada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua metodologia traz resultados concretos, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a um baixo custo, apoiados na sinergia gerada por uma equipe reunida para alcançar metas estabelecidas pela direção da empresa. Os elementos chaves do *Kaizen* são: qualidade, esforço, participação de todos os empregados e comunicação. Para implementar tal filosofia, a organização deve posuir um profundo conhecimento de seus processos. A própria palavra denota o significado dessa filosofia: "kai" em japonês significa mudança e "zen" para melhor.

2.3.2. *Benchmarking*

O *Benchmarking* é um processo contínuo de comparação dos produtos, serviços e práticas empresariais entre os mais fortes concorrentes ou empresas reconhecidas como líderes (Guia RH – consulta: junho de 2006). É um processo de pesquisa que permite realizar comparações de processos e práticas para identificar o melhor do mercado e, assim, tentar alcançar um nível de superioridade ou vantagem competitiva. Durante a última década, ele tem produzido resultados impressionantes em diversas companhias de renome.

2.3.3. Seis Sigma

A definição de HARRY (1998) sintetiza todo este contexto, adaptando-o à nossa realidade atual: *"Seis Sigma é um processo que permite às organizações incrementar seus lucros por meio da otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros. A meta dos Seis Sigmas não é alcançar os Seis Sigmas de qualidade. Seis Sigma está relacionado à melhoria da lucratividade. Organizações que implementam Seis Sigma, fazem isso com a meta de melhorar seus lucros."*

2.3.4. *Brainstorming*

O termo *Brainstorming*, segundo Ferreira (2004), significa tempestade de idéias, sendo uma ferramenta de fácil aplicação, utilizada por equipes de diferentes visões e opiniões para solucionar um problema em questão. Através dele, várias idéias são geradas, sem críticas ou restrições, e registradas por um responsável designado para coordenar esse processo. Após isso, realiza-se uma triagem, selecionando-se as melhores idéias.

2.3.5. *Brown Paper*

Um *Brown Paper* é uma ferramenta que auxilia na descrição atual do processo (as is), explicitando o seu funcionamento e gerando uma visão da situação real. É de fácil acesso e requer baixa tecnologia, identificando pontos fortes e fracos, além de oportunidades de melhoria. Esta ferramenta captura a complexidade de questões operacionais determinantes, identifica áreas externas envolvidas no processo, é auto-explicativa e utiliza ilustrações para facilitar seu entendimento. Para a sua construção, normalmente utiliza-se uma folha comprida para realizar o mapeamento de todo o processo. Uma pessoa fica responsável por coordenar o processo (facilitador) e as demais podem ser responsáveis por construir, validar ou revisar o *browm paper*. São utilizadas canetas, fitas adesivas e blocos de anotações em sua construção.

Assim, este processo exige um alto envolvimento dos funcionários que utilizam documentação real e capturam todas as etapas críticas do processo em questão.

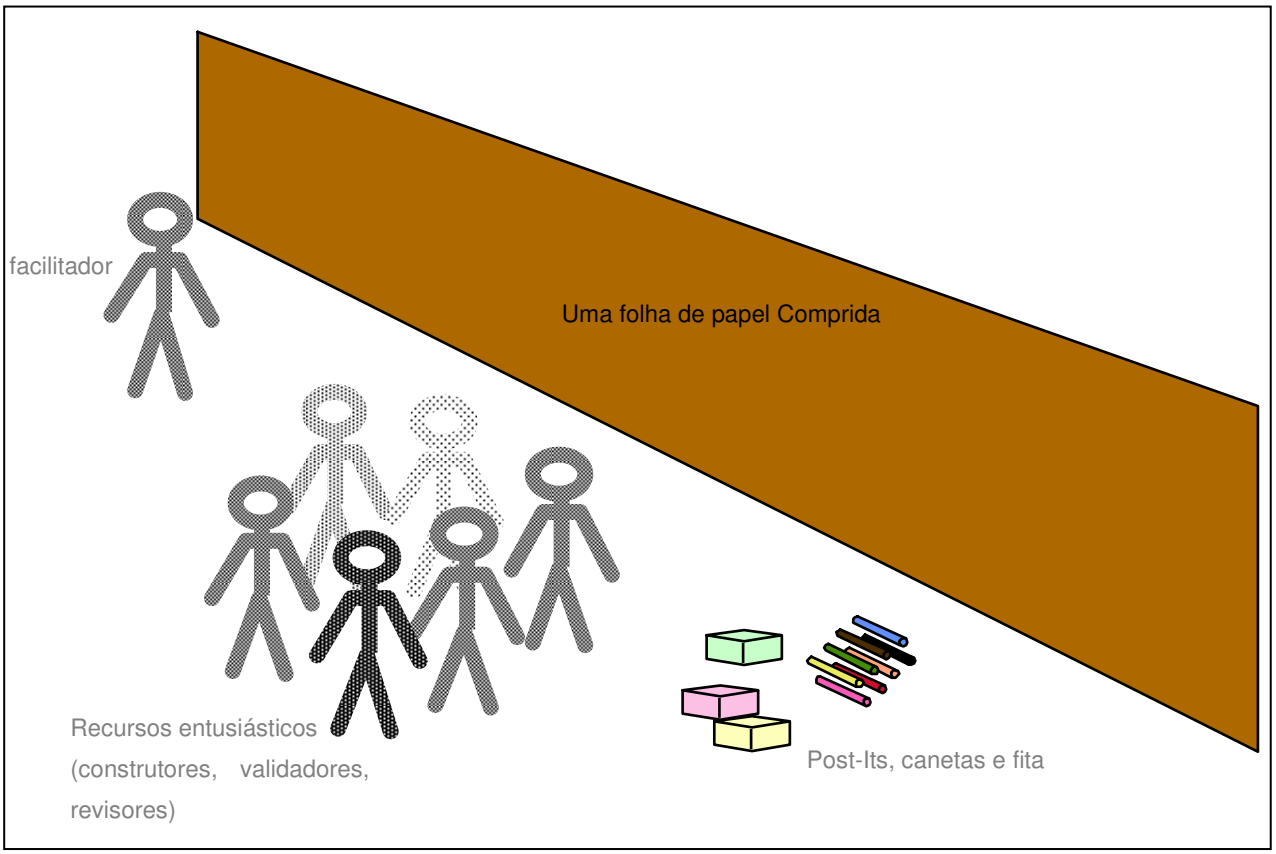

Figura 1: Brown Paper

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

2.3.6. *Kanban*

Kanban é um meio de comunicação no sistema de controle de material feito no tempo certo. Coloca-se um *Kanban* - ou aviso - em peças ou partes específicas de uma linha de produção, para indicar a entrega de uma dada quantidade. Quando esgotarem todas as peças, o mesmo aviso é levado ao seu ponto de partida, onde um novo pedido para mais peças é realizado.

Segundo Ohno (1997), o *Kaban* é um método de operação do sistema Toyota de Produção cuja forma mais frequentemente usada é um pedaço de papel dentro de um envelope de vinil retangular. Nesse pedaço de papel a informação pode ser dividida em três categorias: informação de coleta, informação de transferência e informação de produção. O *Kanban* carrega a informação vertical e lateralmente dentro do próprio sistema. No sistema de manufatura enxuta, o *Kanban* impede a superprodução, não havendo a necessidade de estoque extra.

2.3.7. Programa 5 S

O programa 5 S teve origem no Japão e tem como objetivo melhorar a organização da empresa, através de um processo educativo que visa a mudança cultural das pessoas, incorporando as seguintes práticas: Seiri – Senso de Utilização e Descarte; Seiton – Senso de Ordenação; Seiso – Senso de Limpeza; Seiketsu – Senso de Asseio e Setsuke – Senso de Disciplina. (Processamento de dados do Estado do Pará (PRODEPA) – consulta: maio de 2006),

2.3.8. Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições foi elaborada na década de 70, quando o físico israelense, Eliyahu Goldratt, se envolveu com os problemas de logística de produção. Todo sistema tangível, tal como um empreendimento com fins lucrativos, deve ter pelo menos uma restrição. Restrição é qualquer coisa que limita um melhor desempenho do sistema em direção à meta, ou seja, é o fator que restringe a atuação do sistema como um todo, conhecido como “gargalo”. Tal idéia, segundo NETO (1997), é explicada pelo fato de que se não existisse algo que limitasse o desempenho do sistema, esse seria infinito. Se uma empresa não possuísse uma restrição, seu lucro seria infinito. Conforme NOREEN (1996): *“Em vista da restrição ser um fator que impede o sistema de conseguir mais do que almeja, o gerente interessado em obter mais lucros deve então gerenciar melhor as restrições".*

2.3.9. *Poka Yoke*

Segundo SHINGO (1996), o *Poka Yoke*, também conhecido pelo termo: à prova de erros, é uma abordagem sistemática para eliminar qualquer possibilidade de erro. Os

defeitos podem ser detectados antes que realmente aconteçam ou depois que o produto foi processado. De qualquer forma, o mais importante nessa abordagem é que o erro seja identificado antes que este defeito chegue ao cliente final.

Figura 2: Poka Yoke

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

2.3.10. Troca Rápida

A ferramenta de troca rápida, quando utilizada dentro da organização, promove mudanças substanciais, pois proporciona uma flexibilização na fabricação de produtos. Segundo Ferreira (2004), as trocas demoradas resultam em estoque excessivo, tamanho de lote grande e má qualidade do produto. Dessa forma, deve-se tentar reduzir ao máximo esse tempo de troca para tornar a planta o mais flexível possível às mudanças de programação dos clientes.

2.3.11. *Total Productive Maintenance* (TPM)

Segundo Shingo (1996) existem operações que agregam valor ao produto/serviço e as que não agregam. A TPM, também conhecida como Manutenção Produtiva Total, é uma

ferramenta que pode auxiliar na redução de reparos feitos em máquinas, muitas vezes realizada pelo próprio operador, através da manutenção autônoma[7], aumentando a eficiência dos equipamentos. Essa manutenção pode se feita de maneira preventiva – detecção anterior do possível problema, ou, ainda, de maneira corretiva, com a solução do problema gerado. Na figura abaixo, pode-se notar que a confiabilidade dos equipamentos é bem maior e mais estável nos equipamentos que operam com manutenção produtiva.

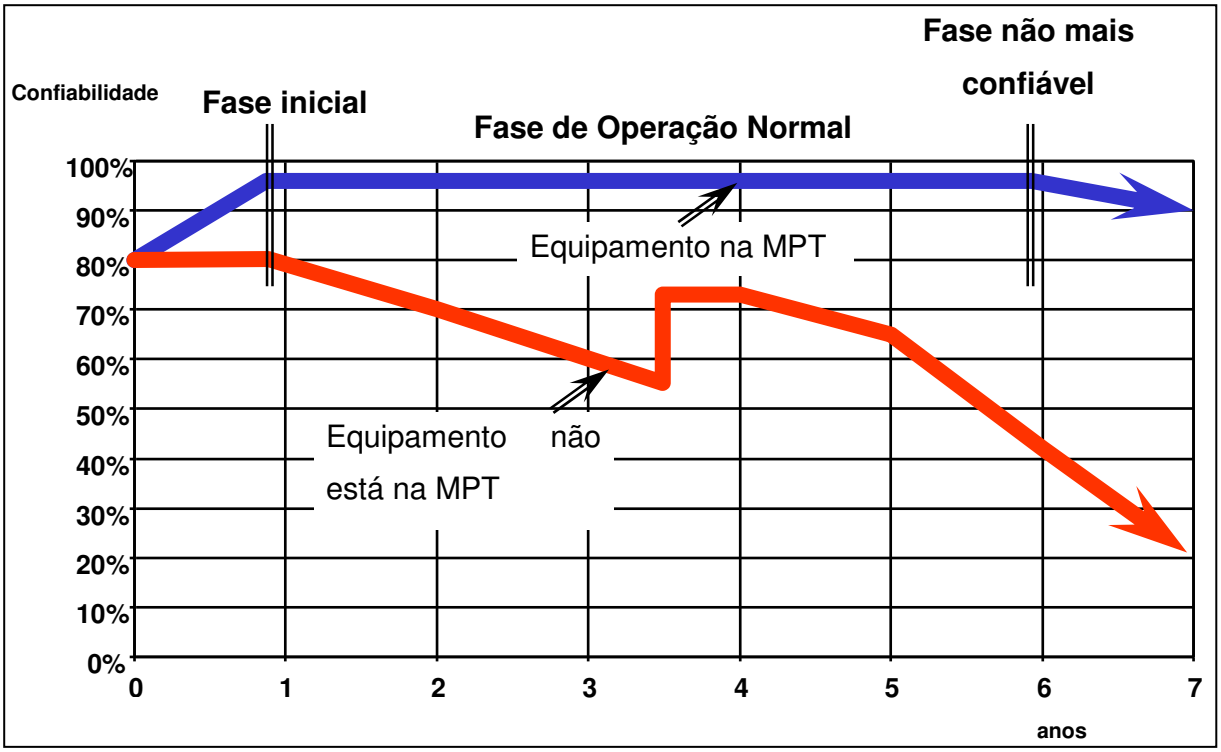

Figura 3: Confiabilidade dos equipamentos

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

[7] Manutenção Autônoma: ocorre quando a manutenção das máquinas é realizada pelo próprio operador através de lubrificação, limpeza e aperto de peças.

Capítulo III
ESTUDO DE CASO

3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O trabalho proposto foi desenvolvido na empresa Becton Dickinson de Juiz de Fora, uma multinacional que atua na fabricação de suprimentos e dispositivos médicos, equipamentos laboratoriais e produtos para diagnóstico dirigidos a hospitais, centros de pesquisas científicas, laboratórios de análises clínicas, indústrias e consumidores em geral. A Becton Dickinson foi fundada nos Estados Unidos em 1897 por Maxwell Becton e Fairleigh Dickinson, inicialmente como uma pequena fábrica de termômetros clínicos, tendo apresentado grande desenvolvimento naquele país desde a sua fundação. A empresa é composta por 14 divisões e cerca de 60 fábricas instaladas em várias cidades norte-americanas e em mais de 39 países, empregando mais de 23.000 pessoas, responsáveis por uma ampla e diversificada linha de produtos. A matriz, que controla todas as demais filiais espalhadas pelo mundo, está instalada na cidade de Francklin Lakes, estado de New Jersey, (EUA). No Brasil, a empresa é composta por três unidades localizadas em: Juiz de Fora, Curitiba e São Paulo (escritório central). A operação brasileira tem também sob sua responsabilidade, parte da América do Sul, cobrindo a Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile e Peru. A planta da organização em Juiz de Fora é dividida em quatro grandes fábricas, sendo elas: Descartáveis, Vacutainer, Cânulas e Seringa de Vidro. Além dessas quatro fábricas, há a embalagem de termômetros assim como a montagem de produtos técnicos como estetoscópio e aparelho de pressão. A empresa tem como missão auxiliar as pessoas a viverem vidas mais saudáveis e por isso há uma preocupação constante com seus processos e com a qualidade de seus produtos. Por adotar uma política de qualidade, a organização trabalha com diversas iniciativas de melhoria contínua, como *Lean Manufacturing*, Seis Sigma, Validação, entre outras. Essas iniciativas têm como objetivo, além de melhorar a qualidade do produto, reduzir as perdas existentes no processo de fabricação e manter procedimentos, documentos e processos em conformidade com as normas ISO 9001:2000 e ISO 13485. Foi justamente pensando em um aperfeiçoamento contínuo que a empresa implemetou a filosofia do *lean manufacturing* em todos os processos da fábrica no ano de 2003 A seguir, será feita uma análise geral das principais ferramentas utilizadas para realizar o gerenciamento dessa filosofia na empresa (Site Becton Dickinson – Consulta: Junho de 2006).

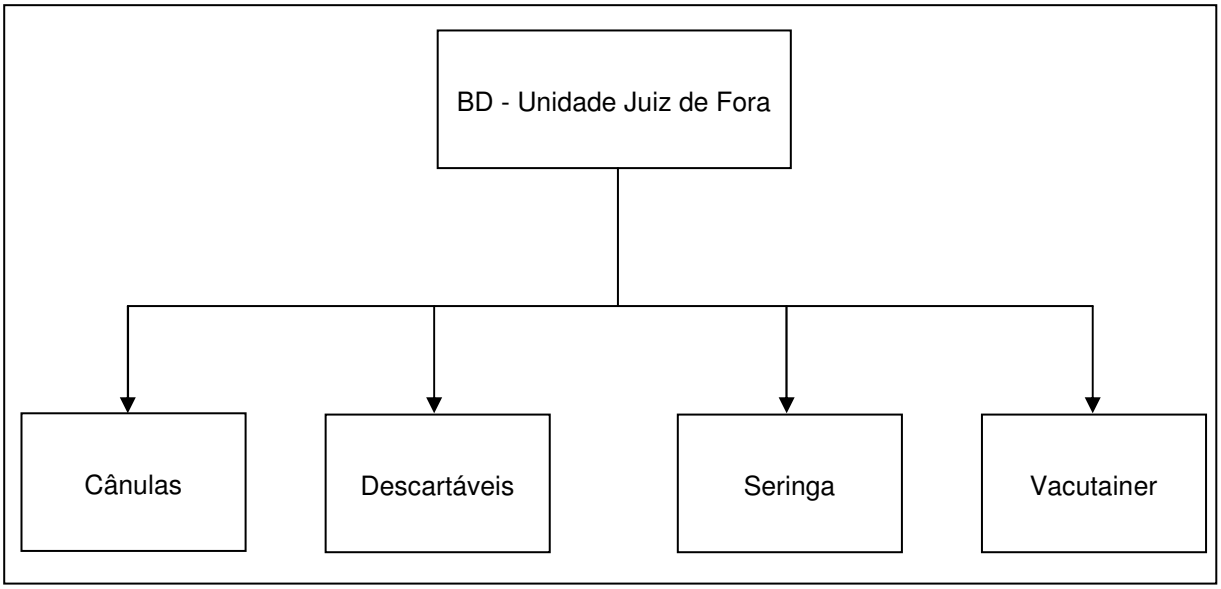

Figura 4: Estrutura da BD de Juiz de Fora

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

3.2 FERRAMENTAS APLICADAS NA EMPRESA

A empresa possui diversas ferramentas que estão conectadas e auxiliam no gerenciamento da filosofia enxuta. Pode-se dizer que estas de dividem em *Kaizen Blitz* – evento altamente focado - e sistema de gerenciamento diário da manufatura enxuta – subdividido em outras ferramentas que serão explicitadas mais adiante. Em seguida, tem-se um esquema da estrutura do *Lean* na empresa e uma apresentação de suas principais ferramentas. Toda a informação necessária para a elaboração do estudo dessas ferramentas foi retirada de manuais, documentação técnica e estudos realizados pela própria empresa.

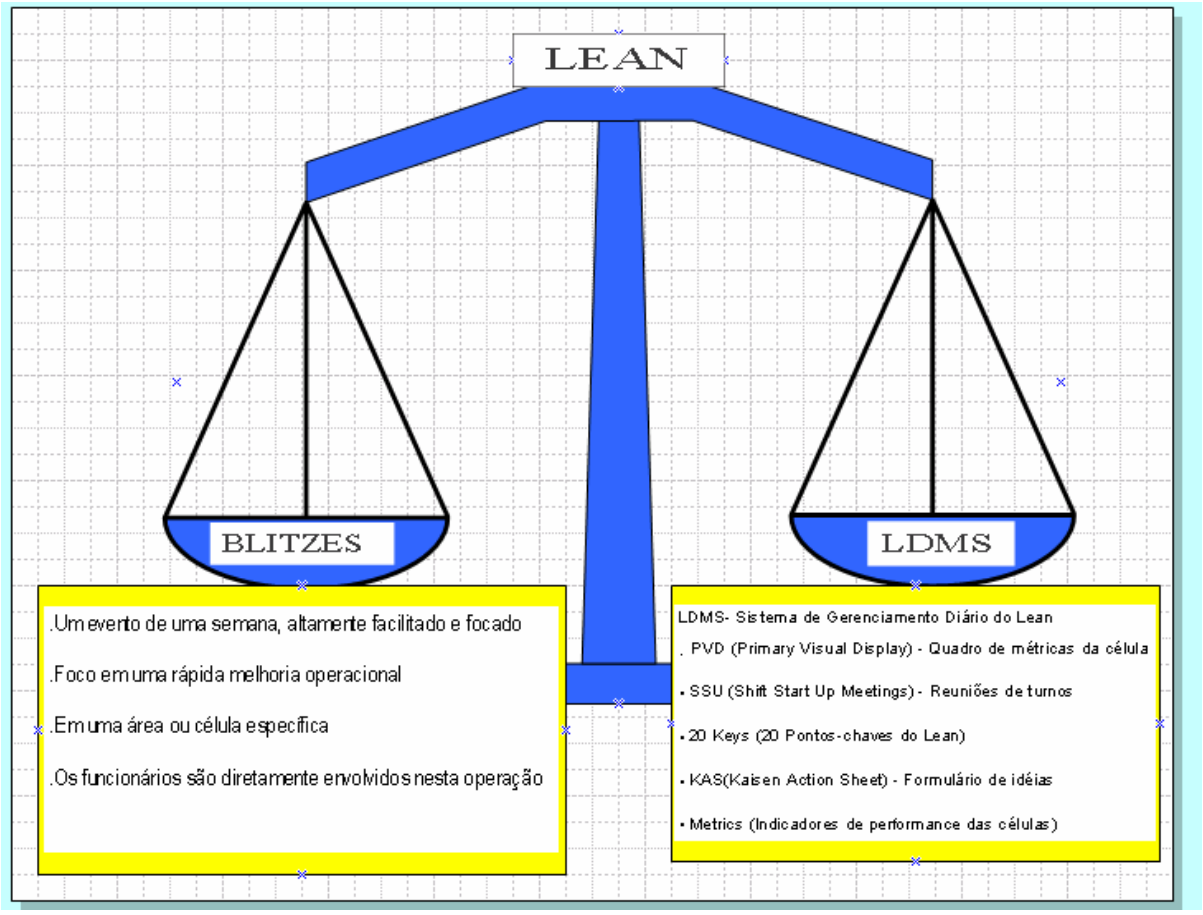

Figura 5: Estrutura do Lean

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

3.2.1. Ferramenta de Melhoria Contínua - *Kaizen Blitz*

Kaizen Blitz é um evento de melhoria rápida baseado no trabalho em grupo, na produção enxuta e na reestruturação de ferramentas, técnicas, métodos e abordagens. É um programa altamente facilitado, que dura normalmente cerca de uma semana, com foco na melhoria operacional rápida de uma área ou célula específica, contando com a participação de colaboradores diretamente envolvidos naquela operação. Esse evento é de baixo custo e propicia um alto rendimento. Mudanças são identificadas e colocadas em prática durante o programa cujo principal objetivo é identificar oportunidades para melhorias e limitações associadas, removendo-as em um período curto de tempo. O tamanho do grupo varia de cinco a nove indivíduos com aproximadamente um terço sendo da área focada, um terço de áreas afins e um terço de pessoas de fora da área, como por exemplo, funções de apoio. Inicialmente é realizado um planejamento da Blitz, onde são identificados a área, o processo e o sistema a serem analisados. A empresa desenvolve um charter com a descrição da área e preenche uma lista de planejamento, delegando, dessa forma, todas as responsabilidades. A primeira etapa consiste na educação, treinamento e uma total

compreensão do processo. Normalmente essa fase se desenvolve em dois dias e é realizado um mapeamento do fluxo atual. No terceiro dia a equipe desenvolve um fluxo da situação futura e identifica as ações específicas e imediatas que deverão ser tomadas. No quarto dia essas implementações sugeridas serão realizadas, tais como mudanças no processo, movimentação de equipamentos e fontes, modificações nos papéis e responsabilidades entre outras. Finalmente, no quinto dia, é elaborado um relatório contendo as melhorias identificadas, as ações tomadas, a descrição dos benefícios e os itens dos próximos passos. Já foram realizados na empresa, em média, 26 eventos desse tipo, envolvendo a fábrica de Cânulas, Seringas, Vacutainer, Descartáveis e a área de escritório.

Em resumo, pode-se dizer que o *Kaizen Blitz* é uma ferramenta importante para ser usada como parte de qualquer abordagem de produção enxuta, sendo no escritório ou na fábrica, que envolve as pessoas diretamente no processo de melhoria e fornece resultados imediatos. Além disso, questões abertas devem ser identificadas e resolvidas (Sistemas de Gerenciamento Diário de Produção Enxuta) para que seja possível sustentar os benefícios e dar credibilidade ao processo.

3.2.2. Ferramenta de Gerenciamento Diário da Manufatura Enxuta – LDMS - *Lean Daily Management*

O Gerenciamento Diário da Manufatura Enxuta consiste em um foco agressivo, estruturado e disciplinado nas atividades diárias das células. É composto fundamentalmente por 5 componentes:

- Reuniões de início de turno (*Shift Start-up - SSU*);
- Quadro de resultados (*Primary Visual Display - PVD*);
- Formulários de melhoria contínua (*Kaizen Action Sheet - KAS*);
- 20 pontos chaves (*20 Keys*)
- Métricas diárias de segurança, qualidade e produção.

As reuniões de início de turno são reuniões diárias com duração de 5 a 10 minutos que devem ser planejadas e envolver todos os colaboradores da célula em questão. Esse tipo de reunião é muito útil, pois é uma forma disciplinada de comunicação e possibilita a troca de informação e atualização do quadro *PVD* que será explicado a seguir.

Os quadros de resultados (PVD) são quadros que exibem os resultados da filosofia da manufatura enxuta. Eles fornecem uma visão geral das atividades do grupo de trabalho na própria célula, metas desejadas, qualificação dos funcionários, formulários de melhoria contínua (*KAS*), monitoramento de indicadores dos trabalhadores e da célula, além de métricas que indicam aonde a empresa deseja chegar.

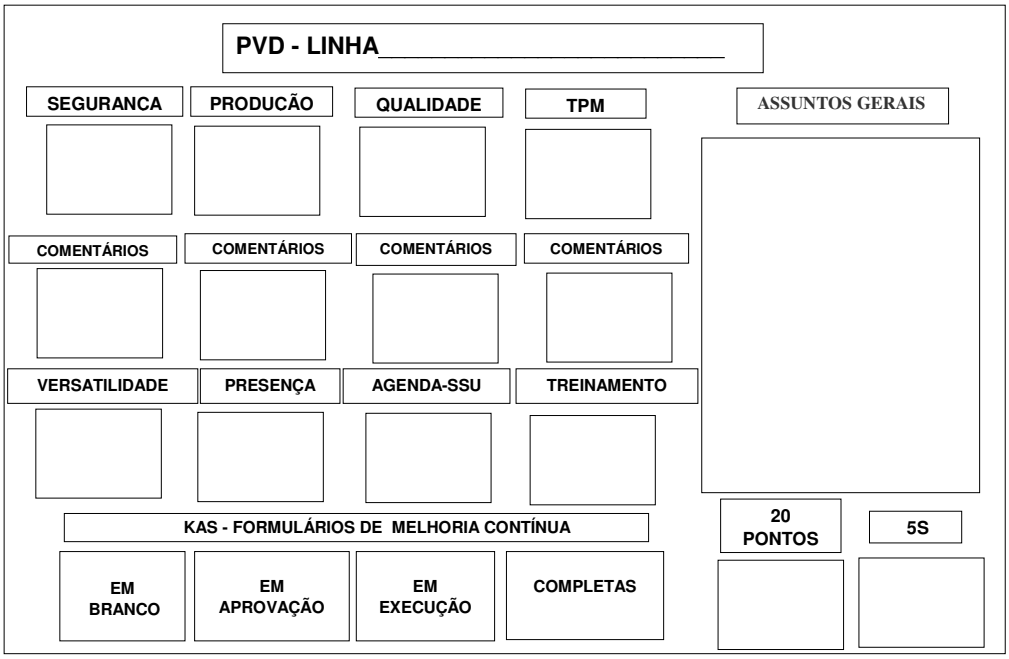

Figura 6: Quadro PVD

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

O *Kaizen Action Sheet (KAS)* é um formulário de idéias que captura as propostas de melhoria contínua com foco na eliminação de todas as perdas, como parada de máquinas, qualidade, movimentação ou espera.

A ferramenta *20 Keys*, também conhecida como 20 pontos chaves, é um método para avaliação do progresso da célula e proporciona a todos o mesmo conjunto de medidas. Os 20 pontos chaves possuem 5 níveis de avaliação que está descrito na tabela a seguir:

5	Excelência.
4	Classe mundial, diferenciação da média.
3	Sistemas instalados; Frequentes problemas menores.
2	Conscientização; Dados os primerios passos.
1	Desorganização rotineira, poucos ou maus sistemas, muitos problemas.

Figura 7: Pontuação dos 20 pontos chaves

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

Cada ponto chave recebe uma pontuação que varia de acordo com a tabela, totalizando, dessa forma, 100 pontos. Esses indicadores variam de acordo com a célula e, a

partir da sua avaliação, é possível elaborar planos de ação para a melhoria dos mesmos. Abaixo, pode-se observar um exemplo ilustrativo e fictício do controle dos 20 Pontos Chaves e, através da análise dessa figura, percebe-se a necessidade de implementação de um plano de ação para a melhoria, principalmente, das piores chaves que no caso são: atividades em equipe, melhoria contínua do processo, balanceamento do trabalho e garantia da qualidade.

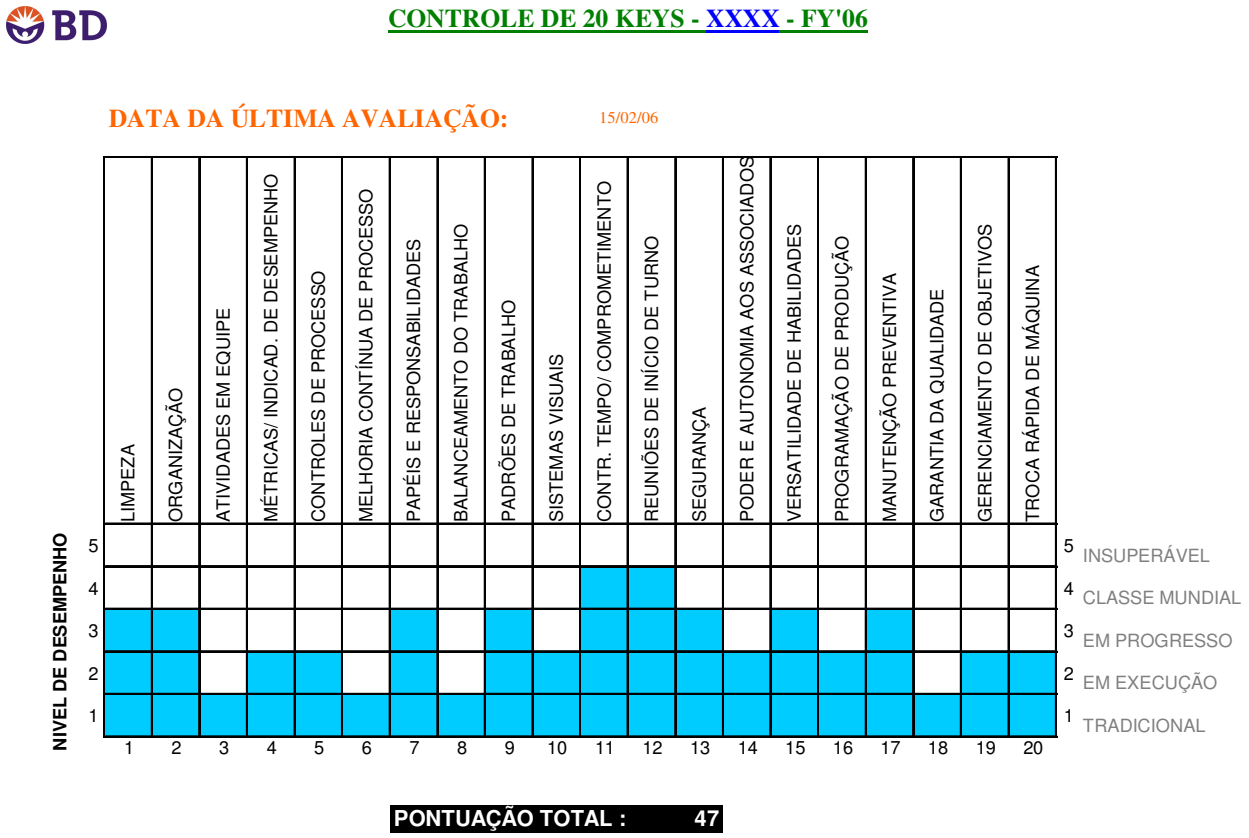

Figura 8: Controle de 20 Pontos Chaves

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

3.2.3. Ferramenta de Mapa de Fluxo Real - *Value Stream Map*

Essa ferramenta possibilita a montagem do fluxo atual da empresa para dar base para a formulação de como a organização deveria estar. Esse processo é realizado nas famílias de produtos da Becton Dickinson e captura informações desde a chegada da matéria-prima até a sua entrega ao cliente final. Todas as famílias de produtos já possuem seus respectivos mapeamentos de fluxo de valor, com seus projetos e desenhos de estado futuro.

3.3 AUDITORIAS DO LEAN NA UNIDADE DE JUIZ DE FORA

Com o intuito de reavaliar minuciosamente o funcionamento do *Lean* em toda a unidade de Juiz de Fora, a empresa realiza auditorias do *Lean* com a finalidade de propor sugestões de melhoria que serão implementadas pela equipe auditora.

A primeira etapa desse trabalho é realizada nas quatro fábricas da BD (Cânulas, Descartáveis, Seringas e Vacutainer). Inicialmente, a equipe auditora conversa com o Líder do *Lean* de cada uma dessas áreas com a finalidade de levantar as principais dificuldades e problemas enfrentados. Para isso, a equipe utiliza um check list que aborda os principais itens do *Lean* tais como Formulário de Melhoria Contínua (KAS), 20 Pontos Chaves, Métricas e Reuniões Diárias do Lean (SSU). Esse questionário é de bastante utilidade, pois norteia a conversa com o líder e evidencia os principais tópicos do *Lean.* Após essa etapa, realiza-se uma análise de todos os quadros PVD com a finalidade de verificar o seu funcionamento e sua última atualização. Nessa etapa, todas as métricas do quadro são avaliadas e as não conformidades são registradas para serem consertadas o mais rápido possível. O mesmo processo é realizado para a área de escritório e ao final da auditoria é elaborado um relatório com todas as conclusões. Esse relatório é divulgado para todos os líderes de célula e, em seguida, elabora-se um plano de ação com base nas observações realizadas pela equipe auditora, com as principais atividades a serem desenvolvidas. Finalmente, é realizada uma reunião com todos os líderes para a discussão dos resultados e futuras ações.

Essa iniciativa tem-se mostrado bastante válida, pois soluciona os principais pontos críticos do *Lean*, que poderiam estar prejudicando o bom andamento desta filosofia na empresa. Além disso, nota-se um interesse por parte dos associados de estarem contribuindo, aumentando, dessa forma, a participação de todos e proporcionando um aumento na satisfação de uma maneira geral. Segue abaixo a seqüência de atividades que são realizadas pela equipe auditora. Com base nestas atividades são estabelecidas datas que irão compor o cronograma da auditoria. A equipe destina cerca de uma semana para cada fábrica. Além disso, destina-se cerca de duas semanas para a elaboração do relatório final onde os resultados serão apresentados para os líderes em um dia previamente agendado.

A seguir, tem-se um quadro com as principais etapas a serem seguidas durante a auditoria. A partir dessa tabela, a empresa pretende elaborar um gráfico de Gantt [8]para acompanhar o andamento do cronograma da auditoria.

---

[8] Gráfico de Gantt: gráfico usado para ilustrar o avanço das diferentes etapas de um projeto. Os intervalos de tempo que representam o início e fim de cada fase aparecem como barras coloridas sobre o eixo horizontal do gráfico.

1) Conversar com o Líder do Lean da Fábrica de Tubos Vacutainer.
2) Conversar com os Líderes de cada célula da Fábrica de Tubos Vacutainer.
3) Analisar itens do Lean Manufacturing (PVD, KAS, 20 KEYS, métricas, pendências, etc..) da Fábrica de Tubos Vacutainer.
4) Conversar com o Líder do Lean da Fábrica de Seringas de Vidro.
5) Conversar com os Líderes de cada célula da Fábrica de Seringas de Vidro.
6) Analisar itens do Lean Manufacturing (PVD, KAS, 20 KEYS, métricas, pendências, etc..) da Fábrica de Seringas de Vidro.
7) Conversar com o Líder do Lean da Fábrica de Produtos Descartáveis.
8) Conversar com os Líderes de cada célula da Fábrica de Produtos Descartáveis.
9) Analisar itens do Lean Manufacturing (PVD, KAS, 20 KEYS, métricas, pendências, etc..) da Fábrica de Produtos Descartáveis.
10) Conversar com o Líder do Lean da Fábrica de Cânulas/Microtubos.
11) Conversar com os Líderes de cada célula da Fábrica de Cânulas/Microtubos.
12) Analisar itens do Lean Manufacturing (PVD, KAS, 20 KEYS, métricas, pendências, etc..) da Fábrica de Cânulas/Microtubos.
13) Conversar com os Líderes do Lean das células administrativas.
14) Analisar itens do Lean Manufacturing (PVD, KAS, 20 KEYS, métricas, pendências, etc..) das células administrativas.
15) Elaborar relatório final da auditoria.
16) Realizar reunião com todos os Líderes do Lean.

Figura 9: Etapas da Auditoria

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

3.4 KAIZEN NA FÁBRICA DE SERINGAS

O trabalho propõe a análise da ferramenta de *Kaizen* na fábrica de seringas que é responsável pela fabricação de produtos de vidro. A linha de produtos de vidro de Juiz de Fora é um processo composto pela formação de cilindros e pistões através da utilização de um conjunto de máquinas de fogo, pelo processo de combustão de gás, ar comprimido e oxigênio, pela utilização de fornos de recozimento, pela marcação de escalas volumétricas, pela montagem e pela embalagem final. Nessa linha existem também a certificação e embalagem de termômetros e a produção e embalagem de aparelhos de pressão e estetoscópios.

No período de 07 a 11 de novembro de 2005, foi realizado o evento de melhoria contínua - *Kaizen Blitz* - na fábrica de seringas. Verificou-se naquela época uma oportunidade substancial de otimização do uso de equipamentos e materiais empregados, além de uma possível redução de perdas, acarretando, assim, em um aumento da produtividade, através da incorporação dos conceitos do *Lean* no processo de fabricação das seringas.

Para o sucesso desse evento, alguns objetivos foram propostos tais como redução de perdas, melhorias na eficiência produtiva, aumento de produtividade, melhoria no 5S e planejamento de produção, além de uma padronização do trabalho.

O primeiro passo foi a análise da situação atual dos processos de fabricação de seringas. A partir disso, a equipe envolvida escolheu o processo de fabricação do cilindro da seringa epidural. Pôde-se constatar que esse processo é muito longo e requer muito manuseio, aumentando, dessa forma, o risco de perdas. Foi possível detectar a utilização de tanques que utilizam energia elétrica como matéria-prima, uma falta de padronização na utilização dos equipamentos necessários nas áreas controladas e a existência de uma grande quantidade de grupos na classificação do cilindro.

Os resultados esperados nesse processo analisado foram: clara identificação dos papéis e responsabilidades, padronização de atividades, balanceamento de trabalho, melhoria de eficiência operacional, fluxo contínuo e previsível de produção, melhorias 5S e aumento de produtividade.

A primeira etapa da Blitz consistiu na realização de um treinamento com todos os associados envolvidos. Logo após isso, realizou-se um mapeamento da situação atual através de um *brown paper*. O fluxo atual (*as is*) escolhido para ser analisado pela equipe, como mencionado anteriormente, foi o da seringa epidural. Para a fabricação dessa seringa de vidro são utilizadas como matéria-prima a vareta de vidro e o bico. Pode-se dizer que o material em processo é a vareta de vidro que já sofreu diversas modificações decorrentes das operações pelas quais passou. Um exemplo claro desta modificação é quando o cilindro encontra-se formado ou ainda, quando esse é fosqueado. O produto final da seringa é

composto por cilindro, pistão e bico, sendo a seringa devidamente embalada e plastificada. A fábrica trabalha apenas um turno – 06h às 15h – e realiza a movimentação de todos os materiais através de carrinhos. Pode-se dizer que a proposta do novo fluxo propiciou uma redução de estoques intermediários, redução de custos e de *lead time*, além de melhorias em algumas operações e aumento de produtividade. O fluxo atual do cilindro da seringa epidural consistia em:

1) Calibrar vareta do cilindro epidural
2) Cortar cilindro epidural
3) Calibrar diâmetro externo
4) Formar cilindro epidural
5) Inspecionar formação de bico Y epidural
6) Limpar cilindro epidural (operação excluída)
7) 1ª Têmpera
8) Calibrar diâmetro interno (operação excluída)
9) Encolher cilindro epidural
10) 2ª Têmpera
11) Inspecionar formação de bico YL epidural
12) Marcar cilindro epidural
13) Vitrificar cilindro epidural
14) Fosquear cilindro epidural
15) Cortar bico do cilindro epidural
16) Esmerilar bico do cilindro epidural
17) Lavar cilindro epidural
18) Inspecionar bico do cilindro epidural
19) Classificar cilindro epidural
20) Montar seringa epidural
21) Prensar bico da seringa epidural
22) Inspeção final da seringa epidural
23) Embalar seringa epidural
24) Plastificar seringa epidural

Com os estudos realizados no processo, foram possíveis algumas alterações que proporcionaram diversas melhorias, resultando no fluxo proposto (*to be*) abaixo:

1) Calibrar vareta do cilindro epidural
2) Cortar cilindro epidural
3) Calibrar diâmetro externo
4) Formar cilindro epidural

5) Inspecionar formação de bico Y epidural
6) 1ª Têmpera
7) Fosquear cilindro epidural
8) Lavar cilindro epidural (operação incluída)
9) Encolher cilindro epidural
10) 2º Têmpera
11) Inspecionar formação de bico YL epidural
12) Marcar cilindro epidural
13) Vitrificar cilindro epidural
14) Cortar bico do cilindro epidural
15) Esmerilar bico do cilindro epidural
16) Lavar cilindro epidural
17) Inspecionar bico do cilindro epidural
18) Classificar cilindro epidural
19) Prensar bico da seringa epidural
20) Montar a seco seringa epidural
21) Inspeção final da seringa epidural
22) Embalar seringa epidural
23) Plastificar seringa epidural

FLUXO ATUAL - EPIDURAL

1	CALIBRAR VARETA CILINDRO EPIDURAL	
2	CORTAR CILINDRO EPIDURAL	
3	CALIBRAR D.E.	
4	FORMAR CILINDRO EPIDURAL	
5	INSPECIONAR FORMAÇÃO EPIDURAL	
6	LIMPAR CILINDRO EPIDURAL	Eliminou
7	1º TÊMPERA	
8	CALIBRAR D.I.	Eliminou
9	ENCOLHER CILINDRO EPIDURAL	
10	2º TÊMPERA	
11	INSPECIONAR FORMAÇÃO BICO YL EPIDURAL	
12	MARCAR CILINDRO EPIDURAL	
13	VITRIFICAR CILINDRO EPIDURAL	
14	FOSQUEAR CILINDRO EPIDURAL	
15	CORTAR BICO CILINDRO EPIDURAL	
16	ESMERILAR BICO CILINDRO EPIDURAL	
17	LAVAR CILINDRO EPIDURAL	
18	INSPECIONAR BICO CILINDRO EPIDURAL	
19	CLASSIFICAR CILINDRO EPIDURAL	
20	MONTAR SERINGA EPIDURAL	
21	PRENSAR BICO SERINGA EPIDURAL	
22	INSPEÇÃO FINAL SERINGA EPIDURAL	
23	EMBALAR SERINGA EPIDURAL	
24	PLASTIFICAR SERINGA EPIDURAL	

FLUXO PROPOSTO - EPIDURAL

1	CALIBRAR VARETA CILINDRO EPIDURAL	
2	CORTAR CILINDRO EPIDURAL	
3	CALIBRAR D.E	
4	FORMAR CILINDRO EPIDURAL	
5	INSPECIONAR FORMAÇÃO BICO Y EPIDURAL	
6	1º TEMPERA	
7	FOSQUEAR CILINDRO EPIDURAL	
8	LAVAR CILINDRO EPIDURAL	Acrescentou
9	ENCOLHER CILINDRO EPIDURAL	
10	2º TEMPERA	
11	INSPECIONAR FORMAÇÃO BICO YL EPIDURAL	
12	MARCAR CILINDRO EPIDURAL	
13	VITRIFICAR CILINDRO EPIDURAL	
14	CORTAR BICO CILINDRO EPIDURAL	
15	ESMERILAR BICO CILINDRO EPIDURAL	
16	LAVAR CILINDRO EPIDURAL	
17	INSPECIONAR BICO CILINDRO EPIDURAL	
18	CLASSIFICAR CILINDRO EPIDURAL	
19	PRENSAR BICO SERINGA EPIDURAL	
20	MONTAR A SECO	
21	INSPEÇÃO FINAL	
22	EMBALAR SERINGA EPIDURAL	
23	PLASTIFICAR SERINGA	

Figura 10: Fluxo do Cilindro da Seringa Epidural

Fonte: Manual de Treinamento do *Lean Manufacturing* – Becton Dickinson

3.4.1. Processo do Cilindro da Seringa Epidural

A seguir, tem-se uma descrição detalhada do novo fluxo sugerido:

1º Passo: Calibrar vareta do cilindro epidural

Nessa operação, é realizada a calibração do diâmetro externo do cilindro. Para isso, regula-se um relógio apropriado, coloca-se a vareta na posição adequada e realiza-se a medição. Os diâmetros externos que são iguais são acondicionados em uma mesma charola (caixa). Essa operação é realizada aproximadamente duas vezes por mês, onde um funcionário trabalha o turno inteiro para calibrar todas as varetas.

2º Passo: Cortar cilindro epidural

As varetas calibradas são transportadas para a máquina de choque térmico, onde serão devidamente cortadas. De acordo com o tipo de vidro e diâmetro desejado, a máquina é regulada. O próprio operador realiza essa regulagem que leva em torno de duas horas. Essa operação possui duas máquinas, sendo uma delas mais utilizada para cortar os cilindros em questão. As perdas nesta operação são computadas com o fechamento dos lotes.

3º Passo: Calibrar diâmetro externo

Nessa operação, é realizada novamente a calibração do diâmetro externo do cilindro.

4º Passo: Formar cilindro epidural

A velocidade da máquina se mantém constante e utiliza-se nessa operação somente um funcionário. A máquina é movida a gás e demora cerca de quatro horas para ser regulada, dependendo do tipo de vidro que ela processará. Dessa maneira, o cilindro vai sendo formado ao longo do caminho percorrido até ser despejado em uma charola. O próprio operador realiza inspeções na formação do bico e da garganta do cilindro através de amostragem com a finalidade de detectar eventuais problemas na regulagem da máquina.

5º Passo: Inspecionar formação de bico epidural

No caso da seringa epidural comum, existe um operador que fará a inspeção no final da formação, antes de ir para a primeira têmpera. Nos demais produtos, essa inspeção é relizada ao final da segunda têmpera.

6º Passo: 1ª Têmpera

Antes de realizar a primeira têmpera, o material foi pesado e alocado em um estoque intermediário. Todos os produtos passam pelo forno e, no caso da seringa epidural, permanecem nele por cerca de trinta minutos. Essa operação requer dois funcionários. O forno é bastante comprido e por isso o primeiro alimenta o forno, obedecendo uma sequência de materiais pré-estabelecida. Já o segundo, retira o material do forno e realiza uma inspeção, por amostragem, para verificar se a têmpera foi realizada de maneira adequada. Para isso, o operador utiliza uma lupa, onde é possível verificar visualmente uma alteração na coloração do material temperado.

7º Passo: Fosquear cilindro epidural

São utilizadas três máquinas fosqueadoras. Os próprios operadores buscam a máteria-prima, um pó de óxido de alumínio que ficou alocado em uma estufa por aproximadamente 30 minutos a uma temperatura de 150ºC. O tempo de abastecimento das fosqueadoras com o pó gira em torno de 10 minutos e o operador busca esse material, em um local mais afastado do seu posto de trabalho. Cada operador é responsável pela limpeza ao final de seu turno, retirando principalmente o excesso de pó das máquinas e do ambiente. Depois de completada a operação de fosqueamento, o funcionário aloca esse material perto da balança dentro da fábrica.

8º Passo: Lavar cilindro epidural

Essa operação serve para retirar os resíduos de pó da operação de fosqueamento. Os cilindros passam por 4 tanques. A primeira lavagem é feita em um tanque com água pura, seguindo logo adiante para um tanque com água e sabão. Depois disso, passa-se novamente pelo tanque de água pura e finalmente a última lavagem é feita com água pura, com o auxílio de uma escova que o operador utiliza em todas as peças. Após a lavagem, os cilindros são colocados na estufa para secar.

9º Passo: Encolher cilindro epidural

Essa etapa é formada por 5 encolhedoras, com um operador em cada uma delas. A finalidade dessa operação é eliminar a variação do diâmetro interno do cilindro, possibilitando a sua classificação e posterior embalagem com o pistão. Para auxiliar essa operação, utiliza-se uma bomba de vácuo, responsável pelo encolhimento das peças, fazendo com que as peças se ajustem ao molde onde são colocadas e, consequentemente, adquiram o tamanho especificado. Antes de passar para a próxima etapa, espera-se o resfriamento das peças que é realizado a temperatura ambiente.

10º Passo: 2ª Têmpera

A têmpera é realizada pela segunda vez e dura cerca de 40 minutos.

11º Passo: Inspecionar formação de bico YL epidural

Nessa inspeção, são verificados defeitos visuais e dimensionais, como bico torto ou fora das especificações.

12º Passo: Marcar cilindro epidural

O posto de trabalho é composto por 5 máquinas e seis funcionários. O material chega até essa operação devidamente pesado e a marcação de escala é feita com o auxílio de uma tela.

13º Passo: Vitrificar cilindro epidural

Essa operação tem como finalidade eliminar zonas de tensão geradas no vidro por serem expostos à chama dos maçaricos no processo de formação e encolhimento, além de auxiliar na fixação da marcação de escala feita na etapa anterior.

14º Passo: Cortar bico de cilindro epidural

O objetivo dessa operação é assegurar que o corte do bico seja efetuado de acordo com as medidas corretas para cada tipo de seringa. São utilizadas 3 máquinas com um operador em cada.

15º Passo: Esmerilar bico do cilindro epidural

Nesta operação ocorre o esmerilamento de todas as peças. Após isso, o material é acondicionado em charolas que ficam submersas em um tanque com desengraxante com a finalidade de não deixar que o pó da esmerilação agarre no interior do cilindro. Esta operação utiliza 6 máquinas, mas não é sempre que todas estão funcionando.

16º Passo: Lavar cilindro epidural

Nessa operação, o cilindro é lavado novamente antes de ser inspecionado. Após isso, o material é levado para a estufa e permanece lá por cerca de 40 minutos.

17º Passo: Inspecionar bico do cilindro epidural

Uma nova inspeção é realizada em todas as peças para detectar problemas de bicos quebrados, lascados, entre outros.

18º Passo: Classificar cilindro epidural

Realiza-se a calibragem, com o intuito de segregar as dimensões distintas dos cilindros, proporcionando um processo de montagem eficaz de forma que não haja vazamento nas seringas. Essa operação requer um funcionário para classificar todos os cilindros.

19º Passo: Prensar bico da seringa epidural

Essa operação é realizada através de prensas com parâmetros previamente especificados.

20º Passo: Montar a seco

Em média, dois funcionários trabalham nessa operação, incluindo o cilindro ao pistão, formando a seringa epidural.

21º Passo: Inspeção final

É realizada a última inspeção do processo antes de embalar as peças montadas. São realizados diversos testes pelo controle de qualidade como de deslizamento e vazamento de bico e seringa. Nessa etapa, todas as peças são inspecionadas.

22º Passo: Embalar seringa epidural

Nessa fase, as seringas são acondicionadas em caixas para posteriormente serem plastificadas.

23º Passo: Plastificar seringa epidural

Finalmente, as caixas são plastificadas e enviadas para a expedição para serem colocadas em uma caixa de papelão.

Em anexo, tem-se o fluxograma desse processo. A partir dele, pode-se observar claramente a seqüência de atividades. Vale ressaltar que esse fluxo contempla somente o processo que engloba o cilindro epidural dessa seringa. Paralelo a isso, tem-se o processo do pistão da seringa epidural, que é acoplado ao cilindro a partir do processo de montagem da seringa a seco.

3.4.2. Melhorias no processo

Diversas melhorias foram implementadas com a alteração do processo da seringa epidural. A primeira delas foi a redução de uma operação, tornando o processo mais enxuto. Para isso, duas operações foram retiradas e uma foi acrescentada para um bom funcionamento do fluxo de produção. Além disso, houve mudança na seqüência das operações como a operação de fosquear que passou a ser realizada logo após a primeira têmpera. Em virtude disso, tornou-se necessário acrescentar a operação de lavagem logo após o fosqueamento. Em compensação, foi possível eliminar a operação de limpeza dos cilindros antes da têmpera. A alteração no fluxo foi significativa e impactou diretamente na qualidade do produto. No período anterior à mudança, os cilindros, quando acoplados aos seus respectivos pistões, não apresentavam um deslizamento perfeito em função de partículas que ficavam aderidas a suas paredes. Com essa alteração proposta, os cilindros passaram a ser fosqueados antes do encolhimento. Essa última operação citada, agora se encarrega de eliminar os resíduos provenientes do fosqueamento que, com o calor da chama, passam a ser integrados ao material (cilindro), ocasionando melhorias no deslizamento das seringas. Além disso, essa alteração no fluxo possibilitou a redução do *lead time* e dos grupos na classificação, que antes, em função dessas saliências, tinham seus cilindros classificados em vários grupos. Houve uma redução para quatro grupos sendo que 93% dos materiais se enquadravam em apenas dois desses grupos.

Pode-se dizer que uma das mudanças mais significativas no processo ocorreu na montagem da seringa que deixou de ser na água para ser realizada a seco. Antigamente, as seringas eram montadas em um tanque com água corrente e tratada para depois serem inspecionadas, passando, dessa forma, por duas etapas diferentes. Essa mudança provocou a redução do número de mão-de-obra, pois, antes, era necessária a participação de mais pessoas para realizar a montagem e posteriormente a inspeção. A partir dessas alterações propostas, o mesmo funcionário que realiza a montagem da seringa realiza também a própria inspeção. Além disso, com a montagem na água, era necessário colocar as seringas em estufas que deveriam ali permanecer por 40 minutos (totalizando 4 horas por dia) e por isso houve uma significativa economia de energia, reduzindo o consumo de gás na fábrica. Outro problema que foi reduzido foram os defeitos decorrentes da montagem que ocorriam em maior quantidade quando submetidos à água.

Todas essas mudanças resultaram em melhorias, com redução de custos, que possilitaram excelentes ganhos para a empresa.

Além das melhorias implementadas, a equipe da Blitz fez algumas sugestões de oportunidades futuras. Uma sugestão que irá refletir em produtividade é o aumento do reservatório de pó existente na etapa de fosqueamento. Existem três reservatórios que

necessitam de 48 trocas por dia, cada uma delas durando 10 minutos, resultando em 480 minutos por dia. A idéia é aumentar esse reservatório de forma que o abastecimento ocorra apenas no início de cada turno.

Outra oportunidade detectada, com relação ao 5S, é a instalação de sapateiras nos vestiários, pois os sapatos encontram-se armazenados em locais inapropriados e a instalação de maiores divisórias nos banheiros, possibilitando um maior conforto. Seria interessante também, a eliminação de equipamentos não pertencentes à fábrica que se encontram espalhados pela linha de produção.

Com todas as mudanças realizadas, pode-se concluir que a Blitz proporcionou um aumento na produtividade, uma redução do inventário em processo, um processo mais rápido e com melhor manuseio de ferramentas e equipamentos.

3.5 CONCLUSÃO

A partir da análise dos conceitos de manufatura enxuta (*lean manufacturing*) elucidados neste trabalho, foi possível apresentar o funcionamento desta filosofia no contexto de uma empresa fabricante de suprimentos e dispositivos médicos - Becton Dickinson – que possui a filosofia *Lean* implementada na sede de Juiz de Fora desde 2003 com o auxílio das métricas, quadros PVD, 20 Pontos Chaves, formulários de melhoria contínua, entre outros. A partir da utilização sistemática desses conceitos em toda a fábrica, a empresa está conseguindo atingir resultados muito significativos.

Vale ainda frisar a importância da ferramenta de melhoria contínua, *Kaizen*, que teve seu funcionamento explicitado neste estudo. Através da aplicação dessa ferramenta na fábrica de seringas da unidade, mais especificamente no processo de transformação da matéria-prima em cilindro epidural, pôde-se observar a significativa eliminação dos desperdícios, com as melhorias implementadas, refletindo em uma redução dos custos.

Dentro da cadeia produtiva, o processo de produção de seringas foi escolhido por ser aquele que potencialmente apresentaria resultados mais evidentes, pois outros processos, como os apresentados anteriormente, ainda devem ser modelados e assim escolhidos para a aplicação da ferramenta *Kaizen*.

Assim, esse trabalho veio a contribuir, do ponto de vista pessoal, para um aprofundamento do conhecimento da manufatura enxuta, a partir de um estudo real de aplicação do processo *Kaizen*, extremamente voltado para resultados.

Desta forma, por se tratar de um trabalho acadêmico, foi possível um profundo aprendizado sobre a manufatura enxuta, filosofia que vem cada vez mais sendo utilizada por grandes empresas como meio de reduzir seus custos e assim ganhar competitividade no mercado, tornando-a mais organizada e, principalmente, lucrativa. Dessa forma, pode-se concluir que o aprendizado proporcionado pelo trabalho foi um primeiro passo, e de forma contínua vir a ser utilizado ao longo da vida acadêmica e profissional.

ANEXO

REFERÊRENCIAS BIBLIÓGRAFICAS

CARDOZA, Edwin; CARPINETTI, Luiz; 2005, Indicadores de desempenho para o Sistema de Produção Enxuto, Revista da Produção, v. 5 n. 2 (jun).

CHIAVENATO, I. 2000, *Introdução à Teoria Geral da Administração*, Editora Campus.

COLIN, Emerson; QUININO, Roberto; SHIMIZU, Tamio; *Manufatura Ágil: um novo conceito na produção industrial*, Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, Brasil.

JONES, D., WOMAK, J. 1998, A Máquina *que mudou o mundo*. Editora Campus

JONES, D., WOMAK, J. 1998, *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Editora Campus

LUKACS Luciano, *Evolução nos Sistemas de Produção: Ford Amazon na Bahia,* Tese de M. SC, Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil.

MARTINS, Fábio, 2002, *O processo de raciocínio da teoria das restrições na indústria moveleira de pequeno porte: um estudo de caso*, Tese de pós graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

OHNO, Taiichi, 1997, *O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga* Escala, Editora Bookman;

REIS, Antonio Carlos Coutinho, *Implementação da Manufatura Enxuta na General Motors do Brasil: Avaliação do Desdobramento do Plano de Negócios na Planta da S-10*, Tese de M. Sc, UNITAU, Taubaté, São Paulo, Brasil.

TAYLOR, Frederick Winslow Princípios de administração científica. 8.ª ed. São Paulo: Atlas, 1990.

TOLEDO L., 2002, *Proposta de roteiro de implementação dos conceitos de manufatura enxuta baseado num modelo corporativo,* Tese de M. Sc, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, Brasil.

FERRO, José Roberto, 1998, " Vocabulário", Lean Institute Brasil, www.lean.org.br (consulta: abril 2006)

GNU Free documentation license, 2006, "Kaizen", Wikipedia – A enciclopédia livre, www.wikipedia.org.br, (consulta: junho/2006)

Sistema de Qualidade PRODEPA (Processamento de dados do Estado do Pará), 2006, "P5S – O Programa 5S", *PRODEPA*, www.prodepa.psi.br/sqp/osprogramas-p5s.htm (consulta: maio/2006)

SORIO, Washington, 1998, "O que é Benchmarking?", Guia RH, www.guiarh.com.br, (consulta em junho de 2006)