

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
EESC/USP

Departamento de Engenharia de Produção

Renan Mancini Pavão

Ergonomia aplicada em uma Produção Enxuta

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto

São Carlos

2015

Agradecimentos

Agradeço imensamente a minha família por todo o suporte e incentivo, que fizeram com que tivesse a oportunidade de estudar na Escola de Engenharia de São Carlos e em todas as esferas da vida.

Agradeço a Cintia pelo apoio e companheirismo em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos amigos da Republica Berlim por proporcionarem as amizades que irá durar para toda a vida.

Agradeço ao professor Kleber pela disponibilidade, aprendizado e parceria durante a execução deste trabalho e durante toda a graduação.

Agradeço ao professor Walther pela oportunidade de trabalharmos juntos em um projeto de iniciação científica.

Resumo

Diante de uma forte concorrência no mercado mundial, as organizações buscam introduzir técnicas *Lean* com o intuito de aumentar os índices de produção e qualidade, buscando a perfeição, podendo ser acompanhadas de falhas nas condições humanas de trabalho. O fator humano pode ser esquecido diante das técnicas que reduzem ao máximo os custos de produção. O presente trabalho faz um estudo técnico sobre o sistema *Lean* e suas interações com as condições de trabalho com o objetivo de verificar os impactos positivos e negativos em uma implementação de produção enxuta.

Palavras chave: Sistema Lean, Ergonomia, Impacto da Produção Enxuta na Ergonomia, Condições de Trabalho em Sistemas Lean.

Abstract

In the face of strong competition in the global market, organizations seek to introduce Lean techniques in order to increase production and quality levels, striving for perfection, and may be accompanied by failures in human working conditions. The human factor may be missed on the techniques that reduce the maximum production costs. This work is a technical study of the Lean system and its interactions with the working conditions in order to verify the positive and negative impacts on an implementation of lean production.

Keywords: Lean System, ergonomics, Impact of Lean Production in Ergonomics, Working Conditions in Lean Systems.

Lista de Figuras

Figura 1 – Quadro comparativo Sistema Toyota e Ford Motor. Fonte: LIKER (2005)

Figura 2 – Operador retirando filme. Fonte: empresa analisada.

Figura 3 – Operadores retirando tubete da máquina. Fonte: empresa analisada.

Figura 4 – Operadores durante operação de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 5 – Operadores durante operação de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 6 – Operadores fixando bobina. Fonte: empresa analisada.

Figura 7 – Operador durante operação de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 8 – Operador unindo as bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 9 – Operador unindo as bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 10 – Operador trocando as bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 11 – Operador trocando as bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 12 – Operador trocando as bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 13 – Operador durante procedimento novo de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.

Figura 14 – Operador durante procedimento novo de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.

Sumário

1. Introdução.....	9
1.1. Apresentação do Problema.....	9
1.2. Objetivos.....	10
2. Revisão Bibliográfica.....	11
2.1. Produção Enxuta.....	11
2.1.1. Introdução.....	11
2.1.2. Princípios do Sistema Toyota de Produção.....	13
2.1.3. Ferramentas da Produção Enxuta.....	24
2.1.3.1. Mapear um fluxo de valor.....	24
2.1.3.2. Sistema Kanban.....	25
2.1.3.3. Manutenção Produtiva Total (MPT).....	26
2.1.3.4. Troca Rápida de Ferramentas (TRF).....	26
2.1.3.5. Layout.....	27
2.1.3.6. Poka-yoke.....	28
2.2. Ergonomia.....	28
2.2.1. Impactos ergonômicos aplicados em um Produção Enxuta.....	29
2.2.1.1. Trabalho em equipe.....	29
2.2.1.2. Gerenciamento Visual.....	29
2.2.1.3. Posto de Trabalho	30
2.2.1.4. Trabalho Padronizado	30
2.2.1.5. Solução de Problema	30
2.2.1.6. Sistemas de Materiais.....	30
2.2.1.7. Processo Padronizado da Qualidade	31
2.2.1.8. Manutenção Produtiva Total – MPT.....	31
2.2.2. Utilização das técnicas enxutas e os impactos ergonômicos.....	31
2.2.2.1. Kanban.....	31
2.2.2.2. Manufatura Celular	32
2.2.2.3. Setup Rapido.....	33
2.2.2.4. Dispositivos a prova de erro (Poka-Yoke).....	33

2.2.2.5. Manutenção Produtiva Total (MPT).....	34
2.2.2.6. Visibilidade e Padronização.....	34
2.2.3. Análise da Ergonomia na implementação da Produção Enxuta.....	35
2.2.3.1. Crescimento Profissional.....	36
2.2.3.2. Autonomia.....	36
2.2.3.3. Pausas.....	36
2.2.3.4. Nível de Atenção.....	36
2.2.3.5. Nível de Dificuldade.....	37
2.2.3.6 Nível de Responsabilidade.....	37
2.2.3.7 Multifuncionalidade.....	37
2.2.3.8 Nível de Stress.....	38
2.2.3.9 Carga de Trabalho.....	38
2.2.3.10 Padronização do Trabalho.....	38
2.2.3.11 Distribuição Carga de Trabalho.....	39
2.2.3.12 Kanban.....	39
2.2.3.13 Gerenciamento Visual.....	39
2.2.3.14 Melhoria Contínua.....	39
2.2.3.15 Segurança e saúde.....	40
3. Estudo de caso I.....	41
3.1. Método de pesquisa.....	41
3.2. Descrição da Empresa.....	41
3.3. Avaliação da Implementação da Produção Enxuta na empresa.....	42
3.3.1. Introdução.....	42
3.3.2. Produção Puxada.....	43
3.3.3. Fornecedores.....	45
3.3.4. Operações Padronizadas.....	45
3.3.5. Flexibilização da Mão de Obra.....	46
3.3.6. Manutenção Produtiva Total.....	46
3.3.7. Gerenciamento Visual.....	46
3.3.8. Melhoria Contínua.....	46
3.4. Produção Enxuta e Aspectos Ergonômicos.....	47

4. Estudo de caso II	50
4.1. Método de Pesquisa.....	50
4.2. Descrição da Empresa.....	50
4.3. Descrição da operação em estudo.....	50
4.3.1. Procedimento Antigo.....	51
4.3.2. Procedimento Novo.....	55
4.4. Resultados e Discussões.....	58
4.4.1. Procedimento Antigo.....	58
4.4.2. Procedimento Novo.....	58
5. Conclusão.....	60
6. Referências Bibliográficas.....	61
7. Apêndice A.....	63
8. Apêndice B.....	69

1. Introdução

1.1 Apresentação do Problema

O pensamento enxuto é uma forma de aperfeiçoar os processos, gerando cada vez mais valor e utilizando cada vez menos esforços. Inicia-se com a especificação de valor; o fluxo de valor deve ser mapeado a cada processo eliminando desperdícios; os processos produtivos mantêm sequencialmente um fluxo contínuo de produção, sem interrupção; tornar a produção flexível para que o cliente puxe de acordo com suas necessidades; estes princípios da produção enxuta buscam a perfeição (WOMACK; JONES, 2004).

A produção enxuta, ou *Lean Production*, consiste em técnicas que eliminam os desperdícios (*mudas*), reduzem os estoques, praticamente todo operário agrega valor a produção atribuindo-lhes maior responsabilidade e autonomia, descentralizando as tomadas de decisões, criando uma equipe dinâmica interligada. A detecção e solução de imperfeições (*feedback*) na linha de produção é um dos pilares deste sistema, ao desenvolver valor onde existe desperdício (WOMACK; JONES, 1992).

O Sistema Toyota de Produção (STP) inovou as diversas áreas da indústria mundial e proporcionou um *benchmarking* que mudaram as concepções de produção. Novas técnicas e filosofias foram implementadas para o sucesso do sistema, como o *Just-In-Time*, *layout* celular, busca pelo *Kaizen* (melhoria contínua), aplicação do sistema *Kanban* (controle do fluxo da produção), *poka-yoke*, dispositivos a prova de erros (LIKER, 2005).

Ergonomia é uma ciência que se aplica na conjugação dos fatores humanos com o sistema de produção. Relacionam de forma sustentável homem e máquina, proporcionando ao trabalhador boas condições de saúde, segurança, conforto e melhor desempenho no trabalho. A aplicação de práticas ergonômicas considera a capacitação e os limites do ser humano com a otimização das operações (DUL; WEERDMEESTER, 2004; ABRAHÃO *et. al.*, 2009).

As práticas ergonômicas são mais difundidas em países desenvolvidos do que em países em desenvolvimento, onde as condições de trabalho ainda merecem estudos e abordagens. Esta ciência intervém diretamente em questões como doenças provocadas pelo trabalho, acidentes de trabalho, baixa

produtividade e motivação para o trabalho. A ergonomia proporciona ao trabalhador uma melhor qualidade de vida (GRANDJEAN, 1998).

O desenvolvimento do chão de fábrica enxuto deve ser sustentável, buscando aprimorar técnicas e ferramentas do STP com os estudos ergonômicos, de forma que potencialize os ganhos industriais evitando possíveis danos à saúde dos trabalhadores. Segundo o autor Liker (2005), o sucesso de uma organização enxuta está intimamente ligado com o bem-estar e desenvolvimento de seus trabalhadores.

1.2 Objetivos

O objetivo deste projeto é avaliar o impacto ergonômico da interação do Sistema *Lean* em dois estudos de caso real. Analisar como uma organização pode ter um desenvolvimento sustentável entre condições de trabalho e produtividade, observando os diferentes impactos ergonômicos causados em Sistemas *Lean*.

2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção Enxuta

2.1.1. Introdução

O término da segunda guerra mundial fez com que os japoneses repensassem seu modo de produzir. Diante de uma mão-de-obra escassa e um mercado interno limitado, os princípios da produção em massa não atingiriam resultados pertinentes. Desta maneira emergiu no cenário japonês uma nova forma de produzir, eliminando ao máximo os desperdícios e as perdas. O Sistema Toyota de Produção (STP) proporcionou o mínimo de retrabalho e alta qualidade em seus carros, ganhando destaque no cenário internacional após sair ilesa à crise mundial do Petróleo em 1973 (OHNO, 1997).

O pensamento enxuto foi desenvolvido pelo executivo da Toyota Taiichi Ohno (1912-1990), um ferrenho crítico do desperdício. *Muda* é uma palavra japonesa que significa desperdício, uma atividade que necessita de recurso, mas não agrega valor ao produto final. Em uma produção, etapas desnecessárias, trabalhadores esperando sem produzir, bens e serviços que não são utilizados pelos clientes, logística desnecessária são exemplos (WOMACK; JONES, 2004).

Para eliminar as *mudas*, Taiichi Ohno buscou estender as operações, criando um fluxo contínuo, pois dessa forma os problemas estariam evidentes e assim os operários poderiam pensar em maneiras para evitá-los. Em curto prazo são necessários investimentos para obter processos enxutos de alta qualidade. Para Ohno, o investimento feito nos trabalhadores na forma de aprendizagem é a base do sistema, pois aprendizagem gera novas formas de pensar, criando novos padrões, construindo cada vez mais aprendizagem. Segundo o STP um engenheiro com três anos de treinamento estará apto a desenvolver com sucesso as técnicas do sistema enxuto (LIKER; MEIER, 2007).

O verdadeiro sucesso da produção enxuta vem da sua filosofia de mapear toda a cadeia de valor, uma mudança apenas em um *layout* celular, por exemplo, poderia trazer fracos resultados. A melhoria da produção enxuta envolve um processo que identifica as perdas, que busca a raiz do problema, e não se restringe a melhorias pontuais. Todas as práticas devem ser implantadas,

inclusive aquelas que em curto prazo possam gerar desconfortos (LIKER; MEIER, 2007).

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta importante na aplicação da filosofia enxuta, por mapear cada processo produtivo e poder destacar as perdas. Ele pode evidenciar fluxos e prevê onde os gastos podem ser evitados. Para que um processo pontual de melhoria seja aplicado, é importante que se tenha todo o fluxo de valor mapeado para esteja de acordo com o fluxo (LIKER; MEIER, 2007).

Uma produção enxuta possui cinco princípios básicos. O ponto de partida é o valor, a produção enxuta deve ter consciência de definir o preço de seus produtos de acordo com as necessidades e especificações determinados pelos consumidores em uma determinada época. O diálogo com clientes específicos é importante na definição do valor. Qualidade, flexibilidade, prazo de entrega devem ser definidos buscando satisfazer o cliente (WOMACK; JONES, 2004).

O fluxo de valor é o conjunto de todas as operações realizadas em uma linha de produção, considerando etapas que agregam valor, etapas que geram desperdícios e não agregam valor e aquelas que não agregam valor, mas são inevitáveis. O pensamento enxuto deve mapear o todo, buscando eliminar desperdícios através do mapeamento de todo o fluxo de valor (WOMACK; JONES, 2004).

O terceiro princípio do sistema enxuto é o fluxo. As etapas de produção devem fluir, cada etapa produz o que a próxima necessita e a produção não deve parar. Lotes, filas e esperas devem ser eliminados (WOMACK; JONES, 2004).

A produção deve ser controlada pelas necessidades do cliente, formando um sistema “puxado”. O quarto princípio do pensamento enxuto mostra que a produção deve ser puxada pelo cliente e não empurrada, pois produtos indesejáveis causariam estoques e desperdícios (WOMACK; JONES, 2004).

O quinto conceito do pensamento enxuto é a perfeição. À medida que a empresa determina um valor coerente com os clientes, o fluxo de valor é identificado, os processos fluem e são controlados por um sistema “puxado”, tem-se uma busca pela perfeição, com os primeiros quatro princípios interagindo entre si em um círculo poderoso. As melhorias devem ser contínuas e graduais (WOMACK; JONES, 2004).

Taichi Ohno, o idealizador do sistema Toyota classificou os desperdícios em sete grupos principais encontradas nas linhas de produção, que devem ser combatidas:

1. Superprodução. Segundo Taiichi Ohno este é o principal desperdício que deve ser combatido. A produção acima da demanda dos clientes faz com que estoques sejam formados, gerando custos com o excesso de mão-de-obra, armazenamento e logística aplicada a este estoque.

2. Espera (tempo à disposição). Trabalhadores apenas aguardando a realização de uma etapa antecedente que ainda não foi concluída, ou aguardando que alguma ferramenta ou peça seja entregue.

3. Transporte ou Transferência. Movimentação de materiais, peças em processo ou em estoques para retirá-lo ou adicioná-lo ao estoque.

4. Processamento incorreto. Atividades desnecessárias que não agregam valor ao produto final. A má qualidade de peças ou ferramentas causa retrabalho e deslocamentos indesejáveis. Produtos com qualidade acima do necessário também é considerado perda.

5. Excesso de estoque. O excesso de produtos acabados ou na espera para ser processado, gera *lead times* prolongados, produtos podem ser danificados no armazenamento e transporte para ser estocado, além dessas atividades também gerarem custos. O estoque pode inibir a verificação de falhas, como o desequilíbrio da produção.

6. Deslocamentos desnecessários. Movimentação dos trabalhadores dentro de um *layout* para realizar o próximo processo ou buscar peças e ferramentas.

7. Defeitos. Peças com defeitos ou processos que necessitam ser feitos para corrigir os defeitos são perdas de tempo, logo desperdício. A inspeção e o retrabalho são desperdícios de tempo, esforço e manuseio.

2.1.2 Princípios do Sistema Toyota de Produção

Princípio 1: Basear as Decisões Administrativas em uma Filosofia de Longo Prazo, Mesmo que em Detrimento de Metas Financeiras de Curto Prazo.

A maior contribuição do modelo Toyota de Produção para as demais empresas do mundo é a sua filosofia de longo prazo em detrimento da busca de lucro imediato. Em um mundo capitalista, este modelo de produção pode obter sucesso fazendo o que é certo para a empresa, funcionários, clientes e para a

sociedade com um todo. O comprometimento das pessoas envolvidas na Toyota é a base para todos os outros princípios e ferramentas do STP (LIKER, 2005).

Segundo Liker (2005, p. 86),

[...] Jim Press, vice-presidente executivo e chefe de operações da Toyota Motor Sales na América do Norte e um dos Diretores Administrativos Americanos da Toyota explicou:

A finalidade do dinheiro que geramos não é vencermos como empresa, nem para nós e nossos filiados vermos nossa carteira de ações crescer ou coisa parecida. A finalidade é podermos reinvestir no futuro para que continuemos a fazer isso. É esse o propósito de nosso investimento. E ainda ajudar a sociedade e a comunidade e contribuir para essa comunidade na qual temos felicidade de negociar. Tenho trilhões de exemplo disso.

A Toyota valoriza a autoconfiança, a responsabilidade de tomar suas próprias decisões e decidir seu futuro. Quando a empresa buscou o mercado de carros de luxo, ao invés de comprar a BMW, buscou desenvolver de forma autônoma seus carros de luxo gerando um aprendizado na essência de carros de luxo na empresa.

Segundo Liker (2005, p. 92),

[...] A orientação da Toyota, desde o começo, era a de qualquer um poderia contratar um mecânico, contratar um engenheiro, contratar isso e comprar aquilo. A visão da Toyota era a de que, antes de poder construir um carro, precisava aperfeiçoar novos processos revolucionários para produzir um molde, construir um motor, voltar a esse estágio. E é isso que torna a empresa diferente. Voltar à essência.

Nos trechos de declaração de missão de cada empresa abaixo, evidencia as diferenças de filosofia. A Toyota busca desenvolver a comunidade onde está localizada, proporcionar para sua equipe um bem-estar e assim contribuir para o desenvolvimento da empresa como um todo e não apenas pensando nos seus proprietários. A mentalidade Toyota é de satisfazer seus clientes, desenvolver diretrizes em longo prazo para poder negociar com seus clientes de forma duradoura (LIKER, 2005).

Figura 1 – Quadro comparativo Sistema Toyota e Ford Motor. Fonte: LIKER (2005).

Toyota Motor Manufacturing América do	Ford Motor Company
<p>Missão:</p> <p>1. Como empresa, contribuir para o crescimento econômico da comunidade e dos Estados Unidos.</p>	<p>Missão:</p> <p>1. A Ford é líder mundial em produtos e serviços automotivos, bem como em novas indústrias, tais como a aeroespacial, de comunicações e de serviços financeiros.</p>
<p>2. Como empresa independente, Contribuir para a estabilidade e o bem-estar dos membros da equipe.</p>	<p>2. Nossa missão é melhorar continuamente nossos produtos e serviços para atender às necessidades de nossos clientes, permitindo-nos prosperar como empresa e oferecer um retorno razoável a nossos acionistas, os</p>
<p>3. Como empresa do Grupo Toyota, contribuir para o crescimento global da Toyota, proporcionando acréscimo de valor para nossos clientes.</p>	

Princípio 2: Criar um Fluxo de Processo Contínuo para Trazer os Problemas à Tona.

Em um sistema de produção o fluxo unitário das peças é o ideal de acordo com o STP. Através do fluxo contínuo, o tempo de processamento poderá ser reduzido assim como o deslocamento das peças no *layout*, diminuindo gastos de produção e gerando melhorias na qualidade. Com o fluxo, problemas na linha de produção podem vir à tona, um determinado gargalo na produção pode ficar evidente em um fluxo, por interromper ou atrasar a linha de produção (LIKER; MEIER, 2007).

Desta forma toda a linha de montagem está conectada, qualquer falha poderá acarretar em paralização na produção. Para a Toyota, esta é uma

forma eficaz de se identificar os erros de produção e atacá-los de forma a aperfeiçoar sua linha de montagem. Os diversos segmentos da indústria estão interligados, desde o fornecimento de matéria prima, adequação dos equipamentos, mão-de-obra treinada e eficiente, sincronização dos processos subsequentes, para que o fluxo seja contínuo tudo deve funcionar com uma determinada estabilidade (LIKER; MEIER, 2007).

Em um fluxo unitário de peças uma operação só é realizada após a realização de outra subsequente sem nenhuma parada, desta maneira não há estoques intermediários, um processo faz somente o que o próximo necessita. Segundo a Toyota, estoques intermediários levam a superprodução, considerada o pior dos sete desperdícios, por agregar estoques, custos para armazenagem e transporte, mão-de-obra que deixa de agregar valor para manusear e gerenciar o estoque, oculta determinados gargalos na produção (LIKER; MEIER, 2007).

A importância do fluxo de produção é evidenciada pela frase de um ex-presidente da Toyota Motor Manufacturing, América do Norte, extraído do autor Liker (2005, p. 99):

[...] Se algum problema ocorre na produção com fluxo unitário de peças, toda a linha de produção fica paralisada. Nesse sentido, é um péssimo sistema de produção. Mas quando a produção é interrompida, todos são obrigados a resolver o problema imediatamente. Assim, os membros da equipe têm que pensar e pensando se desenvolvem e se tornam melhores como funcionários e como pessoas. – Teruyuki Moura, ex-presidente Toyota Motor Manufacturing, América do Norte.

Para determinar o ritmo de produção de um fluxo contínuo de peças, usa-se o termo *Takt Time*. *Takt* é uma palavra alemã que significa ritmo. O ritmo da produção deve ser ditado de acordo com a relação da demanda dos clientes pelo tempo de produção. Se o *Takt Time* de uma determinada produção for 30 segundos, por exemplo, significa que cada processo da linha de montagem deve produzir uma parte do produto final em 30 segundos. Se o tempo de produção for maior que 30 segundos serão criados estoques. Se o tempo for menor, haverá uma superprodução (LIKER, 2005).

O fluxo unitário de peças traz benefícios para a produção por acrescentar qualidade, criar maior flexibilidade, produtividade, libera espaço no *layout* celular, aumenta a segurança, estimula o moral dos funcionários por estarem diretamente

ligados a abordagens e identificações de problemas e reduz o custo de estoque (LIKER, 2005).

Em uma produção em massa, a paralização em um determinado processo de produção não afeta os demais processos, pois há estoque. Já no STP, todos os processos são afetados em caso de uma paralização, e assim os problemas vêm à tona e podem ser combatidos, eliminando perdas. É este o foco do Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2005).

Princípio 3: Usar Sistemas “Puxados” para Evitar a Superprodução

Uma produção enxuta tem o seu ritmo de produção determinado por um “sistema puxado”. Diferentemente de um sistema empurrado, no qual é produzido o máximo possível de acordo com sua programação e os produtos são “empurrados” para o cliente, independentemente de suas necessidades. No sistema “puxado”, o cliente determina o ritmo da produção. O quadro *kanban* é uma ferramenta utilizada neste sistema, por determinar o ritmo do cliente, mostra o consumo de material gasto na produção e o que deve ser reabastecido (LIKER; MEIER, 2007).

Uma produção “puxada” busca sincronizar as necessidades dos clientes com o ritmo da produção, com o objetivo de produzir somente o que será consumido e não formar estoques. Uma referência utilizada é o *Takt Time*, dividindo o tempo de trabalho disponível em uma linha de produção pela demanda do cliente. Produzir de acordo com o *Takt Time* é buscar um sistema “puxado” e mostrar a produção o quanto deve ser produzido (ROTHER; SHOOK, 2003).

A produção “puxada” exige que o *mix* de produção seja uniformemente distribuído, de forma que a produção possa atender as diferentes necessidades de seus clientes. Quanto maior for a distribuição dos produtos produzidos em um determinado tempo, maiores são as chances de atender de forma rápida os clientes e evitar desperdícios com excesso de produção (ROTHER; SHOOK, 2003).

Em determinadas linhas de produção pode haver processos subsequentes onde o fluxo é interrompido. Tempos de ciclo muito curtos, processos com *Lead Time* elevados, determinados *layout* em que fornecedores e processo estão distantes, impossibilitando o transporte de uma peça por vez, requerem um sistema puxado baseado em supermercados. O processo posterior irá retirar

do supermercado suas necessidades, e o processo anterior terá a função de abastecer este supermercado (ROTHER; SHOOK, 2003).

O sistema “puxado” de produção busca atingir o consumo real dos clientes para produzir apenas o necessário. O uso de *kanban* determina onde deve haver um reabastecimento, o STP monitora e coordena todas as saídas e reposições e assim determina o máximo de estoque necessário. O sistema *kanban/puxado* é mais eficiente do que uma simples programação do quanto será consumido pelos clientes. O uso de pequenos “estoques de peça” ainda é necessário, e o STP busca sempre eliminar esses estoques e chegar a um fluxo unitário e contínuo de peças (LIKER, 2005).

Princípio 4: Nivelar a Carga de Trabalho (*Heijunka*).

A filosofia mais difundida do Sistema Toyota de Produção é a eliminação de desperdícios, a *muda*, em japonês. Mas existem outros dois “Ms” que devem ser analisados pelas empresas. O STP prevê a eliminação de “*Muda, Muri e Mura*” (LIKER, 2005).

Muda – é o desperdício encontrado nos processos que são realizados em uma linha de produção, mas que não agregam valor ao produto final. São atividades desnecessárias, transportes indevidos, esperas prolongadas, criação de estoques, atividades que aumentam o *Lead Time*.

Muri – é a sobrecarga de pessoas e máquinas. São realizadas atividades em excesso, além dos limites naturais. Pode causar paralizações nos processos produtivos e falta de segurança de trabalho para os trabalhadores.

Mura – desnivelamento da produção. Em um determinado sistema de produção há mais atividades para serem realizadas do que pessoas e máquinas disponíveis, em outras o número de pessoas é maior do que o necessário. Assim a produção irregular e flutuante gera a *mura*.

O principal objetivo das organizações é eliminar as perdas, a *muda*. Apenas esta ação não é capaz de atingir os princípios da produção enxuta. A estabilidade do sistema deve ser alcançada, eliminando a *mura*. Que por sua vez elimina a *muri* e a *muda* (LIKER, 2005).

Heijunka é o nivelamento da produção, não pode haver produção de acordo com o fluxo real dos clientes, pois este oscila de semana a semana, mês

a mês. O nivelamento é a combinação dos pedidos, um equilíbrio da produção de forma que todo o *mix* de produtos possa ser atendido (LIKER, 2005).

Para que os clientes sejam atendidos de maneira eficaz, é necessário que a produção seja nivelada, de forma que os diferentes pedidos possam ser atendidos. Produzir apenas um determinado produto em um período, por exemplo, dificultaria o atendimento dos pedidos diferentes desse produto produzido. Se o *mix* de uma determinada produção são os produtos A, B e C, por exemplo, a produção enxuta deve buscar produzir na sequencia AABBBCCAABBCC, por exemplo, diferente da produção em massa que produziria AAAABBBBCCCC (LIKER; MEIER, 2007).

Para que as variações de demanda sejam atendidas de forma eficaz, as etapas de processamento dos produtos devem estar conectadas no *layout* de forma que o tempo de *setup* seja rápido e o *mix* de produção não gere estoques intermediários. Outro fator importante para o sucesso do nivelamento é a multifuncionalidade dos funcionários, com a produção de diferentes produtos ao mesmo tempo, o funcionário deve estar apto a desenvolver várias atividades (FERREIRA, 2006).

Princípio 5: Construir uma Cultura de Parar e Resolver Problemas, para obter a Qualidade Desejada Logo na Primeira Tentativa.

Uma produção em massa caracteriza-se por manter sua produção 100% do tempo em funcionamento, não admitindo paralizações. O importante é produzir o máximo possível e resolver os problemas depois. O Sistema Toyota de Produção recrimina esta prática, e prioriza interrupções na linha de montagem com a detecção de defeitos. Dessa forma, a Toyota busca a raiz do problema encontrado e assim o mesmo erro não é cometido outra vez, eliminando perdas e ganhando tempo. Trazer continuamente os problemas à tona e solucioná-los aumenta a produtividade (LIKER, 2005).

A produção enxuta busca produzir com qualidade logo na primeira tentativa, evitando desperdícios e perda de tempo. Com um estoque reduzido, qualquer parada na linha de montagem, causará interrupção nos processos seguintes. Dessa forma, quando um processo é paralisado, luzes de advertências e alarmes sonoros são emitidos, indicando que a equipe deve solucionar um problema

detectado. Esse sistema de advertência é chamado de *andon* que significa sinal para recorrer à ajuda (LIKER, 2005).

Segundo Liker (2005, p. 145), o “O Modelo Toyota quer construir na cultura a filosofia de parar ou desacelerar para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa, aumentando a produtividade a longo prazo”.

Princípio 6 : Tarefas Padronizadas são a Base da Melhoria Contínua e da Capacitação dos Funcionários.

As tarefas a serem realizadas por funcionários e máquinas devem seguir um padrão determinado, seguindo um cronograma, tempo correto de processamento e resultados a serem obtidos. Uma produção atinge certo controle quando as atividades desenvolvidas são padronizadas e a variabilidade é baixa, facilitando o trabalho dos administradores na identificação de defeitos ou falhas na linha de produção. As melhorias contínuas só podem ser desenvolvidas a partir da padronização das atividades, pois não há sentido melhorar um processo que é variavelmente realizado de forma diferente (FERREIRA, 2006).

Uma padronização significa especificar ao funcionário as sequências de processos a serem desenvolvidos, com o *Takt Time* de cada processo, com as especificações de qualidade que devem ser seguidas, e a quantidade mínima de material utilizado no processo. A padronização é importante para levar o conhecimento dos funcionários a diante, podendo ser utilizado como parâmetro para futuras medições de desempenho (FERREIRA, 2006).

Princípio 7: Usar Controle Visual para que Nenhum Problema Fique Oculto.

Uma das ferramentas para implementação da produção enxuta é o “programa 5S”. É utilizado para manter o ambiente fabril limpo e organizado, diminuindo o risco de acidentes, eliminando possíveis perdas e possibilita evidenciar falhas no sistema de produção (LIKER, 2005).

Segundo Liker (2005, p.154), “O Sr. Ohno era apaixonado pelo STP: Dizia que devíamos limpar tudo para poder ver os problemas. Ele reclamava quando não conseguia olhar e dizer se havia um problema. – Fujio Cho, Presidente, Toyota Motor Company”.

O programa 5S consiste em cinco fatores considerados importantes para eliminar perdas que geram erros, defeitos e acidentes de trabalho. Os 5S são: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shituke* (LIKER, 2005).

1. Classificar: é feita uma análise das ferramentas e mantém-se apenas o que for realmente necessário para a produção, eliminando o que não for.

2. Organizar: a partir do primeiro fator, organizar os itens que serão utilizados na produção por ordem de necessidade de utilização, garantindo boa localização de cada item para que seja facilitado o uso pelo trabalhador. “Um lugar para tudo e tudo no lugar”.

3. Limpar: atua como uma forma de inspeção do local pode deixar a mostra falhas e defeitos que podem estar ocorrendo. Trata-se de manter o local de trabalho limpo e manter as máquinas em perfeito estado. Por exemplo, uma máquina que deixe cair óleo, não basta o funcionário limpar o óleo, e sim buscar a manutenção da máquina a fim de eliminar o problema.

4. Padronizar (criar regras): desenvolver um sistema eficaz capaz de manter e monitor os 3S acima explicados.

5. Disciplinar (autodisciplina): manter o local de trabalho estável e dar boas condições de trabalho aos funcionários, deve ser um processo constante de melhoria continua.

Princípio 8: Usar Somente Tecnologia Confiável e Plenamente Testada que Atenda aos Funcionários e Processos.

A experiência de diversas empresas na aquisição de tecnologia que não foi utilizada pela mesma, fez o STP repensar o seu uso, utilizando em algumas situações processos manuais simples. Esta política ainda é vista na Toyota nos dias atuais, porém a empresa busca o uso de tecnologia com agregação de valor, com sistemas que apoiam pessoas e processos (LIKER, 2005).

A tecnologia a ser implementada na Toyota passa por diversos processos antes de ser aceita ou rejeitada. O STP analisa todos os impactos que a nova tecnologia causará no seu sistema, desde melhorias no processo com eliminação de perdas até a valorização dos funcionários antes da tecnologia. Um sistema piloto é desenvolvido com a nova tecnologia para testar se haverá agregação de valor e se há benefícios para os funcionários. Se a implementação causar algum

conflito com os princípios do STP ou afetar de forma negativa a confiabilidade e a flexibilidade da produção, a Toyota rejeita ou adia a adoção da mesma (LIKER, 2005).

A adoção de tecnologia em um processo é feito com consenso entre a administração e os operários do chão de fábrica, de forma que a nova implementação mantenha o fluxo contínuo no processo e ajude os funcionários a obterem um melhor desempenho. O objetivo é aprimorar as práticas já desenvolvidas sem eliminar do sistema os funcionários que agregam valor a produção (LIKER, 2005).

Princípio 9: Desenvolver Líderes que Compreendam Completamente o Trabalho, Vivam a Filosofia e a Ensinem aos Outros

A Toyota tem a filosofia de desenvolver seus líderes dentro da empresa, os principais líderes em sua história vieram de outros setores dentro da própria empresa. A Toyota não sai no mercado à procura de novos administradores, pois um líder desenvolvido internamente já conhece plenamente a cultura da empresa e entende o funcionamento dentro do chão de fábrica. Um funcionário que conheça superficialmente as diretrizes da empresa pode fazer mudanças ineficientes no sistema (LIKER, 2005).

Um líder da Toyota combina a capacidade técnica de desenvolver e aprimorar os processos produtivos com a capacidade de lidar com pessoas, desenvolver, instruir e liderar pessoas. Dificilmente um líder ordena algo para seu funcionário, mas sempre orienta através de questionamentos. É um construtor de aprendizagem, respeitado pelos funcionários, pelo conhecimento e liderança (LIKER, 2005).

Segundo Liker (2005, p.185),

“Se considerarmos todos os grandes líderes da história da Toyota, veremos que eles compartilham diversos traços comuns:

1. Concentram-se em um objetivo de longo prazo para a Toyota como contribuição de valor para a sociedade.
2. Nunca se desviam dos preceitos do DNA do Modelo Toyota, abertamente vivendo e moldando-se em torno desses preceitos.
3. Galgam degraus fazendo o trabalho detalhado e continuam a ir até o *gemba* – o verdadeiro lugar onde o trabalho com agregação de valor é desempenhado.
4. Veem os problemas como oportunidade de treinar e instruir seu pessoal”.

Princípio 10: Desenvolver Pessoas e Equipes Excepcionais que Sigam a Filosofia da Empresa.

A Toyota busca constantemente pessoas capacitadas que atendam ao perfil e a filosofia do STP. Assim, a Toyota busca um equilíbrio entre funcionários de excelência e o trabalho em equipe. Neste sistema, o trabalho em equipe é altamente valorizado e fundamental para as diretrizes da empresa (LIKER, 2005).

A filosofia da Toyota é de fazer altos investimentos nas pessoas, com a recompensa de obter funcionários capacitados tecnicamente e comprometidos com a empresa. Ao desenvolver um sistema que siga o princípio 10 haverá a formação de excelentes equipes, através de treinamentos e construção de grupos de trabalho (LIKER, 2005).

Princípio 11: Respeitar sua Rede de Parceiros e de Fornecedores, Desafiando-os e Ajudando-os a Melhorar.

A Toyota trata seus fornecedores como uma extensão de sua produção, e assim busca se desenvolver junto com os fornecedores. A Toyota é um cliente exigente e rígido com seus fornecedores, exigindo qualidade e compromisso. A busca por melhorias contínuas no STP engloba o auxílio aos fornecedores e estabelecem desafios com os mesmo (LIKER, 2005).

Princípio 12: Ver por si Mesmo para Compreender Completamente a Situação.

O treinamento que a Toyota realiza com seus funcionários tem como objetivo capacitá-los a entender o STP como um todo, desde as filosofias empregadas até o fluxo contínuo, o trabalho padronizado e outras técnicas enxuta. Além disso, é necessário que o funcionário saiba analisar criticamente o que ocorre na empresa, de maneira a estar apto a chegar à raiz de determinados problemas. A análise de um processo produtivo, por exemplo, deve ser feito por um funcionário da área administrativa pessoalmente, é necessário ir até o local e ver. Relatórios e dados, apenas, são considerados meios supérfluos de resolução de problemas (LIKER, 2005).

Princípio 13: Tomar Decisões Lentamente por Consenso, Considerando Completamente Todas as Opções; Implementá-las com Rapidez.

A alta administração da Toyota entende que o modo como um funcionário chegue a uma decisão é tão importante quanto os resultados que essa decisão traz. O segredo da empresa para tornar perfeito as suas implementações é o trabalho cuidadoso e bem planejado, com atenção em cada detalhe, tudo deve ser devidamente analisado e estudado (LIKER, 2005).

A cautela da equipe Toyota em tomar decisões não implica em processos demorados, a empresa preza por sua eficiência e rapidez nas tomadas de decisão. Quanto uma decisão é tomada, sua implementação é feita de forma rápida (LIKER, 2005).

Princípio 14: Tornar-se uma Organização de Aprendizagem pela Reflexão Incansável (*Hansei*) e pela Melhoria Contínua (*Kaizen*).

A filosofia da Toyota é de criar sistemas sólidos de pessoas, tecnologia e processos à longo prazo que deem resultado para os clientes. Sua crença é de desenvolver seu sistema ideal e a partir dele buscar uma melhoria contínua (LIKER, 2005).

Para o STP pensar em melhorias contínuas (*kaizen*), é necessário desenvolver uma linha de produção padronizada e estável. Com o processo estabilizado, a identificação de falhas e defeitos no sistema se torna facilitada e assim os funcionários tem a oportunidade de aprender continuamente a partir das melhorias já realizadas (LIKER, 2005).

A base do *kaizen* está na atitude das pessoas em ter autocritica, autorreflexão e buscar sempre melhorar. Segundo Liker (2005), as pessoas ocidentais encaram um erro ou uma crítica como um sinal de fraqueza. A filosofia da Toyota busca abordar abertamente as falhas, assumir responsabilidades em erros e assim propor soluções para que estas falhas não se repitam.

2.1.3 Ferramentas da Produção Enxuta

2.1.3.1 Mapear um fluxo de valor

Fluxo de valor é tudo que engloba uma produção, as operações que agregam valor ou não que são necessárias para a criação de um produto. Para que desperdícios sejam eliminados e assim o sistema enxuto ser implantado em uma produção, o fluxo de valor deve ser mapeado desde a matéria prima,

até o consumidor final, para que se tenha uma visão de um estado ideal. O objetivo é aperfeiçoar toda a linha de produção, e não apenas partes isoladas, para que os resultados da implementação sejam vantajosos. Este mapeamento faz enxergar relações entre os fluxos de materiais e de informação (ROTHER; SHOOK, 2003).

Uma linha de produção é complexa e detalhada, ao se mapear o fluxo de valor, não cabe mapear toda a linha, e sim dividir a produção em famílias de produtos. Uma família é um grupo de produtos que passam pelas mesmas etapas de montagem e utilizam os mesmos equipamentos. Um gerente do fluxo de valor é designado para ser responsável pelo desenvolvimento de cada família (ROTHER; SHOOK, 2003).

O mapeamento do fluxo de valor começa com o desenho do estado atual, a partir das condições atuais da empresa. Em seguida é desenvolvido um mapa do estado futuro, mostrando as deficiências do estado atual e como aprimora-las. Posteriormente, um novo mapa futuro será desenvolvido, dessa forma as melhorias são feitas de forma contínua (ROTHER; SHOOK, 2003).

A criação de um mapa do fluxo de valor consiste em separar os processos básicos da produção. Dois processos são considerados distintos quando há estoque entre eles. Em cada processo, deve haver informações como tempo de ciclo (tempo necessário para um componente e o próximo saírem de um mesmo processo), tempo de troca (tempo para mudar a produção de um produto para outro), disponibilidade do processo, tamanho dos lotes de produção, tempo de trabalho, são informações relevantes que serão base para a formação do estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2003).

O desenvolvimento do mapa é feito partindo do cliente e chegando aos fornecedores, para que a produção seja “puxada” e não “empurrada”. Os processos são colocados na ordem sucessiva do fluxo de material com suas devidas informações necessárias. A produção de cada processo é determinada pelo Controle da Produção, sendo este o fluxo de informação. Uma linha do tempo é criada abaixo de cada processo para determinar o *Lead Time* total da produção, que deve ser comparado com o tempo de agregação de valor do fluxo (ROTHER; SHOOK, 2003).

2.1.3.2 Sistema Kanban

O sistema puxado de uma produção tem o *kanban* como uma ferramenta relevante para sua operação por mostrar o que deve ser produzido. *Kanban* significa cartão, é uma ferramenta visual que determina se há necessidade de abastecer um determinado produto em falta ou se já existe em excesso. Sua função de coordenar os processos de um fluxo, evitando a superprodução e a escassez de produtos. Esta ferramenta mostra se o fluxo de materiais e informação está fluindo de forma correta (SHINGO, 1996).

Segundo Shingo (1996), cada *kanban* representa um estoque na linha produção, assim nas melhorias contínuas deve-se buscar uma redução do número de *kanban*, com o objetivo de diminuir o estoque. Para o uso da ferramenta *kanban* algumas regras são determinadas:

1. As especificações do *kanban* determinam o que um processo seguinte deve retirar do processo anterior;
2. O número de *kanban* deve gradualmente ser reduzido;
3. Produtos defeituosos não devem passar pelos processos;
4. Em locais onde não existe *kanban*, não deve existir produção;
5. É utilizado apenas para ajustar pequenas flutuações de demanda;
6. O *kanban* deve determinar as características dos processos anterior e posterior, o que foi produzido, em quais quantidades, e o que deve ser armazenado.

2.1.3.3 Manutenção Produtiva Total (MPT)

A confiabilidade nas máquinas e processos produtivos é uma abordagem da produção enxuta que busca a estabilidade produtiva. O objetivo é diminuir perdas por quebras e mau funcionamento das máquinas. O não funcionamento de alguma máquina gera o desperdício de espera dos funcionários, classificados como um dos sete maiores desperdícios em uma linha de produção. (FELD, 2000 apud ESPOSTO, 2008, p.49).

A manutenção preditiva busca antecipar o problema, um funcionário deve estar atento ao funcionamento e identificar a possibilidade de quebra, e assim buscar o reparo antes que a mesma interrompa a linha de produção (FELD, 2000 apud ESPOSTO, 2008, p.49).

2.1.3.4 Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

Tempo de *setup* é o tempo decorrido entre a produção da última peça de um lote e a primeira peça do lote posterior. A troca rápida de ferramentas tem por objetivo diminuir esse tempo de setup progressivamente e assim a produção pode ter maior flexibilidade e uma queda no estoque. A TRP também pode trazer uma diminuição nos custos de processamento das máquinas, identificar possíveis gargalos na produção e gerar um aumento produtivo da máquina (SHINGO, 2000).

Segundo Shingo (2000) as melhorias no tempo de *setup* através da troca rápida de ferramentas são feitas em quatro etapas. Na etapa 1, com a participação dos operadores da máquina em estudo, não é distinguido o tempo de *setup* interno (tempo decorrido com a máquina parada) e *setup* externo (tempo decorrido com a máquina produzindo). Na etapa 2 o setup interno e o externo são distinguido. A etapa 3 consiste na possibilidade de transformar o setup interno em externo. Esta operação pode requerer algum investimento. A última etapa busca eliminar o *setup*.

2.1.3.5 Layout

A criação de um fluxo contínuo de peças é essencial para a implementação da produção enxuta, e assim um espaço físico adequado que atenda as especificações da produção é necessário. O *layout* de produção é um local onde diversos desperdícios podem ser identificados, como transporte indevido de peças, fluxo de funcionários e formação de estoques (SHINGO, 1996).

O desenvolvimento de uma célula de manufatura traz um ambiente discreto e uma determinada família de produtos pode ser produzida com menor transporte de peças, redução do *Lead Time* e uma maior flexibilidade. Os funcionários devem ser multifuncionais e serem capaz de desenvolver etapas sequentes (GHINATO, 2000 apud FERREIRA, 2006, p.23)¹.

Um arranjo celular é aquele que os equipamentos e máquinas de operações sequenciais estejam próximos, facilitando os transportes, diminuindo possíveis estoques, facilitando a movimentação dos operários e possibilitando a identificação de gargalos na produção. Dessa forma, o fluxo

¹ FELD, W.M. Lean manufacturing: tools, techniques and how the use them. Boca Ration: St. Lucie Press, 2000, p.228.

contínuo de produção é facilitado (MARTINS; LAUGENI, 1998 apud BARBOSA, 2011, p.37).

2.1.3.6 Poka-yoke

Poka-yoke são métodos utilizados nas linhas de produção para identificarem possíveis erros na montagem. É conhecida como dispositivos à prova de erro, com este método, uma peça só passa adiante na linha de montagem se estiver isenta de falhas. Um molde físico que apenas possibilita o encaixe da peça com as medidas certas é um exemplo de *poka-yoke*. É essencial para diminuir os desperdícios de “peças defeituosas” (FELD, 2000 apud ESPOSTO, 2008, p.50).

2.2 Ergonomia

A palavra ergonomia é uma conjugação de termos gregos, *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras). Trata-se de uma ciência desenvolvida em projetos de sistemas produtivos nas quais alinham máquinas e equipamentos com condições seguras de trabalho (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

A Ergonomia foi desenvolvida em plena II Guerra Mundial (1939-1945). Diferentes áreas científicas, como medicina, engenharia, psicologia, trabalharam juntas para resolver problemas causados por equipamentos utilizados nas operações militares. Estes projetos tiveram alta aceitação, sendo utilizados nas indústrias no pós-guerra (DUL; WEERDMEESTER, 2004)^{2,1}.

Os projetos de trabalho desenvolvidos nas empresas buscam dar ao trabalhador boas condições de segurança e conforto para que o trabalho seja realizado de forma eficiente. As capacidades, limitações físicas e psicológicas do ser humano são analisadas e adaptadas para o ambiente de trabalho (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

O desenvolvimento da tecnologia foi fundamental nas novas concepções de ergonomia. O trabalho pesado de um trabalhador foi transferido para as máquinas, e nos dias atuais o computador é responsável por grande parte das

² GHINATO, P. Publicado como 2º. cap. Do livro: Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações. Editora da UFPE, Recife, 2000. MARTINS, P.G.;LAUGENI, F.P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 1998.

operações. Dessa forma, a ergonomia passa a se preocupar com órgãos de sentido e visão do trabalhador (GRANDJEAN, 1998).

A ergonomia é uma ciência multidisciplinar por ser integrada por várias áreas do conhecimento humano, e ao mesmo tempo aplicada, por adaptar as necessidades do ser humano com o ambiente fabril (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

2.2.1 Impactos ergonômicos aplicados em uma Produção Enxuta

A partir de 1999 a Volkswagen do Brasil passou a implementar diversas técnicas e ferramentas enxutas visando obter maior competitividade no mercado. Segundo Carneiro (2003), dentro do sistema da Volkswagen são abordados 09 temas para o sucesso da empresa. Dentro destes pilares, podemos observar a importância das condições humanas dentro da cultura organizacional.

2.2.1.1 Trabalho em equipe

O trabalho em equipe pode ser alcançado com um alinhamento entre as atividades a serem desenvolvidas, capacidades e limitações das pessoas. Neste pilar, as discussões entre o time sobre quais são as melhores decisões a serem tomadas fortalecem o trabalho em equipe. A ergonômica pode contribuir fortemente com o planejamento, padronização, avaliação dos postos de trabalho e atividades, gerando satisfação no trabalho a ser realizado. Assim, a ação da ergonomia pode gerar mudanças tanto nas atividades dos operadores de forma a melhorar o ambiente de trabalho e formação de um time com objetivos em comum. A maior satisfação no trabalho poder gerar melhores resultados para a estratégia da companhia (RIO;PIRES, 2001).

2.2.1.2 Gerenciamento Visual

Este pilar visa a transmissão das informações (indicadores de qualidade, produtividade ou alerta para algum perigo ou anomalia) do chão de fábrica de forma rápida, clara e coesa. A ergonomia se aplica neste modelo na clareza da transmissão da informação de forma a gerar total compreensão da informação que está sendo transmitida. Esta maneira de reportar os indicadores da fábrica busca aproximar o operador com os elementos do sistema no qual está envolvido,

gerando maior compreensão e entendimento das atividades que estão sendo desenvolvidas (CARNEIRO, 2003).

2.2.1.3 Posto de Trabalho

A organização do posto de trabalho é extremamente relevante em um sistema enxuto. Os 5 “S” do sistema lean são: separar, organizar, limpar, praticar higiene e segurança e criação do hábito de manter organizado o ambiente de trabalho (CARNEIRO, 2003).

A ergonomia está fortemente presente neste pilar. Ao manter um ambiente limpo e organizado, o trabalhador terá maior facilidade para desenvolver seu trabalho e maior satisfação atuando em um ambiente confortável e seguro. Este pilar é muito importante na prevenção de acidentes no trabalho (CARNEIRO, 2003).

2.2.1.4 Trabalho Padronizado

A padronização das atividades, que devem ser desenvolvidas em diferentes turnos, visa a excelência operacional e segurança de processo. Tem-se de forma clara e coesa como as atividades devem ser desenvolvidas e as quais são as melhores praticas. A ergonomia contribui mantendo o equilíbrio entre as condições humanas e a tecnologia implementada nos processos, de forma que toda operação realizada é sustentada por um roteiro, previamente construído com os inputs da operação alinhado com princípios de ergonomia (CARNEIRO, 2003).

2.2.1.5 Solução de Problemas

O envolvimento das pessoas na busca por soluções rápidas de problemas tem um importante significado na ergonomia cognitiva, ao gerar uma interface e interação entre as pessoas na busca pela eliminação do problema encontrado (CARNEIRO, 2003).

2.2.1.6 Sistemas de Materiais

O sistema enxuto busca otimizar os níveis de estoque, reduzindo-o ou eliminando, com o objetivo de estabilizar os processos, eliminar desperdícios e

reduzir custos. Do ponto de vista ergonômico, a eliminação de desperdícios reduz o trabalho desnecessário e o retrabalho, por parte da operação. Com o sistema enxuto, os ajustes de layout e organização dos postos de trabalho são criados com base nos princípios da ergonomia e aumentam a possibilidade de sucesso na implementação das novas técnicas e ferramentas (CARNEIRO, 2003).

2.2.1.7 Processos Padronizados da Qualidade

A padronização das atividades com a construção de um roteiro de trabalho que deve ser seguido impacta diretamente na melhoria da qualidade dos produtos. Ao padronizar o trabalho, tem-se um caminho importante para a padronização da qualidade. Neste pilar, os aspectos ergonômicos aparecem com a organização do trabalho e melhoria contínua (CARNEIRO, 2003).

2.2.1.8 Manutenção Produtiva Total – MPT

O sistema enxuto visa trabalhar com o mínimo estoque, e assim, a manutenção dos equipamentos, evitando paradas de planta por quebras de máquinas ou equipamentos tem papel fundamental neste pilar, o MPT garante a continuidade da linha produtiva. A saúde do trabalhador é vital neste pilar, a interação homem-tarefa é muito forte e importante na continuidade do processo produtivo, considerando que os estoques são mínimos, e qualquer parada, poderá impactar diretamente no planejamento da fábrica (CARNEIRO, 2003).

2.2.2 Utilização das técnicas enxutas e os impactos ergonômicos

Como discutido anteriormente as técnicas enxutas visam aumento da produtividade ao eliminar as atividades que geram custos e despesas, porém não agregam valor para o resultado final da companhia. Essa implementação deve considerar as questões humanas, que impactam diretamente no resultado da implementação de técnicas enxutas. A seguir, teremos a análise de algumas técnicas ou ferramentas enxutas e seus possíveis impactos na saúde dos operadores.

2.2.2.1 Kanban

A utilização de Kanbans nas linhas produtivas Lean são muito comuns. Trata-se de uma técnica visual que tem como objetivo alertar aos operadores como a produção deve seguir. Através de um semáforo, o Kanban destaca em cores (vermelho, amarelo e verde) quais itens estão em falta e assim direciona o operador na decisão que deverá ser tomada (BELMONTE; GUIMARÃES, 2004).

Pode-se afirmar que o Kanban proporciona ao operador autonomia importante dentro do fluxo de produção. Em determinados casos, as decisões do que deve ser produzido é feita pelas equipes de Planejamento e Controle da Produção ou nas mãos da gerência. Esse fator é preponderante para enriquecer o trabalho do operador, trazendo motivação e reduzindo a monotonia no trabalho (BELMONTE; GUIMARÃES, 2004).

Pontos negativos também podem ser identificados neste caso, como por exemplo, o possível stress gerado na dificuldade em tomada de decisão importantes que ocorrem durante o trabalho e que podem ter um impacto significativo; pessoas com dificuldade na visualização das cores (daltônicos) também poderiam ter dificuldades com a utilização dessa técnica (BELMONTE; GUIMARÃES, 2004).

2.2.2.2 Manufatura Celular

Na configuração de Manufatura Celular, os operadores são responsáveis por manusear diferentes máquinas e equipamentos durante a jornada de trabalho. Diferente do modelo tradicional, onde cada operador é responsável por apenas um determinado posto de trabalho, nesta configuração do sistema Lean, a rotatividade nos postos é benéfico ao diminuir a repetição e a incidência de LER/DORT (ELIAS;MERINO, 2007).

Geralmente as células de manufatura são em formato de U, possibilitando aos operadores visualizarem toda a movimentação da matéria prima e as etapas de transformação até a saída do produto acabado. Este fator pode ser positivo ao gerar proximidade e significância no trabalho do operador. Tem-se aumento do comprometimento com o trabalho podendo acarretar em melhores resultados de produtividade e qualidade. Este ambiente gera maior união da equipe, por trabalharem em um Layout com maior proximidade entre os pares, gerando desafios e integração das pessoas (ELIAS; MERINO, 2007).

Em contra partida, este tipo de configuração, ao alocar diferentes pessoas em postos de trabalhos diferentes, pode impactar a NR 17, item 17.3.1 determina que o posto de trabalho deve ser executado de forma sentada. O modelo Lean de manufatura celular exige agilidade e flexibilidade dos operadores, acarretando em atividades realizadas em pé, por não haver tempo hábil de adaptação aos postos de trabalho para as diferentes pessoas que ocupam os espaços. O dimensionamento das máquinas para utilização deve ser verificado a fim de evitar prejuízos ergonômicos (ELIAS;MERINO, 2007).

O sistema em manufatura celular tem como característica a rotatividade e alternância de operações realizadas. Ao mesmo tempo busca minimizar a monotonia, esse sistema pode sobrecarregar o operador ao exigir a memorização de várias operações no mesmo dia. Podemos também considerar que a manufatura celular diminui as distancias de transporte de matéria prima e produto final, reduzindo cargas a serem transportadas dentro do ambiente fabril. (GRANDJEAN, 1998).

2.2.2.3 Setup Rápido

As variações de demanda, com a troca dos produtos acabados que devem ser produzidos, exigem alterações em peças de máquinas ou ajustes nos equipamentos. O sistema Lean foca em eliminar ao máximo o tempo de troca de ferramentas. Para a realização de um setup, os operadores possuem um procedimento que deve ser seguido, visando realizar a operação com segurança. Ao buscar otimizar o tempo e reduzir o setup, os novos procedimentos podem reduzir o tempo, porém possíveis riscos de segurança ainda estão arriscados de ocorrerem. A agilidade em determinada operação, sem uma análise previa dos possíveis riscos, podem colocar em risco a segurança das pessoas (SHINGO, 2000).

2.2.2.4 Dispositivos a prova de erro (Poka-Yoke)

A utilização desse tipo de equipamento (Poka-Yoke) visa aumentar a qualidade do produto por meio de moldes, compatibilidade espacial ou utilização de cores. Estes dispositivos são responsáveis por alertar em caso de anomalia na linha de produtos acabados. Trata-se de uma importante ferramenta das técnicas

enxutas, visando evitar o retrabalho e realizando atividades que agregam valor ao produto final (SELL, 2004).

O dispositivo a prova de erro irá alertar o operador em caso de anomalias nos produtos. Assim, o operador tem a responsabilidade de, eventualmente, paralisar a linha produtiva. Cabe ao operador tomar uma importante decisão em caso de alerta do Poka-Yoke. A ergonomia cognitiva, neste caso, deve ser avaliada com a definição do perfil de pessoa que estará a frente da operação. As tomadas de decisão devem ser avaliados sob o ponto de vista de sobrecarga mental e a preparação da pessoa à tomar uma decisão importante (GUIMARÃES, 2004).

Tem-se um trade-off quando um dispositivo a prova de erros é implementado. O operador terá maiores responsabilidades, fato que poderá gerar novos desafios e conseqüentemente maior motivação no trabalho. Em contra partida, o stress mental devido a sobrecarga de responsabilidade, poderá ser um fator negativo na segurança do mesmo (ELIAS;MERINO, 2007).

2.2.2.5 Manutenção Produtiva Total (MPT)

Além das responsabilidades de controlar a produção, trabalhar em diferentes postos de trabalhos, sendo capaz de realizar múltiplas disciplinas em uma mesma célula de manufatura, operar máquinas de forma ágil e eficaz, reduzindo tempos de parada da linha por setup e ter autonomia de paralisar a linha em caso de inconformidades, o sistema enxuto busca uma melhoria contínua nos seus processos, com a manutenção produtiva total ou manutenção das máquinas (GUIMARÃES, 2004).

Os operadores devem receber essa responsabilidade juntamente com o treinamento apropriado para que sejam plenamente realizada os procedimentos de manutenção. A ergonomia deve ser tratada neste ponto, a afim de evitar um sentimento de impotência das pessoas em relação as atividades que devem ser cumpridas (GUIMARÃES, 2004).

2.2.2.6 Visibilidade e Padronização

A maioria das técnicas da produção enxuta destacadas acima utiliza a informação visual para direcionar o andamento da linha produtiva. Do ponto de vista ergonômico, deve-se ter especial cuidado em como transmitir essas informações. As cores ou linhas devem ser claras e coesas, evitando que os

operadores se confundam com a informação. A possibilidade de confusão ou entendimento equivocado pode gerar mal estar dentro do ambiente (LIKER, 2005).

A aplicação de técnicas que deixam os problemas claramente a mostra, deve ser acompanhada de mudanças na cultura do ambiente. Com as sinalizações visuais de que um problema está ocorrendo, rapidamente todo o ambiente está ciente de que algo não está sendo feito de forma correta, fato que poderá gerar constrangimento para a pessoa envolvida. A implementação das técnicas enxutas devem ser feitas juntamente com uma análise crítica da cultura da empresa, visando o preparo das pessoas (LIKER, 2005).

Novas técnicas, ferramentas e condução da produção devem ser acompanhadas com forte padronização das atividades e prescrição, em forma de guia, visando facilitar a adaptação do operador e entendimento do que deve ser feito. É de grande importância, que as pessoas envolvidas diretamente nas operações, contribuam na criação da padronização das atividades (LIKER, 2005).

Dentro do escopo das técnicas enxutas encontramos as práticas e ferramentas voltadas para otimização da linha produtiva e qualidade, e também uma série de iniciativas voltada para a qualidade de vida das pessoas. Assim, ao implementar uma cultura Lean dentro do ambiente fabril, as iniciativas voltada para pessoas não devem ficar em segundo plano, em detrimento de tudo que gera resultados para a companhia e acionistas. A valorização do desenvolvimento das pessoas é um pilar fundamental na construção da nova cultura e para o sucesso do Sistema Toyota de Produção.

2.2.3 Análise da Ergonomia na implementação da Produção Enxuta

Após a revisão bibliográfica realizada sobre o impacto da implementação do sistema *Lean* nas questões ergonômicas, o autor FERREIRA (2006) realizou um estudo de caso em um fabricante de máquinas agrícolas que passara, recentemente, pelo processo de implementação da produção enxuta. Por ser um ambiente da indústria automotiva (produção de colheitadeiras), houve maior facilidade em analisar os princípios da produção enxuta e análise crítica das condições de trabalho.

O trabalho de FERREIRA (2006) foi iniciado com a análise do Nível de Implementação da Produção Enxuta (NIPE), avaliando produção puxada, nivelamento, padronização, flexibilização da mão-de-obra, manutenção produtiva

total, troca rápida de ferramentas e gerenciamento visual. Para a determinação do nível de implementação da produção enxuta, o autor realizou diversas entrevistas dentro da companhia.

Para o tema de Segurança e Saúde no trabalho, FERREIRA (2006) entrevistou técnicos e operadores coletando dados referentes há 12 meses anteriores à implementação da Produção Enxuta, aos 18 meses de implementação do sistema, e 12 meses referentes ao período pós-implementação.

2.2.3.1 Crescimento Profissional

Com a implementação da Produção Enxuta, os relatos dos operadores foram positivos quanto às possibilidades de crescimento profissional. De acordo com as opiniões dos entrevistados, o novo sistema proporcionou aumento nas responsabilidades, evidenciando a importância das pessoas na nova cultura da empresa como um todo, transmitindo a sensação de estarem sendo mais valorizados (FERREIRA, 2006).

2.2.3.2 Autonomia

A autonomia no trabalho foi descrita pelos operadores como a liberdade de não realizar as atividades de forma rígida, escolhendo melhores práticas a serem realizadas e a autonomia de paralisar a linha em caso de algum problema. Segundo os relatos, com a produção enxuta, eles são instruídos a paralisar a linha em caso de problemas, fator que aumentou a autonomia no trabalho. Apesar da padronização das atividades, característica do sistema Lean, os relatos indicam que ainda há diferenças entre o trabalho prescrito e o realizado. O ponto destacado pelos operadores onde não há autonomia é em relação à escolha de quais atividades irão realizar (FERREIRA, 2006).

2.2.3.3 Pausas

Como princípio do sistema Enxuto, os desperdícios são eliminados e consequentemente, as pausas durante a jornada são mitigadas. Porém, os relatos apontaram que, quando conveniente, ainda pode haver pausas, o tempo de parada ainda é considerado satisfatório (FERREIRA, 2006).

2.2.3.4 Nível de Atenção

Este aspecto já era considerado alto pelos operados antes da implementação do sistema. Após a implementação, considerou-se um aumento no nível de atenção. Como o setor produtivo passou a produzir diversos modelos (produção mista) a monotonia no trabalho foi reduzida significativamente e a variedade na produção, com diferentes operações a serem realizadas na mesma semana, por exemplo, acarretou em aumento no nível de atenção (FERREIRA, 2006).

De forma a atender a demanda dos consumidores, a companhia adotou a técnica de produção intercalada de colheitadeiras, gerando maior agilidade nas entregas, respondendo de forma rápida as variações do mercado. No modelo antigo, possivelmente, os operadores poderiam passar semanas sem produzir determinado produto, correndo o risco de esquecimento de determinadas operações. Com o novo sistema, ao eliminar a monotonia, os operadores estão em contato com maior número de atividades (FERREIRA, 2006).

2.2.3.5 Nível de Dificuldade

Antes da implementação do sistema Lean, o nível de dificuldade não era considerado alto. Com o novo sistema, teve-se a impressão de que o nível seria elevado devido à quantidade de tarefas diferentes e a multifuncionalidade, porém essa impressão não se confirmou. Segundo os relatos, as diferentes atividades que serão desenvolvidas não eram consideradas difíceis, o que facilitou o aprendizado de uma maior quantidade de operações (FERREIRA, 2006).

2.2.3.6 Nível de Responsabilidade

O relato dos operadores foi de que o nível de responsabilidade aumentou com o novo sistema. Esse ponto se deu pelo aumento das atribuições, como limpeza e organização dos postos de trabalho, utilização de Kanbans, possíveis paralizações na linha em caso de anomalias. No início, teve-se a impressão de redução na monotonia do trabalho, porém com o tempo, constatou-se que a monotonia se mantinha a mesma (FERREIRA, 2006).

2.2.3.7 Multifuncionalidade

Neste quesito os operadores relataram que a multifuncionalidade não reduziu a monotonia ou repetitividade. As alterações nas posições de trabalho só

eram efetivamente feitas quando havia pessoas em falta ou alterações na demanda. Segundo os pesquisados, essas alterações ocorriam apenas a cada 45 dias. Apesar de não diminuir a monotonia no trabalho, as pessoas relataram que houve aumento no estímulo para trabalhar, por haver menor incerteza nas atividades que deveriam ser realizadas e dessa forma, cresceu a média de gostar do que fazem (FERREIRA, 2006).

Os funcionários relatam que a multifuncionalidade pode enriquecer seu trabalho e aumentar seu nível de qualificação, por ter acesso a diferentes operações. Porém, criticam o fato de não serem envolvidos nas atividades que gostariam de realizar (FERREIRA, 2006).

2.2.3.8 Nível de Stress

Neste ponto os operadores relataram que o estresse aumentou com a implementação do sistema Lean. Os principais sintomas citados foram ansiedade e irritabilidade. Os motivos destacados foram os elevados padrões de limpeza que deveriam ser cumpridos, aumento do ritmo de trabalho e fortes cobranças para encontrar soluções aos problemas que apareciam no dia-a-dia (FERREIRA, 2006).

2.2.3.9 Carga de Trabalho

Neste quesito os operadores entendem que os níveis eram altos e estes aumentaram com a implementação do sistema. No novo ritmo de trabalho, as paradas e folgas foram reduzidas, as atividades realizadas agregam valor, e atividades como busca por material ou informações foram eliminadas. Empresas enxutas intensificam o trabalho (FERREIRA, 2006).

2.2.3.10 Padronização do Trabalho

A padronização do trabalho a ser desenvolvido foi fortemente trabalhada na implementação do novo sistema. Próximo às estações de trabalho, os operadores tem fácil acesso aos roteiros de trabalho. Contrariamente da filosofia da Produção Enxuta, a padronização não é feita com a participação dos funcionários. As atividades, na maioria dos casos, devem ser realizadas de forma rígida conforme roteiro. Assim, a flexibilidade é baixa (FERREIRA, 2006).

Os roteiros de trabalho são disponibilizados em sistemas, o que dificulta a transmissão das alterações que possivelmente possam ocorrer. A dificuldade no

fluxo da informação pode dificultar o acesso às mudanças para operadores de outros turnos (FERREIRA, 2006).

2.2.3.11 Distribuição Carga de Trabalho

Com a padronização do trabalho, tem-se o conhecimento e detalhamento de todas as operações, assim como a duração de cada uma. Assim, os operadores relataram que houve uma melhoria na distribuição da carga de trabalho. Com o detalhamento de todas as operações que devem ser feitas, teve-se a oportunidade de balancear a produção entre as pessoas responsáveis (FERREIRA, 2006).

2.2.3.12 Kanban

A implementação desta ferramenta para racionalização da produção puxada mostram alta satisfação dos operadores. O relato foi de que entendem o funcionamento do sistema e estão satisfeitos com seu funcionamento. Nesta linha de produção analisada, o Kanban é utilizado em todas as estações de trabalho (FERREIRA, 2006).

2.2.3.13 Gerenciamento Visual

Os procedimentos de limpeza e organização foram criticados pelos operadores devido ao excesso de rigidez e burocracia no preenchimento de diversos relatórios e documentos. Apesar da rigidez do novo processo, o relato positivo se deu pelo gerenciamento visual. Para os operadores, o novo sistema chama a atenção pela organização e facilidade em entender o fluxo seguido pelo produto (FERREIRA, 2006).

2.2.3.14 Melhoria Contínua

Os relatos dos operadores foram negativos em relação a sua participação no processo de melhoria contínua. Segundo os pesquisados, eles eram consultados apenas quando a implementação já estava praticamente definida. As discussões eram restritas por supervisores e gerencia (FERREIRA, 2006).

Os pesquisados relataram que o novo sistema de fato incentivava a criatividade para construção de novas atividades que melhoram a produtividade e o bem-estar. Porém, o sistema é extremamente eficiente, em relação ao modelo antigo, o que dificulta a criatividade de novas ideias (FERREIRA, 2006).

2.2.3.15 Segurança e saúde

Os técnicos de segurança entrevistados relataram que os temas de segurança e saúde passaram a ser discutidos por todas as pessoas, reduzindo a centralização do tema apenas para a área de segurança e saúde. Constatou-se que houve uma importante mudança cultural neste quesito, e que com o novo sistema, há forte interação das pessoas com as questões de segurança e saúde. No que se refere a ergonomia, constatou-se que as atividades a serem desenvolvidas, são analisadas previamente e padronizadas de acordo com as limitações humanas (FERREIRA, 2006).

3. Estudo de caso I

3.1 Método de pesquisa

A avaliação dos impactos ergonômicos causados pela Produção Enxuta foi feita em um estudo de caso em uma organização que implanta de forma acentuada a filosofia *Lean Manufacturing*. Após a revisão bibliográfica do assunto estudado, foi feita uma entrevista com um coordenador de *Lean* da empresa acompanhada de uma visita ao chão de fábrica.

A entrevista realizada com o coordenador de *Lean* foi feita com base em um questionário que serviu para identificar a abrangência e a qualidade da implementação do sistema *Lean* na empresa em estudo, considerada pelo autor do projeto, relevante para avaliar como os princípios *Lean* podem impactar nas condições de trabalho. Foi feito com base na pesquisa do autor Ferreira (2006).

A segunda parte do estudo de caso consistiu em uma entrevista baseada em um roteiro de perguntas, e os impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho foram discutidos. O roteiro foi desenvolvido com as questões consideradas relevantes pra serem discutidas pelo autor deste projeto de pesquisa.

O estudo de caso foi utilizado como base para o desenvolvimento do projeto de pesquisa por ser uma ferramenta que permite ao pesquisador uma ampla visão do que está sendo estudado, permitindo examinar fenômenos reais que podem não ser observados apenas nas revisões bibliográficas, além de aprofundar o estudo em questão.

3.2 Descrição da Empresa

Devido à política da empresa em estudo, o nome não será divulgado. Trata-se de uma indústria da linha branca localizada no interior de São Paulo. O estudo de caso foi motivado, pois esta organização implementa a filosofia e as ferramentas *Lean* de forma acentuada, o que permite um aprofundamento no estudo em questão e evidenciando possíveis questões ergonômicas, foco do trabalho. O setor da empresa que será estudado e abordado é o setor da Engenharia de Manufatura.

3.3 Avaliações da Implementação da Produção Enxuta na empresa

3.3.1 Introdução

A primeira parte do estudo de caso foi baseada em uma entrevista com o coordenador de *Lean* da organização em estudo. Nesta entrevista foi abordado como a empresa encara a filosofia *Lean*, quais ferramentas são utilizadas e de que forma a empresa monitora e melhora seus processos.

A implementação do *Lean Manufacturing* na planta em estudo ocorreu a partir de 2006, pois em 2005 a empresa buscava integrar as diferentes plantas pelo mundo a fim de padronizar as fabricas e tornar a marca a maior fabricante do mundo. Dessa forma, o sistema *Lean* foi desenvolvido por uma empresa de consultoria, que buscou adaptar o Sistema de Produção de acordo com as estratégias e a cultura organizacional. O objetivo é estabelecer uma comunicação global entre as plantas buscando a máxima eficiência operacional.

Para implementar um novo sistema o maior desafio é o cultural. A maior mudança para um sistema *Lean* é a mudança de cultura que deve partir de todos os níveis da empresa. Deve-se buscar uma conscientização de toda a organização da nova filosofia que será implantada. A dificuldade encontrada pelos coordenadores e supervisores que buscam implantar a filosofia *Lean* é o aceite dos funcionários, existe a resistência das pessoas em aceitar algo novo. A filosofia *Lean* trata de desenvolver um sistema benéfico para as pessoas, com grande foco em segurança e ergonomia.

Para uma empresa se tornar enxuta, a filosofia *Lean* deve ser implementada de forma *top-down*. Deve ser iniciada pela alta gestão onde as novas estratégias são delineadas e assim são desdobradas estratégias para cada nível abaixo. A manufatura em processo deve ser a base para a nova estratégia, pois um sistema *Lean* utilizado em uma linha de montagem de automóveis pode não ser adequado para outra linha de produção.

A maior dificuldade encontrada na implementação do sistema de produção consiste em manter uma sustentabilidade nas ferramentas que são utilizadas. Um problema encontrado é a implantação do 5S. Após um curto período de tempo da implantação, o resultado desejado já não é o mesmo, mostrando que o processo deve ser lento e gradual.

A empresa em estudo não se limita a ser enxuta apenas nos quesitos de desperdícios de Manufatura, mas busca eliminar perdas nas emissões de resíduos poluentes, nas diminuições de acidentes de trabalho, é uma empresa denominada *Clean*. Existe um alto vínculo da empresa com questões de segurança e ergonomia, avisos de segurança são encontrados em qualquer porta da empresa.

Trata-se de uma empresa multinacional, as metas de produção da empresa como um todo é desdobrado em metas para cada continente. Na América Latina, por exemplo, existe uma meta que é desdobrada para cada país que possui fabricas. Em cada país, as metas são desdobradas para cada planta. O *Lean* trabalha com metas para atingir seus objetivos e identificar gargalos.

As plantas da empresa são classificadas de acordo com sua certificação em *Lean*, que determina o nível de maturidade da implementação do sistema *Lean*. Auditorias são realizadas e o atendimento ou não das normas estipuladas garantem uma nota para cada setor da planta auditada. Os níveis variam de Bronze, Prata, Ouro e Platina. A fabrica em estudo neste trabalho obteve nível Prata de implementação *Lean*.

O estudo de caso foi direcionado para um time da linha de produção. Como trabalham com produtos de grande porte e pesados, não utilizam o *Layout* Celular, mas dividem a linha de produção em times para facilitar a gestão. Para facilitar a comunicação e o monitoramento, um coordenador é designado para cada time.

Para a avaliação da implementação da produção enxuta na empresa em estudo, foram abordados alguns tópicos, como produção puxada, fornecedores, operações padronizadas, flexibilização da mão-de-obra, manutenção produtiva total, gerenciamento visual e melhoria contínua.

3.3.2 Produção Puxada

A produção puxada na empresa é dificultada pelo elevado *mix* de produtos que são desenvolvidos, são mais de 600 produtos diferentes. A quantidade de produtos que serão produzidos não é exata, pois a empresa trabalha com previsão de demanda, gerando rupturas na cadeia. Um agravante observado é a questão de fornecedores, em alguns casos, tem a preferência de outros

segmentos de indústria, o que pode gerar falta de material em alguns casos e comprometer a produção puxada.

Como a empresa produz de acordo com suas previsões de venda que são variáveis, rupturas na cadeia podem ser encontradas e dessa forma a produção não se inicia apenas a partir da emissão de ordens de fabricação. Como as previsões de demanda são variáveis, existe uma instabilidade da cadeia, elevada flexibilidade das ordens de produção, acarretando em um *Lead Time* com alta variabilidade.

A partir do momento que a demanda é especificada e o volume de produtos a ser produzidos é definido, toda a linha de produção é puxada, com o *Takt Time* definindo o ritmo da produção e um fluxo contínuo pode ser encontrado, com tempos de espera entre cada atividade, muito reduzidos. A metodologia SMED é utilizada e os tempos de *set-up* são baixos, otimizando ao máximo a capacidade produtiva dos equipamentos.

O elevado *mix* de produtos levou a formação de famílias de produtos com similaridades de processos e modelos, assim o modelo mais crítico de cada família recebe maior número de pessoas e operações. O balanceamento dos processos é feito com base neste modelo crítico e também de acordo com o histórico de demanda dos produtos.

Pode ser observada uma dificuldade em gerenciar um Sistema Puxado *Lean* com elevado *mix* de produtos e elevados *Takt Time*. Uma produção puxada pelos pedidos dos clientes com um elevado *mix* de produtos exigiria elevados tempos de *set-up*, aumentando tempos de *lead time*, custos de produção e comprometendo prazos de entrega.

Devido à impossibilidade de obter fluxo contínuo de produção em toda a cadeia, são utilizados supermercados nos pontos onde há quebras na cadeia. Ritmos diferentes e distâncias físicas são encontrados na linha e impossibilitam o fluxo contínuo por toda a cadeia. Existe na empresa um plano próprio para cada processo, estudos na logística de abastecimentos, e assim os supermercados são dimensionados. São altamente funcionais e funcionam como *Poka Yoke*, limitando a quantidade de peças que podem ser estocadas.

Para que a demanda possa ser atendida alguns princípios do *Lean Manufacturing* podem ser comprometidos, como a formação de estoque e a variabilidade dos tempos de *Lead Time*.

Os dispositivos utilizados pela Engenharia de Processos da empresa em estudo para “puxar” a produção são *kanban* e a caixa vazia. A qualidade de funcionamento destes equipamentos é comprometida pelo elevado *mix* de produtos, tornando as necessidades de matéria prima variável e dificultando o nivelamento. A redução periódica do número de *Kanbans* não é possível com uma linha de produção com elevado *mix*.

3.3.3 Fornecedores

Os pedidos feitos para os fornecedores da empresa são feitos através de *kanban* eletrônico. As entregas são feitas de forma periódica, evitando ao máximo o estoque de matéria prima na empresa. Um problema relatado é a prioridade de entrega do fornecedor, que pode dar preferência para outra indústria e comprometer o planejamento da empresa.

3.3.4 Operações Padronizadas

A implantação do *Lean* na empresa é feita através de *Workshop*. Para resolver um problema ou definir um padrão de uma atividade, são reunidos funcionários dos três turnos de trabalho, para que se verifiquem diferentes especificações e problemas encontrados em cada turno, são coletados dados de tempo de processo, buscando adequar a operação padrão para os funcionários com a máxima eficiência produtiva e segurança.

Nesta definição de operação padrão existe uma forte análise de segurança no trabalho, sendo realizados treinamentos das operações desenvolvidas. Uma mudança pode ser acompanhada de insatisfação por parte dos funcionários, sendo os treinamentos um fator fundamental para a prática e mudança de hábito das pessoas.

A empresa busca capacitar e desenvolver as pessoas, escolas de manufatura foram criadas com o intuito de realizar treinamentos *Lean*, qualificando e treinando o funcionário. As escolas de Manufatura realizam jogos e simulação de atividades que podem ser encontradas pelos funcionários, tornando-os capacitados de resolver problemas.

A empresa realiza auditorias internas que verificam se os operadores estão seguindo de forma correta as especificações das folhas padrão, se estão atualizadas e existe um campo que pergunta ao operador, sugestões e

reclamações da folha padrão. As questões de segurança e ergonômicas são discutidas abertamente entre supervisores e funcionários, buscando boas condições de trabalho e melhorias contínuas nos processos.

3.3.5 Flexibilização da Mão de Obra

Os operadores são capazes de manusear diferentes máquinas após realização de treinamentos. A empresa trabalha com o termo *rotation*, a cada hora há mudança dos funcionários nos postos de trabalho. As mudanças são realizadas entre atividades próximas fisicamente, facilitando a movimentação.

3.3.6 Manutenção Produtiva Total

Os funcionários possuem liberdade de desenvolver manutenções nos equipamentos a partir de treinamentos. É permitido apenas realizar os reparos treinados, evitando acidentes.

3.3.7 Gerenciamento Visual

Uma filosofia da empresa é a relação de qualidade de uma fábrica com o fato de não precisar ler “nada”, uma reação rápida é o suficiente para visualizar os processos, locais de armazenamento, carregamento, através de demarcações. Assim o “programa 5S” é implementado como prática de limpeza, organização e disciplina do *Layout*.

Um exemplo do funcionamento da gerência visual da empresa é a classificação de cada funcionário em operador treinado, operador treinado e já exerceu a função, operador com longa prática na função e operador que está apto a treinar outros operadores neste posto. Ao visualizar o quadro de cada posto de trabalho, é facilmente identificada a situação de cada operador.

3.3.8 Melhoria Contínua

As melhorias contínuas da empresa são realizadas através de semanas *Kaizen*. O objetivo dessa semana é aumentar a produtividade dos postos de trabalho sem o uso necessário de investimentos. É uma semana prática, procurando formas de realizar as operações com maior produtividade.

Para o sucesso de uma semana *Kaizen*, é necessário prever a semana, delineando objetivos, apresentando à equipe a metodologia de trabalho e

motivando a equipe. Durante a semana, são formadas equipes de trabalho, dados são coletados, filmagens são feitas. Não se busca a perfeição, improvisos podem ser encontrados. São feitas simulações das melhorias, e se forem eficientes serão utilizadas nas operações futuras. Caso não tenha o resultado esperado, outras formas de melhorar são buscadas.

A semana *Kaizen* é considerada uma semana de mudanças na empresa, a única atividade do dia é o *Kaizen*, a busca pela melhoria. Deve haver um forte comprometimento de toda a equipe nesta semana. Dificuldades encontradas pelos operadores podem ser sanadas nestas semanas. São realizadas na empresa a cada dois meses, ou em caso de problemas pontuais.

A empresa trabalha com um quadro que mostra os indicadores de segurança, qualidade, custo, entrega e pessoa. De acordo com o desempenho da semana anterior são avaliados os indicadores que estão fora da meta. O segundo nível trata de verificar os problemas encontrados, e no terceiro nível existe a resolução de problemas, uma convocação é feita e haverá uma abordagem do problema encontrado.

3.4 Produção Enxuta e Aspectos Ergonômicos

No processo de implementação do Sistema *Lean Manufacturing* na empresa em estudo, as atividades da empresa são balanceadas com base em segurança e ergonomia. Este é considerado o primeiro foco da empresa, se algum processo for produtivo, mas não for ergonômico, não será aceito, pois em longo prazo a perda será muito maior quando o funcionário se afastar por questões de saúde geradas pela atividade na empresa.

Para a empresa, o sistema *Lean* é feito para as pessoas, buscando o bem estar dos funcionários e aliados com ganhos industriais. Sem a preocupação com a Ergonomia não há sustentamento e um funcionário descontente com as condições de trabalho pode “contaminar” os demais funcionários e assim prejudicar o andamento da empresa.

Para buscar uma sustentabilidade entre ganhos econômicos e aspectos ergonômicos, a empresa analisa os transportes e movimentações dos postos de trabalho. Os movimentos ineficientes, como movimentos longos dos braços, por exemplo, não são interessantes ergonomicamente. Assim a empresa busca alternativas para evitar essas movimentações indevidas.

A empresa possui o princípio de que tudo esteja na mão do operador, como ferramentas e máquinas. Com isso, sua movimentação será minimizada e ganhos de tempo e ergonômicos estão associados. É permitida a movimentação máxima de 90° do operador para movimentação, considerando a movimentação de 180° inadmissível. Porém, a empresa admite que não seja sempre possível atingir esta meta, pois o *Layout* é uma restrição.

Na avaliação do coordenador de *Lean* da empresa em estudo, com a Produção Enxuta as condições de trabalho melhoraram. Com a utilização de tarefas padronizadas, o trabalho é feito de forma mais estável, com maior eficiência e não pode ser considerado de maior intensidade. Com os movimentos enxutos os funcionários não possuem uma sobrecarga de trabalho, mas trabalham com um determinado ritmo de forma eficiente. Esta situação minimiza erros, diminuindo o retrabalho.

Como característica da empresa os funcionários possuem liberdade para expor suas ideias, possuem voz ativa na definição do Layout, nos postos de trabalho, limpeza, organização. Porém não possuem autonomia para parar uma linha de produção caso algum problema seja encontrado. Em caso de desconformidade, existem documentos que mostram como agir.

No sistema *Lean* os funcionários possuem maior participação em relação ao Sistema de Produção em massa, na empresa em estudo eles estão envolvidos nas decisões, podem dizer que não querem mais trabalhar em um determinado posto de trabalho, por exemplo. Assim este sistema implementado é benéfico para o operador, pois se sentem participativos. Destaca se que os funcionários não são obrigados a serem participativos no sistema.

A empresa trabalha nos postos de trabalho com o termo *rotation* que consiste na alternância dos operadores nos postos de trabalho com a troca sendo feita a cada hora. Funcionários multifuncionais são encontrados na linha de produção, e a multifuncionalidade é encarada de forma positiva para os funcionários. A empresa também se beneficia da multifuncionalidade, por proporcionar ganhos produtivos e a falta de um funcionário em um posto de trabalho pode ser sanada com alocação de outro funcionário que também será capaz de exercer essa função.

A multifuncionalidade é benéfica para os operadores, pois há uma renovação em cada posto de trabalho, com aumento da motivação e consequente

aumento de produtividade. A desatenção pode ser diminuída, minimizando os riscos de acidentes. A multifuncionalidade é considerada pela empresa uma questão ergonômica.

O aumento da demanda em um determinado período não altera o ritmo dos operadores, assim não há um aumento na intensidade do trabalho para garantir prazos de entrega. Os balanceamentos do processo determinam os ritmos e não são alterados de acordo com fatores externos, o que poderia acarretar em perdas ergonômicas.

Os *Workshops* desenvolvidos pela empresa para aprimoramento de processos são os locais onde os funcionários podem discutir com supervisores melhorias e possuem a oportunidade de fazer reclamações sobre o trabalho realizado.

Segundo o coordenador de *Lean* da empresa as queixas mais frequentes estão relacionadas com a falta de conhecimento do balanceamento de linha, em uma situação onde um funcionário estiver ocioso em parte do tempo e o balanceamento de linha diminuir essa ociosidade, podem ocorrer reclamações do operador que considera ter que trabalhar mais com essa medida.

São encontradas reclamações dos funcionários em relação ao programa 5S desenvolvido pela empresa. Não há o devido entendimento dos operadores dos ganhos industriais e de segurança que um ambiente limpo e fácil de encontrar as ferramentas de trabalho pode proporcionar. Funcionários dizem não se importar com a limpeza da própria casa, e assim não teria por que limpar a fábrica. Fatos como esse, comprovam que a maior dificuldade de implementação de um Sistema *Lean Manufacturing* é promover a mudança cultural.

4. Estudo de caso II

4.1 Método de Pesquisa

O primeiro estudo de caso deste trabalho foi realizado com foco na implementação do sistema Lean como um todo, com uma ampla visão das mudanças realizadas, avaliando implementação de novas ferramentas, processos e principalmente na cultura do novo sistema implementado. O segundo estudo de caso feito neste trabalho, terá um enfoque específico de uma operação da linha produtiva de determinada empresa, onde uma ferramenta Lean foi implementada e questões de ergonomia podem ser facilmente encontradas e abordadas.

Após revisão da bibliografia do sistema Lean e os possíveis impactos nas condições de trabalho, foi feito um estudo de caso que abrangeu a implementação de uma ferramenta Lean na linha produtiva e as implicações ergonômicas.

O estudo foi feito através de uma visita técnica na área produtiva, que foi acompanhada pelo engenheiro e especialista técnico responsável pela operação em estudo.

4.2 Descrição da Empresa

Por questões de política da empresa, o nome da empresa em estudo não será divulgado. Trata-se de uma empresa do setor químico do Estado de São Paulo e o estudo de caso realizado foi feito na área da Engenharia de Manufatura. Por se tratar de uma indústria química, as aplicações do sistema Lean não são facilmente encontradas no processo de formulação do produto final. Sendo assim, a análise foi feita no setor de embalagem, local onde o material formulado é embalado. O nível de maturidade do *Lean* desta empresa é elevado.

4.3 Descrição da operação em estudo

Ao formular o produto na linha de processo, a linha de embalagem é responsável por embalar o material em filme impresso e posteriormente armazenar em caixas. A operação que será base para análise do estudo de caso é a troca de bobinas, que contém o filme impresso, que alimenta a linha de embalagem.

Visando otimização dos processos, o time de engenharia buscou alternativas para diminuir o tempo de setup da máquina durante a troca das

bobinas. Ao consumir uma bobina no processo, os operadores precisam colocar na máquina uma nova bobina.

A ferramenta SMED foi utilizada para reduzir o tempo de setup da máquina. Como princípio do sistema Lean, os tempos de setup devem ser reduzidos visando aumento de produtividade. As operações feitas com a máquina parada devem ser adaptadas para serem realizadas com o andamento do processo, otimizando a produtividade. O tempo de setup interno (máquina parada) deverá ser reduzido (SHINGO, 2000).

4.3.1 Procedimento Antigo

O procedimento antigo será descrito através de etapas e fotos da operação.

1- Com um objeto cortante, o operador retira o filme que está abaixo da linha indicada.

Figura 2 – Operador retirando filme. Fonte: empresa analisada.



2- Os operadores retiram da máquina o tubete da bobina vazia.

Figura 3 – Operadores retirando tubete da máquina. Fonte: empresa analisada.



3- Depois de retirada do tubete vazio, os operadores se abaixam e envolvem o eixo da máquina ao tubete da nova bobina que será alocada no processo.

Figura 4 – Operadores durante operação de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.



4- Depois de colocados os calços na bobina, para que ela se fixe na máquina e evitar que haja movimentos translacionais durante a operação, os operadores levantam o material do chão e colocam na máquina.

Figura 5 – Operadores durante operação de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.



5- Após colocar o eixo no local indicado na máquina, o operador fixa a bobina para que o processo seja reiniciado.

Figura 6 – Operadores fixando bobina. Fonte: empresa analisada.



6- O próximo passo é prender o início do filme da nova bobina no final da bobina antiga.

Figura 7 – Operador durante operação de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.



7- O operador utiliza pequenos pedaços de fita (em letras vermelhas) para unir as duas bobinas.

Figura 8 – Operador unindo as bobinas. Fonte: empresa analisada.



8- Uma nova fita é colocada em todo o comprimento do filme, para que seja finalizada a operação de troca de bobinas.

Figura 9 – Operador unindo as bobinas. Fonte: empresa analisada.



4.3.2 Procedimento Novo

O procedimento novo será descrito através de etapas e fotos da operação.

1- A primeira etapa consiste na troca da bobina vazia pela nova. Conforme foto abaixo, a novo bobina se encontra alocada em um dispositivo com rodas. Diferentemente do procedimento antigo, onde a bobina nova se encontrava no chão.

Figura 10 – Operador trocando as bobinas. Fonte: empresa analisada.



2- O operador faz o corte do filme que está na bobina vazia.

Figura 11 – Operador trocando as bobinas. Fonte: empresa analisada.



3- A nova bobina é alocada na máquina através do eixo que envolve o tubete. Nesta operação, a bobina está totalmente presa ao eixo, fato que não ocorria no procedimento antigo.

Figura 12 – Operador trocando as bobinas. Fonte: empresa analisada.



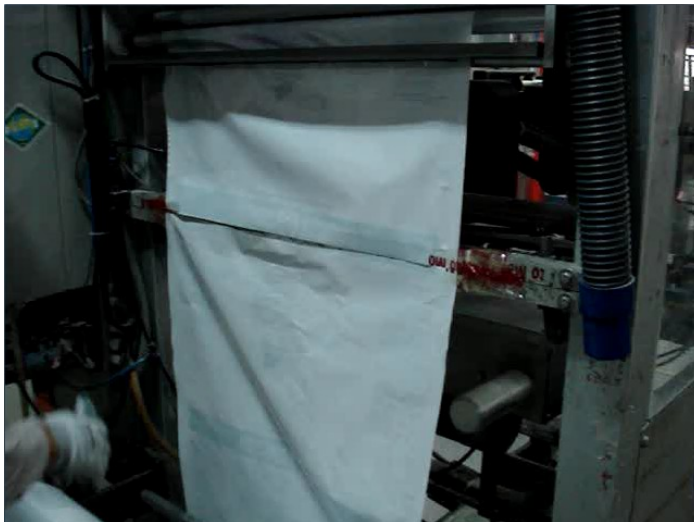
4- O operador manuseia a nova bobina na máquina e aloca o filme junto com o filme do tubete antigo.

Figura 13 – Operador durante procedimento novo de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.



5- Através de fitas, o filme da bobina antiga é unido a bobina nova. Destaca-se, que nesta operação, todas as fitas já estavam cortadas no tamanho ideal para sequencia da operação.

Figura 14 – Operador durante procedimento novo de troca de bobinas. Fonte: empresa analisada.



4.4 Resultados e Discussões

4.4.1 Procedimento Antigo

O movimento feito pelo operador para retirar a bobina do chão e alocar no eixo para posterior encaixe na máquina é prejudicial à saúde do operador. Um movimento que traciona o material ao nível do chão até determinada altura acaba por forçar o lombar do operador. Com a repetição da operação por diversas vezes, um incomodo na região poderá ocorrer.

A operação de prender o eixo junto ao tubete, com a bobina ainda no chão, era lenta e exigia do operador que desenvolvesse toda a operação com as pernas flexionadas. O modo ideal de se realizar qualquer atividade é sentado, ou em pé, desde que não seja por longo período de tempo. Assim, esta operação locava em risco a saúde do operador.

Os funcionários que já estavam na empresa antes da implementação da melhoria afirmaram que havia insatisfação na realização do procedimento antigo. Também relataram que houve participação ativa dos funcionários na elaboração do novo procedimento.

A operação antiga teve um tempo total de 5 minutos e 50 segundos para ser realizada.

4.4.2 Procedimento Novo

Os benefícios que a nova operação trouxe para o processo são mensurados em termos de produtividade e condições de trabalho.

Com o novo procedimento, a bobina que será alocada na máquina, está presa a um dispositivo com rodas, e o eixo que será encaixado na máquina já está preso ao tubete. Dessa forma, não é necessário que o operador prenda o eixo junto ao tubete durante o setup, esta atividade pode ser executada com antecedência, reduzindo o tempo de setup com a máquina paralisada.

As fitas que são utilizadas durante a operação, no procedimento novo, já foram cortadas com antecedência, evitando que o operador realize esta operação durante a parada da máquina. Todas as ferramentas utilizadas nesta operação, já encontravam em lugares de fácil acesso, ao lado do local da operação. Este fator também foi responsável por agilizar o procedimento.

Com as alterações, este novo procedimento teve um tempo total de 2 minutos e 9 segundos para ser realizado. Estes minutos que foram ganhos em cada troca representam um aumento médio de capacidade de 2,44%, ou representando em dias, uma média de 8,4 dias de produção por ano.

Em termos ergonômicos houve uma melhoria nas condições do operador em executar esta operação. Com o novo procedimento, não foi necessário fazer os ajustes do tubete ao eixo no chão e dispensou o uso de força lombar para movimentar a bobina do chão até a máquina. Este benefício foi muito elogiado pelos operadores e mostrou ser um diferencial no momento de execução.

Este caso prático mostrou como uma ferramenta Lean, troca rápida de ferramentas com a redução de setup, pode ser vantajoso para a companhia e para as pessoas. Com esta ferramenta, foi possível obter resultados expressivos de produtividade, acarretando em maior competitividade para a empresa, e ao mesmo tempo, melhorou de forma significativa a forma de executar esta operação. Os operadores foram envolvidos durante a implementação do novo procedimento, e se mostraram muito satisfeitos com as melhorias realizadas. Tem-se aumento da produtividade, conforme os números que foram apresentados, e ao mesmo tempo, operadores satisfeitos com a nova implementação, fato que poderá acarretar em resultados ainda melhores, considerando que o bem-estar é fundamental para se desenvolver um trabalho produtivo.

5. Conclusão

No cenário atual as organizações buscam implementar um Sistema de Produção baseado na filosofia *Lean* para buscar ganhos industriais. Juntamente com os aspectos ergonômicos, tem-se um importante sistema na busca por produtividade e competitividade. A implantação deste sistema mostrou-se complexo e a mudança cultural das pessoas é o maior obstáculo.

O sistema *Lean* foca na perda de desperdícios e aumentos de produtividade acompanhada com as questões de segurança, pois um sistema que não oferece segurança para seus funcionários dificilmente encontra ganhos industriais. Assim faz parte da filosofia da produção enxuta as questões ergonômicas.

O estudo de caso deste projeto evidencia que uma implantação correta das ferramentas e dos princípios da filosofia *Lean* é benéfica para os operadores, há maior estímulo, satisfação e participação das pessoas no trabalho. O ritmo de trabalho não é intensificado em relação à produção em massa, tem-se uma maior distribuição da carga de trabalho e eficiência.

A filosofia *Lean* trata de sete desperdícios que devem ser combatidos e o oitavo desperdício pode ser a segurança. Manter um funcionário satisfeito e motivado é essencial para o sucesso e a pesquisa mostrou que um sistema *Lean* implementado de forma correta em um processo lento e gradual é o caminho correto para evitar o oitavo desperdício.

6. Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. *Introdução à Ergonomia: da prática à teoria*. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2009.

BARBOSA, F. G. *Melhoria de Processo Produtivo pela Aplicação de Conceitos Lean: Um estudo de caso*. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B.. *Ergonomia Prática*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

ESPOSTO, K. F. *Elementos estruturais para gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta*. Dissertação (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

FERREIRA, C. F. *Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho*. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

GRANDJEAN, E. *Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. Porto Alegre: Bookman, 1998.

LIKER, J.K.; MEIER, D. *O Modelo Toyota manual de aplicação*. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIKER, J. K. *O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OHNO, T. *O sistema Toyota de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2003.

SHINGO, S. *O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. *Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

RIO, R.; PIRES, L.. *Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica*. São Paulo: LTR, 2001.

CARNEIRO, F.L. *O sistema de produção enxuta e sua implementação na Volkswagen do Brasil*. SIMPEP, Anais 10, Gestão da Produção. São Paulo, UNESP, 2003.

VIDAL, M. *Introdução a Ergonomia*. Rio de Janeiro, 2001.

ELIAS, S.; MERINO, E. *Aspectos ergonômicos na utilização das técnicas de produção enxuta: uma contribuição para a melhoria global do sistema produtivo*. ENEGEP, 2007.

7. Apêndice A – Questionário utilizado na pesquisa para avaliar a abrangência e qualidade da Produção Enxuta na empresa em estudo.

Fonte: Questionário realizado com base no trabalho do autor FERREIRA (2006).

Produção Puxada

- 1) A produção se inicia apenas a partir da emissão de ordem de fabricação, e deve ser puxada posto a posto a partir do ponto que recebe a ordem?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 5	0 5
-----	-----

- 2) A ordem de produção se dá apenas após os pedidos dos clientes?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 5	0 5
-----	-----

- 3) Existe um dimensionamento para avaliar os supermercados, considerando variação de demanda?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 5	0 5
-----	-----

- 4) A variabilidade do *lead time* é baixa, a fim de garantir confiabilidade da capacidade de produção e prazos de entrega?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 5	0 5
-----	-----

- 5) O tempo de espera entre cada atividade é baixo?

Índice de Abrangência

0		5
---	--	---

Índice de Qualidade de Funcionamento

0		5
---	--	---

- 6) Existem dispositivos para puxar a produção entre as células? (exemplo, Kanban)

Índice de Abrangência

0		5
---	--	---

Índice de Qualidade de Funcionamento

0		5
---	--	---

- 7) Os processos só produzem o que é indicado no Kanban?

Índice de Abrangência

0		5
---	--	---

Índice de Qualidade de Funcionamento

0		5
---	--	---

- 8) Nas indicações dos Kanban um processo subsequente retira do processo anterior apenas o que for necessário?

Índice de Abrangência

0		5
---	--	---

Índice de Qualidade de Funcionamento

0		5
---	--	---

- 9) O número de Kanban é periodicamente reduzido?

Índice de Abrangência

0		5
---	--	---

Índice de Qualidade de Funcionamento

0		5
---	--	---

Fornecedores

- 1) Os fornecedores fazem entregas periódicas e em pequenos lotes?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

- 2) Existem dispositivos para puxar a entrega dos fornecedores externos?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

Operações Padronizadas

- 1) Existem folhas padrão que devem ser usadas pelos funcionários como guia para a realização das atividades?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

- 2) Os funcionários participam ativamente da realização das folhas padrão?
(de acordo com suas experiências)

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

Flexibilização da Mão de Obra

- 1) Um operador é capaz de manusear diferentes máquinas?

Índice de Abrangência**Índice de Qualidade de Funcionamento**

0 _____ 5

0 _____ 5

- 2) Os funcionários estão fisicamente próximos das diferentes atividades das quais é designado a desenvolver?

Índice de Abrangência**Índice de Qualidade de Funcionamento**

0 _____ 5

0 _____ 5

- 3) Existe uma multifuncionalidade na qual o operador desenvolve diferentes atividades ao longo do fluxo do processo de fabricação?

Índice de Abrangência**Índice de Qualidade de Funcionamento**

0 _____ 5

0 _____ 5

Manutenção Produtiva Total

- 1) Os funcionários têm a liberdade de desenvolver uma manutenção preventiva de acordo com suas observações?

Índice de Abrangência**Índice de Qualidade de Funcionamento**

0 _____ 5

0 _____ 5

- 2) Existe um treinamento para que os funcionários possam detectar possíveis defeitos nos equipamentos?

Índice de Abrangência**Índice de Qualidade de Funcionamento**

0 _____ 5

0 _____ 5

Gerenciamento Visual

- 1) O processo produtivo como um todo pode ser visualizado com facilidade?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

- 2) Demarcações de locais de armazenamento, carregamento, são facilmente visualizadas?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

- 3) Existem práticas que focalizam na limpeza, organização e disciplina do *layout* como forma de incentivar os funcionários e facilitar as atividades?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

Melhoria Contínua

- 1) Existem semanas *Kaizen* na empresa, buscando alcançar o máximo de melhoria nos processos produtivos?

Índice de Abrangência	Índice de Qualidade de Funcionamento
0 _____ 5	0 _____ 5

- 2) Os membros da empresa possuem o conhecimento das filosofias e princípios da Produção Enxuta?

Índice de Abrangência



Índice de Qualidade de Funcionamento



8. Apêndice B – Roteiro utilizado na entrevista com o coordenador de *Lean* da empresa em estudo.

Fonte: Questionário realizado com base no trabalho do autor FERREIRA (2006).

1. Como foi feita a implementação das técnicas e ferramentas da PE? O que é *Lean* para a empresa? Os aspectos ergonômicos foram abordados nessa implementação? De que forma?
2. Houve treinamentos para os funcionários a fim de difundir a filosofia e os princípios da Produção Enxuta?
3. Com a PE, as condições de trabalho melhoraram ou pioraram? Existe um aumento na intensidade e no ritmo de trabalho?
4. Como você avalia o grau de participação/autonomia dos funcionários nos processos produtivos? Os funcionários têm poder de decisão dentro da empresa? O operário tem poder de parar a linha de produção quando achar necessário, ou esta atividade é poder de um supervisor? Em caso de verificação de maior autonomia, gerou stress, frustração ou reclamação?
5. Existe a multifuncionalidade nos trabalhadores? Como é feito este treinamento?
6. Como a multifuncionalidade é encarada pelos operários?
7. Em uma PE são encontrados funcionários motivados e satisfeitos? Porque?
8. Caso haja aumento da demanda, os funcionários são orientados a aumentarem seu ritmo e intensidade de trabalho para suprir o aumento?

Análise da ergonomia física dos postos de trabalho

9. Os funcionários participam dos Projetos de Trabalho?
10. Quais são as queixas mais frequentes dos funcionários?