

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - MATERIAIS**

**TRABALHO DE GRADUAÇÃO II**

**Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta: um estudo de caso**

**José Geraldo Batista Chaves Filho**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Gomes Bento**

**SÃO CARLOS – SP**

**2007**

# **Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta: um estudo de caso**

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como exigência parcial para a obtenção do título de engenheiro de produção – materiais, sob orientação do Professor Doutor Paulo Eduardo Gomes Bento.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – O Sistema Toyota de Produção. Fonte: <a href="http://www.tbmcg.com/">http://www.tbmcg.com/</a> .....	17
Figura 2.2 – Diferenciação do impacto das melhorias sobre o tempo gasto na produção de uma mercadoria com atividades que agregam valor e com as que não agregam. Fonte: Adaptado de HOMINISS (2007).....	21
Figura 3.1 - Ciclo PDCA. Fonte: <a href="http://www.knowser.com.br/dicas.asp">http://www.knowser.com.br/dicas.asp</a> .....	33
Figura 3.2 - Modelo da metodologia de padronização. Fonte: Perin (2005, p. 119).....	34
FIGURA 3.3 – Cronograma de aplicação da metodologia de Padronização. Fonte: Perin (2005, p. 123).....	36
FIGURA 3.4 – Cronograma do Evento <i>Kaizen</i> de Padronização. Fonte: Perin (2005, p. 122).....	36
Figura 4.1 – Vista parcial de um motor evidenciando as polias. Fonte: ( <a href="http://http://www.envenenado.com.br/.../polias_005.jpg">http://http://www.envenenado.com.br/.../polias_005.jpg</a> ).....	40
Figura 4.2 – Mapa do Fluxo de Valor das Polias.....	43
Figura 4.3 – Diagrama de Espaguete da Situação Atual para as polias.....	44
Figura 4.4 – Folha de Tomada de Tempo para o processo de solda.....	46
Figura 4.5 – Gráfico para Balanceamento Homem-Máquina.....	47
Figura 4.6 – Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro para a família de polias estudadas.....	48
Figura 4.7 – Gráfico de balanceamento homens-máquina para o estado futuro.....	49
Figura 4.8 – Folha de Trabalho Padrão – Tabela de Combinação de Trabalho – TCT.....	50
Figura 4.9 – Diagrama de espaguete para o estado futuro.....	52
Figura 4.10 – Parte do plano de ação para a semana do evento.....	53

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>1 OS SISTEMAS PRODUTIVOS.....</b>	<b>9</b>
1.1 O CONCEITO DE PRODUÇÃO .....	9
1.2 HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	10
<b>2 SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA.....</b>	<b>17</b>
2.1 CONCEITOS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	19
2.2 OS SETE DESPERDÍCIOS .....	22
2.3 OS CINCO PRINCÍPIOS .....	23
2.4 FERRAMENTAS E TÉCNICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA .....	25
<b>3 PADRONIZAÇÃO NA PRODUÇÃO ENXUTA.....</b>	<b>30</b>
3.1 A PADRONIZAÇÃO.....	32
3.2 METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO.....	34
<b>4 ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO EM UMA EMPRESA METALÚRGICA.....</b>	<b>38</b>
4.1 OS PRODUTOS.....	39
4.2 O PROCESSO PRODUTIVO .....	40
4.3 PASSOS PARA A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA .....	40
4.3.1 Definir o Líder.....	41
4.3.2 Formar Time Multifuncional .....	41
4.3.3 Conhecer as Ferramentas.....	42
4.3.4 Conhecer e Registrar o Estado Atual .....	42
4.3.5 Definir Melhores Práticas.....	47
4.3.6 Montar Plano de Ação.....	53
4.3.7 Acompanhar Ações .....	54
4.3.8 Avaliar Desempenho.....	55
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>

## INTRODUÇÃO

O estudo aqui apresentado é a monografia elaborada como exigência parcial para obtenção do título de engenheiro de produção, da Universidade Federal de São Carlos.

A intenção de estudar este tema surgiu a partir de um estágio em engenharia de tempos e métodos, onde eu realizava cronoanálise e buscava com isso entender o procedimento de trabalho para realizar melhorias na técnica avaliada.

Buscas por métodos de modelar o processo da melhor maneira em um fluxograma me levaram a conhecer o Mapa do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* - VSM), ferramenta fundamental da manufatura enxuta. Surgiu assim a necessidade de entender os conceitos e a forma de implementar as práticas de uma organização enxuta, que tem como foco a *eliminação de desperdícios* para aumentar a lucratividade e a competitividade das empresas.

Na empresa em que estagiei, assim como em muitas outras, a evolução dos sistemas de produção e organização do trabalho utilizam ainda modelos gerenciais de produção em massa baseados em uma mescla das teorias da Administração Científica de Taylor, do Fordismo, da Escola das Relações Humanas em conjunto com inúmeras ferramentas do *Just in Time*, as quais são também ferramentas da metodologia de manufatura enxuta, mas não conhecem de fato os conceitos e princípios que baseiam as ferramentas que utilizam.

Estando, no momento deste estudo, estagiando em uma empresa de consultoria que trabalha com produção enxuta, pude perceber o quão distante tem sido o uso das ferramentas dos seus conceitos originais e como os resultados obtidos por essas empresas não possuem sustentabilidade devido à falta de uma visão a longo prazo exigida por estes princípios da mentalidade enxuta. Assim surgiu a vontade de se estudar nesta monografia uma das ferramentas de produção enxuta que seria aplicada em uma empresa que solicitasse o apoio da consultoria.

A necessidade da implementação das práticas de produção enxuta nas empresas, segundo Womack, Jones & Roos (1992), está no fato de que a adoção da produção enxuta, indo além da indústria automobilística, resultará em mudanças globais sob vários aspectos: nas alternativas para os consumidores, na natureza do trabalho, no destino das companhias e – em última instância – no destino das nações.

Estudos realizados por Womack et al. (ibid.), Ohno (1997) e Liker (2005) mostram que um dos maiores benefícios da produção enxuta para o aumento da produtividade das

empresas sem aumentar-se o investimento em novos recursos é a padronização da rotina e das atividades em um ambiente de trabalho. Segundo Perin (2005), o processo quando padronizado pode alcançar altos níveis de qualidade e de produtividade uma vez que o resultado final é a obtenção de reprodução sistemática de uma “melhor prática” para a atividade. A padronização assegura que cada operador no processo produtivo saiba o que fazer, como fazer e quando fazer.

*“A produção enxuta (essa expressão foi definida pelo pesquisador do IMVP<sup>1</sup> John Krafcik) é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do esforço para a fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo.” (WOMACK, JONES & ROOS, 1990, p.3).*

Nesse sentido, nos parece necessário investigar qual o melhor método de se realizar um procedimento de padronização do trabalho, uma vez que hoje a teoria da produção enxuta assume que o objetivo das empresas deve deixar de ser a idéia de se fazer a mesma quantidade de produtos com menos recursos, incluindo aqui todos os recursos fabris como matérias-primas, máquinas e pessoas, e evoluir para um ideal de se fazer muito mais com a mesma quantidade.

Dessa maneira, quem está buscando uma nova forma de pensar a organização para aumentar a produtividade teria de acabar com a idéia de se produzir o mesmo tanto com menos recursos e assumir um conceito de se produzir muito mais com os mesmos recursos, apenas eliminando os desperdícios, um conceito evidenciado pela produção enxuta (Rentas, 2000).

Para Womack, Jones & Roos (1992), a maioria das pessoas – inclusive os operários – achariam seu trabalho bem mais estimulante, conforme a produção enxuta vai sendo implementada e sua produtividade vai aumentando. Contudo, existem aqueles que poderão achar as suas tarefas bem mais estressantes, pois um dos objetivos-chaves da produção enxuta é trazer a responsabilidade para a base da pirâmide organizacional.

---

<sup>1</sup> IMVP – International Motor Vehicle Program, criado no início de 1985, constituía de um Centro de Tecnologia, Política e Desenvolvimento Industrial, sítio no Michigan Institute of Technology (MIT)

*“Responsabilidade significa liberdade para controlar o próprio trabalho – uma grande vantagem – mas também aumenta o medo de cometer erros que tragam prejuízos.” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.4),*

Realmente não só a questão da responsabilidade, mas muitas outras são modificadas a partir do sistema de produção enxuta. Uma nova maneira de encarar o trabalho, a disciplina, a produção, a empresa e os outros funcionários passa a fazer parte da maneira de trabalhar dos operários.

Assim, entender melhor essa forma de produção e organização e qual a melhor metodologia para implementação de uma forma de padronização do trabalho nos parece essencial para a área de conhecimento como um todo da engenharia de produção e, mais especificamente, para a área da manufatura enxuta.

Pensando nisso é que apresentamos agora a questão com a qual trabalhamos ao longo desta pesquisa:

**A partir das práticas de padronização do método de trabalho sugeridas pela produção enxuta, como se dá a implementação deste modelo de padronização?**

Para responder a esta questão, investigamos, através de uma breve revisão bibliográfica da literatura e de um estudo de caso, uma das práticas de padronização na manufatura enxuta, destacando quais são suas etapas e como ela foi utilizada na prática.

Espera-se com este trabalho de graduação apresentar os conceitos e ferramentas do método de produção enxuta, especialmente aqueles relacionados à padronização, para, com isso, tornar mais claro como aplicá-los dentro do método *lean*.

Espera-se, também, contribuir para a área de produção de conhecimento em *lean production*, bem como aprimorar meus próprios conhecimentos dentro do que se entende como estratégias de produção, especialmente no que diz respeito aos sistemas de produção enxuta.

Estruturamos essa monografia em cinco capítulos.

O primeiro capítulo traz uma breve introdução aos conceitos e fases dos sistemas de produção para que o leitor se situe no desenvolvimento das metodologias que viraram paradigmas produtivos e como chegamos até o paradigma atual da produção enxuta.

O segundo capítulo apresenta uma explicação mais detalhada acerca da Produção Enxuta, mostrando qual é a sua mentalidade e como ela se diferencia das demais formas de

organização da produção e do trabalho. São apresentadas também, ainda que rapidamente, as técnicas e ferramentas mais comuns no planejamento e na implementação da produção enxuta.

No terceiro capítulo procuramos mostrar a importância da metodologia de padronização do trabalho segundo a visão da produção enxuta para a organização, evidenciando algumas técnicas para isso.

No quarto capítulo apresentamos um estudo de caso descrevendo e analisando a padronização em uma empresa brasileira do ramo de metal-mecânica de médio porte, para assim poder deixar mais claro como acontecem as etapas de implantação da ferramenta da produção enxuta escolhida nesta monografia.

Por último, apresentamos as conclusões sobre os resultados encontrados com a pesquisa, procurando responder à questão, comparando a teoria com o que encontramos no estudo de caso. São também sugeridos novos estudos que podem ser realizados para dar continuidade à busca de aprofundar o tema.

## 1 OS SISTEMAS PRODUTIVOS

Levando-se em consideração as questões apresentadas até então acerca da necessidade de um aprofundamento no que vem a ser as práticas de produção enxuta e quais seus impactos sobre as formas de organização do trabalho, apresentamos agora alguns dos principais autores e literaturas que descrevem estratégias de organização que levaram ao surgimento das práticas da produção enxuta.

Começamos com uma rápida análise dos sistemas produtivos, entendendo o seu conceito básico e uma breve história que o cerca, para depois explicarmos o sistema de produção enxuta e os seus benefícios na maneira de administrar a produção.

### 1.1 O CONCEITO DE PRODUÇÃO

De acordo com Sipper & Bulfin (1977) a forma mais simples de se definir sistema de produção é o processo de transformação de *inputs* em *outputs* através de operações que agregam valor.

Quando alguém fala em um sistema de produção é comum que pensemos rapidamente apenas nos processos de transformação, onde a área de manufatura de uma fábrica pode ser encontrada. Contudo, a maior parte de um sistema de produção moderno é composta por fatores que não são visíveis aos nossos olhos como são as máquinas em uma fábrica, ou seja, como enfatizam Slack, Chambers & Johnston (1997), não menos importante é a maneira como se organiza e presta serviços em sua loja.

Apesar de existirem diferentes tipos de empresas em diferentes tipos de negócios, Slack et al. (ibid.) acredita que se ficarmos bem afastado do prédio de um hospital ou de um prédio de uma fábrica de automóveis, eles podem parecer os mesmos. A diferença se encontra quando nos aproximamos destas duas operações para observar o surgimento de diferenças bem claras, muito bem definidas pela natureza de seus *inputs*. A mesma coisa acontece com todas as operações descritas como processos de *input*-transformação-*output*.

A diferença principal entre grandes e pequenas organizações está no fluxo de informações e nos processos usados nas tomadas de decisões. Mas as decisões de gerenciamento de produção são as mesmas em qualquer tamanho de organização.

Para Sipper & Bulfin (1977), no estudo de sistemas produtivos é necessário que consideremos vários fatores inerentes a eles, tais como: os produtos, os consumidores, as matérias-primas, os processos de transformação, os trabalhadores diretos e indiretos e os sistemas formais e informais que organizam e controlam todo o processo. Logo reparamos que para que o sistema produtivo opere de maneira eficaz ele deve estar bem estruturado.

Os quatro maiores componentes de um sistema produtivo, ainda segundo Sipper & Bulfin (ibid.), são: o fluxo do processo, os blocos estruturais do processo, tecnologia e tamanho do sistema.

A dificuldade da administração da produção contemporânea em conciliar os três principais objetivos da conversão de material, para se realizar um processo de transformação, está baseada em reunir altíssima qualidade, baixo custo de produção e entrega no prazo, o tempo todo.

Para se entender como chegamos à realidade dos sistemas produtivos que possuem essas necessidades descritas acima precisamos entender como evoluíram os meios de organização desde o início até o presente.

## 1.2 HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Os quatro maiores tipos de sistemas produtivos da história, segundo Sipper & Bulfin (1977) são: o Sistema Antigo, o Feudal, o Europeu e o Americano.

No Sistema Antigo temos os primeiros conceitos de contabilidade, planejamento, organização e controle criados em diferentes épocas (desde 5000 a.C.) por diferentes culturas. O Feudal se caracteriza na Idade Média pela produção caseira (feudos) de forma desmercantilizada. O Europeu foi o marco da Revolução Industrial auxiliado pela época Renascentista, a divisão do trabalho e a especialização do trabalho, criação de grandes cidades, mercados de massa que acabavam demandando uma grande produção. O Americano foi o desenvolvimento da produção em massa e dos recursos tecnológicos que ela deveria empregar.

Contudo, podemos ser mais detalhistas do que isso, pois sabemos que depois do século XIX outros sistemas de produção surgiram, sendo que os modelos de produção da área

automobilística foram os que mais evoluíram em todo o mundo servindo de base para o restante das sociedades.

Todos os modelos de sistemas de produção podem co-existir dependendo das necessidades do mercado em que um negócio específico está inserido, ou seja, dependendo do tipo da empresa da qual estamos falando. Contudo, é inegável que alguns modelos predominem como paradigmas de acordo com um determinado período da história mundial.

Considerando uma linha do tempo para o surgimento das formas de se organizar a produção, conforme Corrêa & Corrêa (2007), temos o seguinte cenário evolutivo: Artesanato → Manufatura → Administração Científica → Fordismo → Sloanismo → Escola das Relações Humanas → Sócio Técnica → Modelo Japonês → Modelo Sueco.

Assim, nos parece ser necessária uma breve elucidação dessa evolução histórica dos meios de produção ao longo dos tempos para que possamos entender da melhor forma como chegamos ao Sistema de Produção Enxuto, criado a partir do Modelo Japonês e que serão detalhados no próximo capítulo.

O Modelo de Produção Artesanal foi dominante até o século XVIII. Suas características principais eram: mão-de-obra multifuncional, caracterizada pelos artesãos; maquinário simples e flexível, capaz de fazer qualquer peça; alto nível de adequação dos produtos às necessidades; baixos volumes de produção.

A visão da sistematização por processo surgiu para Slack, Chambers & Johnston (1997) com a divisão do trabalho reconhecida por Adam Smith em seu livro “A Riqueza das Nações” (1746). A origem da divisão do trabalho se deu na propensão humana para a troca, onde a permuta do excedente leva à dedicação a ocupação específica. A divisão do trabalho gera um aumento proporcional das forças de trabalho e originou consequentemente a manufatura. A vantagem da produção sob esta ótica deve-se a três fatores: a maior destreza do trabalhador, a economia de tempo através da eliminação dos desperdícios com ele e a adoção de ferramentas que facilitam o trabalho. O resultado com isso é a capacidade de produção além do necessário individualmente. A diferenciação das pessoas não é a causa para a divisão, mas é o efeito dela.

Corrêa & Corrêa (2007) cita que em 1884, Frederick Winslow Taylor enfrentou problemas de administração na Midvale Steel Company. A administração não tinha noção clara da divisão de suas responsabilidades com o trabalhador. Não havia incentivos para melhorar o desempenho do trabalhador e muitos deles não cumpriam suas responsabilidades.

Os trabalhadores eram colocados em tarefas para as quais não tinham aptidão, e o sistema sofria de alta dependência da iniciativa dos operadores. As decisões dos administradores baseavam-se na intuição e no palpite. Não havia integração entre os departamentos da empresa. Assim, Slack, Chambers & Johnston (1997) relatam que Taylor publica em 1911 a *Administração Científica*, um livro com alguns princípios que ficam conhecidos este nome. Propõe Slack et al. (ibid.) que neste livro se encontram os seguintes princípios:

- *Análise Científica do Trabalho*, composta pelo estudo de tempos e métodos, complementada pelos estudos de movimentos elementares do corpo humano, desenvolvidos por Gilbreth, o *Measure Time Methods (MTM)*, onde surgiu o tempo-padrão para a realização da tarefa.

- *Seleção e Treinamento*, onde se define que não precisamos do melhor homem para qualquer atividade, mas do homem melhor adequado para aquela atividade, evidenciando que existem homens com habilidades específicas para cada trabalho. O treinamento passou a ser feito por instrutores e não por observação.

- *Planejamento e Controle*, em que surgiram os cargos de especialistas para funções produtivas e o planejamento do trabalho do operário. Foi assim que se deu a departamentalização da empresa.

Em 1913, segundo Corrêa & Corrêa (2007), nos Estados Unidos, Henry Ford funda a Ford Motor Company e passa por algumas dificuldades comuns à época, tais como: a necessidade de operadores qualificados que realizassem operações sem movimentos desnecessários e uma disposição de postos de trabalhos que mantenham a peça sempre ao alcance do operador. Assim, planejando operações que exigissem dos operários movimentos que utilizassem menos pensamentos para serem realizados ele introduziu na indústria o conceito da linha de montagem e das peças intercambiáveis, facilitando a realização do trabalho esperado dos operadores em menor tempo.

Corrêa & Corrêa (ibid.) sugere que Ford foi o primeiro pensador enxuto por eliminar vários desperdícios de tempo e movimentação para a sua época e colocar a disposição da manufatura em fluxo na fábrica de Highland Park através da linha de montagem. Contudo, na realidade ele foi o fundador da produção em massa.

A produção em massa segue dois princípios fundamentais:

- *Peças padronizadas*, onde temos máquinas especializadas, um sistema universal de fabricação e calibragem e a simplificação do processo produtivo.

- Trabalhador especializado, o qual possui uma única tarefa ou um pequeno número delas, uma posição fixa dentro de uma seqüência de tarefas e o fato de que as peças vêm até o trabalhador.

Como crítica ao tecnicismo e mecanicismo da Administração Científica segundo Corrêa & Corrêa (ibid.), durante o desenvolvimento das chamadas ciências humanas, surge a Teoria das Relações Humanas, como uma solução para a necessidade de humanizar e democratizar a administração.

Entretanto, esta teoria não surgiu diretamente com essa visão, mas como uma experiência entre o nível de iluminação e a produtividade em uma fábrica de Hawthorne da Western Electric Company sob a coordenação de Elton Mayo. Essa experiência foi caracterizada em quatro fases.

Na primeira fase o objetivo era conhecer os efeitos de fatores fisiológicos sobre a produtividade, mas observou-se nos resultados que havia uma preponderância do fator psicológico sobre o fisiológico. Na segunda fase o objetivo foi testar as condições mais satisfatórias de rendimento mostrando que o fator psicológico tinha alta correlação com esse rendimento, sendo que houve o desenvolvimento social do grupo experimental, com o aparecimento de liderança e objetivos comuns. Comprovou-se nesta etapa que um ambiente amistoso aumentava a satisfação dos trabalhadores. Na terceira etapa o objetivo da experiência era de ouvir as opiniões dos empregados sobre o seu trabalho. O programa foi bem recebido e descobriu-se a existência de uma organização informal dos operários. Isso serviu de base para a quarta fase, que tinha como objetivo analisar essa organização informal dos trabalhadores, em que se descobriu um sistema de solidariedade grupal, com um sistema de punições e recompensas informais.

No geral, os resultados de toda a experiência de Hawthorne mostraram que a recompensa salarial não é o único fator decisivo na satisfação do trabalhador, sendo que o homem é motivado também por recompensas sociais e simbólicas. Assim, a Teoria das Relações Humanas surgiu como uma oposição à Teoria Clássica da Administração Científica, pois fundamenta-se em um modelo de prioridades de necessidades pessoais descritas pela pirâmide de Maslow<sup>2</sup>. A idéia baseia-se que maior é a produtividade quanto maior é a satisfação, sendo que a satisfação decorre de fatores intrínsecos ao trabalho. Para isso, a

---

<sup>2</sup> A pirâmide de Maslow traz uma hierarquia das necessidades pessoais a serem satisfeitas para se atingir um determinado nível de realização. Partindo da base até o topo temos as necessidades fisiológicas, as de segurança, as sociais, as de auto-estima e as de auto-realização.

administração deveria propor um sistema em que houvesse rotação dos cargos de trabalho e necessariamente um enriquecimento desses cargos, com a ampliação horizontal e vertical dos níveis profissionais.

Logo surge, então, um modelo Sociotécnico de produção, baseado na união das melhores práticas da Administração Científica (técnica) e das Relações Humanas (social), nas minas de carvão de Durham (Inglaterra) em 1948, como trás Corrêa & Corrêa (2007). Este modelo propunha-se a substituição de estruturas burocráticas de trabalho por arranjos não-lineares baseados nos sistemas técnico e social das organizações, através da utilização de grupos de trabalhos autônomos. O pressuposto era de que uma pessoa (limitada) realizando uma função tem desempenho inferior ao de um grupo (menos limitado) capaz de intercambiar habilidades entre os seus integrantes.

Estes grupos semi-autônomos tinham total responsabilidade pela produção, baixa especialização, alta rotatividade de tarefas, menor interferência da supervisão e relativa autonomia para a tomada de decisão. As principais dificuldades de implementação de um sistema como esse eram que os sistemas atuais estavam projetados para o modelo de produção em massa, tanto no âmbito físico quanto no psicológico, e os trabalhadores não tinham um alto grau de treinamento e iniciativa para a tomada de decisão. Um ponto a ser considerado, também, é o fato de que com esse sistema havia uma grande redução nos níveis hierárquicos de uma organização.

O modelo Sociotécnico não se difundiu como sistema produtivo, e em 1945, oito anos após a fundação de Toyota Motor Co., a família Toyoda estabelece o objetivo de alcançar a Indústria Automobilística Norte-Americana, muito desenvolvida através de Ford, em apenas 3 anos. Então Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno visitam a fábrica da Ford em Michigan nos Estados Unidos e encontram várias dificuldades para implementar no Japão o sistema que viram.

As dificuldades para isso, segundo Womack, Jones & Roos (1992), se encontravam no fato de que o mercado japonês era muitas vezes menor do que o americano, mas com a mesma alta variedade. Os níveis de produtividade eram dez vezes menor em seu cenário industrial e os bancos se recusavam a emprestar crédito às indústrias japonesas em um mercado dominado por montadoras estrangeiras. Então, a saída que Ohno viu para adequar a fábrica japonesa a esse ambiente foi focar o sistema de produção na eliminação de desperdícios, para assim se tornar competitivo neste cenário.

Os japoneses viram nos Estados Unidos coisas dentro da fábrica que não podiam copiar, mas fora dela haviam várias coisas que eram muito úteis se aplicadas conceitualmente dentro da fábrica.

Em conjunto estava sendo difundido no ambiente empresarial japonês, na mesma época, os conceitos de qualidade e resolução de problemas através das teorias de Deming.

Neste contexto, segundo Womack, Jones & Roos (1992), surgiu o Sistema Toyota de Produção, o qual deu origem ao sistema de produção enxuta, para se produzir os bens fabricados no paradigma da produção em massa empregando os mesmos recursos de uma maneira bem mais eficiente.

Quando estudamos as formas e teorias das organizações na história, vemos que surgiu ainda em 1974, segundo Corrêa & Corrêa (2007), outro modelo de produção conhecido como o Modelo Sueco, que se aproxima da Escola Sócio-Técnica. Isso aconteceu nas plantas de Kalmar e Uddevalla da Volvo, na Suécia. O primeiro caso, em Kalmar, devido a um ambiente de greves e agitações sociais que geravam alta rotatividade voluntária acarretada por um descontentamento com as condições de trabalho pelas operações serem consideradas repetitivas e monótonas. No segundo, em Uddevalla, o que levou à crise do sistema vigente foi a estagnação ou decréscimo no nível de vendas e a supercompetição entre os fabricantes de automóveis.

Entre as características desse sistema no campo conceitual estão a modularização das linhas de montagem com a realização da montagem com o produto praticamente imóvel, a criação de *buffers*<sup>3</sup> entre as estações de trabalho, a formação de grupos de dez a quinze trabalhadores que desenvolviam um trabalho autônomo para montagem de parte dos produtos e melhorias ergonômicas na realização das atividades. Houve também a redução das diferenças entre os níveis salariais com a reestruturação em poucos níveis hierárquicos e um aumento da participação dos funcionários como sindicato nas decisões da empresa.

Um ponto fraco, do ponto de vista do negócio e da empresa para Corrêa & Corrêa (ibid.), em meio a tudo isso foi a criação de uma linha de produção ritmada, levando a uma menor produtividade deste sistema em relação aos demais anteriormente citados, além do fato deste sistema necessitar de operadores altamente qualificados para poder funcionar.

---

<sup>3</sup> Buffers – Estoque pequeno de peças em processo considerado com uma folga para garantir que a operação posterior a ele não para em decorrência de uma ineficiência no processo anterior. Conhecido como um “pulmão” que evita a parada de processos gargalos.

Logo, é interessante analisar antes os requisitos do negócio para se escolher um modelo de produção a ser aplicado.

Assim, se a demanda é alta e a produtividade é um fator fundamental para a competitividade da empresa, mas ela não dispõe de um alto nível de desenvolvimento dos recursos disponíveis, avaliamos ser mais interessante que ela adote o sistema de produção enxuta, o qual será melhor explicado no próximo capítulo.

## 2 SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

“O que estamos fazendo é observar a linha de tempo desde o momento em que o cliente nos faz um pedido até o ponto em que recebemos o pagamento. E estamos reduzindo essa linha de tempo, removendo as perdas que não agregam valor”. (TAIICHI OHNO, 1998)

Como vimos no primeiro capítulo, os sistemas produtivos passaram por grandes mudanças durante os últimos dois séculos e, a cada mudança, os conceitos eram repassados e melhorados em busca da adaptação do sistema ao meio ambiente.

A Toyota, na década de 50 no Japão, desenvolveu um novo modelo de produção, chamado Sistema Toyota de Produção (STP), que aliado a técnicas e ferramentas de outros sistemas de outras empresas, como a norte-americana Dell, e de estudos acadêmicos, como o realizado pelo *International Motor Vehicle Program* (IMVP) no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), culminou no sistema de produção enxuta. Hoje ele é chamado de *lean production* ou produção enxuta. Neste capítulo nos dedicaremos a destacar os conceitos que embasam este sistema de produção.

De acordo com a TBM (2007), para poder explicar o Sistema Toyota de Produção aos funcionários e fornecedores, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda criaram o gráfico “Casa da Toyota”. A sua idéia central é a de mostrar em seu interior uma cultura de melhoria contínua. Eles escolheram o formato de uma casa, como mostra a figura 2.1, pois era algo familiar e também transmitia estabilidade. O teto contém as metas primárias do STP: qualidade superior, redução do custo e do prazo de entrega através da eliminação de desperdício.



Figura 2.1: O Sistema Toyota de Produção. Fonte: [www.tbmcg.com](http://www.tbmcg.com)

As bases do Sistema Toyota de Produção, que deu início à produção enxuta, estão fundamentadas em uma estabilidade operacional, que significaria dizer que o ambiente possui certa previsibilidade e confiabilidade. Nesta base existem ferramentas consagradas na obtenção da estabilidade operacional, como a ferramenta *Heijunka box* para a nivelar a programação da produção, utilização da padronização do trabalho, a Manutenção Produtiva Total (TPM) e o fundamento da concepção de Cadeia de Valor. Os pilares que sustentam o STP são o *Just-in-Time* e *Jidoka*.

O *Just-in-Time* (JIT), segundo Slack, Chambers & Johnston (1997), visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios. Assim sendo, seria um sistema de produção que produz e entrega apenas o necessário, quando necessário e na quantidade necessária. O JIT, segundo vemos no STP, é formado por três elementos operacionais: o sistema puxado, o tempo takt e o fluxo contínuo.

As idéias de sistema puxado de produção e fluxo contínuo serão explicadas mais a frente neste trabalho de graduação, contudo podemos adiantar que a puxada se baseia na idéia de termos as ordens de produção ditadas pela demanda real dos clientes que estão retirando os produtos acabados, e que a reposição destes produtos acontece com uma peça de cada vez, produzindo se em fluxo contínuo.

O *Takt time*, ou tempo takt, é o ritmo que determina com o qual a fábrica deve produzir para atender a demanda dos clientes. Ele se dá pela divisão do tempo disponível para a produção, em minutos, pela quantidade de produtos demandada pelos clientes no mesmo período de tempo considerado para a demanda. Assim, temos uma idéia de quantos produtos devem ser expedidos por minutos para atender a demanda naquele período.

O *Jidoka* é o outro pilar do Sistema de Produção Toyota, junto com o *Just-in-Time*. Para Moreira (2004), ele significa parar a produção quando um problema é detectado e separar o operador da máquina. Sendo que ele se baseia na Gestão Visual da linha, na capacidade de detectar erros e repará-los rapidamente e nas ferramentas que buscam a habilidade de se produzir certo da primeira vez, portanto, à prova de erros.

Assim, estes conceitos juntos levam à concepção do que é o Sistema Toyota de Produção, que serve de base para a teoria de produção enxuta, ou *lean production*.

O termo "*lean production*" foi popularizado por Womack, Jones & Roos (1990) no livro "A máquina que mudou o mundo" e como já foi citado no início deste trabalho de graduação este sistema é considerado "enxuto" quando comparado com o sistema de

produção em massa por utilizar a metade dos recursos necessários para se produzir da mesma forma. Contudo, esta não foi a grande idéia da produção enxuta, mas sim o conceito desenvolvido por Womack & Jones (1996) de se fazer muito mais com os recursos já existentes.

O Lean Enterprise Institute (2007) define a Produção Enxuta como:

*“um conjunto de princípios, práticas e ferramentas usadas para criar um valor preciso ao consumidor – sendo estes um produto ou serviço com melhor qualidade e poucos defeitos – com menos esforços humanos, menos espaço, menos capital e menos tempo do que os sistemas tradicionais de produção em massa.”*

Vale ressaltar que as modificações obtidas com as técnicas deste sistema não visam prejudicar a segurança do trabalhador em relação ao seu posto, pois isto desestimularia a participação dos funcionários e não criaria um clima bom para a mudança. Abo (1994), citado por Moreira (2004), considera que este é realmente o principal diferencial do STP: a valorização dos operadores do chão-de-fábrica.

No entanto, segundo Moreira (2004), este ponto de vista ainda é muito discutido, seja com argumentos de natureza cultural (os japoneses são mais disciplinados), sociais (este tipo de organização gera mais estresse nos trabalhadores) ou comparativos (tudo isto já existia antes e só foi copiado – e adaptado – pelos japoneses).

De qualquer forma, esse sistema é hoje amplamente reconhecido como um dos meios mais eficazes de se aumentar a competitividade de negócio e melhorar a eficiência operacional. Diferente do que pode parecer o Lean é mais do que apenas um conjunto de ferramentas e técnicas. Ele é na verdade uma forma fundamental de repensar um processo, que foca na criação de valor e eliminação de desperdícios, ao invés de focar problemas isolados, o que muitas vezes não resolve problemas relacionados aos objetivos do negócio. Para entender como ele conseguiu este conceito é essencial entender os fundamentos do pensamento enxuto.

## 2.1 CONCEITOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Na intenção de atender as necessidades de um consumidor as empresas executam várias atividades dentro de uma organização para se transformar um determinado produto. A maioria destas atividades geram custos, mas apenas uma pequena parte delas gera valor para o

cliente final. A produção enxuta denomina as atividades que geram custos, mas não geram valor, de desperdícios.

Como senso comum, muitas empresas acreditam que o cliente está disposto a pagar apenas pelas atividades que efetivamente transformam a matéria-prima em produto acabado. A operação dessas atividades somadas, em geral, leva poucos minutos. Porém, é ainda mais comum que, em empresas “não enxutas”, a peça permaneça vários dias dentro da fábrica até se transformar em produto final.

A idéia central por trás da produção enxuta está baseada neste conceito de *valor*, que define o tipo de atividade desempenhada pelas pessoas na obtenção de um resultado.

Existem três tipos de atividades na mentalidade enxuta segundo Hines & Taylor (2000):

- Atividades que agregam valor (AV): são atividades que, aos olhos do cliente final, tornam o produto ou serviço mais valioso. (Ex: montagem)

- Atividades que não agregam valor (NAV): são atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto mais valioso e não são necessárias mesmo nas atuais circunstâncias. (Ex: movimentação)

- Atividades necessárias, mas que não agregam valor: são as atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, mas que são necessárias a não ser que o processo atual mude radicalmente. (Ex: inspeção de qualidade)

Ainda segundo Hines & Taylor (ibid.), em todos os processos, os desperdícios correspondem à maioria das atividades que são realizadas em uma organização, e geralmente, em um ambiente de produção de bens (manufatura ou fluxo logístico) a relação entre os tempos consumidos pelos três tipos de atividades gira em torno de 5% para as atividades que agregam valor, 60% para as que não agregam e 35% para as necessárias, mas que não agregam valor.

Tendo em vista a desproporção entre as atividades que agregam valor em uma organização e as que não agregam, parece ser mais interessante focar em reduzir e, se possível, eliminar as atividades que não agregam valor do que otimizar as atividades que já agregam valor. Pois, como podemos observar na figura 2.2, uma redução de 10% no tempo gasto com atividades que agregam valor (AV), representa em todo o tempo que a peça passa dentro de uma empresa um tempo muito menor do que uma redução de 10% no tempo gasto

com atividades que não agregam valor (NAV). Isso se dá devido ao fato de termos um tempo proporcionalmente maior para estas atividades.

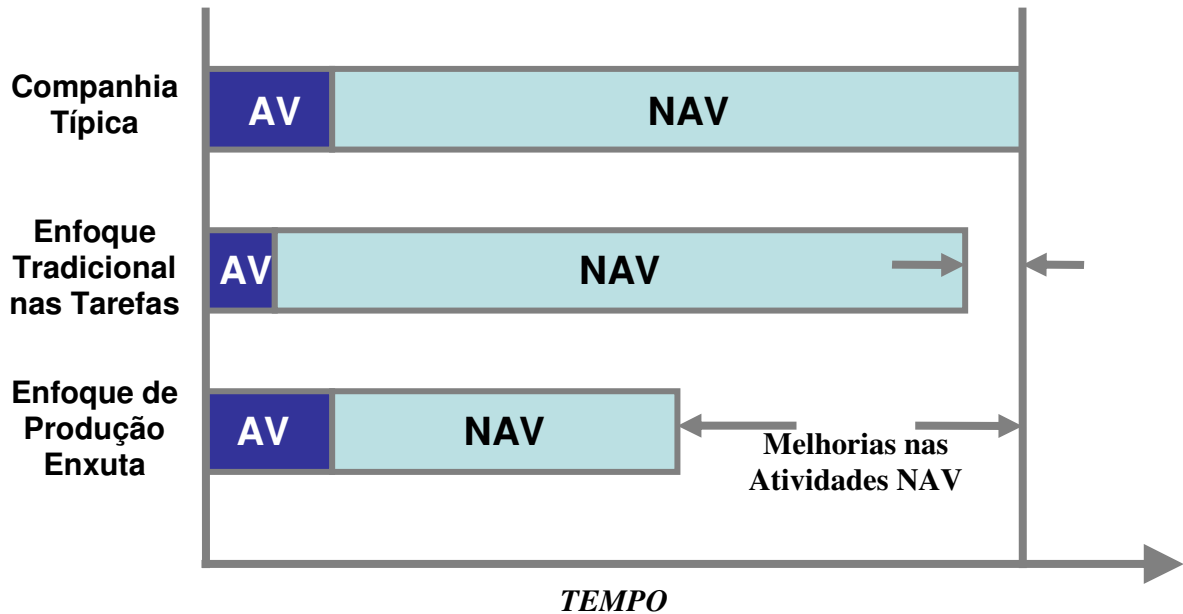


Figura 2.2 – Diferenciação do impacto das melhorias sobre o tempo gasto na produção de uma mercadoria com atividades que agregam valor e com as que não agregam. Fonte: Adaptado de HOMINISS (2007).

A principal intenção das empresas que utilizam a produção enxuta está em melhorar a participação das atividades que agregam valor no tempo total e assim melhorar os ganhos associados à qualidade, aos custos e à entrega. Com relação à qualidade espera-se reduzir refugo, retrabalho, peças por milhão com defeito e falhas. Sobre os custos espera-se reduzir investimentos, custos de qualidade, custos de logística, custo financeiro de estoques, custo de manutenção, horas extras e custo de matéria-prima. Na questão da entrega a intenção é reduzir o tempo de entrega, o tempo de processo, as entregas atrasadas e o tamanho do lote.

Porém, deve-se lembrar que para que esse sistema funcione as companhias necessitam de uma fábrica com alto desempenho operacional, ou seja, ela deve buscar alta confiabilidade de máquinas, alta flexibilidade, baixo retrabalho/refugo, e trabalho padronizado.

O grande desafio das organizações encontrado na gestão desta mudança está em transpor as barreiras já estabelecidas pelo antigo paradigma utilizado pela empresa como seu modelo de produção, em motivar o comportamento das pessoas a buscar uma modificação nas suas crenças e valores, e em estabelecer uma mudança de hábitos e atitudes.

Para que isso possa acontecer, apresentamos agora qual é o foco de atuação da teoria lean, os sete desperdícios, quais as suas características e como eles influem no processo produtivo.

## 2.2 OS SETE DESPERDÍCIOS

Para melhorar o seu processo, a abordagem da produção enxuta propõe que se conheça e entenda quais são os desperdícios existentes em quase todos os processos convencionais.

O significado de “desperdício”, ou *muda* em japonês, para Womack & Jones (1996) é qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria *valor*. Logo, a produção enxuta está pautada na identificação e eliminação ou redução *sistemática e sustentável* (sendo esta ênfase o foco da Toyota) de desperdícios.

Para esses dois autores, existem sete categorias de desperdício que foram elaboradas por Taiichi Onho:

1. Superprodução: produzir muito ou muito cedo, resultando em excesso de inventário, o que segundo a Toyota é considerado o “pai dos desperdícios”.
2. Defeitos: erros frequentes no processamento de informação, problemas na qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega.
3. Inventários desnecessários: armazenamento excessivo e esperas por informações ou produtos necessários, resultando em custo excessivo e baixo nível de serviço ao cliente.
4. Processamento inapropriado: executar o processo com ferramentas, procedimentos ou sistemas não apropriados, em detrimento de abordagens mais simples e eficientes.
5. Transporte excessivo: movimento excessivo de bens ou de informação, resultando em aumento no tempo, esforço e custo.
6. Esperas: períodos longos de inatividade de pessoas, informação ou bens, resultando em fluxos pobres e longos *lead times*<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Intervalo entendido entre o início de um processo e o final dele (Ex: o tempo de atravessamento de um material pela fábrica até sua completa transformação em produto acabado).

7. Movimentos excessivos de pessoas: organização do posto de trabalho mal feita, resultando em problemas ergonômicos e excessiva movimentação de pessoas, movendo e armazenando peças. Inclui todos os movimentos físicos desnecessários dos operadores.

Assim, desperdícios seriam os elementos da produção ou dos processos administrativos que não agregam valor ao produto ou serviço, só adicionando custo e tempo em sua execução. Agora, é fundamental para quem é o agente de mudança na empresa entender que os desperdícios são na realidade um sintoma e não uma causa raiz do problema. Para eliminar um desperdício, muitas vezes é necessário achar primeiro a causa do desperdício em questão, o que pode ser feito através das inúmeras técnicas e ferramentas desenvolvidas pelo *lean*.

Entendendo como são encontrados estes desperdícios em suas atividades ou operações para a realização de um processo de transformação pode-se atuar em busca de melhorias que diminuam os momentos de ineficiência do processo global e assim aumenta-se o tempo de resposta do mesmo aumentando a participação do tempo de operações que agregam valor no produto ou serviço.

Atualmente, Moreira (2004) sugere em um oitavo desperdício, caracterizado como o desperdício do talento das pessoas, que significa perder idéias, tempo, habilidade, criatividade e oportunidade de aprendizagem dos funcionários. Esse desperdício é gerado quando o agente de mudança não envolve ou não ouve os funcionários na busca por soluções.

Na tentativa de eliminar estes desperdícios e manter a mentalidade enxuta, Womack & Jones (1996) apresentam cinco princípios que orientam o modo de produção enxuta nas empresas.

### 2.3 OS CINCO PRINCÍPIOS

O pensamento enxuto, de acordo com Womack & Jones (1996), é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz.

É importante realçar que todo projeto de mudança do sistema produtivo para a implementação de um modelo enxuto tem como necessidade principal, como sugere Rentes (2000), a existência de uma liderança esclarecida, que tenha um bom entendimento da metodologia *lean* e com uma visão das metas a serem alcançadas. De outra forma, seria muito difícil aplicar com sucesso os passos dos cinco princípios fundamentais do pensamento enxuto em uma organização.

Levar o processo de negócio de uma empresa de uma situação atual até uma situação futura seguindo a produção enxuta exige que você siga alguns princípios descritos por Womack & Jones (1996). São eles:

1. Valor
2. Fluxo de Valor
3. Fluxo Contínuo
4. Puxar a produção
5. Perfeição

Isso quer dizer que você deve definir valor sob a ótica do cliente final, identificar o fluxo de valor para cada família de produtos, estabelecer fluxo contínuo sempre que possível, implementar a lógica da puxada, e procurar melhorar sempre, buscando a perfeição.

Estes conceitos nos levam a refletir se o que se faz dentro de uma empresa é exatamente aquilo que o cliente quer no presente momento, ou seja, se tem valor imediato para ele. Descoberto este *valor* devemos supor quais são os passos necessários para ir do começo ao fim do fluxo de processo, chamado fluxo de valor, incluindo as atividades que não agregam valor, para depois eliminar esses passos de desperdício. Sempre que possível devemos criar condições para o estabelecimento de fluxo contínuo, pois ele aumenta a velocidade de resposta, aumenta a qualidade e ajuda a reduzir o custo, além de diminuir drasticamente o *lead time* do processo.

Implementar a lógica puxada de produção é fazer exatamente o que o seu cliente quer, no momento que ele quer e na quantidade desejada, ou seja, toda produção deve ser puxada pela demanda do cliente final. A mesma lógica deve ser empregada entre processos produtivos onde não há a possibilidade de se fazer fluxo contínuo. Isso é bem diferente do que se vê hoje, onde se ordena o início da produção baseado na previsão de demanda, a partir do que se vai “empurrando” o fluxo de material pela fábrica. Para que se estabeleça a lógica

puxada de produção é preciso ter um *lead time* extremamente reduzido, e uma fábrica altamente flexível e confiável.

Para garantir a sustentabilidade dos passos acima é indispensável que se institucionalize a necessidade por melhorias, sendo que essas necessidades são guiadas para se ter um processo com zero defeitos, zero estoques, zero esperas, ou seja, zero desperdícios.

## 2.4 FERRAMENTAS E TÉCNICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Existem inúmeras técnicas e ferramentas da produção enxuta que ajudam a criar um processo considerado enxuto. Essas técnicas vão além da manufatura e são usadas, também, para beneficiar processos de serviços da mesma forma. Elas podem ser divididas, segundo Almeida (2006), entre como planejar uma manufatura Enxuta e como implementar uma Manufatura Enxuta.

Para se planejar é necessário:

- *Criar um Mapa do Fluxo de Valor (MFV)*: significa, de acordo com Rother & Shook (1999), seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Por exemplo, um mapa do fluxo de valor de uma polia, como a que será analisada no estudo de caso, nos permite visualizar o fluxo das polias processo a processo, identificando as características de cada um e os estoques entre eles, bem como o fluxo de informação sobre a maneira como o controle da produção das polias é realizado e com que frequência é atualizado.

Para Almeida (2006), isso implica em exibir as condições atuais da empresa através de uma linguagem comum a todos no projeto para que seja possível identificar os problemas que impedem o fluxo e medir o *lead time* do processo. A representação visual do fluxo de valor de uma empresa inteira (porta a porta – fornecedor ao cliente) para uma família de produto mostra o fluxo de informações, materiais e sistemas de controle. Ela serve, para Rother & Shook (1999), de base para o projeto da situação futura e indica onde as ações necessárias para que a melhoria aconteça devem ser realizadas. Esta etapa de criar o mapa da situação futura deve acontecer logo após se criar o mapa da situação atual e ela é imprescindível para que se crie uma visão que ajudará a guiar o projeto de implementação.

- *Criar um Sistema Puxado*: conforme Almeida (2006) seria criar um sistema de produção em que cada etapa do processo só deve produzir um bem ou serviço quando um processo posterior ou o cliente final o solicite. O seu objetivo é controlar a produção no processo do fornecedor, sem a necessidade de programação. A previsão é realizada com base em uma demanda real e não em uma previsão de vendas, como é normal em uma produção empurrada, a qual acaba potencializando vários tipos de desperdícios. O controle *First in, First Out* (FIFO) é, para Rother & Shook (1999), uma condição necessária para a implementação do sistema puxado, para manter a precisão na produção e na seqüência de movimentação de materiais, garantindo que a primeira peça a entrar em um processo ou local de armazenamento também seja a primeira peça a sair. Isso assegura que as peças armazenadas não se tornem obsoletas e que problemas de qualidade não sejam ocultados pelo estoque. Um método muito comum para a implementação de sistemas puxados encontra-se na utilização do sistema Kanban, o qual é caracterizado, conforme Hominiss (2007), pela utilização de cartões de produção e transporte que regulam através de uma dinâmica simples a reposição de peças em um estoque de peças intermediário, conhecido como supermercado.

- *Diminuir os intervalos de troca (Setup) e tamanho do lote*: como um dos objetivos da produção enxuta, segundo Shingo (2000), é buscar aumentar a flexibilidade do sistema produtivo aliado à confiabilidade, os lotes de produção devem ser menores e a balanceados para manter a produção nivelada, logo o *setup* deve ser encarado como uma atividade rotineira. Diferente da mentalidade voltada à produção de grandes quantidades em que o *setup* é visto, segundo Almeida (2006), como uma atividade especial feita por especialistas, a mentalidade enxuta acredita que as operações de *setup* devem ser simples, para que eles ocorram com maior freqüência. A idéia de se diminuir os intervalos de troca está relacionado com o conceito de se nivelar a produção a um ritmo mais freqüente e criar condições para se implementar JIT.

Para se implementar uma Manufatura Enxuta é possível usar:

- *Relatórios A3*: de acordo com o *Lean Institute Brasil* (2007) esta é uma ferramenta usada para se definir problemas, identificar soluções e desenvolver e documentar planos de ação para implementação de processos de melhorias. É um método estruturado usado pela Toyota para planejar, acompanhar e comunicar melhorias no chão de fábrica. Consiste em uma página de documento, o papel de tamanho A3 geralmente utilizado, que resume o objetivo, o andamento e os resultados de melhoria realizada ou em realização.

- *Kaizen*: um método utilizado, segundo Almeida (2006), para agir nos pontos identificados através do Mapeamento do Fluxo de Valor quando a situação tem impacto nos requisitos do negócio. Baseado na atitude de estar sempre aprendendo através da melhoria contínua, envolve todos os níveis de uma organização, trabalhando juntos nas melhorias sem altos investimentos financeiros. Focaliza a eliminação de desperdícios em todos os sistemas e processos e tem por estratégia buscar o consenso com todos os impactados lentamente, mas implementar a decisão rapidamente. É aplicado de maneira estruturada usando o ciclo PDCA, sendo que bons resultados podem ser alcançados em um evento de 5 dias, mas apenas 5 dias não são suficientes para se fazer toda a preparação e planejamento do evento, o que deve ser feito, de preferência, com um mês de antecedência. Ao final da semana do evento devemos medir os resultados por melhorias em relação à: espaço, distâncias, acidentes, produtividade, estoque, qualidade, entrega e 5S.

- *5S*: um método sistemático para organizar e padronizar o local de trabalho. Tem sua base em 5 sentidos (Sentido de Utilização, de Ordenação, de Limpeza, de Padronização, de Auto Disciplina) que refletem uma idéia de profunda mudança comportamental. São idéias simples e muito importantes que ajudam na aplicação de todas as outras ferramentas da produção enxuta. Esta ferramenta aumenta a produtividade e reduz o desgaste físico, porque se passa menos tempo procurando ferramentas, além de se utilizar apenas o necessário e o que for mais apropriado para aquele trabalho.

- *Sistemática de trocas rápidas de ferramentas* (TRF): consiste, segundo Shingo (2000), em se reduzir o tempo da operação de *setup* para minimizar a interrupção do processo e permitir que menores tamanhos de lote possam ser utilizados no processo. É a mudança da produção de um produto para outro em uma máquina ou uma série delas interligadas com a troca de peças, matrizes, dispositivos, moldes etc. O tempo de troca é medido pelo tempo decorrido entre a última peça boa produzida e a primeira peça boa após a troca. O *Single Minute Exchange of Die* (SMED) proposto por Shingo (ibid.) se refere à meta de redução dos tempos de troca para um único dígito, ou menos de 10 minutos. Para isso, de acordo com Almeida (2006), o preparador deve ser o próprio operador da máquina, se possível, e ele não pode ter de sair em busca de dispositivos, calços ou ferramentas na hora em que a máquina está parada por motivo de troca de lote. Isso é resolvido através de padronização no método de execução e pelo treinamento para aumentar a habilidade com a operação. Busca-se eliminar a superprodução através do nivelamento mais freqüente da produção.

- *Manutenção Produtiva Total (TPM)*: significa para Hominiss (2007), realizar manutenções sistematicamente nos equipamentos para mantê-los sempre operantes, minimizando assim as interrupções no processo. Esta prática, de acordo com Corrêa e Corrêa (2007), busca a máxima eficiência do sistema de produção e maximiza o ciclo total de vida útil dos equipamentos. Almeida (2006) enfatiza o envolvimento do operário e a manutenção autônoma, ajudando a eliminar os tempos de espera por máquina quebrada (ou em manutenção), baseada no raciocínio de capacitar os operadores com o propósito de torná-los aptos a promover, no seu ambiente de trabalho, mudanças que garantam altos níveis de produtividade e qualidade sem desperdícios.

- *Gerenciamento Visual*: utilização de sinais visuais e imagens que rapidamente e claramente direcionam a atenção para um determinado ponto permitindo uma tomada de decisão mais rápida, afirma Almeida (ibid.). Consiste em se colocar em local fácil de serem vistas todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos. Geralmente, conforme o *Lean Institute Brasil* (2007), está implícita a utilização de ferramentas como o Andon, que mostra através de sinais luminosos o estado das operações em uma área e avisa quando ocorrer algo anormal, e o *Jidoka*, que fornece às máquinas e aos operadores a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorreu e interromper imediatamente o trabalho. Isso possibilita que as operações construam a qualidade do produto em cada etapa do processo e separa os homens das máquinas para um trabalho mais eficiente.

- *Poka-Yoke* (à prova de defeitos): é um conjunto de métodos para o *Lean Institute Brasil* (2007) que fazem com que uma operação só possa ser desempenhada da maneira certa, o que ajuda os operadores a evitarem erros em seu trabalho, tais como a montagem de uma peça incorreta.

- *Células*: é, segundo Almeida (2006), um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através do qual as etapas são processadas em fluxo contínuo. O projeto de célula é uma ferramenta, ou seja, para Hominiss (2007), é utilizado na implementação de um fundamento, neste caso, no fundamento do *fluxo contínuo*. O *layout* físico mais conhecido de uma célula é o formato em “U”, sendo que este modelo facilita a distribuição de tarefas, porém ele não é o único possível.

- *Trabalho Padrão*: consiste, para Almeida (2006), no estudo do trabalho de um operador para se desenvolver procedimentos baseados na taxa em que os produtos devem ser produzidos para atender a demanda dos clientes, a seqüência exata em que o operador deve realizar suas tarefas para atender a esta taxa e na avaliação da quantidade de estoque em processo que se pode ter neste conjunto de atividades.

Este conjunto de ferramentas deve ser utilizado, segundo Perin (2005), de forma sistemática ao invés de ao acaso, como se apenas uma delas já bastasse para se atingir um determinado objetivo. Devemos lembrar que vimos na mentalidade enxuta, de Womack & Jones (1996), que ótimos locais geralmente não levam a ótimos globais se eles não estiverem agindo diretamente nas causas dos principais problemas do sistema. A idéia consiste em se identificar a maior fonte de desperdícios no sistema produtivo em questão e então escolher e implementar as soluções que melhor eliminam estes desperdícios encontrados.

Assim, a partir do que foi discutido neste capítulo, entendemos que para se seguir a metodologia enxuta deve-se avaliar os pontos de melhoria do sistema buscando eliminar os desperdícios encontrados no mapeamento do fluxo de valor, então definir um método de implementação bem estruturado e depois avaliar uma das ferramentas que facilita a solução do problema encontrado. Quando a solução estiver implantada então é necessário padronizar o ambiente criado para que a melhoria não se perca e o sistema regrida a um estado passado.

No capítulo seguinte, portanto, apresentaremos os conceitos de padronização que, dentro da perspectiva da produção enxuta, garantem a estabilidade do funcionamento deste modelo.

### 3 PADRONIZAÇÃO NA PRODUÇÃO ENXUTA

No capítulo 2 foram apresentados conceitos e ferramentas referentes à produção enxuta e pudemos perceber que a maioria destes já pertencem, parcialmente ou totalmente, ao ambiente produtivo de muitas fábricas, pois de fato são referências há mais de 50 anos. Vimos que as ferramentas passaram a ser conhecidas e aplicadas por diversas empresas, entretanto pouquíssimas delas se aproximaram da Toyota em termos de qualidade, produtividade e rentabilidade. O que me parece necessário é entender porquê isso acontece.

O objetivo deste capítulo é, portanto, mostrar a importância da metodologia de padronização do trabalho segundo a visão da produção enxuta para a organização, evidenciando algumas técnicas para isso. Procuramos assim entender um pouco mais como nos aproximar das empresas japonesas em termos de qualidade e produtividade.

A idéia de padronização na metodologia da produção enxuta é muito forte e está embasada em várias de suas ferramentas. Como observamos no capítulo anterior, muito se fala na mudança das organizações na forma de gerir a sua produção, e para isso temos várias ferramentas, tais como a adoção de práticas como o sistema puxado, através do uso de Kanban<sup>5</sup>, ou da organização do local de trabalho utilizando os conceitos de 5S, ou ainda na questão de se mapear o fluxo de valor do processo de negócio e eliminar desperdícios criando um fluxo contínuo através de células de manufatura. Por trás de tudo isso, está o conceito de se buscar a melhoria contínua do sistema e padronizar as mudanças sempre que elas forem implementadas e se sentir que elas estão atendendo às expectativas.

O conceito de trabalho padronizado, na produção enxuta, refere-se ao estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado nos três seguintes elementos:

1. *Tempo takt* ou *takt-time*, que é a taxa em que os produtos devem ser produzidos para atender à demanda do cliente. Segundo Picchi (2003) apud Perin (2005), *takt-time* é o tempo disponível dividido pela demanda do cliente. Portanto, de acordo com Rother e Shook (1999), o *takt-time* é a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender as demandas dos clientes. Isso significa que se a demanda do cliente é

---

<sup>5</sup> Kanban significa cartão em japonês e representa um tipo de sistema de controle para a programação da produção de sistemas puxados que utiliza cartões em um quadro para o gerenciamento visual das necessidades produtivas para o processo que o utiliza.

de 31.680 peças por mês, por exemplo, e o tempo disponível de trabalho é de 22 dias/mês (3 turnos ou 24 horas/dia), então devemos produzir uma peça a cada 60 segundos, seguindo a seguinte equação:

$$\text{TAKT-TIME} = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Demanda do cliente por turno}}$$

2. A seqüência exata de trabalho em que um operador realiza suas tarefas dentro do *tempo takt*.<sup>6</sup>
3. O estoque padrão (supermercado ou estoque pulmão), incluindo os itens nas máquinas, exigido para manter o processo operando suavemente.

Contudo, vale ressaltar que os conceitos do sistema de produção enxuta estão relacionados historicamente a uma área da Engenharia de Produção que não é diretamente abordada nesta pesquisa, a área da Qualidade.

Na época em que a Toyota pretendia se igualar na produção de carros às montadoras norte-americanas e começou o processo de transformação organizacional do seu sistema produtivo, estavam se desenvolvendo no Japão as teorias modelo para a Gestão da Qualidade, propostas por Deming, Juran & Gryna e Ishikawa no final da década de 80 e início dos anos 90. O que a Toyota fez foi absorver estes conceitos e conciliá-los com o modelo de Gerenciamento da Produção desenvolvido por ela.

Há algum tempo atrás surgiu o paradigma que estes métodos só funcionariam em empresas japonesas devido à cultura oriental de disciplina e respeito. Porém, a Toyota e a Honda acabaram com essa hipótese quando passaram a produzir carros na América do Norte com a mesma qualidade e produtividade obtidas no Japão com operadores, supervisores e gerentes americanos. Eles mostraram, assim, que o que fazia a diferença era a visão sistêmica do *lean*, entender a importância do Sistema de Produção e a aplicação estruturada e sistemática de um conjunto de princípios, ferramentas e práticas de manufatura.

Logo, é preciso entender como se dá a padronização nos sistemas de produção enxuta.

---

<sup>6</sup> Essa questão vai ser tratada por coreografia de trabalho descrita em uma tabela de combinação de trabalho ou folha de trabalho padrão no capítulo seguinte.

### 3.1 A PADRONIZAÇÃO

Vamos agora apresentar como a produção enxuta entende a idéia de padronização, mostrando as suas raízes nas teorias de gestão da qualidade desenvolvidas no Japão por Deming, Juran e Ishikawa.

A idéia enxuta de padronização está na forma como ela aborda o problema para realizar uma melhoria. Este fundamento é similar ao que pode ser visto nos conceitos da Gestão da Qualidade Total, ou *Total Quality Management* (TQM), e nos conceitos da metodologia *Seis Sigma*<sup>7</sup>.

Segundo Shiba et al.(1997), o TQM utiliza a expressão melhoria contínua para transmitir a idéia de melhoria como um processo de resolução de problemas. As melhorias originam-se a partir do uso de uma abordagem científica e de ferramentas e de uma estrutura para o esforço individual e por equipe.

Na prática pode-se dizer que o processo se inicia na definição de um problema. Coleta-se os dados relativos a onde ele poderia estar, escolhe uma atividade específica de melhoria e então coleta dados sobre o que exatamente está errado. Planeja-se uma solução e então coleta dados para ter certeza de que funciona, e então padroniza a nova solução. A aplicação desta metodologia, conhecida como melhoria proativa, enfatiza as “*poucas e vitais*” questões que terão maior impacto no negócio se forem aperfeiçoadas. (SHIBA ET AL, 1997). Na produção enxuta, estas questões “*poucas e vitais*” são consideradas os desperdícios.

A produção enxuta busca, segundo Womack & Jones (1996), a perfeição, como o seu princípio fundamental, sendo que eles entendem que as empresas devem buscar a perfeição por meio de infinitas etapas. Fica claro, com a utilização do termo *infinitas*, de que se deve entender que este processo não é pontual e tem uma visão de longo prazo. Logo, toda melhoria pode ser refinada ainda mais. Assim, perfeição se dá quando um processo fornece puro valor, conforme definido pelo cliente, sem qualquer tipo de desperdício. Contudo, podemos nos perder se a primeira melhoria não for padronizada antes de partirmos para a próxima. Então, a padronização pode ser atingida, segundo KNOWER (2007), através do Ciclo de Deming ou Ciclo PDCA (planejar, executar, verificar, atuar) que pode ser

---

<sup>7</sup> Segundo Rotondaro (2002), Seis Sigma ou Six Sigma (em Inglês) pode ser definido como muitas coisas (metodologia, filosofia e cultura de trabalho entre outras), no entanto sua melhor definição seria o fato de o Seis Sigma é um processo de negócio que permite às organizações incrementar seus lucros por meio da otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros.

visualizado na figura 3.1. O PDCA no controle de qualidade japonês foi uma contribuição de W. Edwards Deming nos anos 50 e suas fases são as seguintes:

- *Planejar*: Determinar analítica e quantitativamente quais são os problemas chave em um processo ou atividades existentes e como eles poderiam ser corrigidos.
- *Executar*: Implementar o plano.
- *Verificar*: Confirmar quantitativamente e analiticamente que o plano funciona e resulta em melhor desempenho.
- *Atuar*: Modificar o processo anterior adequadamente, documentar o processo revisado e utilizá-lo de forma padronizada.

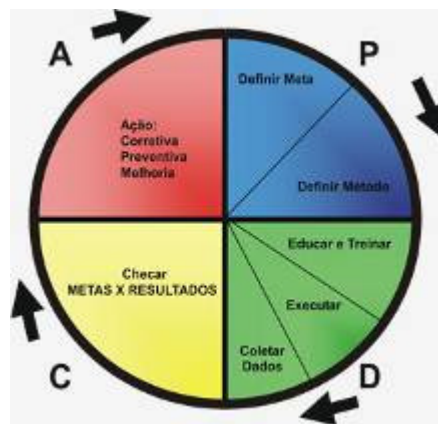


Figura 3.1 - Ciclo PDCA. Fonte: <http://www.knowwer.com.br/dicas.asp>

Segundo o *Lean Institute Brasil* (2007), o ciclo de melhoria é baseado no método científico de se propor uma mudança em um processo, implementar essa mudança, analisar os resultados e tomar as providências cabíveis. Portanto, podemos conferir em Wang (1996), que foi pela influência das teorias de qualidade desenvolvidas na época, como o TQM, que a Toyota desenvolveu o Sistema Toyota de Produção, baseado no zero defeito.

Assim, acreditando que inúmeras melhorias podem ser atingidas na utilização de um método padrão de trabalho para a eliminação de desperdícios e sustentabilidade das implementações de fluxo contínuo e/ou sistemas puxados, devemos agora entender como se estuda a padronização do trabalho segundo os princípios definidos pela produção enxuta.

Para isso será apresentada, a seguir, uma metodologia de padronização do método de trabalho que se aplica ao modelo *lean*.

### 3.2 METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO

A metodologia de padronização aqui descrita foi inteiramente desenvolvida por Perin (2005) como uma tese de mestrado com base em uma prática realizada em uma empresa. Destaca-se esta metodologia por ter alcançado bons resultados, utilizando predominantemente ferramentas da produção enxuta, além de ser reconhecida cientificamente e utilizada por diversas empresas da área.

Para envolver as pessoas visando um mesmo objetivo, a metodologia de padronização incorporou o método de Evento *Kaizen* com o objetivo de fazer a função de envolver, comprometer e desafiar um grupo de pessoas durante a fase inicial de aplicação da metodologia (PERIN, 2005).

A metodologia tem a função de capacitar e preparar as pessoas que têm uma relação direta com uma célula de fabricação e pode ser aplicada na padronização de diversos tipos de atividades, tais como: operação de uma máquina, montagem de componentes em um conjunto, embalagem de produtos, abastecimento de uma célula de fabricação, etc.

A metodologia, apresentada na figura 3.2, é formada por dois pilares que suportam a implementação e oito passos utilizados no processo de aplicação da mesma em uma célula de fabricação.

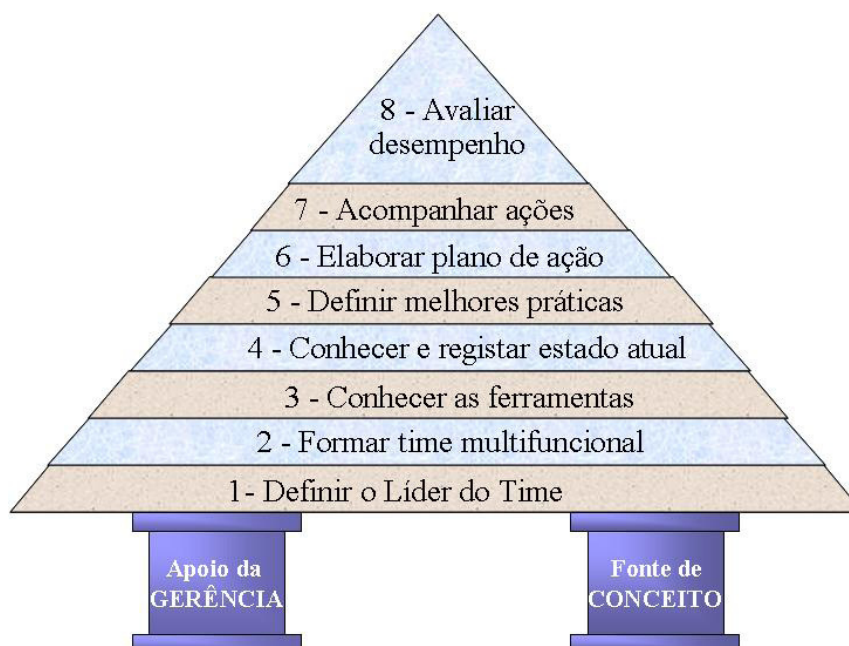


Figura 3.2 - Modelo da metodologia de padronização. Fonte: Perin (2005, p. 119)

Seus pilares de sustentação são representados pelo apoio da gerência e por uma fonte de conceito relacionada à produção enxuta. O sucesso da aplicação dos oito passos desta metodologia depende diretamente destes pilares de sustentação. Os passos de um a seis são executados dentro do método de Evento *Kaizen* adaptado à metodologia de padronização. A pirâmide representando os passos de aplicação da metodologia mostra a seqüência ideal para o sucesso de sua implementação.

A metodologia de padronização afirma que o apoio da Gerência em um processo de mudança é fundamental, pois ela é responsável pela definição das metas a serem alcançadas pela equipe na área que foi escolhida. Além disso, o apoio da Gerência dá credibilidade ao trabalho a ser desenvolvido pela equipe, sendo que a presença de um membro da alta administração na abertura e na finalização de um Evento *Kaizen* aumenta o interesse dos participantes no evento em se obter resultados eficazes.

A fonte de conceito como um pilar da metodologia, segundo Perin (2005), assume que o agente de mudança deve ter um conhecimento teórico e prático necessário para suportar as atividades de implementação de uma produção enxuta, sendo que esta pessoa fica responsável por treinar todos os outros participantes no processo de mudança, além do fato de que este agente é o responsável por fazer junto à Gerência a avaliação de desempenho das melhorias implantadas.

O primeiro passo refere-se à definição do líder do time de implementação que deve ter a habilidade de coordenar as atividades do time multifuncional e participar ativamente da execução destas. Para o método, o líder não deve ser, de preferência, o líder funcional da área, pois sua visão pode interferir no projeto. Este líder também não necessita ter o conceito aprofundado da ferramenta, sendo responsabilidade do agente de mudança fundamentá-lo no tema. Esta etapa deve ser iniciada antes da realização do Evento *Kaizen* e o líder do time junto com a gerência da empresa formam um time multifuncional, que geralmente, segundo Rentes (2000) é composto em um terço por pessoas da área em que ocorrerá a mudança, um terço por pessoas relativas à área e o restante por pessoas que são alheias à área escolhida.

As etapas são desenvolvidas conforme o cronograma apresentado na figura 3.3, que foi desenvolvido na metodologia descrita.

SEQ	PASSO	PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA	SEMANA ANTERIOR	1º MÊS				2º MÊS				
				1 S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	
1	1,2	Definir líder e Time Multifuncional										
2	3	Conhecer as ferramentas										
3	4	Conhecer e registrar estado atual										
4	5	Definir melhores práticas										
5	6	Elaborar plano de ação										
6	7	Acompanhar ações										
7	8	Avaliar desempenho										

FIGURA 3.3 – Cronograma de aplicação da metodologia de Padronização. Fonte: Perin (2005, p. 123)

As etapas de planejamento das melhorias para a realização da padronização não estão mostradas na figura, pois se referem a um período de preparação anterior à realização das mudanças.

A primeira semana da figura 3.3 é descrita na figura 3.4 como um evento *Kaizen*.

EVENTO KAIZEN DE PADRONIZAÇÃO				
Dias da Semana				
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
	. Verificação do estado atual	. Implementação das oportunidades	. Implementação do estado futuro	. Ensaio da apresentação
. Abertura	. Levantamento das oportunidades	. definição do estado futuro	. Validação do estado futuro e treinamento dos operadores	. Apresentação
. Treinamento	. Planejamento da execução das oportunidades	. elaboração da documentação	. Início da elaboração da apresentação	

FIGURA 3.4 – Cronograma do Evento *Kaizen* de Padronização. Fonte: Perin (2005, p. 122)

Assim, analisando os cronogramas podemos perceber que as atividades do meio da pirâmide da metodologia, enumeradas de passo 3 a 6, necessárias para a mudança – conhecer as ferramentas, conhecer e registrar estado atual, definir melhores práticas e elaborar o plano

de ação – estão todas alocadas para o time multifuncional que atuará no evento *Kaizen* com duração de uma semana.

Os passos seguintes, de acompanhar as ações e avaliar o desempenho, podem ser realizados pelo agente de mudança em conjunto com a equipe que participou da implementação. A duração deste período é bem maior, durando mais de um mês, pois o sistema precisa operar e uma análise temporal dos resultados deve ser realizada para se garantir confiabilidade do padrão de trabalho sugerido. Além disso, segundo Perin (2005), diversos problemas surgem durante o evento, porém necessita-se de mais de 5 dias para a sua solução, o que impossibilita o término das atividades relacionadas a eles na semana do evento. Essas atividades são, então, consideradas como um evento *Kaizen* 30 dias, descritas como pendências a serem realizadas pelo time multifuncional para se atingir as metas de oportunidades de melhoria definidas no segundo dia de evento.

Assim, por considerar a metodologia de padronização do trabalho apresentada uma importante ferramenta da produção enxuta na busca por eliminar os desperdícios e aprimorar o fluxo de valor, acreditamos que é imprescindível mostrar a sua aplicação para facilitar o entendimento de cada uma das etapas previstas.

No capítulo seguinte trataremos um estudo de caso de uma empresa brasileira de médio porte na qual esta metodologia de padronização foi utilizada para a implantação do sistema de produção enxuta.

#### **4 ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PADRONIZAÇÃO EM UMA EMPRESA METALÚRGICA.**

Neste capítulo da monografia vamos apresentar a aplicação da metodologia de padronização descrita no capítulo 3 na forma de um estudo de caso, mostrando o desenvolvimento prático de cada um dos passos sugeridos por Perin (2005).

A aplicação desta metodologia aconteceu em uma empresa nacional que atua no ramo de autopeças como fabricante de grampos para emendas de correias planas e polias laminadas a frio.

Minha participação no projeto em questão se deu como um membro da equipe de consultores contratados para promover as mudanças na empresa, sendo que estive dois dias por semana na metalúrgica durante quatro meses. Presenciei, assim, todas as reuniões de projeto aqui relatadas e mantive contato direto com todos os funcionários envolvidos no projeto. Contudo, como consultor, não tinha o poder de decidir sobre o que seria feito, mas apenas de indicar a uma equipe interna dedicada ao projeto, liderada por um funcionário denominado agente de mudanças, como as etapas deveriam ser realizadas.

O estudo de caso aqui apresentado baseia-se, então, nas observações que pude fazer durante a aplicação da metodologia de padronização do trabalho nesta empresa e das conversas mantidas com os funcionários durante as visitas semanais à indústria. Vale ressaltar, entretanto, que minhas interpretações são, de certa forma, limitadas à minha posição de consultor contratado pela gerência.

Para facilitar o entendimento de como se deu o processo, é importante dizer que a metalúrgica se caracteriza por ser um grande fabricante brasileiro de polias conformadas a frio, tendo como clientes todas as montadoras instaladas no país.

A partir de 2007 esta empresa iniciou o processo de implantação de Sistema de Produção Enxuta, para prover melhoria contínua. Uma de suas metas, apontadas pela gerência, é atingir uma utilização de 85% da mão-de-obra e 80% dos equipamentos que compõem as suas células de manufatura.

Para este propósito, a padronização das atividades das células de fabricação é considerada a base para que as melhorias aconteçam. A célula de fabricação escolhida para a aplicação da metodologia foi a célula de fabricação de polias laminadas a frio.

Normalmente em um processo de padronização de uma célula, a maioria dos integrantes do time multifuncional já tem certo conhecimento sobre o processo e sobre o produto. Porém, a empresa não possuía, até então, uma célula de fabricação moldada em conceitos de produção enxuta, como os próprios funcionários perceberam, com processos calculados para operarem de forma extremamente balanceada segundo o *Takt-time*. Então, foi importante reforçar estes conhecimentos no início do evento *kaizen* de padronização, pois foi a oportunidade criada para nivelar estes conhecimentos de produto e processo.

Importante ressaltar que a empresa já havia tido experiências anteriores de treinamentos em produção enxuta e a alta gerência já estava inteirada dos conceitos e ferramentas a serem utilizados. Contudo, nenhuma modificação seguindo conceitos de *lean* havia sido realizada antes, tornando este projeto um projeto piloto.

O evento *Kaizen* aconteceu em mais de cinco dias. Ele se iniciou em uma quinta-feira e teve fim na quarta-feira da semana seguinte, porém a seqüência das operações ocorreu conforme o cronograma da figura 3.4 no capítulo 3, sendo as atividades alocadas apenas nos dias úteis.

#### 4.1 OS PRODUTOS

Polia, também chamado "roldana", segundo a enciclopédia digital Wikipédia<sup>8</sup>, é uma peça mecânica muito comum a diversas máquinas, constituída por uma circunferência de material rígido, normalmente metal, mas outrora comum em madeira, que girando num eixo, transmite a força e movimento para uma outra polia de maior, igual ou menor diâmetro, através de uma correia, realizando assim o mesmo trabalho da engrenagem.

Uma representação das polias estudadas pode ser visualizada na figura 4.1.

As polias são compostas por:

- Uma chapa estampada considerada uma pré-forma;
- Um cubo central;

---

<sup>8</sup> WIKIPÉDIA - Polia (mecânica) - [http://pt.wikipedia.org/wiki/Polia\\_\(mec%C3%A2nica\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Polia_(mec%C3%A2nica))

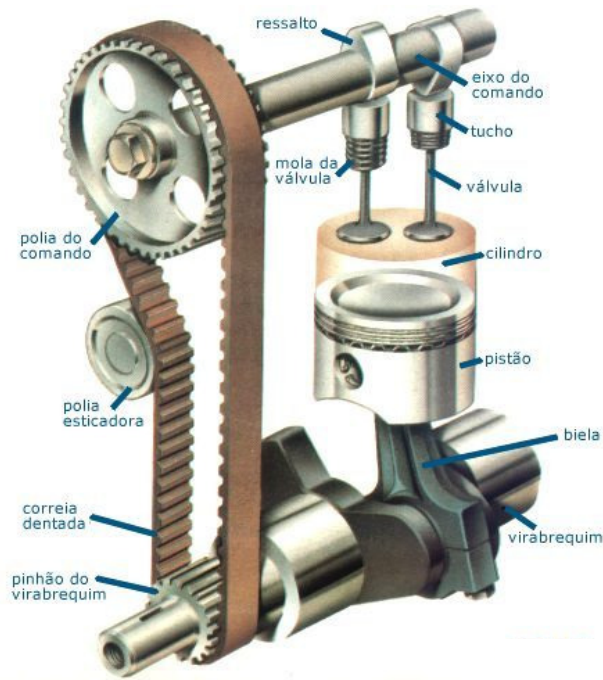


Figura 4.1 – Vista parcial de um motor evidenciando as polias.  
 FONTE:([http://http://www.envenenado.com.br/.../polias\\_005.jpg](http://http://www.envenenado.com.br/.../polias_005.jpg))

## 4.2 O PROCESSO PRODUTIVO

O processo é composto por sete postos de trabalho e dez máquinas. A parcela do processo que foi identificada com uma oportunidade de melhoria envolve torner abas da pré-forma, laminar, torner abas da polia, prensar o cubo, soldar o cubo na polia e torner o cubo. A partir da etapa de pintura realizada por um terceiro não estudamos o processo.

Estas etapas envolvem ao todo seis operadores em cinco postos de trabalho com sete máquinas. Os postos de trabalho estão divididos em duas unidades produtivas localizadas no mesmo sítio, identificadas como fábrica 1 e fábrica 2.

A demanda para o segundo semestre de 2007 estava estimada para 2.062 peças da família de produtos por dia.

## 4.3 PASSOS PARA A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Conforme a metodologia utilizada, o apoio da gerência industrial foi fundamental para a aplicação das mudanças. Para escolha da família de produtos que tivessem

representatividade quando sofressem melhorias foi realizada uma classificação ABC e apesar da categoria de polias ser representativa ela não era a principal. Assim foi necessário que a gerência delimitasse o escopo do projeto de mudanças para a empresa. Entre várias atividades desenvolvidas com o apoio da gerência é importante destacar algumas.

A primeira foi o auxílio na definição do líder e na formação do time multifuncional ou equipe *kaizen*, como foram designados durante o evento *Kaizen*, valorizando a importância do trabalho a ser desenvolvido. A segunda atividade foi a seleção dos operadores da célula junto aos supervisores, permitindo que quando a mesma entrasse em funcionamento a padronização das operações fosse mantida.

Outro apoio dado pela gerência foi disponibilizar recursos como compra de material e mecânicos necessários para garantir a implementação destas melhorias para o estado futuro da célula de fabricação. Além disso, houve a necessidade de liberação de parada de algumas máquinas durante a realização do evento e para isso foi fundamental a participação da gerência no planejamento de como as mesmas seriam desativadas e reativadas, incluindo os prazos para isto.

A metodologia de padronização foi conduzida por um facilitador designado pela gerência. Este facilitador, considerado um agente de mudança, recebeu treinamento específico das ferramentas de padronização, e com conhecimento e habilidade transferiu os conceitos destas ferramentas ao time multifuncional. O facilitador além de preparar o time, participou de toda as atividades de implementação durante a primeira semana.

A seguir são apresentados os passos da metodologia de padronização.

#### *4.3.1 Definir o Líder*

O líder foi indicado pela gerência por ser um formador de opinião, conforme sugere a metodologia.

#### *4.3.2 Formar Time Multifuncional*

O time foi composto por cinco pessoas distribuídas em diferentes funções na empresa, sendo a participação do agente de mudança apenas necessária como o consultor interno durante o evento. As atribuições foram divididas da seguinte forma:

- Líder da equipe: Auxiliar de Produção;
- Consultor interno: Engenheiro Industrial;
- Integrantes da Equipe:           Analista de Planejamento;  
  Operador do 1º.Turno;  
  Operador do 2º.Turno;  
  Empilhadeiraista.

Apesar de termos poucas pessoas integralmente relacionadas ao evento, diversas áreas foram informadas sobre a realização do evento e as áreas de manutenção elétrica e mecânica foram especialmente informadas para darem prioridade às necessidades da equipe. Em adição, houve um treinamento prévio dos supervisores e líderes de produção sobre os conceitos de produção enxuta e da metodologia empregada no evento *Kaizen*.

#### *4.3.3 Conhecer as Ferramentas*

Diversos treinamentos foram realizados pelo agente de mudança para garantir que as ferramentas e técnicas da produção enxuta, relacionadas no capítulo 2, fossem disseminadas pela fábrica. Esses treinamentos tinham duração prevista de uma hora e ocorreram durante as terças e quartas-feiras das duas semanas anteriores à semana de implementação. Os ouvintes destes treinamentos foram em um primeiro momento os líderes e os supervisores de produção e depois os operadores selecionados para trabalhar na célula piloto.

O treinamento dado à equipe *kaizen* aconteceu em dois momentos. Na semana anterior ao evento foram passadas para as pessoas do time multifuncional as prioridades que teriam durante as próximas semanas e durante o primeiro dia de evento, uma quinta-feira, na qual o líder da equipe e o consultor interno deram início às atividades com um treinamento sobre células de manufatura.

#### *4.3.4 Conhecer e Registrar o Estado Atual*

O método utilizado para identificar a situação atual da família de produtos com a qual iríamos trabalhar foi o mapeamento do fluxo de valor, descrito no item 2.4 e visualizado na

figura 4.2. Esta avaliação do estado atual aconteceu em semanas anteriores ao evento, com o auxílio de engenheiros da empresa junto com funcionários da produção. O mapa de fluxo de valor para este caso foi desenvolvido de acordo com as indicações de Rother & Shook (1999).

A partir do levantamento dos estoques em processo durante uma inspeção pontual, considerada uma fotografia do processo, e da demanda estimada pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) da empresa de 2.062 polias por dia para a família de produtos escolhida, foi possível montar uma régua de tempo para o fluxo de valor, localizada na parte inferior da figura 4.2. Nela vêem-se os tempos das atividades que agregam valor (AV) e das que não agregam valor (NAV) durante o tempo de atravessamento, ou *lead-time* (L/T), da peça na empresa. Em conseqüência, foi encontrado um tempo de agregação de valor (TAV) de 124 segundos, considerando a somatória do tempo de ciclo de cada processo, e um *lead-time* de 5,13 dias considerando-se a quantidade de estoque em processo da principal matéria-prima, a pré-forma, dividida pela demanda diária estimada.

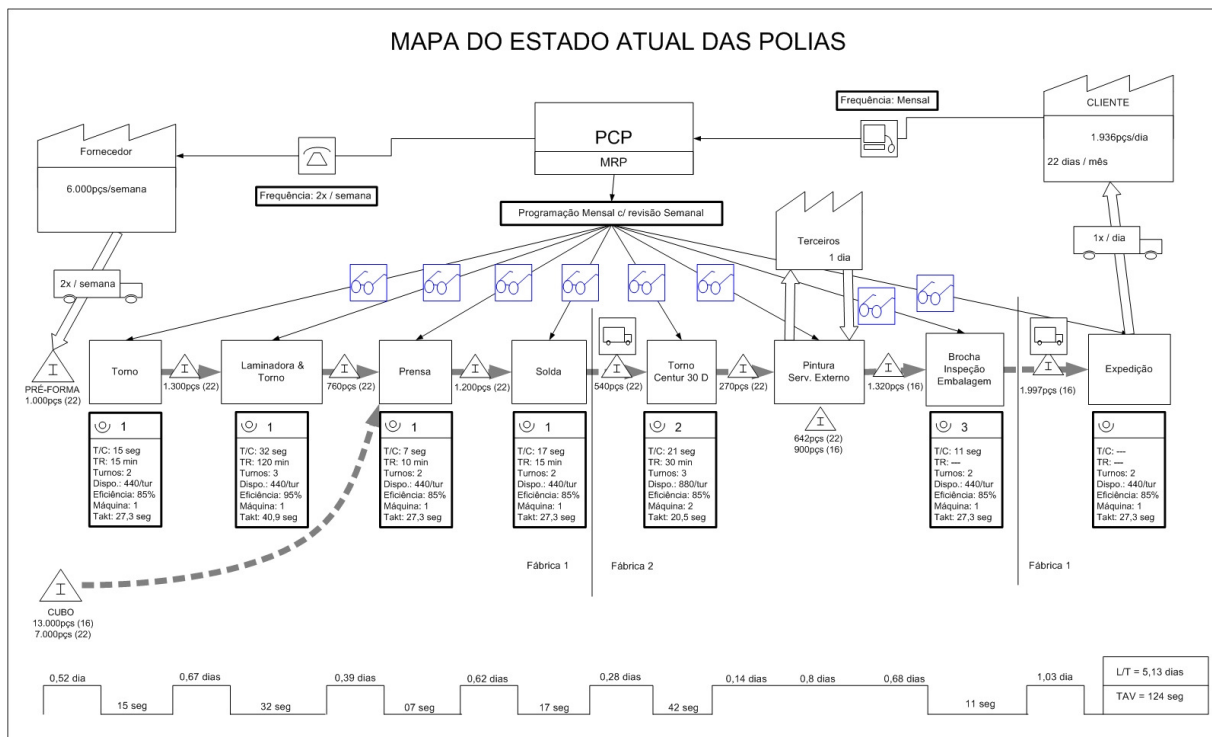


Figura 4.2 – Mapa do Fluxo de Valor das Polias

Foi então necessário calcular o *takt-time* para o processo gargalo, que no caso é a laminadora. Este cálculo é muito importante, pois, segundo Perin (2005), ele é a base para todo o trabalho padronizado.

$$TAKT-TIME = \frac{3 \text{ turnos} \times 8 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}}{2.062 \text{ peças}} = 41,9 \text{ segundos/peça}$$

Isso mostra que o cliente desta família de produtos está comprando uma polia a cada 41,9 segundos, logo, o ritmo esperado da produção deve ser menor do que este para que a demanda seja atendida. Segundo Perin (2005), isso requer um esforço concentrado para fornecer resposta rápida (dentro do *takt-time*) para problemas, eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas e eliminar tempos de troca em processos posteriores.

A consideração seguinte foi, seguindo a indicação de Rother & Shook (1999), a de que o processo iria produzir diretamente para a expedição e não para um supermercado de produtos acabados já que a demanda é previsível e não aumenta ou diminui de forma brusca. Logo, surge a necessidade de se transformar o fluxo de peças pela fábrica em um fluxo contínuo. Foi utilizado então, um diagrama de espaguete<sup>9</sup> (Figura 4.3) para identificar o caminho percorrido pela peça dentro da empresa.

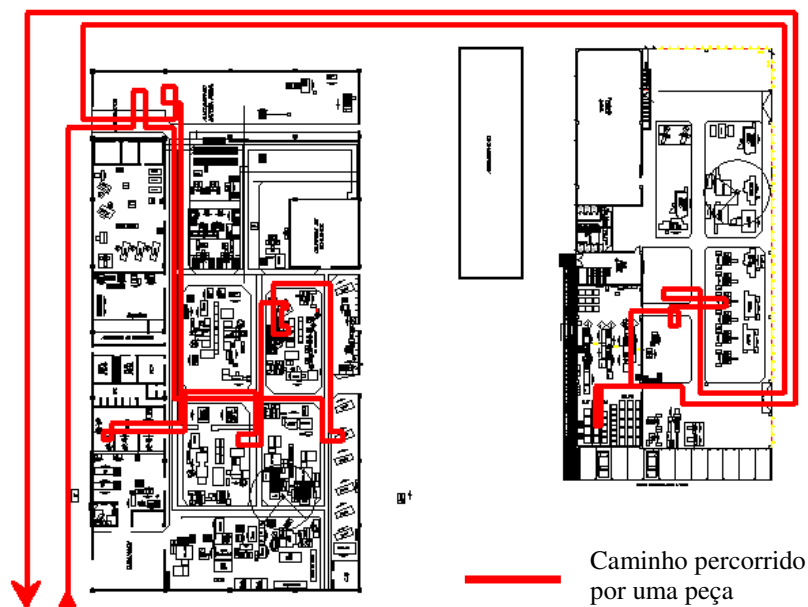


Figura 4.3 – Diagrama de Espaguete da Situação Atual para as polias.

<sup>9</sup> Diagrama do caminho percorrido por um produto na medida em que ele se movimenta ao longo de um fluxo de valor. É assim chamado, pois, na produção em massa, a rota dos produtos comumente se parece com um prato de espaguete. FONTE: *Lean Institute Brasil* - [http://www.lean.org.br/bases.php?interno=thinking\\_vocabulario#21](http://www.lean.org.br/bases.php?interno=thinking_vocabulario#21) acesso em 06 nov. 2007

O transporte de uma polia dentro do sítio, entre as duas fábricas, chegava a ser de 1.298 metros para cada peça, medindo-se a partir do ponto médio de cada estação de trabalho pela qual a polia passava.

Em conjunto com a necessidade de se levantar a distância percorrida pelas peças, surgiu a necessidade de se avaliar a eficácia global de equipamento (OEE)<sup>10</sup> como uma medida de desempenho a ser acompanhada antes e depois das modificações de layout. De acordo com o setor de Engenharia Industrial a média do OEE para o primeiro semestre de 2007 ficou em torno de 68% para a máquina gargalo do processo, que é a laminadora.

Definidos estes parâmetros pela equipe, começou-se um trabalho de filmar cada uma das estações e dos postos de trabalho para que fosse possível identificar os elementos de trabalho de cada operação.

Antes de começar a filmar cada posto de trabalho, foi necessário informá-los do trabalho a ser desenvolvido e, só então, analisar a forma de trabalho de diferentes operadores em atividade. Assim, se estabelecia um padrão inicial que era validado com todos os operadores (o líder do projeto consultava os operadores para averiguar se estes estavam de acordo com o padrão sugerido), o que permitia que quando diferentes pessoas fossem filmadas no mesmo local de trabalho elas estariam com a mesma coreografia e ritmos próximos.

As filmagens duravam cerca de cinco minutos cada, sendo necessário que cada estação fosse filmada por dez ciclos de trabalho completos. Contudo, para as estações consideradas críticas, sendo elas as que possuíam o tempo de ciclo mais próximo do *takt*, as filmagens eram feitas em mais de uma etapa ou em tempo maior de gravação.

A partir desse ponto, a equipe passou a analisar cada um dos vídeos anotando todos os movimentos do operador, e, assim, estabelecia um ponto inicial e um ponto final para cada movimento, conforme sugere Perin (ibid.).

Feito o detalhamento da operação em elementos de trabalho bem definidos, deu-se início à atividade de cronoanálise, em que o tempo de cada elemento de trabalho foi tomado enquanto o vídeo era reproduzido, respeitando-se sempre o ciclo completo da coreografia pré-estabelecida.

---

<sup>10</sup> A eficácia global de equipamento é um índice que representa o tempo efetivo em que uma máquina produziu peças boas, considerando-se todo o tempo que ela teve disponível.



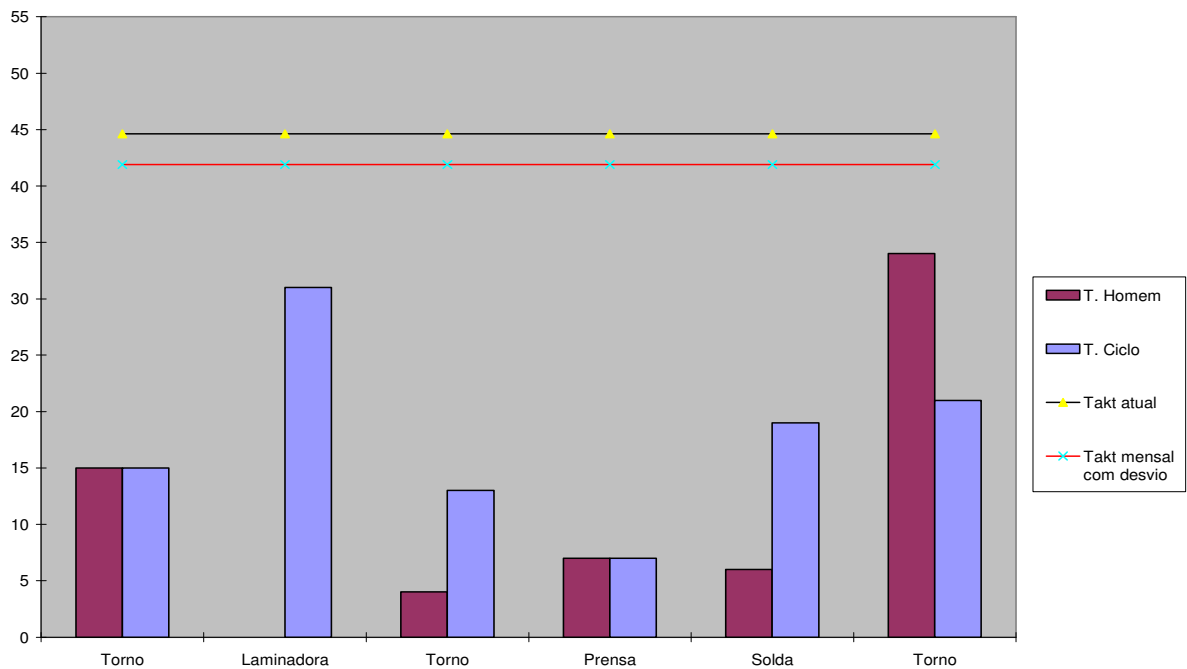


Figura 4.5 – Gráfico para Balanceamento Homem-Máquina

Coletadas todas as informações sobre a situação atual da célula, a equipe *kaizen* analisou as informações durante o primeiro dia de evento pela manhã.

Utilizando a metodologia de evento *kaizen*, apresentada no item 3.2, na quinta-feira um treinamento foi dado pelo agente de mudanças sobre conceitos de layout para células de manufatura segundo metodologia da produção enxuta, para justamente nivelar o conhecimento de todos os integrantes da equipe sobre o tópico.

A partir deste treinamento começaram as atividades para se definir o melhor *layout* segundo as oportunidades de melhoria encontradas em conjunto.

#### 4.3.5 Definir Melhores Práticas

As melhores práticas são levantadas e analisadas com base na folha de balanceamento de operador e máquina e nas oportunidades de melhoria levantadas e filmadas pelo time.

Este é o momento em que, segundo Perin (2005), o time faz a combinação do conhecimento explícito, ou seja, o time discute com base nos conhecimentos agora registrados, as possíveis melhorias que podem ser implementadas para atingir as metas de padronização definidas pela gerência. É o início do processo de definição do estado futuro.

No caso aqui apresentado, este momento de análise das oportunidades aconteceu em conjunto com a etapa anterior, de conhecer e registrar o estado atual, contudo, foi a equipe de implementação que definiu e validou junto à gerência as transformações que efetivamente ocorreriam. Este momento se deu no primeiro dia pela manhã e à tarde.

O primeiro passo foi elaborar o mapa do fluxo de valor (MFV) (figura 4.6), para o estado futuro, conforme o item 2.4, que simboliza, segundo Rother & Shook (1999), a visão de como o processo atual pode ser melhorado eliminando-se os desperdícios encontrados no mapa do estado atual. Os autores enfatizam de que para nada serve o mapeamento do estado atual se não for para se criar depois um mapa do estado futuro.

Podemos identificar no mapa do estado futuro, figura 4.6, que as modificações no processo apontadas se dão tanto no campo do fluxo de materiais, onde uma modificação do número dos postos de trabalho foi feita, quanto no fluxo de informações, sugerindo uma nova forma de controle da produção a ser realizada pelo PCP da empresa.

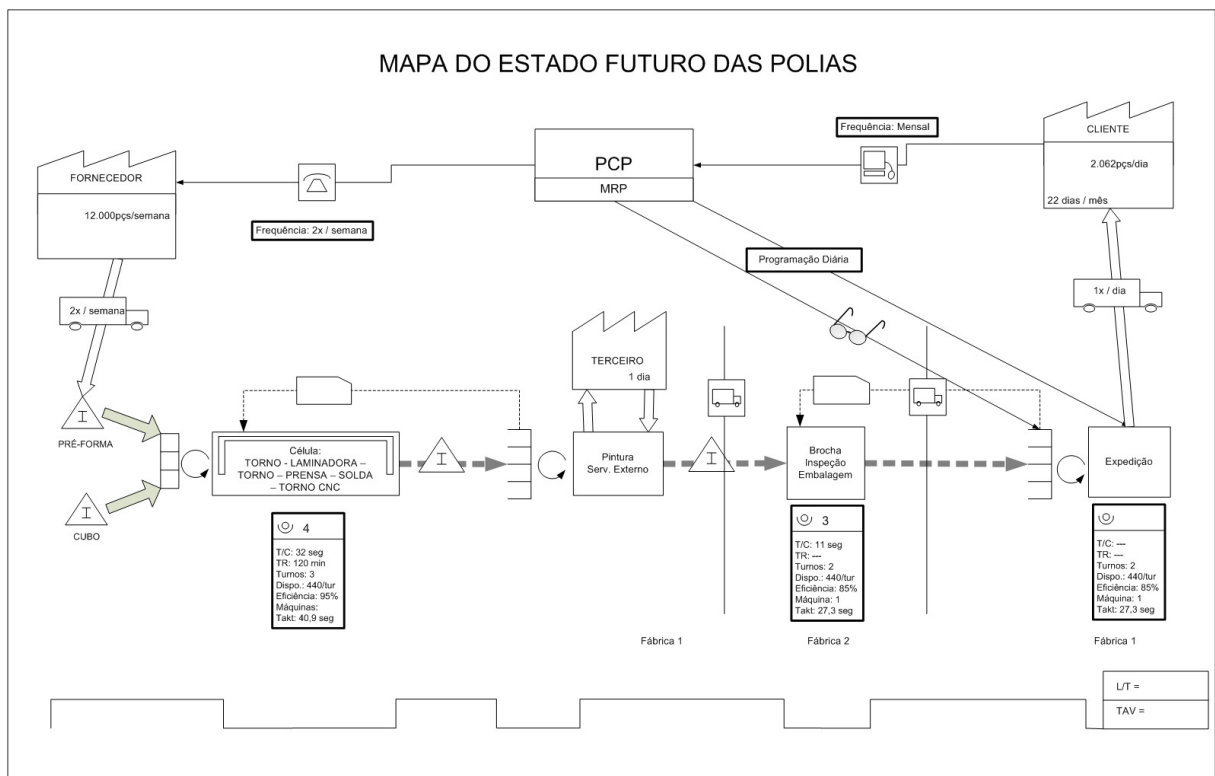


Figura 4.6 – Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro para a família de polias estudadas

Se antes o fluxo de materiais era representado por cinco caixas de processos anteriores à pintura feita por terceiros, agora eles estão identificados como um único posto de trabalho, o

que significa que foram agrupados em uma célula de manufatura. No caso do fluxo de informações, percebemos a proposta de retirar do planejador do PCP o controle sobre as ordens de produção de todos os processos anteriores à expedição, mostrando que ele somente irá controlar o nível dos estoques no supermercado de produtos acabados, utilizando um sistema de cartões *kanban* para puxar o processo.

Apesar de todas estas questões serem levantadas durante a definição de melhores práticas, é válido lembrar que o time deve ter consciência de que nem todas elas são postas em prática em um primeiro momento devido às dificuldades encontradas para isto.

Com a identificação das melhorias no processo realizadas no MFV, o segundo passo foi modificar o balanceamento de homens-máquinas segundo o critério de respeitar-se o *takt-time* com uma eficiência de 85%, estipulada pela empresa.

O balanceamento, figura 4.7, foi modificado para se encontrar a melhor disposição dos trabalhadores dentro dos novos postos de trabalho na célula de acordo com os tempos levantados anteriormente.

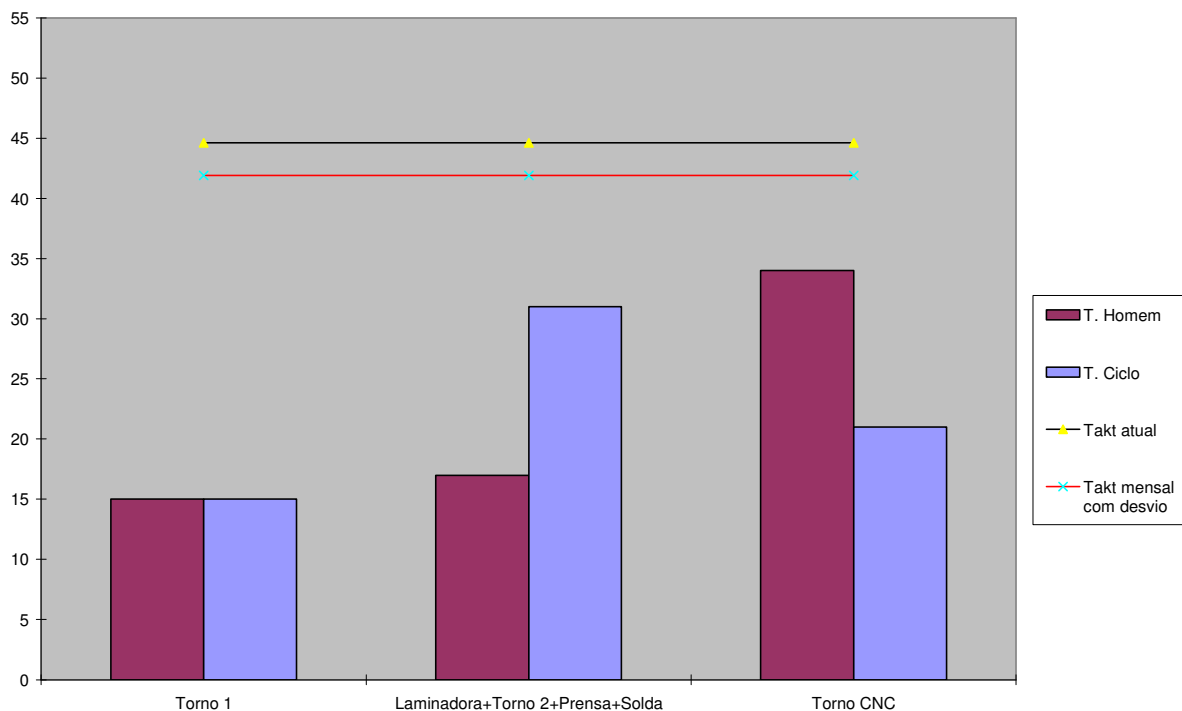


Figura 4.7 – Gráfico de balanceamento homens-máquina para o estado futuro

Percebendo que algumas máquinas não precisam de acompanhamento enquanto estão em operação, foi possível agregar a alimentação e o descarregamento de peças em um único operador, aumentando assim sua produtividade sem sobrecarregar o seu tempo de ciclo. Entretanto, para garantir a padronização das atividades e calcular de forma precisa que este

operador não teria uma sobrecarga em seu tempo de ciclo foi necessário, seguindo a metodologia de padronização (PERIN, 2005), criar uma tabela de combinação de trabalho identificando os elementos de trabalho de cada operador e compondo a duração de suas atribuições em um gráfico de linha de tempo. A tabela de combinação de trabalho, também chamada de folha de trabalho padrão, pode ser observada na figura 4.8.

Na folha de trabalho padrão, levantada pelo time multifuncional, percebemos que alocando os elementos de trabalho de cada operação de forma diferente da situação encontrada havia a possibilidade de se trabalhar com quatro operadores nos três postos de trabalho levantados no balanceamento homens-máquina, sendo eles:

- Um operador no primeiro turno, identificado pelo gráfico de barras amarelo, que possui uma carga de trabalho muito menor em relação aos outros;
- Um operador no posto de trabalho que englobam os processos de laminação à solda, identificado pelo gráfico de barras vermelho, que possui a coreografia de trabalho mais modificada no processo de mudança;
- Dois operadores operando dois tornos CNC, identificados pelo gráfico de barras em azul (o gráfico corresponde ao trabalho de apenas um operador, sendo que para se encontrar o tempo de dois operadores é necessário dividir o tempo visualizado no gráfico), os quais possuem, cada um, o tempo de ciclo mais sobrecarregado devido a medições que deve realizar para aprovar a produção da célula.

Há, no entanto, diversas atividades não cíclicas que não foram consideradas no levantamento da coreografia de trabalho para cada operador, porém, como o operador do primeiro centro de trabalho encontra-se com o ciclo de trabalho menos sobrecarregado em relação aos demais foram, então, alocadas a ele estas atividades, pois haverá momentos em que ele deverá parar de produzir para não gerar estoques na célula.



identificar os ganhos em movimentação e transporte, considerados os maiores desperdícios que serão reduzidos com esta modificação.

Vale ressaltar que a necessidade de transporte excessivo é um dos desperdícios apontados pela produção enxuta que pode ser facilmente identificado em diversas fábricas, sendo que na do estudo de caso, assim como em outras, recursos como as empilhadeiras e as paletes são muito requisitados e geralmente não estão disponíveis no exato momento em que se necessitam delas.

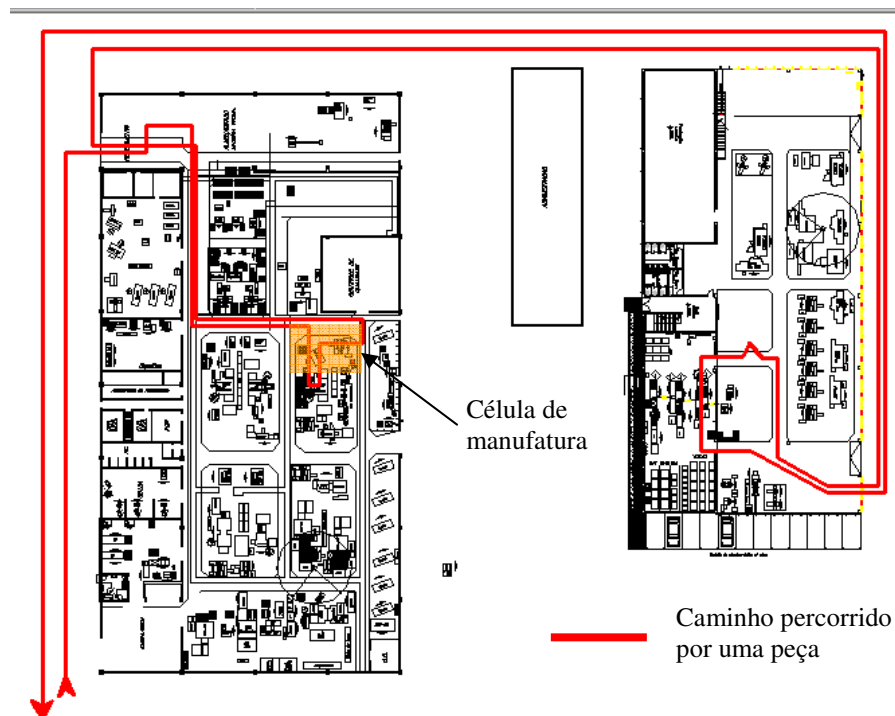


Figura 4.9 – Diagrama de espaguete para o estado futuro.

No diagrama de espaguete da figura 4.9 é possível, comparando-se com o anterior, perceber que o transporte de uma unidade para a outra ainda não teve uma proposta de eliminação do transporte de peças de um galpão da fábrica para o outro. Por outro lado, foi claramente reduzido o transporte dentro de cada uma das plantas, quando comparado à figura 4.3 apresentada anteriormente. Isso acontece devido ao arranjo do layout de vários postos de trabalho na forma de uma célula, realçada na figura.

Definido o layout da célula de manufatura, deu-se início a etapa de implementação da semana do evento, que será descrita a seguir.

#### 4.3.6 Montar Plano de Ação

O sucesso de todo o trabalho desenvolvido até essa etapa depende, segundo Perin (2005), não apenas de um bom mapeamento do fluxo, mas também de um bom planejamento e execução do plano de ação para as oportunidades encontradas.

Segundo Rother & Shook (1999) a responsabilidade pelas melhorias do fluxo de valor é basicamente da gerência. Ela deve entender que seu papel é enxergar o fluxo total, desenvolver uma visão de um fluxo enxuto melhorado para o futuro. O plano de ação deve ser elaborado pelo time multifuncional, formado por funcionários das áreas de operações diretas que agregam valor ao produto. A administração deve instigar e motivar esse time para que a execução das ações planejadas atinja os objetivos traçados para o estado futuro.

Dessa forma, ainda no início do primeiro dia foi elaborado pela equipe do evento um planejamento das tarefas da semana, sendo que este era revisado e atualizado todos os dias pela manhã, durante uma reunião antes do início das atividades, e no final do expediente da equipe, quando se encontravam em nova reunião.

Existem muitos formatos de plano de ação, no entanto, segundo Perin (2005), ele deve conter pelo menos três informações básicas:

- descrição da ação;
- responsável;
- prazo de execução.

Uma parte do plano de ação para a semana do evento pode ser vista na figura 4.10.

Planejamento do Evento Kaizen							
Horário	Quinta-Feira	Responsável	Status	Horário	Sexta-feira	Responsável	Status
07:00	Horário Livre para Atividades Gerais			07:00	Reunião para alinhamento da equipe	Líder do Projeto	
08:00	Apresentação Evento Kaizen e Sit. Futura	Líder do Projeto		MANHÃ	Preparar piso da célula (limpar)	Equipe Kaizen	
	Validar planejamento da semana e definir as pessoas responsáveis pelas tarefas	Líder da Equipe		MANHÃ	Comunicar operadores das máquinas que vão para a célula que as máquinas serão desligadas próx. Semana	Líder do Projeto	
11:00	Planejar e informar recursos a serem utilizados	Equipe Kaizen		MANHÃ	Avaliar necessidade de alteração de instalação elétrica e hidráulica e comunicar manutenção	Equipe Kaizen	
MANHÃ	Retirar o torno E40 e Centur 30 (de frente p/ Controle)	Líder do Projeto		MANHÃ	Realizar limpeza das máquinas que irão para a célula	Equipe Kaizen	
12:00	Almoço			12:00	Almoço		
TARDE	Rearranjar o layout da célula de balanceamento	Equipe Kaizen		TARDE	Confeccionar a caixa de cubos antes da prensa	Equipe Kaizen	
TARDE	Realizar limpeza das máquinas que irão para a célula	Equipe Kaizen		TARDE	Verificar material para utilizar totens (Como vão ser impresas as folhas, como vão ser colocadas no totem,	Líder do Projeto	
TARDE	Liberar prensa da VBZ (vai para a célula)	Equipe Kaizen		TARDE	Providenciar mesa auxiliar para roletes reservas	Líder da Equipe	
TARDE	Colocar prensa que, hoje, crava o cubo na VBZ	Equipe Kaizen		TARDE	Pintar apoio ergonômico das caçambas de entrada e	Equipe Kaizen	
16:30	Reunião para alinhamento da equipe	Líder do Projeto		16:30	Reunião para alinhamento da equipe	Líder do Projeto	

Figura 4.10 – Parte do plano de ação para a semana do evento.

Apesar de todo o trabalho de se levantar as necessidades para a situação futura antes da semana de implementação, é comum que apareçam durante a semana atividades extras não elencadas no cronograma. Assim sendo, estas atividades devem ser revisadas pelo líder da equipe e responsáveis e prazos devem ser estipulados. Todas as ações que são levantadas na semana do evento e não podem ser resolvidas na mesma são elencadas em um cronograma com prazo máximo, sugerido por Perin (ibid.), de trinta dias.

Esta etapa de controle acontece com o passo de acompanhar as ações de acordo com a metodologia.

#### *4.3.7 Acompanhar Ações*

Na primeira semana das atividades de padronização dá-se início a fase de acompanhar as ações realizadas e na semana seguinte uma etapa que fica conhecida como *Kaizen* 30 dias, devido ao prazo estipulado para sua finalização.

Semanalmente o líder do time multifuncional reúne-se com o gerente da planta e informa sobre o andamento do plano de ação. As observações dadas pelo gerente devem fazer parte da próxima reunião.

Reuniões periódicas do time multifuncional devem ocorrer dentro deste período. Análises de resultados alcançados durante este período devem ser realizadas pelo time, possibilitando assim uma adequação do plano de ação caso o time considere necessário.

O empenho da equipe em continuar o processo de mudança controlando a padronização implementada e finalizando todas as ações pendentes é fundamental para o sucesso da metodologia praticada de acordo com Perin (ibid.).

Durante esta fase de controle é possível se visualizar com facilidade diversos desperdícios que até então não eram notados, pois esses, segundo Perin (ibid.), por decorrência da padronização, acabam sendo produzidos de uma forma repetitiva e por tanto se torna fácil sua identificação e eliminação.

#### 4.3.8 Avaliar Desempenho

Nesta etapa acontece o acompanhamento dos indicadores de desempenho estipulados como métricas de avaliação dos resultados da padronização. A intenção é comparar a performance dos indicadores antes da padronização e depois dela.

O período de implementação de dois meses, sugeridos pela metodologia, no caso em estudo ainda não se passou, portanto não é possível o time realizar uma avaliação segura do impacto da padronização no desempenho da célula de fabricação. Contudo, alguns resultados já podem ser observados após algumas semanas.

O índice de eficácia global da célula, que representa um indicador que expressa o percentual de utilização do equipamento, considerando a situação ideal de velocidade máxima, sem paradas, sem desvios ou retrabalhos com qualidade total, já começou a dar resultados, mostrando que ao se colocar um processo próximo ao outro o tempo de resposta do sistema para um defeito de qualidade encontrado em processos anteriores fica menor e mais rápido. O índice teve um aumento gradual de 15% nas três semanas após a padronização das atividades.

A produtividade da célula como um todo aumentou na mesma proporção, em 10%, porém, apenas no fim da segunda semana após a implementação. O tempo para esta métrica começar a mostrar resultados foi maior devido a algumas ações necessárias para melhorar as condições de trabalho de um dos postos em específico, que estava com problemas ergonômicos, ser solucionada por um dispositivo de armazenagem de peças instalado.

Foi possível observar que os operadores desempenham o padrão de trabalho conforme lhes foi passado em treinamento durante o penúltimo dia de evento, o que possibilitou a validação da folha de trabalho padrão desenvolvida pela equipe do evento.

Uma das necessidades sentidas pela gerência da empresa no acompanhamento à célula de manufatura foi a falta de uma matriz de versatilidade e capacitação dos funcionários em cada posto de trabalho. Porém, isso foi prontamente elaborado pelo time de implementação e pelos operadores em conjunto, solucionando o problema e evidenciando a necessidade de treinamento para diversos funcionários alocados à célula.

O maior ganho de desempenho, contudo, não está relacionado apenas à finalização das ações pendentes, mas principalmente a partir destas, uma vez que o supervisor de produção

passa a perceber os benefícios da padronização e ter informações confiáveis de seu processo produtivo.

Outro ganho que foi percebido pela gerência que deu suporte ao evento e pelo próprio time multifuncional foi o conhecimento adquirido sobre a metodologia de padronização utilizada por se tratar este de um projeto piloto.

Com a evolução das medidas de desempenho que estão sendo acompanhadas toda semana pelos envolvidos a diretoria da empresa acredita que outras modificações em outras famílias de produtos poderão ser realizadas dentro de noventa dias.

Agora, a questão a ser analisada pela empresa, dentro deste período de avaliar o desempenho, para validar se as melhorias vão ser sustentáveis é a avaliação dos impactos sofridos pelos funcionários que estão diretamente envolvidos no processo e como os que estão relacionados a ele se comportam.

Levando-se em consideração esta preocupação apresentada pela própria metodologia implementada, acredito ser importante, enquanto finalização deste estudo de caso, alguns comentários acerca dos impactos deste modelo de padronização, suas contribuições e possíveis alternativas para aprimoramento do processo.

É importante destacar que não foi sugerida pela metodologia utilizada uma sistemática de avaliação dos impactos sofridos pelos operários, desta forma, o método encontrado pelo agente de mudança da empresa foi utilizar as próximas quatro reuniões semanais da equipe do evento para validar com os operadores se houveram melhorias com o novo padrão de trabalho. Estas reuniões se enquadram na metodologia utilizada sob o aspecto de *Kaizen* 30 dias.

Sendo que duas pessoas das cinco que integraram a equipe são operadores da célula de turnos diferentes o encontro com eles geravam boas informações e favorecia o clima de confiança entre a chefia e o funcionário, pois ambos participaram de todas as etapas de decisão sobre as mudanças que foram realizadas.

Logo na primeira reunião foi possível discutir com as pessoas que participaram do evento sobre a visão dos mesmos com relação ao novo padrão de trabalho. O primeiro aspecto levantado pela equipe foi a necessidade de acabar rápido com as pendências da implementação. Estas pendências estavam relacionadas em uma lista que em sua maioria eram itens e ferramentas a serem compradas pela empresa para auxiliar nas atividades de rotina dos trabalhadores. Apesar dos outros operadores da célula, não integrantes do time

multifuncional do evento, terem sido informados sobre o prazo para chegada dos itens comprados, a falta destes gerava um desconforto em toda a equipe.

A coreografia de trabalho estipulada, conforme a figura 4.8, não foi seguida no posto “B” logo após a mudança. Este fato ocorreu devido a uma das máquinas envolvidas apresentar problemas que foram resolvidos através de manutenção. Com isso, houve a necessidade de um ajudante para realizar as atividades do posto de trabalho enquanto o caso não foi solucionado.

Depois de solucionados os problemas de máquinas que foram surgindo e treinados os operadores *in loco* no padrão de trabalho, a satisfação dos trabalhadores com suas atividades aumentou, pois a produtividade da célula começou a aumentar e a gerência reconheceu o esforço dos operários para isto. Em uma das reuniões com o time multifuncional e a gerência envolvida foi possível perceber este fato.

A realização de atividades de 5S, envolvendo limpeza e organização das máquinas e do local de trabalho, durante o evento de mudança, sensibilizou os funcionários para que começassem a manter o local de trabalho mais organizado, realizando uma limpeza no final de cada turno. Esta iniciativa partiu dos próprios funcionários, sem intervenção de nenhum supervisor, o que mostra que eles se sentiram preocupados em manter o novo local de trabalho com um visual limpo, uma atitude diferente do que podia ser percebido antes das mudanças.

Com a chegada e a instalação dos acessórios comprados para a célula os funcionários perceberam a importância e o apoio dado pela empresa ao projeto, pois todas as solicitações realizadas por eles, operadores, para melhorar o ambiente de trabalho, foram atendidas.

O ritmo de produção da célula e todas as atividades foram novamente checadas e validadas com os funcionários nos diferentes turnos após a finalização destes acessórios. Desta vez, a pedido da empresa, com o acompanhamento de um responsável técnico pela segurança do trabalho.

Um sistema de gestão visual da produção está sendo implementado na célula e assim mais autonomia sobre o controle das operações será dada aos trabalhadores envolvidos neste projeto piloto.

Como proposta de melhoria para a situação implementada, agora a atual, ficou para a empresa oferecer treinamentos para capacitar os operadores na operação e preparação de todas as máquinas envolvidas na célula. Os funcionários que estão, no momento, operando as

máquinas são especializados em apenas um posto de trabalho e muitos não possuem conhecimento para realizar a troca de ferramentas (*setup*) quando isto é necessário. A capacitação em diferentes operações irá diferenciá-los dos demais, tornando-os multifuncionais, somando certificados que possibilitam a mudança de cargo e levando assim a um aumento salarial. Contudo, isso não significa que esta prática garanta que deixem de exercer a função de operadores de máquina. Ela apenas os qualifica em mais operações do que são reconhecidos hoje.

Enfim, pode-se perceber, após quatro semanas da implementação da célula de manufatura e do padrão de trabalho, que algumas barreiras contra a realização de mudanças, conforme relata Rentes (2000), foram superadas, e os trabalhadores começaram a perceber estas mudanças como melhorias nas condições de trabalho, incentivando assim a realização de novas práticas similares na empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de ter apresentado um rápido histórico dos modelos de produção, ter descrito e destacado o modelo de produção enxuta, a partir do qual apresentamos um estudo de caso, com a intenção de visualizar a implementação de algumas ferramentas de padronização e suas implicações na empresa estudada de maneira geral, me parece importante retomar a questão sugerida no início do trabalho enquanto intenção de pesquisa para, a partir dela, poder avaliar os limites e as contribuições desta monografia.

A questão inicial apresentada neste trabalho configurava-se da seguinte maneira:

**A partir das práticas de padronização do método de trabalho sugeridas pela produção enxuta, como se dá a implementação deste modelo de padronização?**

Na tentativa de responder a esta questão, acredito que o primeiro capítulo desta monografia permitiu uma contextualização do conceito e dos modelos de produção, mostrando a sua evolução ao longo da história. Já o segundo capítulo destaca o modelo de produção enxuta como aquele que mais se aproxima do ideal (maior produtividade com menor desperdício), ressaltando seus conceitos, princípios, ferramentas e técnicas.

Porém, acredito que estes dois primeiros capítulos serviram de base para a compreensão dos conceitos das ferramentas de padronização do método de trabalho apresentados no terceiro capítulo e posteriormente aplicados no estudo de caso, detalhado no capítulo 4. Na verdade, são estes dois capítulos que nos permitem responder à questão de pesquisa.

No terceiro capítulo foi possível compreender em detalhes a idéia de padronização e o conceito de trabalho padronizado na produção enxuta. Mostrou ainda como foi a influência dos “*gurus*” da qualidade no desenvolvimento do conceito de padronização e a metodologia de padronização apresentada por Perin (2005) e escolhida para a implementação na empresa investigada. Nesta parte da monografia a pergunta já pôde ser respondida, ao menos de forma teórica, uma vez que foram apresentados todos os passos para a implementação do modelo de produção enxuta, partindo de práticas de padronização do método de trabalho.

No quarto e último capítulo relatamos a aplicação da metodologia apresentada a partir de um estudo de caso, deixando claro como se dá a implementação deste modelo de padronização. Partindo das observações que foram feitas e da minha participação direta no

projeto enquanto consultor, foi possível acompanhar cada passo da utilização da metodologia de padronização do trabalho na implantação do modelo *lean*.

É importante ressaltar, então, nesta monografia, as diferenças encontradas entre as abordagens da padronização nos diferentes sistemas produtivos. Com os estudos realizados acerca do tema da padronização segundo a produção enxuta pude perceber que este conceito se diferencia dos demais, provenientes da Administração Científica. Isso se deve, não só pelas ferramentas utilizadas, como o Mapa do Fluxo de Valor, que me parece ser uma nova forma de apresentar um fluxograma mais completo, mas também pelas suas diretrizes de se começar pela análise do ritmo de produção ao qual devemos atender, conforme o cálculo do *Takt-time*. Este fato, de calcular o tempo necessário para se balancear a produção, pela experiência que tive de estudar e trabalhar com tempos e métodos, não é uma necessidade na hora de aplicar a padronização, o que se difere muito no caso da produção enxuta.

Sobre o que foi identificado como necessidade da produção enxuta, ficou claro que quando falamos em *Lean*, falamos em algumas ferramentas que apesar de serem antigas tiveram de ser reformuladas para serem aplicadas no mercado. Primeiro pela necessidade de se realizar mudanças rapidamente, por exemplo, o conceito de melhoria contínua se mescla com a necessidade de uma implementação em uma semana. Isso devido a conceitos como o da melhoria radical, ao menos nas reuniões que tive com os funcionários da empresa, estar estigmatizado como redução do número de operários no quadro de funcionários na finalidade de se cortar custos de produção, impedindo que os operários se motivassem a auxiliar no desenvolvimento do projeto. Então, surge o nome de Evento *Kaizen* na intenção de conseguir o apoio dos empregados na sustentabilidade das implantações.

Pude notar neste estudo de caso que além de todas as questões já apresentadas ao longo do trabalho como necessárias para o desenvolvimento da metodologia de padronização do trabalho, também é importante considerar o capital intelectual da empresa (as habilidades, capacidades e o conhecimento dos funcionários) em todas as etapas. Quanto a isso, vale dizer que as etapas iniciais, principalmente a fase de preparação do mapa do fluxo de valor, são de fundamental importância para o bom desenvolvimento do projeto, devendo envolver o maior número possível de pessoas da empresa.

Enquanto resultado dessa prática de padronização para a implantação de um sistema *lean*, pudemos notar, a partir do estudo de caso, uma melhoria na produtividade em 10%, um aumento do índice global de eficácia em 15%, uma iniciativa na organização da fábrica no que se refere à célula criada e o surgimento de uma necessidade por maior autonomia por

parte dos operários. Estes fatos evidenciam as melhorias após a implementação, porém, a verdadeira padronização do método de trabalho começa com o acompanhamento diário, realizado pela própria empresa, nas semanas seguintes ao Evento *Kaizen*, buscando controlar e diminuir as variações na forma de se realizar as atividades relacionadas à produção, controlando assim a previsibilidade e a confiabilidade da célula de manufatura.

Para resolver isso, surge uma necessidade de maior autonomia na tomada de decisão sobre o controle da produção por parte dos operários. Este ponto, embora pareça contraditório à intenção de padronização, não o é, pois, a padronização se dá no campo da estipulação de uma melhor coreografia de trabalho enquanto o sistema opera conforme planejado. Nos momentos em que alguma falha não prevista influencia o andamento do processo, devido à falta de estoques intermediários entre os postos de trabalho, a atividade do operador se interrompe de forma forçada e ele precisa então ter a capacidade de solucionar o problema para poder voltar a trabalhar conforme foi instruído. Neste sentido, encontramos barreiras dentro da empresa onde foi realizado o estudo de caso, isso, tanto pela burocracia para registrar a parada de produção, quanto pela falta de autonomia dos operadores em acionarem os responsáveis pela solução dos problemas. Assim, ficou como sugestão para a empresa, repensar quem será o responsável pelo acionamento das medidas de solução dos problemas encontrados na nova célula.

Contudo, embora este modelo de padronização para a implementação tenha permitido todos estes avanços dentro da empresa, coloca-se a necessidade de uma avaliação mais efetiva e constante sobre os impactos das práticas de manufatura enxuta sobre o dia-a-dia dos operários no trabalho. Coloca-se aqui, inclusive, a possibilidade de novas pesquisas para a investigação desta questão.

Por fim, é necessário dizer do crescimento pessoal e profissional que pude viver durante a realização desta monografia, dos conhecimentos desenvolvidos e aprimorados com a revisão bibliográfica acerca do tema e com a experiência vivida no dia-a-dia da empresa, em contato com a gerência e com os outros funcionários.

E, ainda que se tenha consciência dos limites desta monografia, por uma questão de tempo e de falta de conhecimento para aprofundar alguns temas, a intenção é de que este estudo possa contribuir, de alguma maneira, para a área de produção de conhecimento em *lean production*, podendo ser utilizado para a divulgação do método junto às empresas, assim como gerar novas possibilidades de pesquisa.

## Referências

- ALMEIDA, J.A.R. DE. *Uma visão geral da mentalidade enxuta, conceitos e ferramentas*. São Carlos: 2006.
- CORREA, H. L.; CORREA, C. A. *Administração de produção e operações*. São Paulo, Atlas, 2007.
- HARRIS, R.; HARRIS, C.; WILSON, E. *Fazendo Fluir os Materiais*. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2004, 93 p.
- HOMINISS LEAN LEARNING & LEAN CONSULTING. *Apostilas do Programa de Capacitação em Lean Production*. Campinas, 2007.
- KNOWER CONSULTORES. *Dicas* Disponível em : <<http://www.knower.com.br/dicas.asp>> Acesso em: 20 jun. 07
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, *What is Lean?* Disponível em: <<http://www.lean.org/WhatsLean/>>. Acesso em: 05 jun. 2007.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. *O que é Lean Thinking?* Disponível em : <[http://www.lean.org.br/bases.php?interno=thinking\\_o\\_que\\_e](http://www.lean.org.br/bases.php?interno=thinking_o_que_e)>. Acesso em: 29 mai. 2007.
- \_\_\_\_\_. *Léxico Lean*. Disponível em : <<http://www.lean.org.br/>>. Acesso em: 29 mai. 2007.
- LIKER, JEFFREY K. *O Modelo Toyota. 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005, 316 p.
- LIKER, J.; MÉIER, D. *O Modelo Toyota. Manual de Aplicação: Um Guia Prático para a Implementação dos 4 Ps da Toyota*. Porto Alegre, Bookman. 2007, 432 p.
- MOREIRA, M. P. *Times de Trabalho em Ambientes de Manufatura Enxuta: Processo e Aprendizado*. Dissertação (Mestrado) - Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1997, 149 p.
- PERIN, P. C. (2005). *Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas de produção enxuta*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- RENTES, A.F. (2000). *TransMeth - Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresas*. Tese de Livre Docência, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar*. São Paulo: Lean Institute Brasil. 1999, 97 p.

- ROTHER, M.; HARRIS, R. *Criando Fluxo Contínuo*. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2001.
- SHIBA et al. *TQM: Quatro revoluções na Gestão da Qualidade*. São Paulo: Atlas, 1997.
- SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta. Uma Revolução nos Sistemas Produtivos*. Porto Alegre, Bookman. 2000, 327 p.
- SIPPER, D.; BULFIN Jr., R. L. *Production: planning, control and integration*. Mc Graw-Hill International Editions, 1977.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção 2ª Edição*. 7ª Reimpressão: 2007. São Paulo: Atlas, 1997.
- SPEAR, S.; BOWEN, K. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review, September-October 1999.
- TBM CONSULTING GROUP. A “Casa da Toyota” Disponível em <[http://www.tbmcg.com/pt/about/ourroots/house\\_toyota.php](http://www.tbmcg.com/pt/about/ourroots/house_toyota.php)> Acesso em: 20 jun. 2007.
- WANG, W. *Japanese Implementation of Quality*. General Electric Company. Technical Report 96CRD156, November, 1996.
- WOMACK, J.; JONES, D.; ROSS, D. *A Máquina que Mudou o Mundo*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992, 347p.
- \_\_\_\_\_. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998, 427 p.
- \_\_\_\_\_. *Enxergando o Todo. Mapeando o fluxo de valor estendido*. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2004, 98 p.