

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Glauco Garcia Martins Pereira da Silva

**IMPLANTANDO A MANUFATURA ENXUTA: UM MÉTODO
ESTRUTURADO**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2009

GLAUCO GARCIA MARTINS PEREIRA DA SILVA

Dissertação apresentada ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dalvio Ferrari Tubino, Dr.

Florianópolis, fevereiro de 2009.

GLAUCO GARCIA MARTINS PEREIRA DA SILVA

**IMPLANTANDO A MANUFATURA ENXUTA: UM MÉTODO
ESTRUTURADO**

Esta dissertação foi submetida para aprovação como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Área de Concentração: Sistemas de Produção, do Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, da Unidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.
Coordenador do Curso

Prof. Dalvio Ferrari Tubino, DR.
ORIENTADOR

BANCA EXAMINADORA:

Prof. João Carlos Espíndula Ferreira, Dr.

Prof. Felipe Eugênio Kich Gontijo, Dr.

Prof. Gilberto José Pereira Onofre de Andrade, Dr.

Um bom pai não é aquele que paga as melhores escolas,
mas aquele que ensina ao filho a importância da busca pelo conhecimento.

Dedico este trabalho ao meu pai,
em quem bate forte o coração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Ao meu pai Edison, mãe Marlete, e irmã Ingrid, pela educação e convivência em família. Por me apoiar em meus sonhos, mesmo que isto signifique a distância física.

Ao professor Tubino pela orientação e conhecimento transmitido.

Ao amigo Kvalo pelo exemplo de determinação, simplicidade e vida. Por me ensinar que não é preciso ter asa para voar.

Ao amigo Gilberto pelo exemplo de PURA VIDA.

Aos amigos e irmãos formados nesta ilha e àqueles “das antigas”, pelos bons momentos vividos e pelo crescimento mútuo.

Aos colegas do Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP) e do Grupo de Estudos em Lean Manufacturing (GLean), pelo convívio e desenvolvimento acadêmico.

Ao Departamento de Engenharia de Produção e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFSC e professores, pelo apoio e orientação desde a graduação até a conclusão do mestrado.

Aos profissionais da empresa onde se deu o estudo de caso deste trabalho, pelo total apoio e participação no desenvolvimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio durante o mestrado.

RESUMO

SILVA, Glauco Garcia Martins Pereira. Implantando a manufatura enxuta: Um método estruturado. 2009. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2009.

O nível de competitividade industrial tem imposto ao mercado novos padrões, gerando uma série de desafios para as empresas, como a necessidade de novas abordagens, novos princípios, novos paradigmas para gestão dos sistemas de produção. Dentre estas abordagens, conhecidas e estudadas, se destaca a Manufatura Enxuta (ME), composta por um conjunto de recomendações, princípios e práticas que as empresas industriais devem seguir com o intuito de se tornarem mais enxutas e ágeis. Para auxiliar no processo de implantação existe uma farta bibliografia que relata os conceitos, princípios, ferramentas e aplicações práticas pontuais, sem, no entanto, descrever de uma maneira substancial como fazê-lo de forma que seja realmente internalizada no dia a dia das pessoas. A implantação da cultura Enxuta nas empresas não é tarefa fácil e envolve mudanças significantes na maneira convencional de trabalho para todos os colaboradores em todos os níveis da organização. Este trabalho busca preencher esta lacuna e sugere um modelo estruturado para a implantação da ME em empresas envolvendo a todos os níveis das organizações (estratégico, tático e operacional) em três diferentes aspectos: Aprendizado, Implantação e Motivação. Para isto o modelo foi dividido em três etapas seqüenciais, que representam cada nível organizacional, cada etapa é formada por cinco passos referentes ao ciclo PDCA, sugerindo uma organização sistemática para a implantação e para a melhoria contínua. O trabalho apresenta uma aplicação prática do modelo proposto nas três etapas sugeridas, e também os resultados obtidos com sua aplicação enfatizando assim sua aplicabilidade e eficácia.

Palavras – Chave: *Manufatura Enxuta; Níveis Organizacionais; Benchmarking; Mapeamento do Fluxo de Valor; Kaizen.*

ABSTRACT

SILVA, Glauco Garcia Martins Pereira. Implantando a manufatura enxuta: Um método estruturado. 2009. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2009.

The level of competitiveness to the market has imposed new standards, creating series of challenges for companies as the need for new approaches, new principles, new paradigms for management of production systems. Among the known and studied approaches, it highlights the Lean Manufacturing, composed of a set of recommendations, principles and practices that the industry must follow in order to become more agile and lean. To assist the companies in the process of deployment there is an extensive literature that describes the concepts, principles, tools and applications, but not describing a substantial way of how to do it, in a way that is really internalized in the daily life of people. The deployment of the Lean culture in business is not easy, and involves significant changes in the conventional way of work for all employees at all levels of the organization. This paper works in this gap by suggesting a structured model for the deployment of the Lean Manufacturing in companies involving all levels of organizations (strategic, tactical and operational) in three different areas: Learning, Motivation and Implementation. The model was divided into three sequential stages, which represent each organizational level, which is subdivided into five steps that represents the PDCA cycle, suggesting a systematic organization for the implementation and continuous improvement. The paper presents a practical application of the three stages of the proposed model, and also discuss the results of its implementation, emphasizing its applicability and effectiveness.

Key Words: *Lean Manufacturing; Organizational Levels; Benchmarking; Value Stream Mapping; Kaizen.*

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMENTOS | 5 |
| RESUMO | 6 |
| ABSTRACT | 7 |
| LISTA DE SIGLAS | 11 |
| LISTA DE FIGURAS | 12 |
| CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 Contextualização..... | 14 |
| 1.2 Questão de Pesquisa e Pressuposto | 15 |
| 1.3 Objetivos Geral e Específicos | 16 |
| 1.4 Metodologia Científica Aplicada | 17 |
| 1.5 Delimitações do Trabalho..... | 19 |
| 1.6 Estrutura do Trabalho..... | 20 |
| CAPÍTULO 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 21 |
| 2.1 Manufatura Enxuta, origens e princípios | 22 |
| 2.2 Práticas e Ferramentas da Manufatura Enxuta | 27 |
| 2.2.1 Parcerias na cadeia produtiva e previsão de demanda | 27 |
| 2.2.2 Planejamento-mestre e nivelamento da produção à demanda | 30 |
| 2.2.3 Produção em fluxo contínuo..... | 35 |
| 2.2.4 Redução do tamanho dos lotes..... | 39 |

| | | |
|---------|---------------------------------------------------|----|
| 2.2.5 | Produção puxada pelo cliente | 44 |
| 2.2.6 | Autonomação e prevenção de problemas..... | 49 |
| 2.2.6.1 | Método dos Cinco Por Quês | 54 |
| 2.2.6.2 | Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)..... | 55 |
| 2.2.6.3 | Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)..... | 57 |
| 2.2.6.4 | Gráfico de Barras..... | 58 |
| 2.2.6.5 | Análise de Pareto..... | 60 |
| 2.2.6.6 | Gráfico de Correlação..... | 62 |
| 2.2.6.7 | Histograma..... | 64 |
| 2.2.6.8 | Braistorming..... | 64 |
| 2.2.6.9 | 5W2H..... | 67 |
| 2.2.7 | Mapeamento do Fluxo de Valor | 67 |
| 2.3 | Trabalhos Relacionados..... | 72 |
| 2.3.1 | Nível Estratégico | 73 |
| 2.3.1.1 | Origens do BME..... | 74 |
| 2.3.1.2 | Método Benchmarking Enxuto | 76 |
| 2.3.1.3 | Variáveis de Pesquisa do Método..... | 81 |
| 2.3.2 | Nível Tático | 85 |
| 2.3.3 | Nível Operacional..... | 92 |
| 2.4 | Conclusões do Capítulo | 99 |

CAPÍTULO 3 MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

| | | |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|
| 3.1 | Visão Macro do Método Proposto | 101 |
| 3.2 | Etapa 1 - Nível Estratégico | 104 |
| 3.3 | Etapa 2 - Nível Tático | 106 |
| 3.4 | Nível Operacional – Etapa 3..... | 110 |
| 3.5 | Conclusões do Capítulo | 115 |
| CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO | | 116 |
| 4.1 | A Empresa e o Sistema Produtivo..... | 116 |
| 4.2 | Etapa 1 - Nível Estratégico | 120 |
| 4.3 | Etapa 2 - Nível Tático | 125 |
| 4.4 | Etapa 3 – Nível Operacional..... | 132 |
| 4.5 | Conclusões do capítulo | 142 |
| CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS | | 144 |
| 5.1 | Considerações finais e conclusões | 144 |
| 5.2 | Sugestões para trabalhos futuros..... | 150 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 152 |

LISTA DE SIGLAS

- BME – Benchmarking Enxuto**
- CCQ – Círculo de Controle da Qualidade**
- CDF – Variável Chão de Fábrica**
- DEM – Variável Demanda**
- FIFO – Primeiro a entrar primeiro a sair**
- GCS - Gestão da Cadeia de Suprimentos**
- GIME – Grupo de Implantação da Manufatura Enxuta**
- GUT – Gravidade, urgência e tendência**
- JIT – Justo a tempo (Just in Time)**
- ME - Manufatura Enxuta**
- MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor**
- MIE – Made in Europe**
- MIT - Massachuets Institute of Technology**
- MRP – Planejamento das Necessidades de Materiais (Material requirements planning)**
- OP – Ordem de produção**
- PCP - Planejamento e Controle da Produção**
- PDCA – Plan, Do, Control, Act (Planejar, Fazer, Controlar, Agir)**
- PF - *Performance***
- PMP – Planejamento Mestre de Produção**
- PR – Prática**
- PRO – Variável Produto**
- ROP – Rotina de operação padrão**
- SCM - Supply Chain Management**
- SMED – Single Minute Exchange os Die**
- STP – Sistema Toyota de Produção**
- TC – Tempo de ciclo**
- TQC – Controle de Qualidade Total**
- TRF – Troca Rápida de Ferramentas**
- TX – Taxa de produção**
- WIP – Estoque em processo (work in progress)**
- 5W2H - What? Why? Who? Where? When? How? e How much? (O que?, Por quê?, Quem?, Onde?, Quando?, Como? E Quanto custa?)**

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2-1 Estrutura do capítulo 2 | 21 |
| Figura 2-2 Ciclo de Deming | 27 |
| Figura 2-3 Funções do planejamento-mestre da produção..... | 31 |
| Figura 2-4 Nivelamento da demanda pelo estoque | 32 |
| Figura 2-5 Nivelamento da produção pela demanda..... | 34 |
| Figura 2-6 Funções do planejamento-mestre da produção e a Manufatura Enxuta | 34 |
| Figura 2-7 Ciclo Virtuoso da Manufatura Enxuta | 35 |
| Figura 2-8 Layout funcional..... | 36 |
| Figura 2-9 Layout por produto | 37 |
| Figura 2-10 Nivelamento da produção pela demanda..... | 38 |
| Figura 2-11 Distribuição dos tempos das funções durante os setups | 41 |
| Figura 2-12 Uma visão resumida da TRF | 41 |
| Figura 2-13 Relação Problema x Causa x Solução. | 52 |
| Figura 2-14 Resumo das ferramentas de análise e resolução de problemas..... | 53 |
| Figura 2-15 Exemplo de aplicação do meto dos Cinco Por Quês | 55 |
| Figura 2-16 Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe..... | 56 |
| Figura 2-17 Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe..... | 57 |
| Figura 2-18 Pesos da Matriz GUT | 58 |
| Figura 2-19 Exemplo de gráfico de barras | 59 |
| Figura 2-20 Exemplo de gráfico de torta..... | 60 |
| Figura 2-21 Exemplo de gráfico de linha..... | 60 |
| Figura 2-22 Exemplo de Análise de Pareto | 62 |
| Figura 2-23 Exemplo de Gráfico de correlação (forte correlação negativa) | 63 |
| Figura 2-24 Exemplo de Gráfico de correlação (sem correlação) | 63 |
| Figura 2-25 Exemplo de Histograma | 64 |
| Figura 2-26 Método 5W2H..... | 67 |
| Figura 2-27 Passos para o Mapeamento do fluxo de Valor | 68 |
| Figura 2-28 Exemplo de Mapa do Estado Atual..... | 69 |
| Figura 2-29 Exemplo de Mapa do Estado Futuro | 72 |
| Figura 2-30 Gráfico de Práticas versus <i>Performances</i> utilizado pelo <i>MIE</i> | 75 |
| Figura 2-31 Visão macro de inserção do Método..... | 76 |
| Figura 2-32 Consolidação dos resultados | 78 |
| Figura 2-33 Gráfico de Práticas versus <i>Performances</i> | 79 |
| Figura 2-34 Gráfico Radar | 80 |
| Figura 2-35 Indicadores de prática e <i>performance</i> da variável produto..... | 81 |
| Figura 2-36 Indicadores de práticas e <i>performances</i> de Demanda..... | 82 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2-37 Indicadores de práticas e <i>performances</i> de Produto | 83 |
| Figura 2-38 Indicadores de práticas e <i>performances</i> de PCP | 84 |
| Figura 2-39 Indicadores de práticas e <i>performances</i> de Chão de Fábrica | 85 |
| Figura 3-1 Abrangência do método proposto | 101 |
| Figura 3-2 Visão macro do método proposto | 102 |
| Figura 3-3 Etapa 1 – Nível Estratégico | 105 |
| Figura 3-4 Etapa 2 – Nível Tático | 108 |
| Figura 3-5 Etapa 3 – Nível Operacional | 111 |
| Figura 3-6 Gemba Kaizen | 111 |
| Figura 3-7 Cronograma do Evento Kaizen | 114 |
| Figura 4-1 Plantas x Processos – Unidade I | 118 |
| Figura 4-2 Sequência de processos | 118 |
| Figura 4-3 Gráfico de Práticas versus <i>Performances</i> | 121 |
| Figura 4-4 Gráfico de Práticas versus <i>Performances</i> – Segmento Metal-Mecânico | 122 |
| Figura 4-5 Gráfico Radar | 123 |
| Figura 4-6 Gráfico de barras – variável Demanda | 124 |
| Figura 4-7 Plano de Ação Estratégico | 124 |
| Figura 4-8 Curva ABC de famílias | 126 |
| Figura 4-9 Curva ABC da família escolhida | 127 |
| Figura 4-10 Mapa do Estado Atual | 129 |
| Figura 4-11 Mapa do Estado Futuro | 130 |
| Figura 4-12 Estudo de tempos – estado atual | 133 |
| Figura 4-13 Gráfico de tempo de ciclo – estado atual | 133 |
| Figura 4-14 Estudo de Tempos – Alternativa 1 | 134 |
| Figura 4-15 Gráfico de tempo de ciclo – Alternativa 1 | 135 |
| Figura 4-16 Estudo de Tempos – Alternativa 2 | 135 |
| Figura 4-17 Gráfico de tempo de ciclo – Alternativa 2 | 136 |
| Figura 4-18 Tempos de ciclo por operador | 136 |
| Figura 4-19 Capacidade diária de produção | 137 |
| Figura 4-20 Aproximação dos postos de trabalho | 139 |
| Figura 4-21 Fluxo Unitário | 139 |
| Figura 4-22 Máquina de corte – Operador 1 | 140 |
| Figura 4-23 Carimbos separados e classificados | 140 |
| Figura 4-24 Organização das matrizes | 141 |

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Tempos atrás, a conquista da estabilidade da demanda pelas empresas era garantida pela exclusividade na tecnologia de produção e pela grande procura do mercado consumidor. Este cenário estimulava as empresas adotarem estratégias de gestão que promoviam a produtividade baseada na diluição dos custos fixos através de um grande volume de produção e manutenção de altos níveis de estoques reguladores. Qualquer aumento do custo era imediatamente repassado para o preço final, e o mercado aceitava este ajuste sem incorrer em grandes prejuízos.

Nos dias de hoje, a abertura dos mercados e o conseqüente aumento da concorrência fez com que as tecnologias de produção se disseminassem e as demandas se voltassem para uma maior variedade dos produtos, e em quantidades menores. Este cenário não admite mais processos unicamente voltados para a produção em larga escala, pois os mercados atuais não conseguem, e não precisam mais absorver os custos fixos gerados por esse tipo de produção.

Nesse contexto surgiu a necessidade de se ter um modelo de gestão da produção que obtivesse reduções de custos e da melhora da qualidade e dos prazos de entrega, trazendo maior flexibilidade às empresas. Por outro lado, no Japão, após a segunda guerra mundial, a Toyota começou a desenvolver o que ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP). Este sistema foi consolidado e propagado sendo conhecido hoje em dia como Manufatura Enxuta (ME), ou Lean Manufacturing, e é aplicado em todos os segmentos da indústria e, com adaptações, no setor de serviços.

A Manufatura Enxuta tem como base a redução dos desperdícios existentes no fluxo de materiais e informações com base em melhorias, ou Kaizen, onde através de constantes melhorias busca-se chegar à perfeição. Tais princípios permitem aos

sistemas produtivos uma maior eficiência a custos mais baixos, impactando também em flexibilidade, agilidade e qualidade de produtos e processos desde o desenvolvimento dos produtos até a entrega para o cliente. Os benefícios obtidos através da implantação da Manufatura Enxuta já estão consagrados no universo acadêmico e estão sendo cada vez mais perseguidos no âmbito empresarial.

Além dos aspectos de mercado, atualmente, a crise econômica, originada no setor imobiliário norte americano, que assola a economia dos países do mundo todo gerando a retração do consumo e das vendas, reforça a necessidade de que as empresas precisem ser extremamente eficientes para conseguir se manterem firmes e sobreviver às adversidades. Este cenário é semelhante ao vivido pela Toyota no pós-guerra, quando foi originado o STP. Os japoneses tiveram que adaptar a produção ao mercado local do pós-guerra, muito reduzido em comparação ao norte-americano e com um padrão de consumo diferenciado (HOFFMAN e KAPLINSKY, 1988). Hoje em dia o Sistema Toyota de Produção é conhecido como Manufatura Enxuta, conforme abordado anteriormente.

Na busca pela implantação da ME, apesar de os conceitos e práticas serem extremamente simples, fazê-la de uma maneira organizada não é uma tarefa tão simples assim, pois envolve o entendimento e participação dos integrantes da organização como um todo, da diretoria ao chão de fábrica. A ME exige o envolvimento de todos os colaboradores no processo, o que pressupõe uma verdadeira reforma cultural em todos os níveis desde a direção até o nível operacional.

1.2 Questão de Pesquisa e Pressuposto

Encontram-se na literatura muitos relatos de empresas que tentaram a implantação da ME, porém não obtiveram êxito, gerando receio nos colaboradores e um clima desfavorável para a cultura enxuta. Também existem muitos exemplos de empresas que conseguiram resultados expressivos através da implantação de algumas ferramentas isoladas, porém as melhorias ou não se mantiveram ou não levaram a implantação de outras melhorias contínuas que dariam suporte às já

implantadas, principalmente devido ao fato do não entendimento por parte das pessoas, nos diferentes níveis hierárquicos, quanto a suas atribuições e aos passos a serem seguidos neste processo contínuo de implantação, resultando, enfim, num baixo envolvimento das pessoas com o processo de implantação da ME.

Desta forma, supõe-se, a princípio, neste trabalho que um método estruturado com uma visão de longo (diretoria), médio (gerência) e curto (liderança e colaboradores operacionais) prazos para a implantação da ME facilitaria este processo interligando as decisões nos diferentes níveis hierárquicos da organização e, certamente, evitando, em grande parte, erros e retrocessos que levariam a um clima desfavorável quanto à melhoria contínua.

Haja visto o contexto apresentado e as dificuldades inerentes ao processo de implantação da Manufatura Enxuta, o presente trabalho tem por finalidade explorar a seguinte questão de pesquisa:

Como implantar com sucesso a manufatura enxuta em empresas de bens de consumo integrando as decisões nos três níveis organizacionais?

Um levantamento de trabalhos realizados sobre aplicações da Manufatura Enxuta, que será discutido no capítulo 2, apresenta diversos exemplos de sua implantação, contudo não foi encontrado dentre a bibliografia pesquisada nenhum trabalho que proponha um método estruturado para a implantação da ME que envolva todos os níveis organizacionais e auxilie as empresas neste processo. Por isso, este trabalho utilizará como pressuposto básico a seguinte afirmação:

É possível desenvolver um método estruturado que suporte a implantação da manufatura enxuta em empresas de bens de consumo, integrando as decisões nos três níveis organizacionais.

1.3 Objetivos Geral e Específicos

Para responder a questão de pesquisa levantada e partindo do pressuposto

assumido, este trabalho apresenta o seguinte objetivo geral:

Desenvolver um método para a implantação da Manufatura Enxuta em empresas de bens de consumo que leve em conta os três níveis organizacionais: Estratégico, Tático e Operacional.

Para alcançar este objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos, que este trabalho visa atender:

- 1 *Pesquisar a origem, conceitos e práticas da Manufatura enxuta, e levantar publicações que abordam temas que possam contribuir com o método de implantação da Manufatura Enxuta;*
- 2 *Aplicar o método desenvolvido em uma empresa de bens de consumo a fim de testar sua eficácia;*
- 3 *Analisar a aplicação do método proposto;*

1.4 Metodologia Científica Aplicada

Como trabalho científico o conteúdo desta pesquisa tem enfoque fenomenológico. Segundo Triviños (1995) a fenomenologia é o estudo das essências, e todos os problemas, segundo ela, tornam a definir essências: a essência da percepção, a essência da consciência, por exemplo. Mas também a fenomenologia é uma filosofia que substitui as essências na existência e não pensa que se possa compreender o homem e o mundo de outra forma senão a partir de sua “facticidade”. É ambição de uma filosofia que pretende ser uma “ciência exata”, mas também uma exposição do espaço, do tempo e do “mundo vivido”.

Na linha teórica fenomenológica, o significado e a intencionalidade possivelmente sejam colocados em relevo. Entretanto, no estudo de natureza dialética, destacar-se-ão os aspectos históricos, as contradições, as causas etc. O fenomenológico põe em relevo as percepções dos sujeitos e, sobretudo, salienta o significado que os fenômenos têm para as pessoas.

Quanto ao método de pesquisa explorado, caracteriza-se por uma pesquisa qualitativa. Nela, não se requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, sendo o ambiente natural a fonte direta para a coleta de dados. Segundo Gil (1999) a pesquisa qualitativa é descritiva e o pesquisador tende a avaliar os dados indutivamente.

Conforme Bogdan e Biklen (2003) a investigação qualitativa possui as seguintes características:

- A fonte direta dos dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
- É descritiva. Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números;
- Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos e tendem a analisar os seus dados de forma indutiva.

A classificação do tipo de estudo empregado separa a pesquisa em estudo exploratório ou descritivo. Segundo Triviños (1995) os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema. O pesquisador parte de uma hipótese e aprofunda seu estudo nos limites de uma realidade específica, buscando antecedentes e maior conhecimento para, em seguida, planejar uma pesquisa descritiva ou experimental. Outras vezes, deseja delimitar ou manejar com maior segurança uma teoria cujo enunciado resulta demasiado amplo para os objetivos da pesquisa que tem em mente realizar.

Já os estudos descritivos objetivam descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade. Os estudos descritivos fazem a coleta, ordenação e classificação dos dados, mas também podem estabelecer relações entre variáveis. Outros estudos descritivos se denominam estudos de caso. Estes estudos têm por objetivo aprofundarem a descrição de determinada realidade.

Neste trabalho a pesquisa de cunho exploratório é caracterizada através da

hipótese de pesquisa apresentada e na busca por evidências para delimitar a realidade atual através das formas de implantação da Manufatura Enxuta nas empresas e do método de implantação sugerido. Já a classificação deste trabalho como uma pesquisa descritiva pode ser observada através do estudo de caso da aplicação do método proposto e seus resultados.

1.5 Delimitações do Trabalho

O método de implantação da Manufatura Enxuta proposto foi aplicado em apenas uma empresa de bens de consumo, que pertence a um segmento industrial específico e possui características culturais próprias. Isto significa que a forma de aplicação e os resultados obtidos através da aplicação deste podem ser diferentes quando aplicado em empresas de diferentes características organizacionais e segmentos industriais.

Por ser este trabalho de mestrado, com dois anos de limite para sua conclusão, outra delimitação do trabalho, em função da limitação do tempo, refere-se ao estágio de aplicação na empresa, relatado no estudo de caso, onde foi apresentado um ciclo de aplicação do método desde o nível estratégico, passando pelo tático até o nível operacional. Considera-se que as próximas rodadas na dinâmica de melhoria contínua da ME terão bons desempenhos, com base no entendimento das pessoas e no clima de motivação gerado.

Da mesma forma, com a restrição de tempo para conclusão dessa dissertação, também há uma delimitação no que se refere à mensuração da evolução da empresa em cada etapa, feita através do monitoramento dos indicadores de controle, referente ao quinto passo de cada etapa do método proposto.

No método desenvolvido foram propostos os aspectos: motivação, aprendizado e motivação; como base para a implantação de sucesso da Manufatura Enxuta. Porém devido à abrangência do tema, o aspecto motivação não foi explorado em sua plenitude, embora esteja presente implicitamente no método e seja fundamental para o bom resultado de implantação da ME.

1.6 Estrutura do Trabalho

O conteúdo do presente trabalho é composto por cinco capítulos seqüenciais. Este capítulo é o primeiro e discorre sobre a contextualização, justificativa e importância do trabalho; apresenta os objetivos, delimitações, escopo do trabalho, e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica, encontrada em livros e artigos, que embasa o trabalho. Nela são apresentadas inicialmente as origens e princípios da ME, em seguida são apresentadas as práticas e ferramentas da ME. E, por fim, são apresentados trabalhos relacionados às ferramentas para a aplicação da ME, classificados e divididos nos níveis estratégico, tático ou operacional.

O terceiro capítulo traz o método de implantação da ME proposto, que visa abordar três aspectos que estão interligados: Aplicação; Motivação; Aprendizado. Nos três níveis organizacionais: Estratégico, Tático e Operacional. O método foi dividido em três etapas principais que correspondem cada uma a um nível da organização. Cada etapa possui cinco passos para implantação, relacionadas ao ciclo PDCA, e indicadores de monitoramento e controle.

O quarto capítulo relata a aplicação do método proposto em uma empresa de bens de consumo e os resultados obtidos, fornecendo subsídios para o quinto e último capítulo quando são apresentadas as conclusões do trabalho, onde são explanados os principais aspectos abordados, evidências do atendimento aos objetivos propostos e, em função das delimitações desta pesquisa e da abrangência do tema, são sugeridas novas pesquisas que possam gerar mais conhecimento na área.

CAPÍTULO 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados os temas que embasam o método a ser desenvolvido. A estrutura do capítulo está representada através da Figura 2.1. No primeiro tópico será apresentado como foi cunhado o termo Manufatura Enxuta (ME) e suas origens no Sistema Toyota de Produção (STP), relatando quais os objetivos e resultados obtidos com a aplicação dos seus conceitos, princípios e ferramentas para os sistemas produtivos. Em seguida esses objetivos são mais bem explorados através do detalhamento dos sete desperdícios e da busca pela melhoria contínua através do Kaizen.

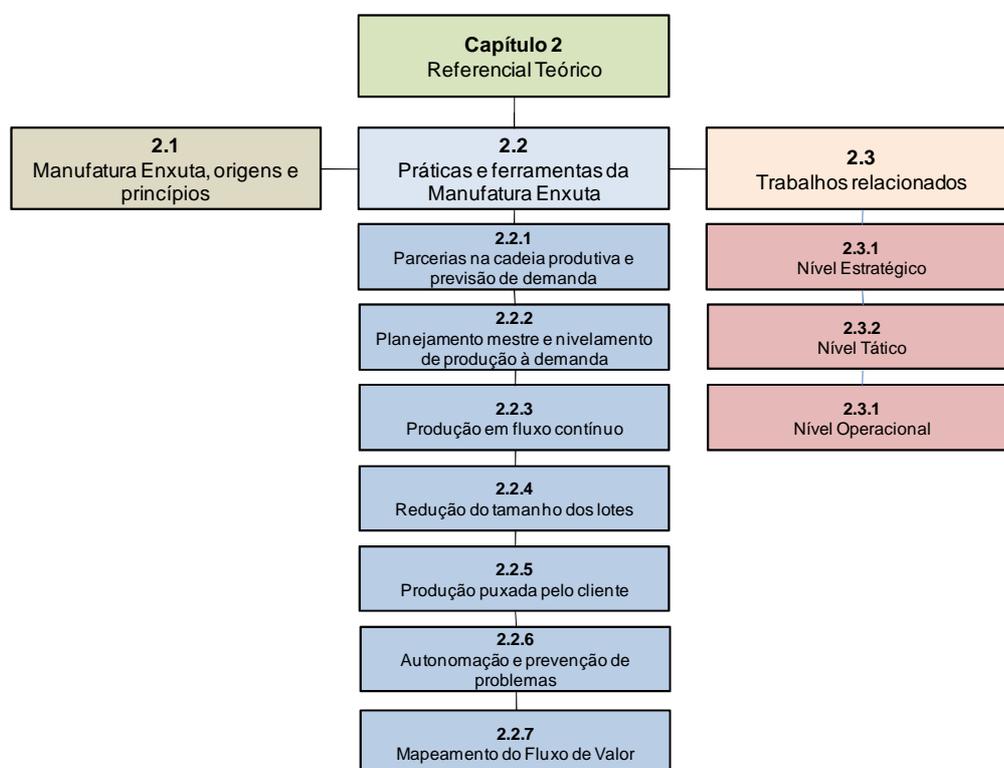


Figura 2-1 Estrutura do capítulo 2

Em seguida são apresentadas as principais práticas e ferramentas da Manufatura Enxuta e as técnicas advindas do Controle da Qualidade Total (TQC) que foram incorporadas na ME para a análise e solução de problemas viabilizando a melhoria contínua de processos.

Por último são apresentados trabalhos relacionados com o tema desta dissertação. Já que não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que

propusesse um método estruturado para a implantação da ME, procurou-se neste tópico enquadrar os trabalhos pesquisados dentro do respectivo nível organizacional e discuti-los. Para facilitar a compreensão, este tópico foi dividido de acordo com as três etapas do método proposto, referentes aos níveis estratégico, tático e operacional.

2.1 Manufatura Enxuta, origens e princípios

A expressão Manufatura Enxuta (ME) ou, originalmente, Lean Manufacturing, foi cunhada após uma pesquisa de benchmarking em empresas para denominar aquelas que, no desempenho de suas atividades, procuravam sempre “fazer cada vez mais com cada vez menos” (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). Esta pesquisa, realizada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), resultou em 1992 no livro “*A Máquina que Mudou o Mundo*”, de Womack e Jones, cuja venda contribuiu para disseminação do pensamento enxuto. O livro traz um levantamento das ferramentas, princípios e técnicas encontradas nas organizações que vinham apresentando um desempenho notável no mercado mundial, mais especificamente nas empresas automotivas japonesas. A este conjunto de práticas os autores chamaram Manufatura Enxuta e às empresas que os aplicavam plenamente de empresa enxuta.

A organização tida como referência neste trabalho, pioneira no uso desta abordagem e também criadora de grande parte das técnicas foi a Toyota Motors Company, cuja lógica de operacionalização ficou posteriormente conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP).

A Manufatura Enxuta pode então ser entendida, como mais um dos muitos nomes que são adotados para transmitir idéias cuja gênese comum é o Sistema Toyota de Produção, sendo composta por um conjunto de recomendações, princípios e técnicas que as empresas industriais devem seguir com o intuito de se tornarem mais enxutas e ágeis e, portanto, para se potencializarem no tempo perante a atual dinâmica do mercado (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). A aplicação e uso destas ferramentas promovem uma nova configuração dos

sistemas produtivos, a então chamada Manufatura Enxuta, que leva as organizações a alcançarem um desempenho mais eficaz.

Além da redução de custos, a adoção da Manufatura Enxuta resulta em flexibilidade do sistema para adaptar-se as variações da demanda, o rápido atendimento ao cliente, em decorrência da redução do lead time, e também a produção de produtos de qualidade.

Uma vez que estes requisitos tornaram-se os critérios conquistadores de clientes, inúmeras organizações vêm buscando a adoção de tal filosofia em seus ambientes produtivos.

Womack e Jones (2004) elencaram alguns princípios que, segundo eles, servem como um guia confiável para a ação de implantar a manufatura enxuta.

Estes princípios são:

1. Definir detalhadamente o significado de valor de um produto a partir da perspectiva do cliente final, em termos das suas especificações como preço, prazo de entrega, etc.;

2. Identificar a cadeia de valor para cada produto, ou família de produtos, incluindo os dados de cada operação de transformação necessária, bem como o fluxo de informação inerente a esta família ou produto;

3. Gerar um fluxo de valor com base na cadeia de valor obtida, de modo que isso ocorra sem interrupções, objetivando reduzir e, se possível, eliminar as atividades que não agreguem valor que compõem a cadeia identificada;

4. Configurar o sistema produtivo de forma que o acionamento se dê a partir do pedido do cliente, sejam eles internos ou externos, de forma que o fluxo da programação seja puxado, não empurrado;

5. Buscar incessantemente a melhoria do fluxo de valor por meio de um processo contínuo de redução de perdas.

Como pode ser verificado o processo de implantação da Manufatura Enxuta está fundamentalmente voltado para a identificação e eliminação de desperdícios que, segundo Shingo (1996) e Ohno (1997), classificam-se em sete categorias:

- desperdícios por superprodução: referem-se à produção de itens acima do realmente demandado, ou ainda, antecipadamente, que por resultarem na formação de estoques mascaram outras ineficiências do processo.

- desperdícios por espera: quando operadores e máquinas estão parados tem-se aí um desperdício por ociosidade geralmente decorrente de elevados tempos de preparação, falta de sincronização, e paralisações por falhas não previstas adequadamente.

- desperdícios por transporte: movimentação de materiais que não adicionam valor ao produto, devendo, sempre que possível, serem eliminadas pela reorganização física da fábrica.

- desperdícios por processamento: correspondem aquelas atividades de transformação desnecessárias ou a confecção de partes dispensáveis para que o produto adquira suas características básicas de qualidade.

- desperdícios por movimentação: corresponde à movimentação ineficiente durante a execução da operação propriamente dita, que pode ser eliminada pela determinação de padrões eficientes de trabalho.

- desperdícios de produtos defeituosos: originam-se da fabricação de itens fora das especificações de qualidade. É o desperdício mais facilmente identificável cujas origens devem ser descobertas e eliminadas.

- desperdícios de estoques: relacionados aos custos financeiros de manutenção dos estoques como a obsolescência, ou custos de oportunidade pela perda de mercado para a concorrência com menor lead-time.

Através da identificação dos desperdícios que se desenvolveram práticas e ferramentas capazes de combater tais fontes de aumento de custos, eliminando toda e qualquer, atividade, ação ou inventário que não agregasse valor.

Este aumento da produtividade pela eliminação dos desperdícios na Manufatura Enxuta é executado em duas frentes de ações nomeadas por Ohno (1997): *Just-in-Time* (JIT) e Autonomiação.

A autonomiação, conhecida como a automação como o toque humano, consiste em equipar os postos de trabalho com dispositivos que são capazes de identificar erros ou anormalidades e, automaticamente, parar a atividade naquele posto e avisar ao operador da ocorrência do problema. Isso impede que “unidades defeituosas de um processo precedente sigam o fluxo e atrapalhem um processo subsequente” (MONDEN, 1984, p.01).

“*Just-in-Time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha no momento em que são necessárias e na quantidade necessária” (OHNO, 1997, p.26).

Para viabilizar a produção JIT, Ohno (1997) pensou em um sistema produtivo puxado, olhando o fluxo de materiais de forma inversa: um processo final (cliente) vai para um processo inicial (fornecedor) para pegar apenas o componente exigido na quantidade necessária no exato momento necessário. O processo anterior produz então o número de componentes retirados, bastando para isso indicar claramente “o quê” e “quanto” é preciso. Isso significa que a formação de estoques, seja de produtos semi-acabados ou acabados, pela simples razão de manter a capacidade utilizada, aumentando assim a produtividade, não é aceita na Manufatura Enxuta. Estoques devem ser eliminados e, quando necessários, devem ser usados estrategicamente para balancear o fluxo just-in-time.

Além da eliminação dos desperdícios, outro alicerce da manufatura enxuta é a melhoria contínua. Melhoria contínua significa o envolvimento de todas as pessoas da organização no sentido de buscar, de forma constante e sistemática, o aperfeiçoamento dos produtos e processos empresariais, e pressupõe mudanças como hábito da organização e grandes mudanças com maior planejamento. Cabe salientar que quando a empresa evolui dentro de um processo de melhoria contínua, os ganhos associados às mudanças de origem tecnológica, sejam gerencias ou operacionais, são mais rápidos e mais facilmente incorporados ao

processo (MORAES et al., 2003).

A busca pela melhoria contínua nas empresas tem sido efetivada aplicando-se metodologias Kaizen. A palavra Kaizen tem origem japonesa e significa “mudar para melhor” (IMAI, 1996). Na prática das empresas significa que nenhum dia deve passar sem que sejam feitas melhorias. O Kaizen também pode ser definido como a promoção de melhoramentos sucessivos e constantes, ou seja, mais e menores passos de melhoramento incremental (SLACK et al., 2002).

Para Hunter (2004) a implantação da ME nas empresas deve ser realizada de uma maneira bem coordenada e estruturada. Neste sentido tem sido muito comum a adoção de métodos de Kaizen nas empresas como uma forma sistemática para introdução dos conceitos e práticas enxutas, de forma a garantir um bom planejamento, execução, acompanhamento e aprimoramento dos mesmos.

O método para a realização de Kaizens nas empresas tem sido chamado de “Gemba Kaizen”. A palavra gemba é um termo japonês que significa “lugar verdadeiro”, ou seja, lugar onde ocorre o trabalho que agrega valor (IMAI, 1996). Para os processos de produção, o gemba seria considerado o chão de fábrica, local onde se trabalha para a transformação do produto.

Os métodos de Gemba Kaizen para melhoramento contínuo têm por finalidade desenvolver um trabalho em grupo para identificar os problemas e suas causas raízes utilizando ferramentas adequadas, propor soluções, aplicar as melhorias, padronizar os processos e acompanhar os resultados para garantir as metas estabelecidas. Normalmente estes métodos são embasados no ciclo de Deming, ou PDCA, ilustrado na figura 2.2: planejar, fazer, verificar e agir, tornando-se uma abordagem sistemática para a melhoria contínua (LIKER e MEIER, 2007). Onde:

- Planejar (*Plan*) – estabelecer metas sobre os itens de controle e estabelecer a maneira (caminho, método) para atingi-las;
- Executar/desempenhar (*Do*) – execução das tarefas como prevista no plano e coleta de dados para verificação do processo, além do treinamento decorrente da fase de planejamento;

- Verificar (Check) – a partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada;
- Atuar corretivamente (Action) – etapa onde o usuário ao detectar desvios, atuará no sentido de fazer correções definitivas, de forma que o problema nunca volte a ocorrer.

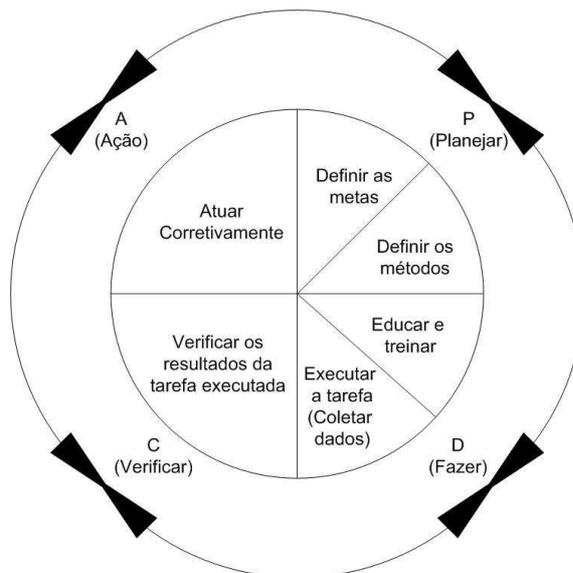


Figura 2-2 Ciclo de Deming
Fonte: Adaptado de Campos, 1992

Além da abordagem sistemática dos métodos de Gemba Kaizen, é de fundamental importância para o sucesso dos mesmos que haja um envolvimento de todos da organização, desde os operadores até a diretoria. Desta forma, todos estarão comprometidos com a melhoria contínua e será mais fácil incorporar isso à cultura da empresa. Além de que as pessoas se sentirão mais dispostas a seguir os novos padrões e melhorias por elas mesmas propostas (IMAI, 1996).

2.2 Práticas e Ferramentas da Manufatura Enxuta

2.2.1 Parcerias na cadeia produtiva e previsão de demanda

Uma visão clara da demanda futura é um passo fundamental para a obtenção de um sistema produtivo enxuto (Ohno, 1997, p.77). Através da informação correta das quantidades e prazos de entrega é possível realizar um melhor planejamento

do sistema produtivo e suas capacidades de produção no longo prazo, orientando os tomadores de decisão para a expansão, redução de capacidade, ou ainda substituição dos recursos existentes, na busca de um sistema flexível capaz de atender a demanda de uma forma nivelada. No médio prazo a capacidade do sistema produtivo é mais bem administrada evitando surpresas. E no curto prazo, a demanda é utilizada para permitir a programação da produção puxada e o fluxo contínuo através da determinação dos ritmos de produção (TUBINO, 2007).

Existem duas práticas da ME utilizadas para o melhor conhecimento da demanda. A primeira delas, que está relacionada com a forma de relacionamento entre clientes e fornecedores externos, consiste em obter as informações diretamente dos clientes através de parcerias na cadeia produtiva, dentro do conceito de Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS), ou *Supply Chain Management* (SCM).

Segundo Cooper, Lam-bert e Pagh (1998), o Supply Chain Management é a integração dos processos de negócio desde o usuário final até os fornecedores originais, que proporcionam produtos, serviços e informações que agregam valor para o cliente.

Campos (1992) afirma que é imprescindível que haja cooperação entre os diversos elos que integram uma cadeia produtiva para que sejam alcançados maiores níveis de competitividade na cadeia como um todo. Ishikawa (1986) formulou dez princípios que devem reger o relacionamento entre fornecedores e clientes. Sob o aspecto da demanda existem dois princípios que devem ser aplicados em um relacionamento de parceria, a saber:

a) ambos, fornecedor e comprador, antes de entrar nas negociações, devem fazer um contato racional com relação à qualidade, quantidade, preço, termos de entrega e condições de pagamento.

b) ambos, fornecedor e comprador, devem sempre conduzir de maneira eficaz as atividades de controle dos negócios tais como pedido, planejamento de produção e estoque, trabalho administrativo e sistema, de tal maneira que o

relacionamento deles seja mantido numa base amigável e satisfatória.

Para que o melhor relacionamento entre cliente e fornecedor, as cadeias enxutas devem priorizar a redução do número de fornecedores, facilitando a comunicação e integração entre cliente e fornecedor em todos os níveis (LUMMUS, VOKURKA E ABER, 1998). Uma vez reduzido o número de fornecedores, a responsabilidade e garantia de entrega aumenta, obrigando as empresas a confiar umas nas outras e se disporem a cooperar com o fluxo de materiais e informações mais eficiente (PIRES, 2004; COOMPER, LAMBERT e PAGH, 1997). Segundo Lambert, Emmelhainz e Gardner (1996) deve haver um fluxo bidirecional de produtos, serviços e informações entre todos os integrantes da cadeia.

Isto posto, admite-se que a parceria na cadeia produtiva consiste em desenvolver um bom relacionamento entre os clientes e fornecedores compartilhando as informações das necessidades de entrega (quantidades, prazos, qualidade), permitindo que ambos tenham condições de estabelecer os ritmos de produção internamente, e níveis de supermercados adequados, trazendo para o cliente a garantia da entrega, e para ambos, cliente e fornecedor, um fluxo contínuo e estoques reduzidos na fábrica com a produção mais nivelada à demanda.

Outra vantagem desta GCS, que não está diretamente ligada à demanda, consiste na participação integrada entre cliente e fornecedor no desenvolvimento de novos produtos, dentro do conceito de Engenharia Simultânea. Esta integração permite que os fornecedores colaborem com idéias de soluções que melhorem a fabricabilidade dos produtos aplicando o conhecimento dos processos que dominam, obtendo como resultado no processo de desenvolvimento a produção de produtos que atendam aos requisitos solicitados, sem defeitos, com o máximo de desempenho e no menor tempo possível (MACMANUS, 2003).

A segunda prática voltada para o melhor conhecimento da demanda futura é a previsão da demanda. Esta é utilizada quando não é possível obter a informação das quantidades necessitadas diretamente com clientes parceiros. Através da aplicação de métodos de previsão adequados é possível obter uma estimativa aproximada das quantidades que serão demandadas, reduzindo as incertezas e

possibilitando um melhor planejamento do sistema produtivo no médio prazo e sua utilização no curto prazo (HILL, 1994; TOMPKINS et al., 1996).

Existem diversos métodos de previsão, que se enquadram em quantitativos, ou qualitativos, ou ainda na combinação dos dois tipos de métodos. Segundo Pellegrini e Fogliatto (2000), nos métodos quantitativos são utilizados dados passados de demandas efetivadas, as séries temporais. Através da aplicação de técnicas estatísticas apropriadas para as características de demanda passadas (sazonalidade, ciclo, tendência, aleatoriedade) torna-se viável a estimação de projeções futuras. Nos métodos quantitativos, também é possível realizar correlações entre parâmetros que influenciam nas vendas, estabelecendo uma relação de causa e efeito, as chamadas regressões. São exemplos de métodos quantitativos: média simples, média móvel, regressão simples e múltipla, suavização exponencial, modelos de Holt e Arima.

Já nos métodos de previsão qualitativos é utilizada a experiência das pessoas para prever as quantidades que serão demandas. Normalmente são realizadas reuniões entre a gerência e especialistas para avaliar e determinar as previsões futuras. Os métodos qualitativos são muito subjetivos e, por isso, suscetíveis a um erro maior. Porém têm sido historicamente mais utilizados pelas empresas (MENTZER & COX, 1994). Normalmente este tipo de previsão traduz na realidade a meta de vendas estabelecida pelas empresas (DIAS, 1999), o que dificilmente se confirma na prática.

2.2.2 Planejamento-mestre e nivelamento da produção à demanda

De posse das informações de demanda, seja através de pedidos confirmados pelos clientes (parceria na cadeia) ou previsões, é possível realizar um planejamento mais eficaz da utilização dos recursos da empresa através do Planejamento-mestre da produção (PMP). O PMP tem a função tática e de médio prazo, de interligar atividades estratégicas de produção da empresa, como montar o sistema produtivo (longo prazo), com atividades de programação da produção no

curto prazo (TUBINO, 2007).

Neste planejamento é verificado se as quantidades estão dentro da capacidade da empresa possibilitando ajustes. Já no curto prazo, as quantidades são programadas, seqüenciadas e congeladas, com base em informações mais precisas de pedidos confirmados, possibilitando que todos os setores da empresa envolvidos se organizem a fim de cumprir a programação determinada, como pode ser observado na figura 2.3.

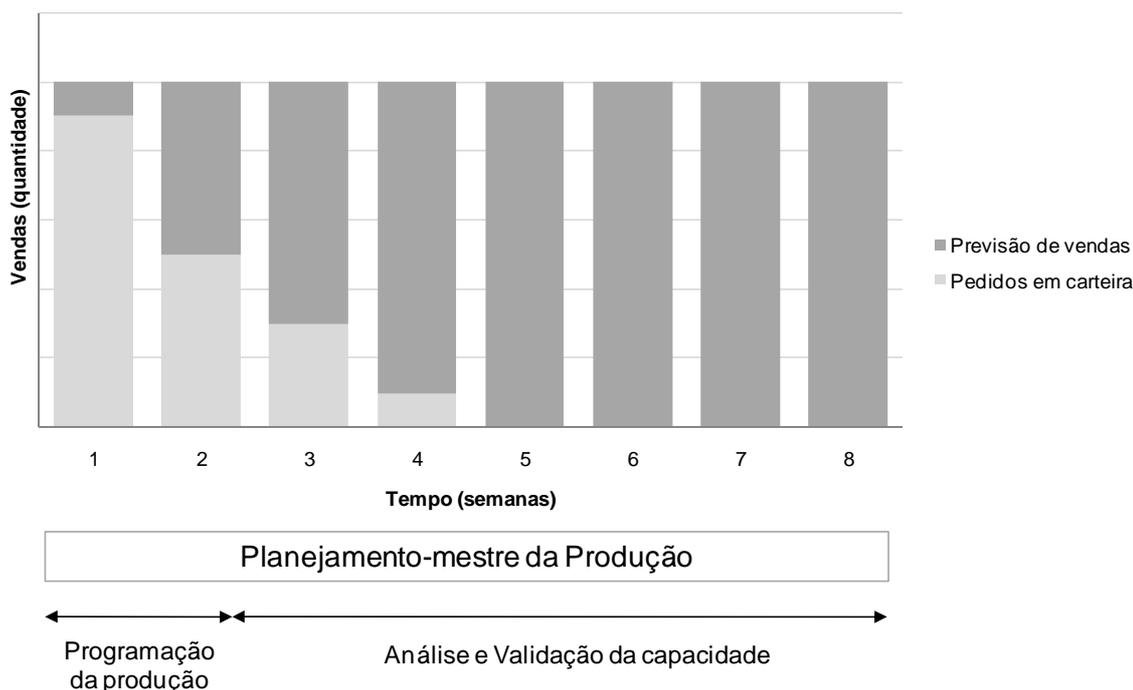


Figura 2-3 Funções do planejamento-mestre da produção
Fonte: Adaptado de Tubino, 2007

O nivelamento da produção, como toda ferramenta enxuta, tem sua origem na eliminação de excessos, na não permissão que recursos, além do extremamente necessário, sejam envolvidos no processo de produção. Isso significa, dentre outras coisas, que a quantidade de produtos que serão fabricados deverá ser, sempre que possível, a quantidade dos produtos vendidos.

Em uma situação real, um atendimento instantâneo do cliente é praticamente impossível de ser atingido, exigindo das empresas que se adaptem previamente sua capacidade à previsão de demanda futura. Esta adaptação será mais ou menos eficaz em decorrência de duas variáveis: primeiro a confiabilidade das

informações de demanda (parceria com fornecedores ou previsão) e, segundo, a rapidez com que o sistema tem capacidade de responder aos pedidos.

Quando os recursos produtivos não são flexíveis esta adaptação deve ser feita com maior antecedência, geralmente um mês, programando-se desta forma a produção baseando-se em previsões de demanda. Normalmente, estoques intermediários funcionam como amortecedores da falta de balanceamento entre a demanda prevista e a real, pois, mudanças no curto prazo da demanda em relação ao mix e a quantidade não são absorvidas pelo processo rígido (TUBINO, 1999). A figura 2.4 ilustra esta situação em que parte da demanda é atendida pelo estoque.

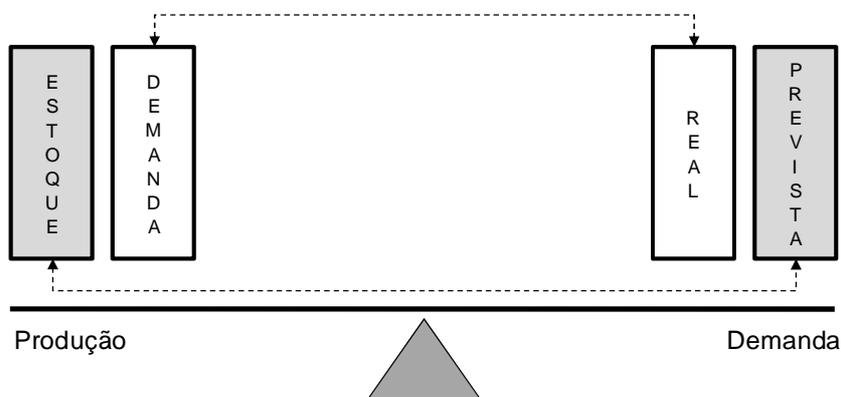


Figura 2-4 Nivelamento da demanda pelo estoque
Fonte: Girardi, 2006

O layout departamental, operadores mono funcionais e baixa integração com clientes e fornecedores são alguns dos aspectos que enrijecem estes sistemas convencionais que elaboram sua programação com uma seqüência de distribuição homogênea de produção agregada mensal, a cada dia ao longo do mês.

Estes sistemas adotam um cronograma indicando dias do mês para a produção de um único tipo de produto, que segundo Gomes (2002) traz problemas à eficiência do sistema como a dificuldade de mudar os modelos em processo; a dificuldade de atendimento a outros clientes, e a formação de grande quantidade de estoques de produtos acabados quando a demanda não se confirmar; decorrentes dos erros de previsão. O objetivo destes tipos de sistemas de produção é utilizar a capacidade total de produção a fim de que mais itens sejam produzidos com um número menor de trabalhadores e máquinas.

Esta lógica de otimização dos equipamentos e produção de grandes lotes é, exatamente, a contrária do pensamento enxuto que admite baixas taxas de operação e privilegia o uso de lotes menores para alcançar um melhor nivelamento, diminuindo o descompasso entre produção e demanda gerando assim, maior flexibilidade e agilidade em reagir a mudanças de mercado.

Adaptar a produção para atender a demanda e reduzir os estoques é, segundo Monden (1984), a função do nivelamento da produção, ferramenta utilizada pela Manufatura Enxuta.

Segundo Tubino (1999), nivelar a produção significa programar para a montagem pequenos lotes em sincronia com o *mix* de produtos demandados pelos clientes, garantindo a rápida resposta às variações de curto prazo nas necessidades dos clientes. O nivelamento da produção, de modo que o *mix* e o volume sejam constantes ao longo do tempo, resultaria que lotes menores de material estariam se movendo entre cada estágio, o que reduziria o nível global de estoque em processo na produção (SILVA, 2002). Para manter a diversificação e o nivelamento da produção em harmonia é importante evitar o uso de instalações e equipamentos dedicados em relação aos de utilidade geral, necessitando-se de um esforço para encontrar instalações e equipamentos mínimos necessários para uso geral, com fins específicos.

Dentro deste escopo, na concepção de Tubino (1999), o nivelamento da produção permite a flexibilidade do sistema de produção à medida que, em vez de fabricar grandes lotes de um único produto, produz muitas variedades de pequenos lotes cada dia, respondendo adequadamente à demanda do mercado, efetivando a pronta entrega de produtos e reduzindo os inventários no processo. A figura 2.5 ilustra a situação em que a produção é para atendimento da demanda, não para a formação de estoques.

Slack et al. (2002, p. 490) acrescentam outras vantagens atribuídas ao nivelamento da produção à demanda no curto prazo, tais como: redução no nível global de estoques em processo; manutenção de uma regularidade no ritmo de produção e facilidade de planejar e controlar cada estágio da produção. Além disto,

quando um novo balanceamento da linha se fizer necessário; devido às mudanças de tempo de ciclo, modificações do *mix* de produtos, ou nas quantidades demandadas ao longo do mês; as interferências na esfera do planejamento da produção poderão ser efetuadas com menor grau de complexidade.

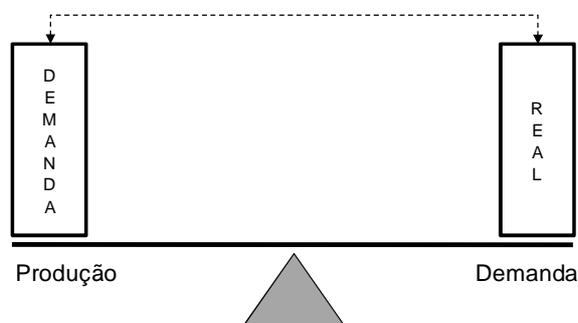


Figura 2-5 Nivelamento da produção pela demanda
Fonte: Girardi, 2006

O nivelamento do Planejamento-mestre à demanda consiste em realizar o planejamento das quantidades a serem produzidas de uma forma equilibrada com a demanda. Este planejamento é possível quando se tem uma informação de demanda confiável e um sistema produtivo flexível, capaz de produzir em lotes pequenos e variados. Conforme a figura 2.6, é possível reduzir o período de congelamento de produção utilizando os pedidos em carteira na programação de curto prazo.

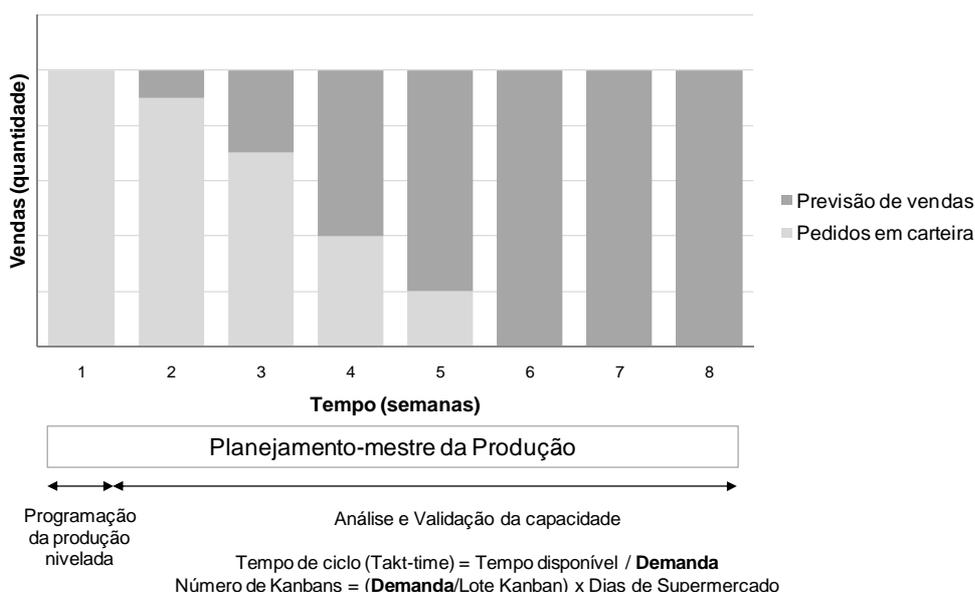


Figura 2-6 Funções do planejamento-mestre da produção e a Manufatura Enxuta
Fonte: Adaptado de Tubino, 2007

A partir no nivelamento do PMP à demanda de curto prazo é possível reduzir o tamanho dos lotes de programação para alimentar supermercados através da programação puxada, que por sua vez torna o sistema mais flexível e reduz o lead time, o que permite um maior nivelamento do PMP à demanda e assim por diante.

Este é o chamado ciclo virtuoso da manufatura enxuta proposto por Tubino (2007), e significa que uma vez entrando nele (figura 2.7), por qualquer uma das práticas a tendência é que as melhorias apareçam e gerem novas oportunidades de melhorias, em um ciclo fechado que representa a idéia de melhoria contínua ou Kaizen.

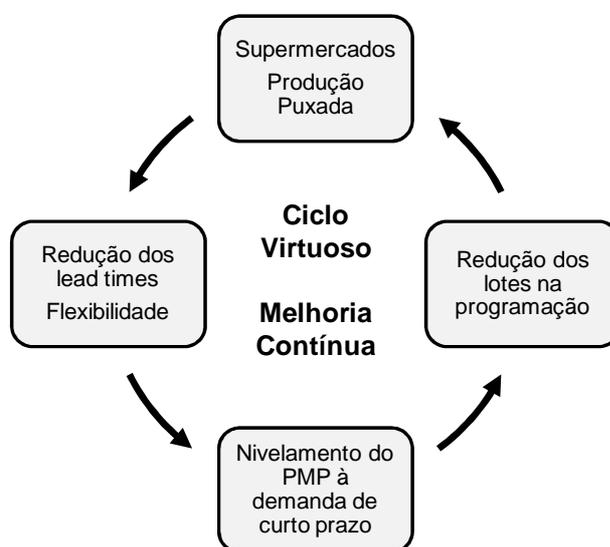


Figura 2-7 Ciclo Virtuoso da Manufatura Enxuta
Fonte: Adaptado de Tubino, 2007

2.2.3 Produção em fluxo contínuo

Como destacado por Monden (1984), a idéia básica (estratégica) do STP (Manufatura Enxuta) é a de manter um fluxo contínuo dos produtos que estão sendo manufaturados através da produção no momento exato, obtendo-se como resultado o propósito de aumentar a produtividade e reduzir custos. Para PIATKOWSKI (2004), “fluxo contínuo é onde todo o conhecimento sobre as ferramentas, os processos e metodologia enxuta são colocados em prática para redução de custos e melhorias em qualidade, eficiência e desempenho”.

Para obter um fluxo contínuo é preciso desenvolver um sistema produtivo flexível e confiável que torne possível trocar a produção em grandes lotes para lotes reduzidos e, se possível, unitários, reduzindo assim os lead times de produção e a necessidade de estoques entre as etapas produtivas. Segundo Shingo (1996) a sincronização do fluxo de peças unitárias pode acabar com as esperas inter-processos. Também reduz os desperdícios de transporte de materiais pela fábrica e de superprodução, normalmente originados dos grandes lotes de produção.

Um dos motivos que levam as empresas a praticarem grandes lotes no sistema convencional está ligado ao layout funcional ou departamental como estas se organizam, ilustrado na figura 2.8. Neste tipo de layout as máquinas são agrupadas conforme o tipo de processo que desempenham alocando-se um operador dedicado a uma ou mais máquinas, onde desempenham a mesma função. A capacidade do setor é calculada segundo uma taxa de produção (TX) das máquinas que podem produzir todos os produtos que necessitam passar pelo departamento.

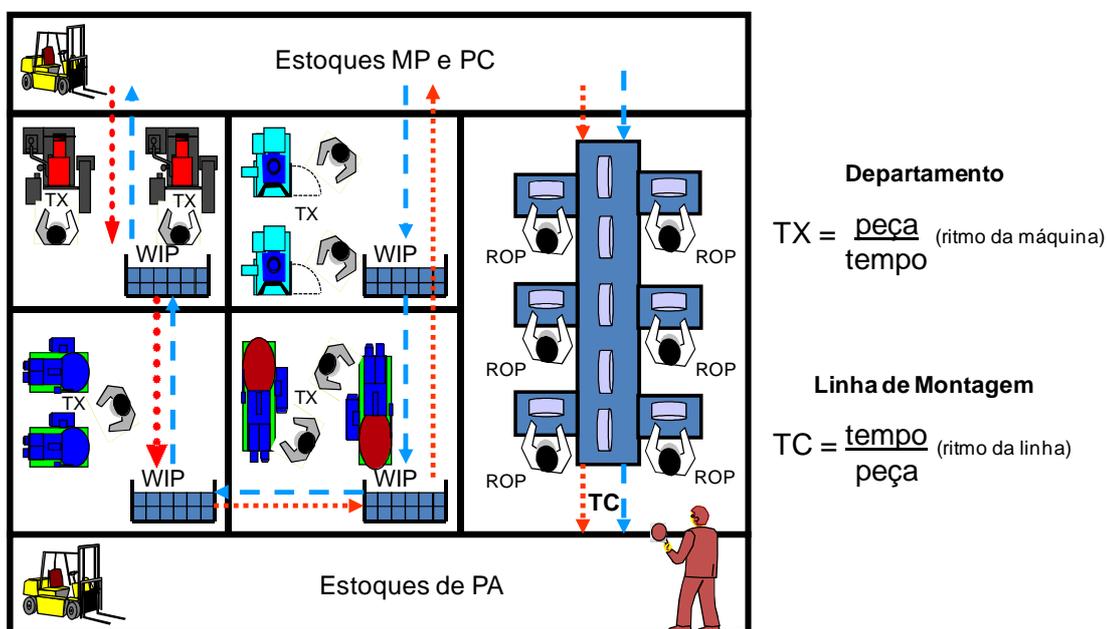


Figura 2-8 Layout funcional
 Fonte: Adaptado de Tubino, 1999

Esse tipo de layout leva a uma grande centralização da produção, trazendo dificuldades para o PCP em planejar e controlar a produção, emitir as ordens de

produção dos lotes (OP's) e seqüenciá-las nos diversos recursos existentes no setor. O controle normalmente se dá através de relatórios que são emitidos periodicamente e acompanhados à distância pelos diversos níveis hierárquicos existentes (TUBINO, 2007). Os lotes são produzidos e seguem para o próximo departamento, tendo que percorrer grandes distâncias (transporte) e aguardar até sofrerem novo processamento na etapa seguinte (espera). Para garantir a produção na etapa seguinte, existe elevado nível de estoques entre um setor e outro.

A saída da ME para reduzir desperdícios através do arranjo físico é o layout celular, dentro do conceito de layout por produto, figura 2.9. Womack e Jones (2004) definem uma célula de produção como um conjunto de equipamentos que executam operações diferentes em uma seqüência rígida, a fim de permitir o fluxo contínuo e o emprego flexível do esforço humano por meio do trabalho polivalente. Moden (1984) defende que a linearização e o encadeamento do fluxo de materiais é realizado através da utilização de kanban para conexão entre as células, e o fluxo unitário entre postos de trabalho.

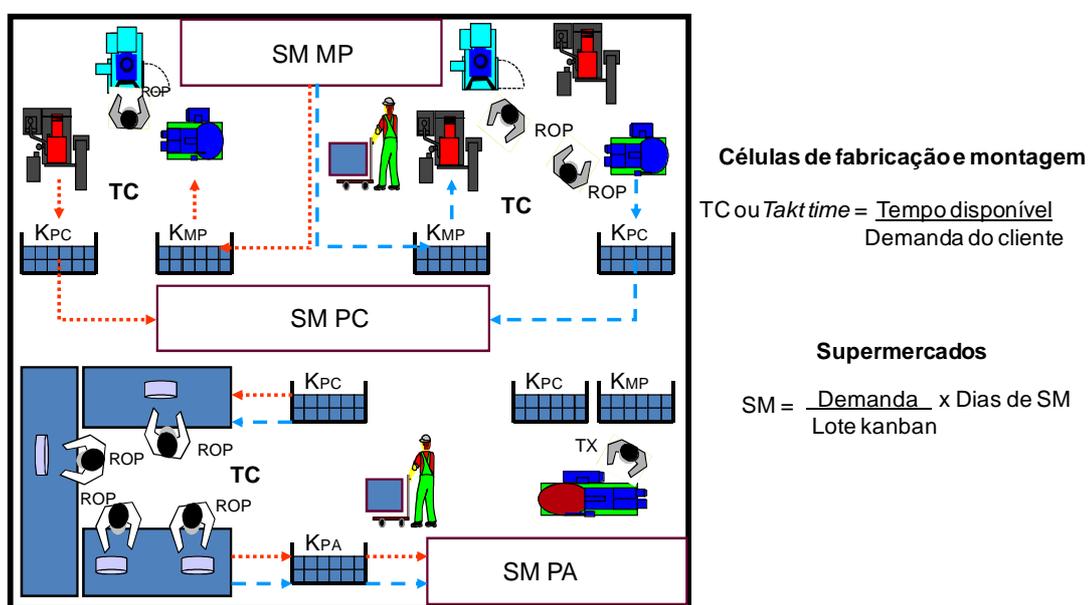


Figura 2-9 Layout por produto
Fonte: Adaptado de Tubino, 1999

Nos casos onde é possível a integração dos recursos de forma seqüencial através das células de manufatura torna-se viável a prática do lote unitário e, dessa

forma, reduzir drasticamente os desperdícios na produção como espera para o lote ser concluído e na fila para processamento, transporte entre um setor e outro, superprodução, e etc.. Nesse tipo de layout pode-se trabalhar com mix diferenciado de produtos, flexibilizando ainda mais a capacidade de produção.

No layout celular é possível trabalhar com operadores polivalentes que seguem rotinas de operação padrão (ROP) baseadas nos ritmos dados pelo tempo de ciclo do cliente (TC) ou *takt time*, como ilustra a figura 2.10.

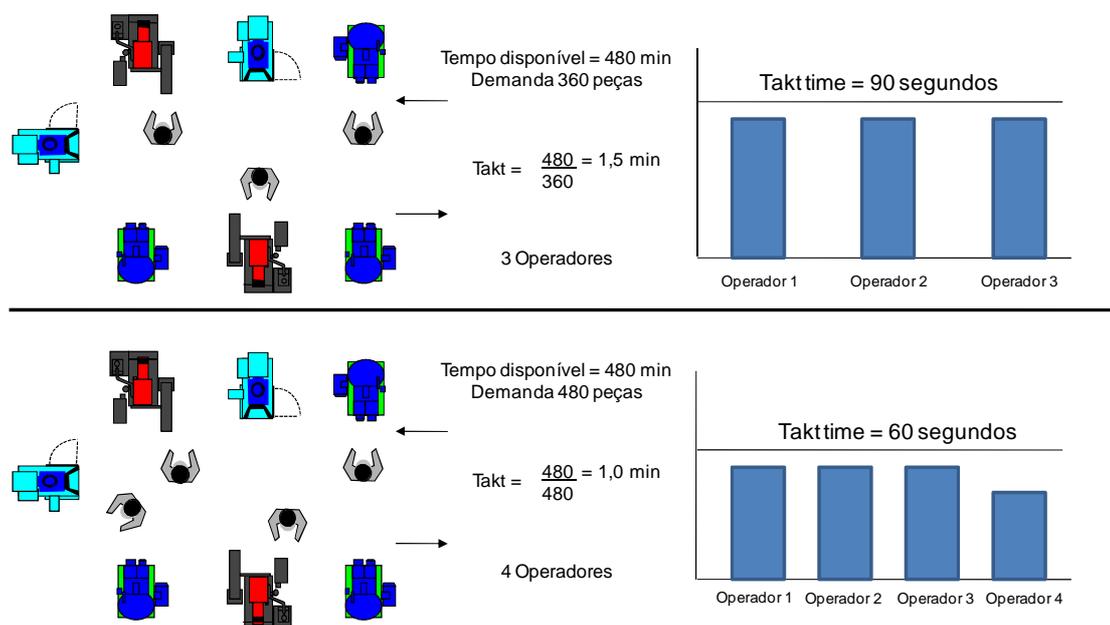


Figura 2-10 Nívelamento da produção pela demanda

Outra vantagem advinda da produção em fluxo contínuo no layout celular diz respeito às melhorias de qualidade. Segundo Piatkowski (2004), para obter o fluxo contínuo é preciso melhorar a qualidade e entrega das peças, através de células de manufatura mais eficientes e identificar necessidade de mão-de-obra baseado na capacidade do processo e necessidade do cliente. Através do fluxo unitário é possível identificar mais rapidamente erros ocorridos no processo interrompendo-o imediatamente e envolvendo as pessoas para a busca das causas e solução definitiva para o problema ocorrido impedindo que o problema volte a ocorrer, e que o defeito se estenda para todo o lote de produção. Geralmente são implementados dispositivos que identificam os problemas (*pokayokes*) e “avisem” ao operador a sua ocorrência (*andons*), dentro do conceito de automação, que

será abordado no item 2.2.6.

Nas células aplica-se o conceito de focalização da produção, onde alguns produtos são dedicados a recursos específicos o que proporciona menor número de setups entre os diferentes lotes a serem produzidos, aumentando a produtividade. Em casos onde diferentes recursos não podem ser integrados seqüencialmente por células devido ao seu porte, é possível focalizar a produção dedicando os equipamentos do setor a produtos específicos segundo uma análise ABC.

A classificação ABC irá separar por importância relativa de volume demandado e dirá se existe concentração de volume nos itens que justifiquem o uso do sistema puxado para sua programação e controle. Se houver, este pequeno número de itens, que representa um grande valor de demanda, pode ser focalizado a grupos de recursos, eliminando-se praticamente os setups demorados decorrentes das mudanças de produção para itens com estruturas muito diferentes. Setups menores levam a lotes econômicos menores, que levam a estoques médios menores, em um ciclo de melhorias contínuas.

2.2.4 Redução do tamanho dos lotes

Como visto no item anterior, para que o fluxo contínuo seja viável no chão de fábrica é necessário reduzir ao mínimo o tamanho dos lotes de produção, se possível produzir em lote de uma só peça. Quanto menores os lotes de produção, menores serão os desperdícios de superprodução e outros tipos decorrentes. Torna-se viável também um melhor nivelamento da produção à demanda, através da implantação do sistema de puxar a produção com supermercados dimensionados para girar mais rapidamente.

Nos sistemas convencionais de produção os lotes são geralmente grandes e por isso não se tem uma atenção especial nas operações de troca de produtos, pois a produção de um mesmo lote chega a durar dias, sendo que o tempo de setup não representa muito tempo se comparado ao tempo despendido na produção, apresentando também setups demorados e desorganizados.

Com a aplicação da manufatura enxuta, a redução dos tempos de setup torna-se uma estratégia fundamental, pois para reduzir os desperdícios e, conseqüentemente, o tamanho dos lotes é necessário ter setups mais ágeis a fim de que sejam realizados maior número de ocorrências em menor tempo, viabilizando o fluxo contínuo e o nivelamento da produção à demanda. Hay (1992) afirma que a redução do setup traz como resultado um processo de fabricação dinâmico, que se torna uma arma estratégica.

Existem duas formas básicas de se reduzir o tamanho dos lotes. A primeira delas é aplicada quando os itens são fabricados internamente na fábrica e consiste em realizar as operações de troca de uma maneira organizada e rápida, chamada de Troca Rápida de Ferramentas. A segunda maneira, diz respeito aos itens que são fornecidos de terceiros. Nesse caso é importante desenvolver a parceria de longo prazo com os fornecedores, dentro do conceito de Gestão da Cadeia de Suprimentos, já abordado anteriormente.

Em seu estudo sobre as atividades de setup, Shingo relata que as atividades de fixação e remoção de matrizes nos setups convencionais, representam apenas 5% do tempo total de troca, figura 2.11. Para sanar este problema, Shingo desenvolveu a troca rápida de ferramentas (TRF), uma das práticas básicas da ME. Ela foi desenvolvida na década de 70 do século passado após vários anos de experiências em empresas japonesas, em especial na Toyota Motors, onde conseguiu transformar setups de prensas que consumiam duas horas em três minutos.

Esta experiência gerou o conceito de TRF que está descrito no livro "A Revolution in Manufacturing: the S.M.E.D. System" (SHINGO, 1983). Outra vantagem desta ferramenta diz respeito à redução da incidência de erros na regulagem dos equipamentos (HARMON E PETERSON, 1991). A teoria da TRF pode ser resumida em quatro estágios seqüenciais, cada um contendo um conjunto de técnicas específicas, apresentados na Figura 2.12.

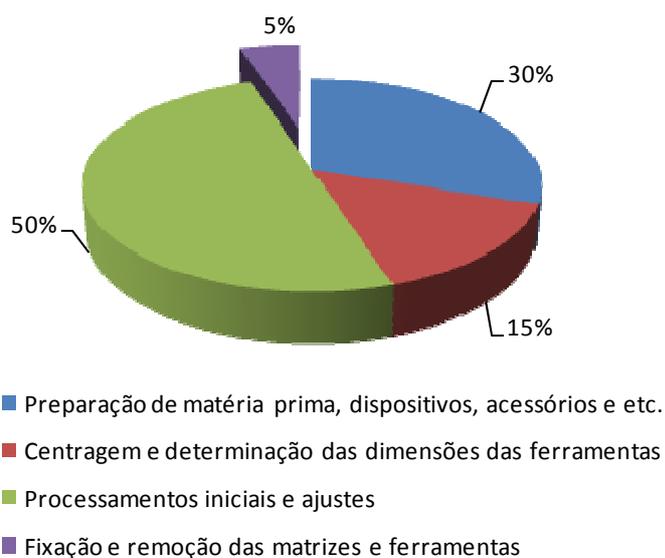


Figura 2-11 Distribuição dos tempos das funções durante os setups
Fonte: Tubino, 2007

O primeiro passo para a TRF consiste em identificar como as atividades de setup estão sendo feitas atualmente, buscando detalhar dentro dos conceitos de tempos e movimentos cada uma dessas atividades. A melhor forma de se fazer isso consiste em filmar várias trocas de ferramentas e fazer uma classificação das atividades. Segundo Barnes (1977), este é o método mais adequado para o estudo de tempos e movimentos nos processos de manufatura, onde a variabilidade na duração das atividades é baixa.

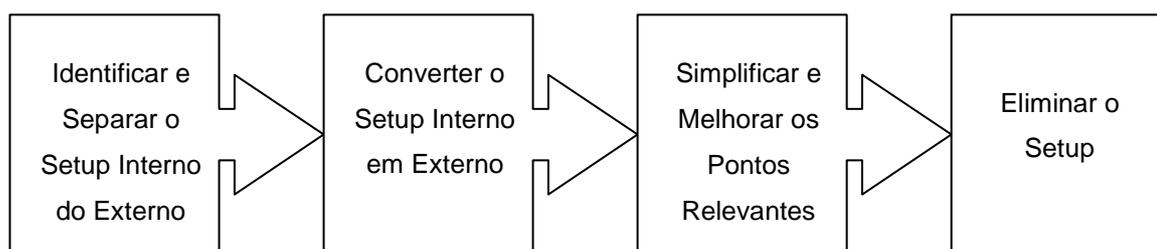


Figura 2-12 Uma visão resumida da TRF
Fonte: Tubino, 1999

Classifica-se como atividade de setup interna aquela executada enquanto a máquina está parada, e de setup externa como aquela executada enquanto a máquina está operando. Já uma atividade desnecessária, como o próprio nome indica, é uma atividade que não faz parte das atividades necessárias para a

realização do setup da máquina e que erroneamente está sendo realizada. Shingo (2000) ressalta que a correta distinção entre setup interno e externo é o passo mais importante na implementação da TRF. O primeiro passo nesse estágio inicial da TRF consiste em eliminar as atividades desnecessárias e separar claramente o que é externo do que é interno.

Organizadas as atividades internas e externas do setup e eliminadas as desnecessárias, para se chegar a uma redução maior do tempo de máquina parada deve-se proceder a uma análise criteriosa das atividades inicialmente classificadas como internas, no sentido de verificar se realmente essa é uma atividade que só pode ser executada com a máquina parada, bem como, se não existe uma alternativa melhor que permita transferi-la, total ou parcialmente, para atividade externa.

Uma vez separadas as atividades internas das externas, e transferidas, tanto quanto possível, as atividades internas para externas, o terceiro estágio da TRF consiste em analisar detalhadamente essas atividades buscando simplificar e melhorar ainda mais alguns pontos relevantes do setup. Nesse sentido, algumas soluções propostas por Shingo (2000) podem ser exploradas, como usar operações paralelas, usar sistemas de colocações finitas, empregar fixadores rápidos e eliminar a atividade de tentativa e erro para ajustes do setup.

Como quarto e último estágio, Shingo (1983) propõem estudar se não é possível eliminar a atividade de setup em si. O melhor setup é aquele que não existe, ou seja, ao invés de se supor que os setups são inevitáveis deve-se responder a seguinte pergunta: como produzir itens diferentes sem promover setups? A resposta a essa pergunta pode ser uma modificação no projeto do produto, a produção focalizada em células, ou, ainda, a produção de peças em grupos.

Com relação aos itens fornecidos por terceiros é necessário desenvolver parcerias na cadeia produtiva dentro da visão moderna de Gestão da cadeia de Suprimento (GCS) de forma a baixar o custo da reposição dos itens e tornar os lotes tão pequenos quanto necessários (TUBINO, 2007).

Em sistemas convencionais de fornecimento de componentes ou matéria prima, adota-se o relacionamento de soma zero, no qual o cliente tem a estratégia de tentar reduzir o custo direto do item a ser fornecido. Para isto se utiliza de constantes processos de concorrência forçando os fornecedores a baixar ao máximo seu preço e, conseqüentemente, sua margem de lucro. Segundo Merli (1991), em uma abordagem convencional tais relacionamentos são marcados pela visão dos fornecedores como adversários, na qual os mesmos se assemelham a lojas onde os produtos são adquiridos pelo menor preço.

Normalmente as empresas fornecedoras que adotam o sistema convencional não possuem boa eficiência produtiva, obrigando a empresa cliente a ter múltiplos fornecedores para o mesmo item. O que gera excessivas atividades de controle dos itens fornecidos, muitas vezes trazendo problemas de qualidade já que esta não é assegurada da mesma forma por todos os envolvidos. Dessa forma faz-se necessário a manutenção de grandes volumes de estoques tanto nos fornecedores como no cliente, a fim de evitar que a produção pare por problemas deste tipo.

A manufatura enxuta, através da estratégia de manter parcerias na cadeia produtiva, contrapõe a estratégia do soma zero e propõe o relacionamento ganha-ganha, onde ambos, cliente e fornecedor obtêm vantagens significativas. Para permitir tais relações, a perspectiva da GCS promove a redução do número de fornecedores (LUMMUS, VOKURKA, e ABER, 1998). A escolha do fornecedor não se dá apenas pela avaliação do custo direto dos itens, mas baseada na redução dos custos logísticos como um todo. Mallmann (1995) destaca que as parcerias proporcionam lucros a ambos os participantes da transação, desde que exista cooperação. O poder de barganha, portanto, existe, mas não é utilizado a ponto de sacrificar a sobrevivência dos fornecedores, desde que estes se mostrem cooperativos.

Nesse processo de parceria o número de fornecedores é reduzido drasticamente estabelecendo uma relação de confiança. Cliente e fornecedor compartilham informações, tecnologias, conhecimentos e tem o compromisso conjunto de resolver problemas e melhorar os processos em ambos os sistemas produtivos, garantindo assim entrega JIT em lotes menores, com variedade e

qualidade.

Os contratos estabelecidos são de longo prazo, o que possibilita um melhor planejamento de capacidade para o fornecedor inclusive para expandir seu sistema produtivo, e garantido um maior volume de produção para o fornecedor, permitindo que este focalize sua produção trazendo maior produtividade e redução de custos (TUBINO, 2007).

2.2.5 Produção puxada pelo cliente

A superprodução, um dos desperdícios mais condenáveis da Manufatura Enxuta, é resultado muitas vezes da adoção de uma produção empurrada de produção, baseada no princípio de maximizar a utilização dos meios de produção, concentrando esforços na minimização da ociosidade (ANTUNES, 1998 e SHINGO, 1997).

Neste tipo de sistema, as ordens (de produção e/ou montagem) são emitidas aos vários centros de trabalho. Grandes lotes são processados em um ritmo máximo, com base em previsões de demanda e os centros de trabalho executam suas operações individualmente, sem levar em consideração se o centro de trabalho seguinte pode utilizá-lo, ou seja, desconsiderando as diferenças no ritmo de trabalho (SLACK, 1997).

Cada etapa apenas executa as ordens vindas do planejamento e controle da produção estocando sua produção ao final de cada estágio. Este tipo de sistema esta sujeito à fabricação de produtos em quantidade maiores para diminuir custos totais associados à incerteza das previsões de demanda, induzindo à constituição de estoques (superprodução) (MOLINA, 1995).

Na busca por evitar desperdício por superprodução, a Manufatura Enxuta opera de tal forma que os produtos finais sejam produzidos apenas na quantidade e no momento demandado, bem como que, os itens componentes cheguem às estações de trabalho na quantidade e no momento em que são necessários. Evita-se desta forma não só a superprodução como também a formação de estoque e o

tempo de espera na fila (SEIBEL, 2004).

Ao contrário deste sistema de empurrar, a Manufatura Enxuta produz apenas no momento e na quantidade certa através do sistema puxado de produção, que significa não processar até a solicitação, isto é sob pedido.

O funcionamento é baseado na seguinte lógica: o processo subsequente vai ao processo precedente buscar apenas os itens que necessitam ser processados e apenas no momento exato. O ciclo é iniciado na linha de montagem final, que é aonde chega a informação do tempo e das quantidades necessárias de peças para satisfazer as demandas e para onde é emitida a programação da produção.

Em um sistema puxado o passo e as especificações de o que é feito são estabelecidos pela estação de trabalho do “consumidor” que puxa o trabalho da estação de trabalho antecedente (fornecedor). Nada é produzido pelo processo fornecedor sem que o cliente consumidor tenha apontado a necessidade.

De acordo com o Léxico Lean (2003) há três formas básicas de sistemas puxados de produção.

- Sistema Puxado com Supermercado

Neste tipo de sistema cada processo armazena sua produção em um supermercado determinado. Quando os itens deste supermercado forem consumidos pelo processo subsequente, o processo precedente é autorizado a produzir a quantidade exata de itens necessários para repor aquele supermercado. Em um ambiente em que a variedade de itens é muito alta, este tipo de sistema pode não ser vantajoso, pois a necessidade de se manter um supermercado de todos os itens pode tornar o nível de estoques impraticável.

- Sistema Puxado Seqüencial

Em ambientes em que a variedade de itens é muito grande pode-se estabelecer um sistema puxado seqüencial onde os produtos são basicamente feitos sob encomenda e o estoque total é minimizado. Neste sistema o PCP elabora o mix e a quantidade de produtos a ser produzida normalmente na forma de uma lista

seqüencial que é enviada ao processo inicial do fluxo de valor. Através do fluxo FIFO (first-in-first-out) cada um dos processos seguintes produz em seqüência os itens que chegam até ele pelo processo anterior. Para um funcionamento efetivo deste tipo de sistema o padrão dos pedidos dos clientes é importante. A dificuldade de previsão pode exigir lead times de produção curtos ou a necessidade de supermercados de produtos acabados.

- Sistema Puxado Misto

Em ambientes em que uma classificação ABC de produtos é aplicável, ou seja, grande parte da produção vem de uma pequena variedade de peças, é possível operar com um sistema misto. Para as peças que não apresentam pedidos freqüentes um sistema puxado seqüencial pode ser utilizado, já os que apresentam certa padronização na demanda podem ser programados para reposição dos supermercados. Tal sistema permite a aplicação adequada de dois métodos, conseguindo-se os benefícios proporcionados por cada um deles, mesmo em ambientes em que a demanda é complexa e variada.

Independente do sistema puxado utilizado, o fato é que agora o PCP não é mais responsável por informar cada estágio acerca da produção, mas sim cada estágio consumidor deve informar seu estágio fornecedor.

Aponta-se então a necessidade de um sistema capaz de controlar este fluxo de informação por todos os ciclos da cadeia produtiva, sistema este concebido por Taiichi Ohno e denominado pelo mesmo de Kanban.

A informação acerca do tempo e da quantidade necessária de produção chegará a todos os processos componentes do sistema puxado, pelo uso de cartões, denominados kanban. Além da informação acerca do tipo e quantidade a ser fabricada, à visualização de um cartão kanban também está implícita a autorização para a realimentação de material das estações de trabalho ou depósitos precedentes.

Subentende-se desta forma que uma das funções do kanban é a de se apresentar como um “sistema de informação para controlar harmoniosamente as

quantidades de produção em todos os processos” (MONDEN, 1984, p.3).

Embora a afirmação acima ateste o kanban como um sistema de informação ela abarca também outra função exercida pela ferramenta: o de controle da produção. Moura (1994) e Russomano (1995) destacam esta capacidade do kanban uma vez que ele tem a função de um pedido de produção no processo de fabricação e a função de instruções de retirada no processo subsequente, controlando toda a movimentação de ordens e materiais do fluxo just-in-time.

Além destas funções outras responsabilidades podem ser atribuídas ao kanban (MOURA, 1994; ANTUNES JUNIOR, 1998; BLACK, 1998; LUBBEN, 1989) como:

- não permitir a produção para estoque com previsões futuras;
- permite o controle visual do processo;
- controla o processo de fabricação;
- torna aparentes as fraquezas no fluxo do material;
- minimiza estoques, tanto de produtos acabados como de inventários em processo;
- produz peças com base em lotes pequenos;
- reduz o lead time de fabricação; e,
- controle de estoque uma vez que o número total é controlado em termos do número de cartões em circulação.

Outro importante significado dado ao kanban é a de um sistema para melhorar a produtividade, uma vez que, permitindo a observação visual dos problemas que ocorrem diariamente na produção, deixa claro o que deve ser feito pelos gerentes e supervisores. Desta forma,

“... o sistema se torna mais do que um método de controlar a produção nas estações de trabalho. Ele se torna uma diretriz na dinamização e aperfeiçoamento da produção porque é um indicador

do comportamento do sistema de produção, o que é fácil para qualquer um observar.” (MOURA, 1989, p.107)

Este aperfeiçoamento se dá principalmente pelo esforço de minimizar o tamanho do contenedor e o número de cartões em uso o que permite verificar quais pontos são mais sensíveis à redução do estoque. Isso acelera os processos de produção e reduz tanto os tempos de espera como os inventários.

Compilando estes dois significados pode-se inferir que a operacionalização diária do sistema é de responsabilidade e autoridade exclusiva dos trabalhadores de chão de fábrica, o que libera o tempo dos supervisores e gerentes para atuarem diretamente nas melhorias necessárias apontadas pelo próprio sistema kanban. Estas melhorias, segundo Moura (1994), podem estar relacionadas com: qualidade (por exemplo, peças com defeito), operação-padrão, melhoria na manutenção das máquinas, redução dos tempos de preparação dos equipamentos, melhoria na capacidade das máquinas etc.

De um modo geral, a literatura da área de gestão da produção apresenta certo consenso sobre os benefícios decorrentes do sistema kanban, conforme exposto por Severiano Filho (1999) apud Leite et al.(2004):

- Redução dos desperdícios fora e dentro do chão de fábrica;
- Melhoria dos níveis de controle da fábrica pela descentralização e simplificação dos processos operacionais;
- Redução do tempo de duração do processo (lead-time);
- Aumento da capacidade reativa da empresa (resposta aos clientes);
- Elevação do nível de participação e engajamento das pessoas através da descentralização do processo decisório;
- Ajustamento dos estoques à flutuação regular da demanda;
- Redução dos estoques de produtos em processo;

- Diminuição dos lotes em produção;
- Eliminação dos estoques intermediários e de segurança;
- Sistematização e aperfeiçoamento do fluxo de informações, assim como dos mecanismos de comunicação entre o pessoal de produção;
- Integração do controle de produção nos demais mecanismos de flexibilidade da empresa; e,
- Maior facilidade na programação da produção.

Para Ohno (1997) o ponto em que o sistema kanban é realmente inigualável é o de acelerar melhorias, visto que informa automaticamente problemas em estações de trabalho por meio da redução dos estoques e, conseqüentemente, diminuição do isolamento entre os centros produtivos, o que expõe os problemas da produção por intermédio das paradas de linha.

2.2.6 Automação e prevenção de problemas

Ohno (1997) afirma que este conceito, juntamente com o JIT compõe os pilares do Sistema Toyota de Produção. A palavra Automação (ou *jidoka*) significa automação com toque humano. Na prática é um dos conceitos da manufatura enxuta voltado para a garantia da qualidade nos processos, e busca desenvolver dispositivos que permitam que a máquina identifique a ocorrência de defeitos e pare o processo, chamando a atenção para a anormalidade. Como enfatiza Shingo (1996) “Havia necessidade de uma transferência a um nível mais alto – das funções mentais humanas às máquinas...”. A automação também é conhecida como pré-automação uma vez que só a correção do problema é deixada para o operador (GHINATO, 1996).

O intuito de implantar a automação no sistema produtivo é produzir com 100% de qualidade, os processos se tornam confiáveis e viabilizam o fluxo contínuo na fábrica, com produção em pequenos lotes e níveis reduzidos de estoques entre os processos. Também potencializa a prática da polivalência nos

processos, liberando o operador para atuar em diferentes recursos simultaneamente nas células de manufatura.

Um recurso muito utilizado dentro do conceito de automação são os chamados dispositivos à prova de erros, ou *pokayokes*. Estes são elementos instalados no processo que verificam a qualidade do item produzido e acusam o erro parando o processo, tais como escolha errada de uma peça, montagem incorreta de uma peça, esquecimento de uma peça e etc.

Dispositivos à prova de erros permitem a inspeção de 100% dos itens produzidos. Diferente da inspeção realizada nos sistemas convencionais que adotam a inspeção por amostragem, na qual é realizada em algumas peças do lote no final do processo, o que permite que existam itens defeituosos que não foram verificados chegando ao cliente. Além disso, não focam as causas da ocorrência do defeito para seu tratamento para evitar que venham a ocorrer novamente.

De acordo com Shingo (1996) a inspeção através de *pokayokes* serve para realizar a inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção na fonte. O autor distingue duas funções:

a) Função de Regulagem que determina o método a ser utilizado em função do objetivo desejado. Esses métodos são:

- Método Controle: após detectar a anormalidade pára a máquina ou a linha de produção, possibilitando a imediata ação corretiva, evitando-se a geração de defeitos em série;

- Método de Advertência: quando o sistema detecta a anormalidade, o mesmo sinaliza através de sinais sonoros ou luminosos possibilitando a ação corretiva em tempo.

b) Função de Detecção que capta a anormalidade de acordo com o mecanismo de detecção utilizado. Está dividido em:

- Contato: detecta a anormalidade através de dispositivos que se mantêm em contato com o produto na ocasião da inspeção;

- Conjunto: garante que operações executadas em seqüência de movimentos ou passos preestabelecidos não sejam negligenciadas. Este método baseia-se na contagem automática e controle do número de movimentos efetuados ou pela detecção da execução de cada um dos passos isoladamente;

- Etapas: evita a realização, por engano, de uma etapa que não faz parte da operação. Este método é aplicado em operações executadas através de movimentos padronizados.

O processo de melhoria contínua está diretamente relacionado com a solução dos problemas, para Liker (2005) só ocorre quando o processo estiver estabilizado e padronizado. Então, é necessário resolver os problemas para resultem em processos de trabalho e procedimentos adequados para realizar uma tarefa com o mínimo de tempo e esforço. Em sua obra, Ohno (1997) justifica a questão da solução de problemas, desenvolvida para o STP, caracterizada como a parte do sistema da manufatura enxuta responsável por eliminar os problemas, ou desperdícios, identificados pela aplicação da metodologia JIT. Estas técnicas estão ligadas a aplicação de ferramentas originadas no conceito de Controle Total da Qualidade (TQC) e aplicadas nos Círculos de Controle da Qualidade (CCQ's).

Para se resolver um problema de uma forma eficaz, garantindo que não vá ocorrer novamente, é necessário descobrir e entender suas causas potenciais e então focar as mais significativas. É preciso que se efetue uma análise profunda e não se detenha somente nas causas mais aparentes, mas sim encontre as causas raiz do problema. Em geral, as empresas que adotam o conceito de TQC já conhecem e dominam as técnicas para a análise e solução de problemas voltados para a qualidade. Nesta tarefa algumas recomendações sugeridas por Liker e Meier (2007) são:

1. Não influenciar a análise por idéias pré-concebidas das causas do problema. Isso possibilitará que as ações sejam tomadas de forma errônea e conduzam a maus resultados;
2. Analisar a fonte do problema no chão de fábrica. Informações e dados

devem ser utilizados para embasamento (Gráficos: pareto, barras, correlação, histograma), porém a causa deve ser observada e analisada onde ela ocorre;

3. Utilizar o método dos cinco porquês para descobrir as causas raiz do problema;
4. Analisar de forma abrangente as causas do problema. Pode ser o diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe;
5. Limitar a análise às causas mais significativas para evitar grandes esforços em ações que trarão poucos resultados. Aplica-se a ferramenta de Matriz GUT para a priorização;
6. Resolver as causas com as pessoas envolvidas no grupo de Kaizen (Brainstorming, 5W2H), evitando assim delegar os problemas ou ações a terceiros;
7. Realizar uma análise meticulosa e completa, gerando causas que indicarão claramente as ações a serem tomadas.

Liker e Meier (2007) enfocam a importância da identificação e solução dos problemas em suas causas raízes. Para isso é necessário conhecer o processo, identificar claramente o problema e suas causas para que seja possível propor uma solução definitiva, conforme a figura 2.13.

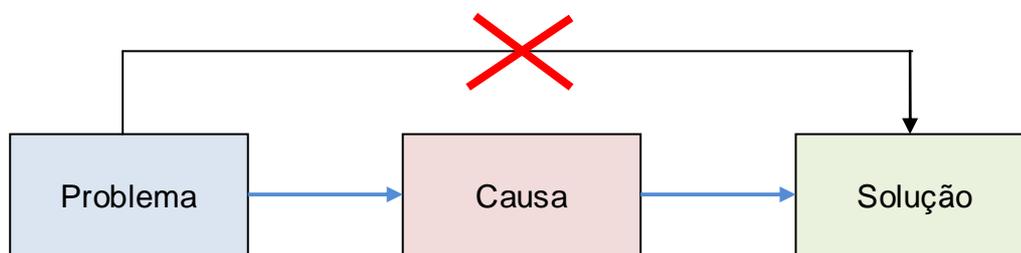


Figura 2-13 Relação Problema x Causa x Solução.

Analisar completamente o problema e suas causas, o que permitirá uma visão muito clara do ganho através das ações de melhorias alinhadas. A determinação

desse resultado é parte importante do processo uma vez que pode avaliar a eficácia das ações de melhoria comparando-se o resultado planejado versus o resultado conseguido.

Para que estas recomendações possam ser seguidas, a utilização de ferramentas adequadas, a fim de facilitar a análise do problema, identificação das causas raiz e ações de melhoria se faz necessária. A lista da figura 2.14 apresenta um resumo das principais ferramentas utilizadas, sendo que o detalhamento de cada uma é realizado na seqüência. Detalhamento este baseado nos trabalhos de Liker e Meier (2007), Japan Human Relations Association (1988), Campos (1992) e Costa (1991).

| Ferramenta | O que é? | Para que serve? |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cinco Por Quês | Ferramenta que auxilia na identificação das causas raiz do problema através da pergunta "Por quê?" realizada cinco vezes | Para identificar as causas raiz de um problema direcionando as tomadas de decisão |
| Diagrama de Causa e Efeito | Diagrama que auxilia na identificação das causas que contribuem para o problema, categorizando-as nos 4M (Máquina, Material, Mão de Obra, Método) | Para identificar as causas de um problema direcionando as tomadas de decisão |
| Matriz GUT | Matriz que atribui pesos à uma lista de itens (causas ou problemas) no que se refere a Gravidade, Urgência e Tendência | Para priorizar as ações em atacar problemas ou causas de problemas de acordo com a importância do momento |
| Gráfico de Barras | Gráfico que demonstra de forma clara e objetiva a situação atual de um processo, setor e etc. | Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema |
| Análise de Pareto | Análise que ordena por problemas ou causas da maior frequência para a menor | Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema dividindo em fragmentos menores |
| Gráfico de Correlação | Gráfico que relaciona de forma gráfica diferentes parâmetros | Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema |
| Histograma | Gráfico de barras que mostra a distribuição de frequência de um conjunto de dados | Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema |
| Brainstorming | Ferramenta que estimula a geração de idéias através do trabalho em grupo | Para levantar as causas de um problema ou encontrar soluções para um problema |
| 5W2H | Ferramenta de planejamento para ações de melhoria encontradas | Para garantir que o plano de ação de melhoria seja realizado de uma forma eficaz |

Figura 2-14 Resumo das ferramentas de análise e resolução de problemas

2.2.6.1 Método dos Cinco Por Quês

Este método possibilita ao grupo de melhoria refletir sobre o problema e, através do questionamento de suas causas, chegar às causas raiz. O método consiste em fazer a pergunta “Por quê?” cinco vezes, estabelecendo assim uma relação entre as causas.

O método é simples, porém devem ser tomados alguns cuidados para que seu resultado seja eficaz na busca pelas causas raiz, a saber:

1. Concentrar-se na pergunta direta – Saber onde se concentrar é fundamental para compreender a rede completa de causas. Não se deve imaginar antecipadamente a rede de respostas, mas sim se ater a uma única resposta por vez;
2. Passar por cima de ligações óbvias na rede conduzirá o grupo a causas pré-concebidas, deixando assim de considerar todas as possibilidades;
3. Manter o foco restrito e dividir as possibilidades gradualmente ao invés de generalizar as respostas, focando assim nas causas mais significativas;
4. Quando houver ramificações na resposta utilizar as informações disponíveis e, principalmente, ir ao local do trabalho para analisar a causa mais significativa e focar o método nesta causa;
5. Quando houver dúvidas sobre as respostas pode-se utilizar o método do “Portanto” para averiguar se a seqüência de respostas é satisfatória. O método consiste em “conectar” as respostas com a palavra “portanto” para verificar se o resultado faz sentido e a rede causal é procedente.

Um exemplo pode ser visto na figura 2.15, onde se pode observar como a ferramenta ajuda a encontrar a causa raiz do problema e assim direcionar as ações de melhoria. No caso, uma ação cabível seria alterar o layout para que o operador

não necessitasse realizar a caminhada de 1,5m, reduzindo assim o tempo de ciclo e ganhando em produtividade.

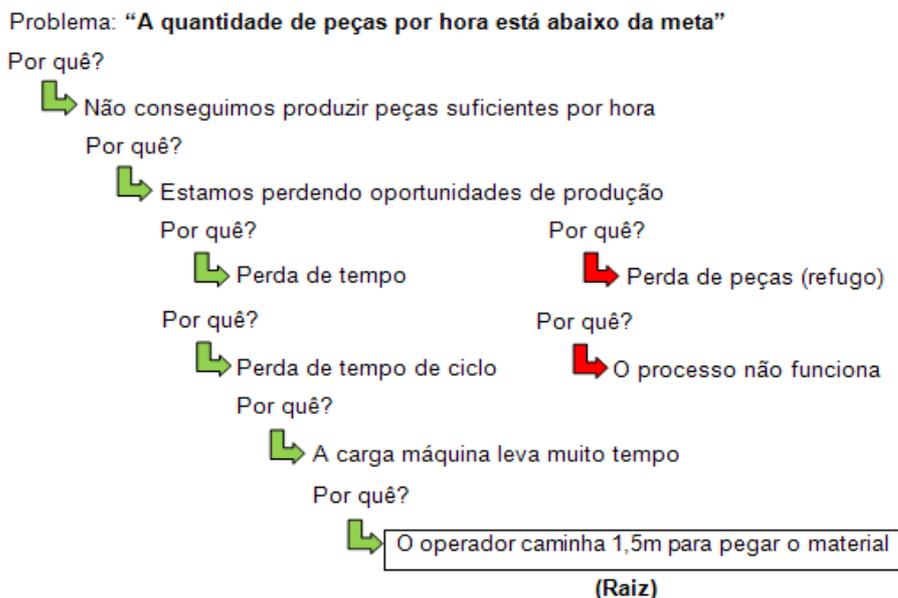


Figura 2-15 Exemplo de aplicação do meto dos Cinco Por Quês
 Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2007)

Para conferir se a seqüência de causas é satisfatória aplica-se o método do “Portanto”, no caminho inverso ao realizado. Assim a conexão entre as respostas ficam:

“O operador caminha 1,5m para pegar o material, portanto a carga máquina leva muito tempo, portanto existe perda no tempo de ciclo, portanto perde-se muito tempo no processo, portanto está-se perdendo oportunidade de produção, portanto não se consegue produzir peças suficientes, portanto a quantidade de peças por hora está abaixo da meta estipulada.”

Pode-se notar como as respostas conectadas pela palavra “portanto” fazem pleno sentido, representando uma seqüência lógica de respostas, o que leva a uma verdadeira causa raiz do problema.

2.2.6.2 Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)

Este método foi desenvolvido para analisar a relação entre o “efeito” (problema

ou item de controle) e as possibilidades de causas que contribuem para esse efeito. De forma gráfica utiliza-se o diagrama espinha de peixe, onde o efeito é colocado do lado direito e as causas são listadas do lado esquerdo dentro da característica dos 4M, como mostra a figura 2.16.

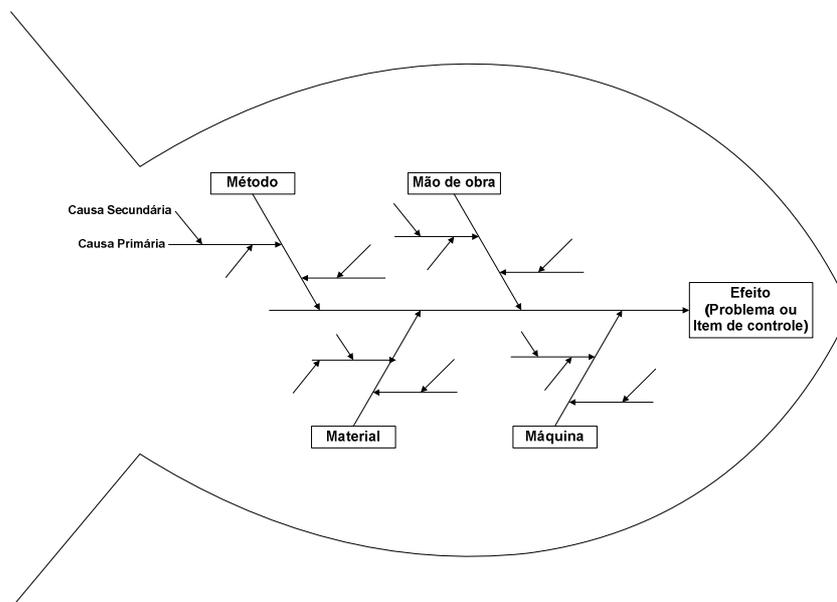


Figura 2-16 Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe

Para construir o diagrama de causa e efeito deve-se seguir as seguintes recomendações:

1. Definir o problema de forma clara (onde ocorre, quando ocorre, etc.);
2. Pesquisar as causas do problema – esta etapa pode ser realizada através da aplicação da ferramenta de brainstorming, detalhada no item 4.8;
3. Construir o diagrama de causa e efeito - colocando o problema ou item de controle do lado direito e as causas do lado esquerdo dentro de suas categorias relacionadas aos 4M;
4. Levantar com o grupo se existe mais causas ou se podem existir causas secundárias e terciárias;
5. Analisar o gráfico terminado, observando as causas levantadas e

selecionando as causas que devem ser priorizadas, utilizando para isto dados concretos, experiência do grupo ou sugestão de superiores;

6. Partir para o plano de ação.

Como exemplo para este método pode-se tomar o mesmo problema relatado anteriormente, ou seja, a quantidade de peças por hora está abaixo da meta, para observar como seria o processo de levantamento das causas utilizando o método de causa e efeito, conforme ilustra a figura 2.17.

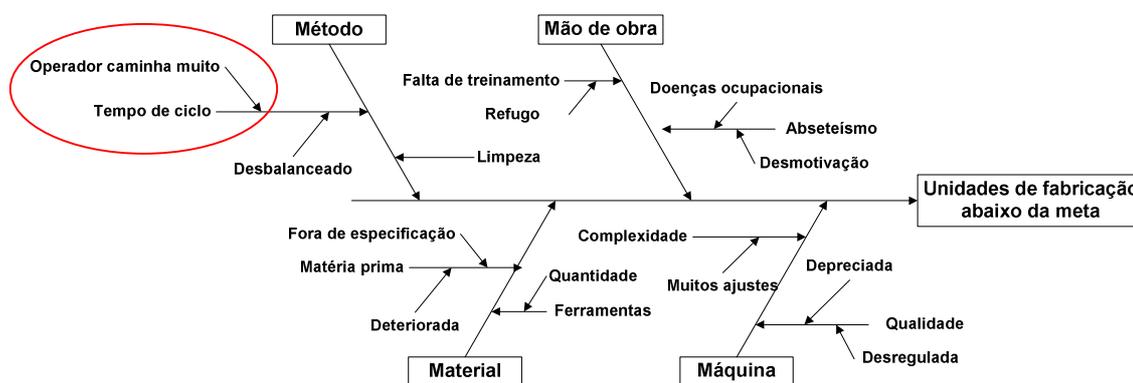


Figura 2-17 Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe

2.2.6.3 Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)

Esta ferramenta é utilizada para determinar a escala de prioridade dos problemas, ou causas do problema, encontrados a fim de priorizar a ação do grupo de melhoria nos itens que requerem ação mais imediata. Para isto são atribuídos pesos 1, 3 ou 5 (conforme ilustra a Figura 2.18) a cada problema no que se refere a:

- Gravidade – Qual o impacto do problema/causa no contexto geral de metas de satisfação dos clientes, do departamento e da empresa? Problemas/causas de segurança têm o maior nível de importância.
- Urgência – Que prazos dependem da solução do problema/causa e qual é a consequência no caso do prazo não ser cumprido? A capacidade de atender a uma mudança no prazo de exigência do cliente é considerada como de grande urgência.

- Tendência – O problema/causa está piorando, melhorando ou ficando igual? Qual o impacto do problema/causa relativo ao tempo de ação.

| Gravidade (G) | Urgência (U) | Tendência (T) | Total (GxUxT) |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|
| Os prejuízos e dificuldades são extremamente graves (5) | É necessária uma ação imediata (5) | Se nada for feito a situação irá piorar rapidamente (5) | 125 |
| Grave (3) | O mais cedo possível (3) | Vai piorar em médio prazo (3) | 27 |
| Sem Gravidade (1) | Não tem pressa (1) | Não vai piorar e pode até melhorar (1) | 1 |

Figura 2-18 Pesos da Matriz GUT

2.2.6.4 Gráfico de Barras

A visualização gráfica é uma ferramenta muito importante para análise das causas de problemas, pois permite ao grupo ter uma dimensão clara e objetiva das informações. O gráfico de barras permite comparar facilmente as informações facilitando a análise. Este tipo de gráfico é normalmente utilizado para analisar custos, número de defeitos no processo e etc.

Também podem ser utilizados outros tipos de gráficos para esta análise quantitativa, como o gráfico de linhas que permite uma análise de variações ao longo do tempo, e o gráfico de tortas que permite uma análise comparativa entre percentagens.

Um bom gráfico deve:

- Oferecer uma visão geral com uma rápida olhada.
- Ser simples e claro: o significado do gráfico deve ser óbvio.
- Comunicar imediatamente: o significado do gráfico deve ser compreensível sem explicações.
- Permitir a interpretação correta: através de escalas corretas,

espessuras das linhas, legendas, unidades e etc.

- Oferecer uma pista para a solução: o gráfico deve sugerir a solução mais adequada para corrigir o problema.

A figura 2.19 ilustra um exemplo para o gráfico de barras de produtividade de cinco máquinas de um setor. Pode-se observar que duas máquinas (B e D) estão abaixo da capacidade nominal, comprometendo a capacidade do setor que não consegue atender aos pedidos no prazo correto. Este gráfico sugere que devem ser tomadas medidas para corrigir o problema, avaliando as causas que levam a baixa produtividade das máquinas citadas.

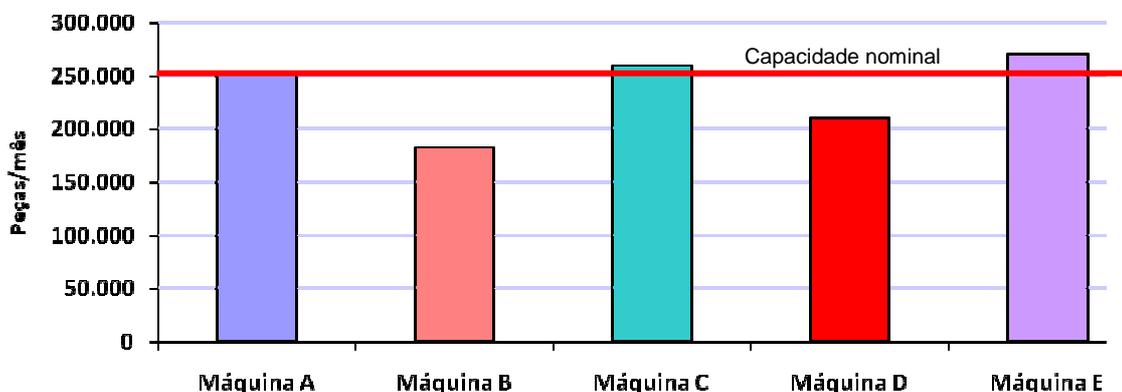


Figura 2-19 Exemplo de gráfico de barras

A figura 2.20, por sua vez, ilustra um exemplo de gráfico de torta com as porcentagens de tempo relativo às atividades de setup de uma máquina. Como pode ser observado, as atividades de troca propriamente dita representam apenas 5% dos tempos de setup, sendo que os outros 95% do tempo são relativos às atividades que não agregam valor ao setup.

Neste caso fica claro que para reduzir o setup desta máquina, a atividade de processamentos iniciais e ajustes, que representa metade do tempo despendido na troca, é a mais urgente a ser reduzida para diminuir os tempos dessa atividade.



Figura 2-20 Exemplo de gráfico de torta

Já a figura 2.21 ilustra um gráfico de linhas que apresentado a evolução do nível de estoques no ano de 2007. Pode-se observar que no mês de junho houve um aumento significativo do nível de estoques, se aproximando da marca de 400.000 unidades. Este gráfico sugere que seja realizada uma análise específica para este evento para avaliar as causas que provocaram esta anormalidade para que variações desta magnitude não voltem a ocorrer.

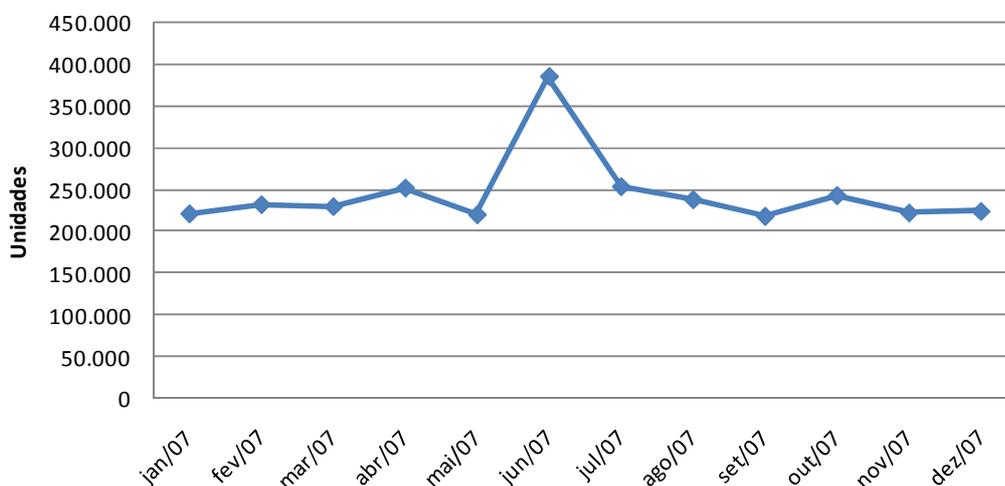


Figura 2-21 Exemplo de gráfico de linha

2.2.6.5 Análise de Pareto

A estratificação de Pareto é uma das ferramentas mais utilizadas para análise e solução de problemas, pois organiza os dados por grau de importância tornando

mais clara a compreensão dos problemas e suas causas. Além disso, ajuda a classificar a importância dos problemas e causas sugerindo a priorização mais adequada para a ação de melhoria.

Aplicando análises baseadas nos gráficos de Pareto é possível dividir um grande problema em problemas mais fáceis de serem resolvidos através da estratificação, facilitando as ações do grupo e agilizando o processo de melhoria.

Os passos da aplicação da análise de Pareto são:

1. Identificação do problema – Através de indicadores, sistema de sugestões e MFV (etapa 1 do Gemba Kaizen) identifica-se uma oportunidade de melhoria;
2. Estratificação – Neste passo encontram-se as diferentes classes de causas do problema e estratificando-as até se chegar a causa raiz. Para auxiliar nesta etapa pode-se aplicar o método de Ishikawa e o dos Cinco Por Quês;
3. Coleta de dados – Baseando-se na estratificação das causas realizada, são coletados os dados necessários e completados os gráficos de Pareto;
4. Priorização – Com o resultado dos gráficos é realizada a priorização das causas mais significativas;
5. Desdobramentos – Repete-se os passos anteriores para as causas priorizadas até se chegar as causas raiz, que atacadas com ações de melhoria no Gemba Kaizen trarão resultados mais significativos para o processo;

Por exemplo, na figura 2.22 se parte de um problema geral de perdas na produção, para um problema raiz mais específico de paradas não programadas por motivos mecânicos nos mancais das máquinas.

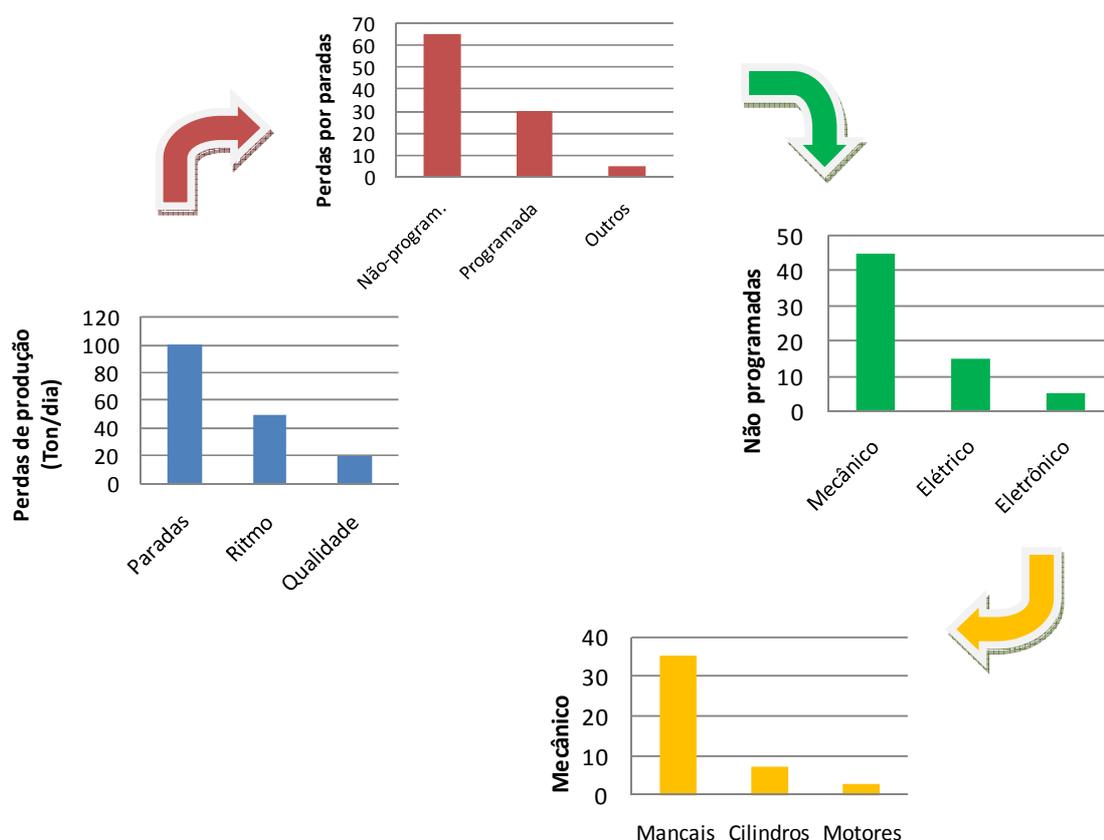


Figura 2-22 Exemplo de Análise de Pareto

2.2.6.6 Gráfico de Correlação

O gráfico de correlação é utilizado para mapear dados combinados e analisar a relação causal entre os parâmetros. Com base nesse tipo de gráfico é possível afirmar a relação entre duas causas de um problema, ou seja, se uma causa contribui para a existência da outra causa, ou ainda a relação entre uma causa e o problema, demonstrando a contribuição que um tipo de causa influencia no problema.

Por exemplo, a figura 2.23 ilustra que o número de quebras de máquinas tem forte correlação negativa com a produtividade do setor, ou seja, à medida que o número de quebras de máquinas diminui a produtividade do setor aumenta. O índice de correlação é de 91% como pode ser observado no valor do R^2 .

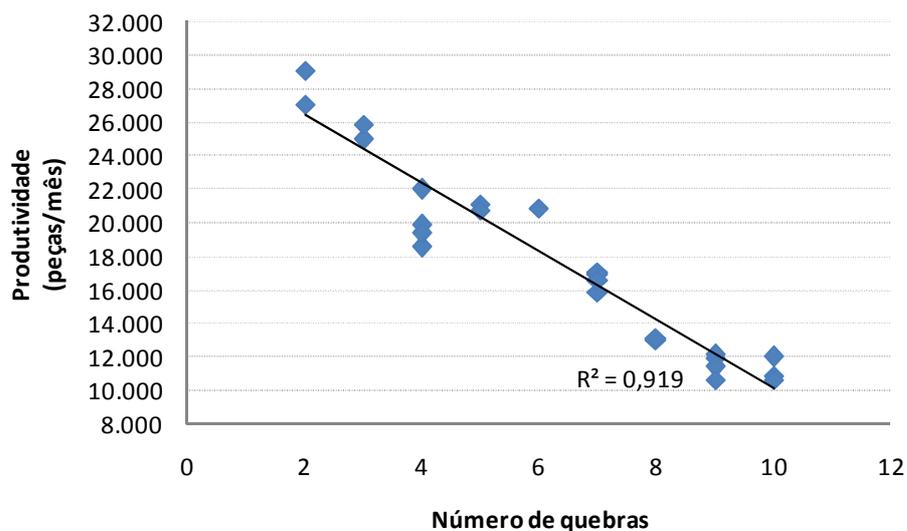


Figura 2-23 Exemplo de Gráfico de correlação (forte correlação negativa)

Nesta situação, o número de quebras de máquinas do setor caracteriza-se por uma causa relevante e que influencia diretamente na produtividade, caracterizando uma excelente oportunidade para ser atacada pelo grupo de melhoria, aplicando-se ferramentas que permitam reduzir a ocorrência de quebras, como a TPM (Manutenção Produtiva Total), por exemplo.

Já a figura 2.24 ilustra que o número de quebras de máquinas não tem correlação com a produtividade no setor, ou seja, existem outras causas mais relevantes que influenciam na produtividade que devem ser investigadas a fim de resolver o problema.

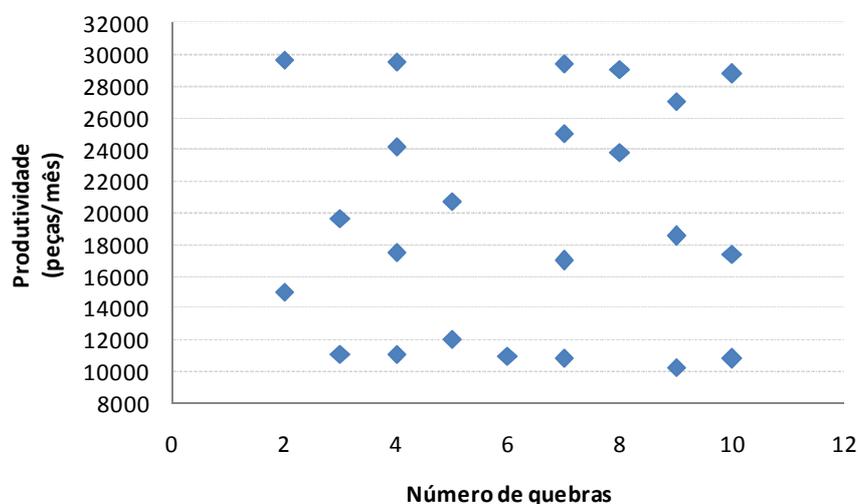


Figura 2-24 Exemplo de Gráfico de correlação (sem correlação)

2.2.6.7 Histograma

O histograma é um tipo especial de gráfico de barras que demonstra a frequência em que certo parâmetro ocorre, agrupando um grande número de dados em intervalos comuns.

Por exemplo, a figura 2.25 apresenta o histograma para a ocorrência de atrasos na produção dos itens com relação à programação realizada pelo PCP. Como pode ser percebida, a maior parte dos atrasos na programação tem como característica estar em dez dias de atraso, decaindo exponencialmente após este intervalo. Uma meta para o Gemba Kaizen poderia ser de reduzir não só o número de atrasos, mas principalmente o intervalo destes atrasos para até cinco dias, elaborando um plano de ação para isto.

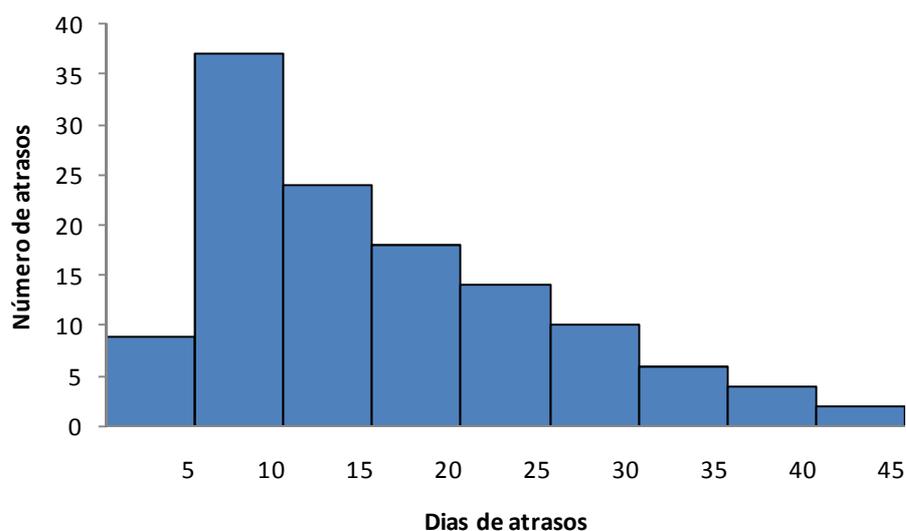


Figura 2-25 Exemplo de Histograma

2.2.6.8 Braistorming

O brainstorming é um método simples e muito utilizado para discutir as causas e encontrar as soluções para o problema. A palavra brainstorming deriva de duas palavras inglesas: “brain” que significa cérebro, e “storm” que significa tempestade. Assim, a tradução que melhor se encaixa com os objetivos do método é a de

“tempestade de idéias”.

Este método permite ao grupo de melhorias encontrar rapidamente um grande número de alternativas, baseadas no princípio da associação, auxiliando na busca das causas do problema (aplicado com as demais ferramentas dos cinco por quês, causa e efeito, etc.) e soluções criativas para eliminar essas causas através de idéias geradas pelo grupo.

O método é simples e dividido em sete passos que devem ser realizadas em reunião de aproximadamente 30 a 45 minutos. Estes passos são:

1. Orientação – O facilitador deve definir de forma clara os objetivos da seção, para que se evite discussões fora de foco que prejudiquem o resultado. Um problema bem definido facilita o caminho para encontrar suas causas e a solução eficaz;
2. Preparação – Neste passo se reúne os dados referentes ao problema. Estes dados podem ser tanto os dados coletados como os obtidos pela experiência das pessoas envolvidas no processo;
3. Análise – Neste momento decompõe-se o problema, encontrando-se as causas que contribuem para a sua existência (pode-se utilizar o método dos cinco por quês, causa e efeito, etc.);
4. Ideação – Encontradas as causas do problema, são geradas as idéias para atacar as causas. Quanto mais idéias são geradas melhores as chances para resolver o problema, assim, neste momento se deve priorizar a quantidade de idéias, aceitando-se qualquer idéia mencionada;
5. Incubação – Após a intensa geração de idéias é realizado um descanso a fim de produzir associações subconscientes e superar possíveis frustrações. Muitas vezes esse passo traz como resultado idéias brilhantes para a solução do problema;
6. Síntese – Neste momento as soluções sugeridas são agrupadas por

características semelhantes e combinadas para uma solução mais completa para o problema;

7. Avaliação – Por fim, é realizada pelo grupo a escolha e priorização das alternativas que melhor se encaixem para a solução do problema em questão.

Como regras para que o método traga melhores resultados tem-se:

1. Eliminar críticas – Não deve ser realizado nenhum julgamento contrário as idéias sugeridas. Cabe ao facilitador do evento impedir que elas ocorram;
2. Incentivar a imaginação – Cada pessoa pode desenvolver e sugerir idéias como quiser;
3. Aceitar idéias – Os participantes devem aceitar toda e qualquer idéia que surja, pois boas idéias podem surgir a partir de idéias que pareçam absurdas;
4. Procurar quantidade – Incentivar as pessoas a contribuírem com idéias, pois quanto maior o número de idéias, maiores as chances de encontrar as soluções convenientes;
5. Incentivar combinações e melhoramentos – Os participantes podem contribuir ajudando a complementar as idéias dos outros e combinar idéias para formarem idéias melhores.

Para garantir o sucesso da aplicação do brainstorming é de fundamental importância que o facilitador do processo seja devidamente treinado para exercer suas funções. Ele deve incentivar o grupo a sugerir idéias e quando o número de idéias se retrair pode complementar com suas próprias idéias. Deve também assegurar que o problema foi devidamente dividido em causas menores e mais simples para facilitar o processo. Além de sugerir o agrupamento das idéias nas classes correspondentes.

2.2.6.9 5W2H

O método 5W2H é uma ferramenta muito utilizada para realizar o plano de ação e colocar em prática as alternativas de soluções encontradas, bem como forma de padronizar procedimentos. O nome 5W2H vem das palavras em inglês: What? Why? Who? Where? When? How? e How much?, que significam respectivamente: O que?, Por quê?, Quem?, Onde?, Quando?, Como? E Quanto custa?. Respondendo a essas perguntas se estará planejando as ações de melhoria ou padronizando processos de forma organizada, garantindo que a execução das atividades aconteça da forma planejada conforme ilustrado na figura 2.26.

| TIPO | 5W2H | Descrição |
|-------------|-------------|-------------------------------|
| Assunto | O quê? | Qual a ação a ser tomada? |
| Objetivo | Por quê? | Por que tomar a ação? |
| Local | Onde? | Onde será realizada a ação? |
| Prazo | Quando? | Quando será realizada a ação? |
| Pessoas | Quem? | Quem irá realizar a ação? |
| Método | Como? | Como será realizada a ação? |
| Custo | Quanto? | Quanto custa a melhoria? |

Figura 2-26 Método 5W2H

2.2.7 Mapeamento do Fluxo de Valor

A ferramenta gerencial de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), ou *Value Stream Mapping* (VSM), tem sido uma forte aliada na implantação da filosofia Enxuta, não só nos processos de manufatura, mas também nos processos administrativos e de serviços.

Isto porque permite, através de sua aplicação, o real entendimento da situação atual, e a identificação dos desperdícios e pontos potenciais para melhoria dos processos mapeados (MCMANUS, 2003). Através de análises do estado atual, é

possível projetar os ganhos com a implantação de conceitos e práticas enxutas, e direcionar as ações a serem tomadas para se chegar ao estado futuro desejado.

O mapa do fluxo de valor ilustra de forma simples o fluxo de materiais e informações desde o fornecedor até o cliente final, e registrando as informações de tempos e quantidades importantes para as análises, tais como tempos de ciclos, freqüências de entrega, volume de estoques, demandas entre outros. Para a realização do mapa existe uma simbologia própria que foi universalizada pelos autores Rother e Shook (2003). Os passos para o MFV estão ilustrados na Figura 2.27.

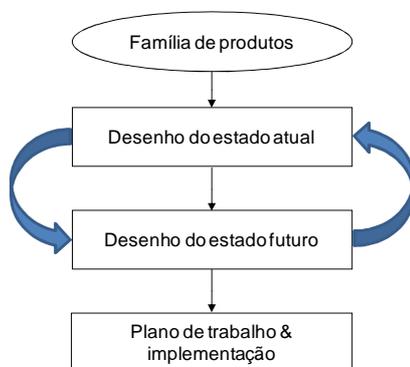


Figura 2-27 Passos para o Mapeamento do fluxo de Valor
Fonte: Rother e Shook (2003)

O primeiro passo para o MFV consiste em selecionar o produto ou a família de produtos a ser mapeada. Rother e Shook (2003) atribuem a família um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos.

Outra forma de escolher o produto a ser mapeado é através da curva ABC do histórico de itens vendidos pela empresa. Geralmente o portfólio das empresas é composto por grande variedade de produtos, no entanto o maior volume de vendas, ou faturamento, está concentrado em um pequeno número desses produtos, classificados como itens A. Dessa forma, entende-se que os ganhos obtidos nos itens de classe A seriam mais significativos, justificando ser mapeados.

Escolhido o produto ou família ser mapeado, o passo seguinte é o desenho do estado atual. Recomenda-se para este desenho a utilização apenas de uma folha

de papel em branco e lápis, a fim de simplificar a tarefa. O desenho do mapa é feito quando o item escolhido estiver em produção, tornando claros os tempos e quantidades.

O mapa atual, ilustrado na Figura 2.28, deve registrar todas as informações possíveis referentes ao processo, desde o fornecedor até o cliente final. Para o caso do fornecedor deve ser registrada a freqüência de entrega de matéria prima, e as quantidades dessas entregas. Para o cliente final, a exemplo das informações do fornecedor, são registradas as informações de freqüência de entrega, demanda e lote de entrega.

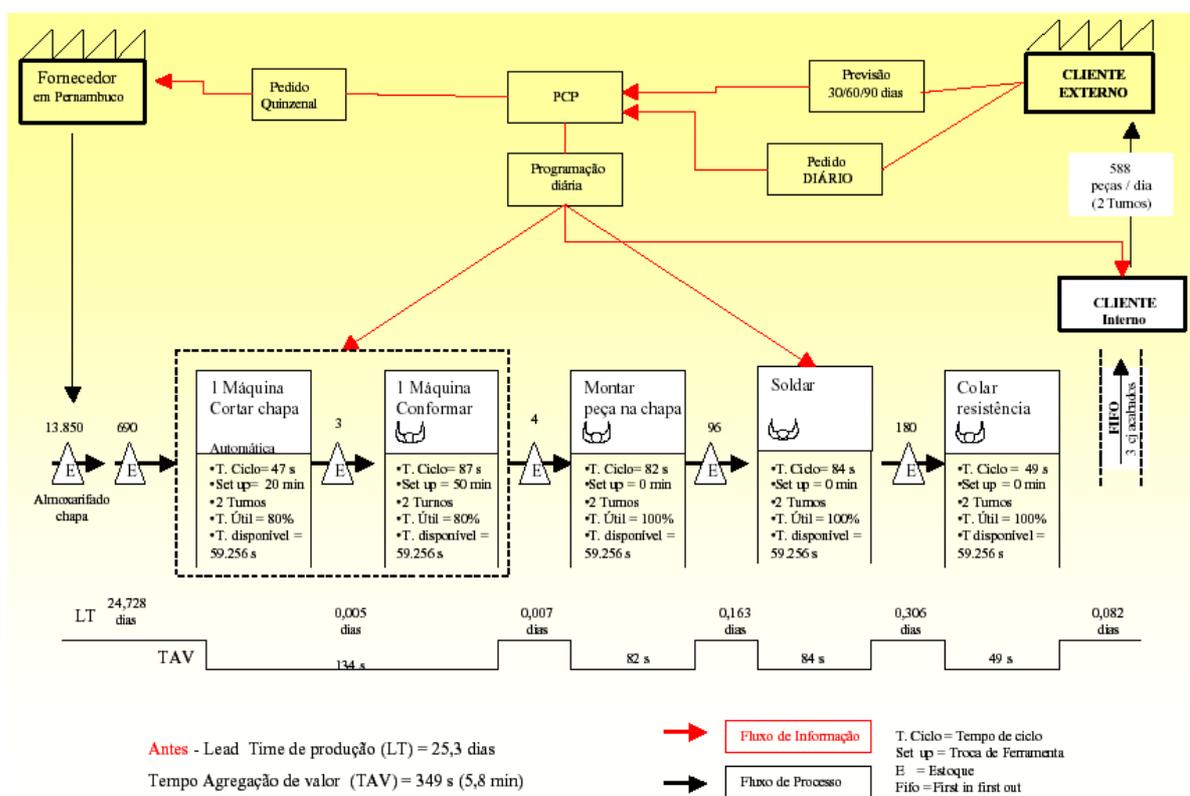


Figura 2-28 Exemplo de Mapa do Estado Atual
Fonte: Calado, Ruggiero, Cooper (2004)

Entre o fornecedor de matéria prima e o cliente final são desenhados os processos de produção através das caixas de processo. Abaixo das caixas são registradas as informações do respectivo processo, tais como: tempo de ciclo, tempo de setup, tamanho do lote de produção, número de operadores ou máquinas, taxa de refugo e etc.

Se houverem estoques entre os processos, estes devem ser identificados e anotados no mapa. Os fluxos dos materiais também devem ser identificados, geralmente através de setas, que tem diferentes formas para os fluxos puxados ou empurrados. Também são registrados os fluxos de informações, tais como ordens de produção, pedidos do cliente, pedidos para fornecedor e etc.

Abaixo do desenho do mapa existe uma linha do tempo, onde são registrados os tempos envolvidos no processo. Nesta linha os são separados os tempos que agregam valor, como o tempo de processamento da peça, por exemplo, dos tempos que não agregam valor, do tipo espera ou estoque. Estes tempos são fundamentais para se ter uma idéia de quanto do lead time de produção é destinado para processamentos que agregam valor, e quanto não agrega valor ao processo, representando o desperdício e ponto potencial para melhoria.

Depois de desenhado o mapa do estado atual, vem a parte mais importante do MFV, que é o desenho do estado futuro. Segundo Rother e Shook (2003) uma situação atual sem um estado futuro não é muito útil. Para este desenho utiliza-se as idéias e observações realizadas durante o desenvolvimento do desenho do estado atual, quando os desperdícios são observados de perto.

A primeira tarefa antes de começar o desenho do estado futuro propriamente dito, é a determinação do tempo de ciclo do cliente, ou takt time. Este tempo, conforme já abordado no item 2.2.3 sobre fluxo contínuo, representa o ritmo de produção que os processos devem trabalhar, a fim de criar um fluxo contínuo no processo, e, dessa forma, minimizar a ocorrência dos desperdícios (ROTHER e SHOOK, 2003).

Tomando-se o tempo takt como referência, começa-se a pensar nas melhorias que poderiam ser feitas no processo, utilizando para isso os conceitos e práticas da ME, que foram abordados anteriormente. Na busca pela redução do lead time, analisa-se, por exemplo, se é viável a implantação do layout celular, juntando os processos e eliminando desperdícios de espera, transporte, superprodução, entre outros.

Quando não é possível estabelecer o fluxo unitário, devido a limitações das máquinas existentes, pode-se pensar na redução dos lotes de produção, através da redução dos tempos de trocas, com a aplicação da ferramenta de troca rápida de ferramentas (TRF).

Nos pontos em que os tempos de ciclo entre os processos são muito diferentes, ou entre os postos de trabalho distantes, é possível pensar em sistema puxado com supermercado, com a adoção do sistema kanban. Este caso é muito comum quando existem processos fornecedores que produzem muita variedade de itens componentes (por exemplo: injeção e estamparia), e seu cliente é uma linha de montagem onde o ritmo pode ser mais controlado.

Outro ponto a ser pensado no desenho do estado futuro, é o de como atender o cliente final dentro do JIT e ao mesmo tempo permitir um fluxo contínuo de produção com variedade dentro da fábrica. Para isto pode-se pensar em um nivelamento da produção distribuindo a produção em lotes pequenos e de acordo com a demanda da variedade de itens, conforme o item 2.2.2.

Enfim, o desenho do mapa do estado futuro representa “a foto” do processo após as melhorias da ME serem implantadas. No mapa também devem ser projetados os ganhos a serem obtidos, que vão se refletir na linha de tempo, onde os tempos que agregam valor vão ser mais representativos que no mapa do estado atual, como ilustra a Figura 2.29.

Por último, após a elaboração do mapa do estado futuro, deve-se fazer um planejamento das ações a serem realizadas para se chegar à situação desejada. Este planejamento deve servir como guia que prioriza para as ações de melhoria. Após serem realizadas todas as ações, e verificados os resultados, o mapa do estado futuro elaborado passa a ser o estado atual do processo, servindo de base para o desenho do novo estado futuro. Rother e Shook (2003) afirmam que sempre haverá um estado futuro. Este é o princípio da melhoria contínua proposto pela Manufatura Enxuta.

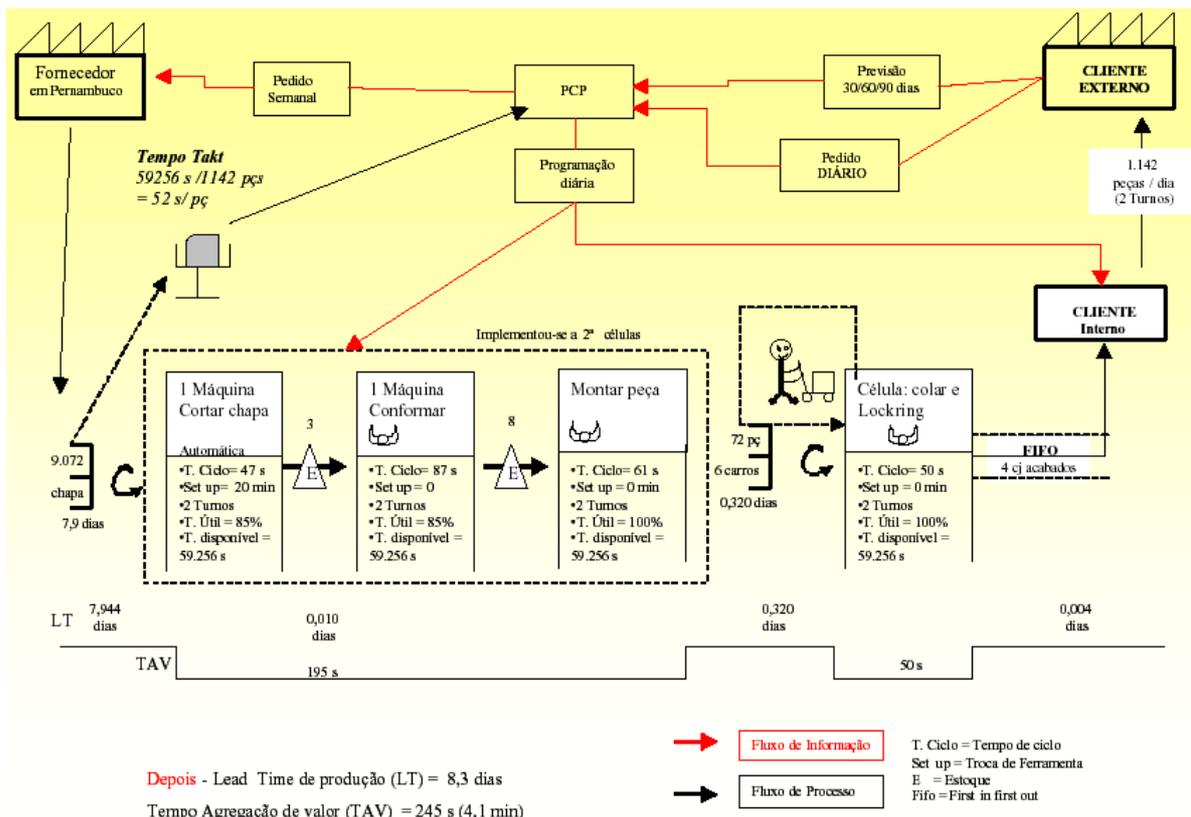


Figura 2-29 Exemplo de Mapa do Estado Futuro
 Fonte: Calado, Ruggiero, Cooper (2004)

Explorados os conceitos e principais práticas da Manufatura Enxuta, buscou-se na literatura publicações que dessem embasamento teórico para a formulação do método de implantação da Manufatura Enxuta, que serão apresentados no tópico a seguir.

2.3 Trabalhos Relacionados

Neste tópico serão apresentados trabalhos relacionados com o tema desta dissertação. Como não foi encontrada na bibliografia pesquisada, nenhuma publicação que propusesse um método estruturado para a implantação da ME, procurou-se destacar trabalhos que discutissem diferentes abordagens para a implantação da ME e/ou suas técnicas, e que inspiraram o desenvolvimento do método que será proposto no capítulo seguinte.

Procurou-se neste tópico estruturar os trabalhos e pesquisas relacionadas ao tema de acordo com as etapas do modelo proposto, referentes aos três níveis

organizacionais: Estratégico, Tático e Operacional.

Sendo assim o primeiro item discorre sobre a ferramenta de Benchmarking Enxuto para direcionar estrategicamente os esforços na implantação da ME. O segundo item aborda trabalhos relacionados à ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor, referente ao nível tático. E o terceiro item correspondente ao nível operacional está relacionado à ferramenta de Kaizen. É importante salientar que em ambos os três itens procurou-se abordar não somente a aplicação das ferramentas em si, mas também aspectos relacionados ao aprendizado e motivação das pessoas através das ferramentas, aspectos estes relacionados às componentes principais do método sugerido no capítulo seguinte desta dissertação.

2.3.1 Nível Estratégico

O nível estratégico é aquele que geralmente é executado com uma visão mais ampla e de longo prazo e, dada à sua natureza e seu grau de importância para a organização, representa um impacto mais amplo, profundo e duradouro sobre ela. O nível estratégico envolve as pessoas do mais alto escalão hierárquico, e suas decisões deverão servir de direcionamento para os demais níveis hierárquicos da organização.

No nível estratégico será abordada a ferramenta/método de Benchmarking Enxuto (BME), detalhando suas origens, dinâmica de aplicação, e as variáveis de pesquisa que o compõe. Ele foi desenvolvido a partir do trabalho de Andrade (2006), que propôs uma ferramenta voltada para o diagnóstico de empresas do setor têxtil. Para o BME, a estrutura e dinâmica de aplicação foram mantidas, no entanto os indicadores foram adaptados e generalizados para tornar possível sua utilização para qualquer tipo de indústria. O método final pode ser encontrado no artigo de Tubino et al (2008), e será detalhado a seguir.

Atualmente das sessenta aplicações do BME realizadas em empresas de diversos setores, portes e regiões, formou-se um banco de dados que torna possível a avaliação de cada com relação a aspectos fundamentais da ME. Estas

aplicações também tornam possíveis diversos tipos de análises comparativas como pode ser observado no trabalho de Silva et al (2008a), onde os autores comparam as características de empresas de diferentes portes segundo os resultados provenientes do banco de dados.

2.3.1.1 Origens do BME

Benchmark é definido como um padrão de referência, a partir do qual outros parâmetros são medidos. Enquanto benchmark é definido como sendo o padrão de referência, o termo benchmarking representa o processo de comparação. Seguindo uma tendência do enfoque nas melhores práticas utilizadas na indústria, Camp (1998) define que “benchmarking é a busca das melhores práticas na indústria que conduzem ao desempenho superior”.

Existem dois aspectos a serem considerados nesta definição: o foco nas práticas e sua compreensão, antes de medir a *performance* resultante; e o objetivo final de atingir o desempenho superior e ser o melhor entre os melhores. Voss (1995) descreve o conceito de “práticas” como os processos estabelecidos na organização com o fim de melhorar o negócio, variando desde aspectos organizacionais até uso de técnicas de controle da produção, como o sistema Kanban, por exemplo. Já o conceito de *performance* diz respeito aos aspectos mensuráveis medidos na saída dos processos ou práticas utilizadas, tais como tempo de ciclo produtivo e níveis de estoque.

A análise relacionando os desempenhos de práticas e *performances* proporciona uma compreensão mais clara da origem das deficiências mais relevantes e permite que a empresa priorize suas ações de melhoria. Esta é uma abordagem pró-ativa de um método que a priori foca na descrição e busca de padrões já alcançados, e leva a questionar se uma estratégia de imitação pode incentivar a inovação.

Dentre os diferentes métodos de benchmarking, o método de benchmarking Made in Europe (MIE) surgiu da discussão de como a Europa estaria posicionada em relação ao padrão denominado classe mundial, em aspectos como custo,

qualidade, flexibilidade e atendimento ao cliente. Em 1993, a London Business School lançou uma iniciativa para realizar o MIE, em cooperação com um grupo de consultoria da IBM, como um programa para medir o nível de práticas classe mundial e *performances* operacionais resultantes da adoção destas práticas em empresas industriais europeias (SEIBEL, 2004).

O método MIE baseia-se na hipótese central de que a adoção de práticas de excelência por uma empresa leva à obtenção de *performances* operacionais superiores. A escala de pontuação de 1 a 5, utilizada no questionário, é transformada em porcentagem que é empregada nos diferentes gráficos de análise dos resultados. Dos vários gráficos utilizados para análise no método MIE, o principal é o gráfico de práticas versus *performances* que posiciona a empresa dentre as empresas europeias de seu setor, conforme ilustrado na Figura 2.30. Na escala de 0 a 100 %, o nível classe mundial corresponde a mais de 80 % para prática e *performance*.

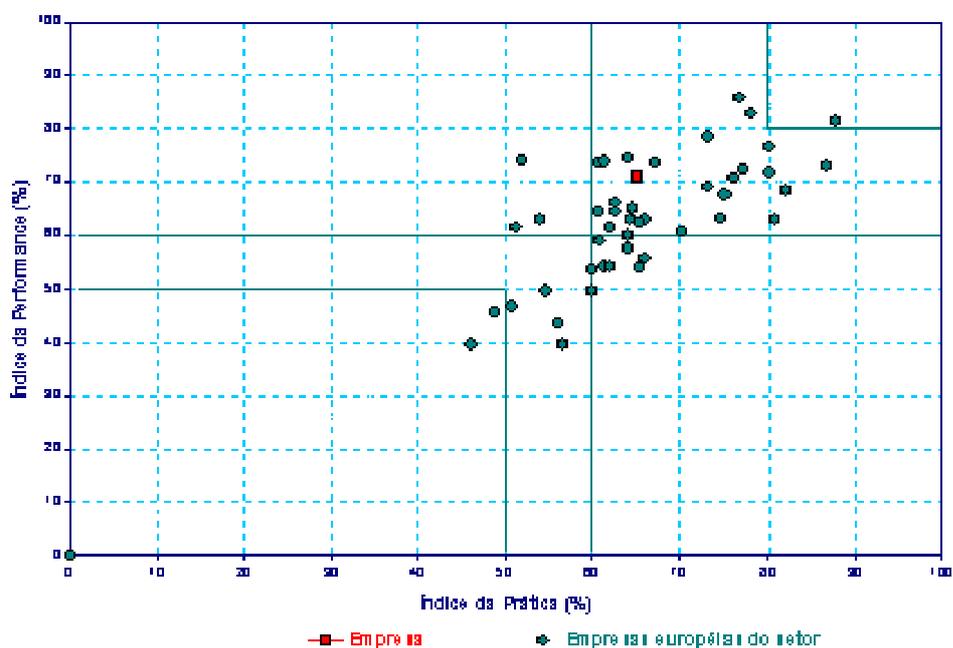


Figura 2-30 Gráfico de Práticas versus *Performances* utilizado pelo MIE
Fonte: Seibel (2004)

2.3.1.2 Método Benchmarking Enxuto

O método Benchmarking Enxuto (BME) foi desenvolvido aproveitando a estrutura e dinâmica de análise do MIE, para ser utilizado como uma ferramenta de diagnóstico que precede ao processo de implantação e melhoramentos contínuos da ME.

O BME fornece um conjunto de informações básicas sobre práticas e *performances* para fase inicial de planejamento, de acordo com um ciclo tipo PDCA, dos vários ciclos que compõem o processo contínuo de melhorias do sistema produtivo no caminho da ME. A Figura 2.31 ilustra o contexto macro de implantação contínua da ME, no qual o método de diagnóstico BME está inserido.

No caso onde a empresa apresenta uma estrutura verticalizada, o método de diagnóstico *BME* deve ser aplicado separadamente a cada uma destas etapas. Neste sentido, é importante ressaltar que dentre os indicadores propostos na ferramenta de coleta de dados, além da classificação entre prática e *performance*, os indicadores podem ser classificados como indicadores gerais, que dizem respeito a toda a empresa, e indicadores específicos, que dizem respeito diretamente à etapa produtiva avaliada.

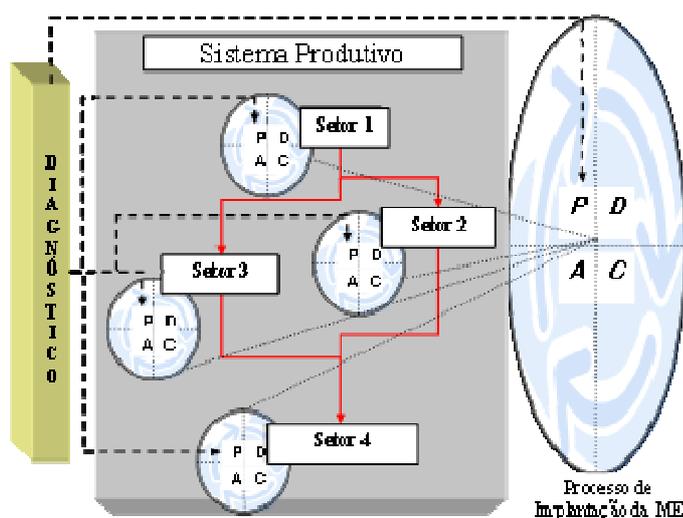


Figura 2-31 Visão macro de inserção do Método
Fonte: Adaptado de Andrade (2006)

O método *BME* está estruturado em 3 etapas distintas. Uma etapa inicial de preparação onde se criam as condições básicas para iniciar o trabalho, uma etapa de investigação onde são medidos 37 indicadores, e uma etapa de interpretação onde há o tratamento dos dados e discussão dos resultados alcançados, que, por sua vez, são usados como ponto de partida para o planejamento do processo de implantação da ME na empresa.

a) Etapa 1: Preparação

Objetiva estabelecer todas as condições necessárias, em termos de formação do time de trabalho e treinamento deste grupo na ferramenta de coleta, para que se possa aplicar o método de diagnóstico proposto.

O time de trabalho deve ser composto por um grupo multidisciplinar, com pessoas das diferentes áreas que interagem com a manufatura da etapa produtiva avaliada, dentro do conceito de fornecedor-cliente aplicado na ME. Tais pessoas farão parte do Grupo de Implantação da Manufatura (GIME) que deve estar sob a responsabilidade de um líder.

Este líder deve estar ligado diretamente à gestão da manufatura, ter uma boa visão interdepartamental, assim como outras características desejáveis para exercer a liderança do grupo, tais como: organização, competência técnica, visão ampla do processo produtivo, capacidade analítica, além de inspirar confiança e saber cativar e motivar o grupo.

b) Etapa 2: Investigação

O objetivo desta etapa é proceder à medição dos 37 indicadores relacionados às variáveis de pesquisa propostas no método, ou seja, ao estudo da demanda, do produto, do planejamento e controle da produção (PCP) e do chão de fábrica, via aplicação do questionário. De acordo com o formato adotado para o método, os indicadores a serem medidos estão divididos entre indicadores de prática gerenciais e operacionais e indicadores de *performances* obtidas pelas aplicações destas práticas.

Uma vez apuradas as notas de desempenho para cada um dos indicadores das quatro variáveis de pesquisa propostas, passa-se para a consolidação dos resultados. Inicialmente, como mostrado na Figura 2.32, estes indicadores são resumidos em um índice parcial de prática (PR) e em um índice parcial de *performance* (PF) para cada uma das variáveis de pesquisa. Este resumo, em valores parciais, é feito por intermédio do uso da média simples, com base no percentual individual dos indicadores.

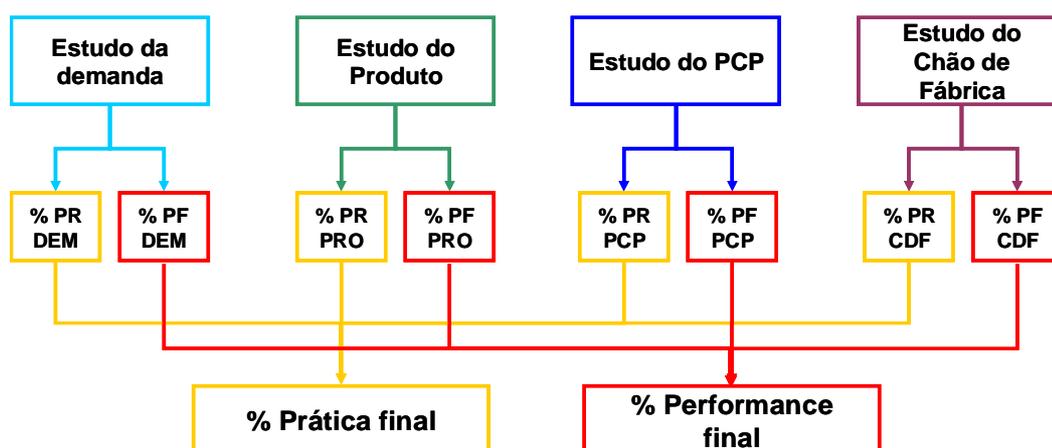


Figura 2-32 Consolidação dos resultados
Fonte: Adaptado de Andrade (2006)

A partir do cálculo dos índices parciais de prática e *performance* levantados para cada uma das quatro variáveis de pesquisa, tem-se a consolidação destes em dois índices finais, um de prática e outro de *performance* que virão a representar o estado atual de desenvolvimento do sistema produtivo diagnosticado em relação ao gerenciamento da ME. A consolidação dos resultados parciais no resultado final dá-se também pela média simples, com base no percentual dos valores parciais medidos.

c) Etapa 3: Interpretação

O objetivo desta etapa final do método proposto é o de apresentar os resultados dos índices coletados, para cada uma das etapas produtivas presentes na empresa, como subsídio gráfico para a discussão em relação à adoção das práticas implantadas e das *performances* obtidas no processo de busca da ME. Para tanto, são usados três tipos básicos de gráficos, o de práticas versus *performances*, o gráfico tipo radar e o de barras.

O gráfico práticas versus *performances*, mostrado na Figura 4, posiciona a etapa em estudo, de acordo com os índices finais obtidos durante a consolidação dos resultados parciais. O eixo das abscissas representa o índice final de práticas instaladas na empresa e o eixo das ordenadas representa o índice final de *performance* obtido. A escala varia de 0 a 100% em ambos os eixos. A posição de uma empresa é definida pelos índices finais de práticas e *performances* calculados a partir da consolidação dos valores parciais, por sua vez obtidos pelas respostas às questões dos indicadores propostos para cada uma das variáveis de pesquisa. Na Figura 2.33 a etapa avaliada está com 35% de práticas e 67% de *performances*.

A área do gráfico é dividida em quatro quadrantes principais, usando-se o valor de 60 % tanto no eixo das abscissas como no eixo das ordenadas para delimitar os quadrantes. Etapas produtivas posicionadas no quadrante I, ou seja, com alto índice de práticas e alto índice de *performances*, apresentam boas condições para que os conceitos da ME sejam implementados, ou ampliados, com sucesso. Etapas produtivas posicionadas no quadrante II, ou seja, com alto índice de práticas e baixo índice de *performances*, são empresas que apresentam boas condições para a implementação da ME, pois já têm práticas em andamento. No entanto, as *performances* ainda não correspondem ao nível de práticas implementado.

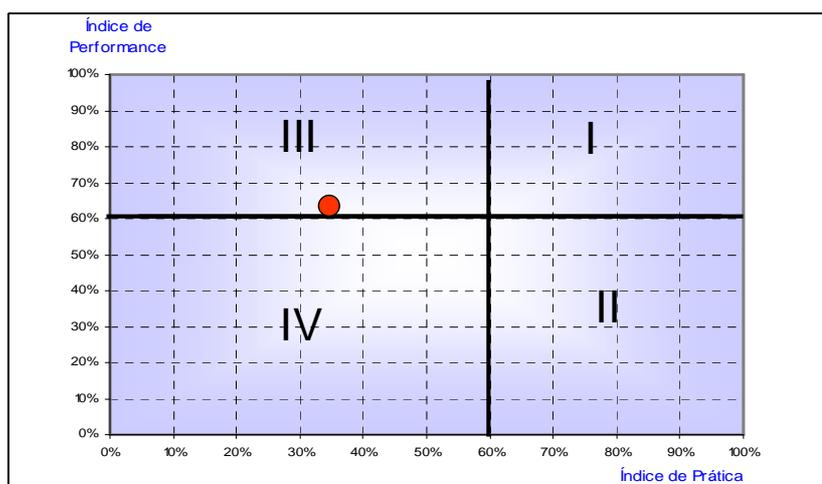


Figura 2-33 Gráfico de Práticas versus *Performances*
Fonte: Adaptado de Andrade (2006)

As etapas produtivas posicionadas no quadrante III, ou seja, que apresentam baixos índices de práticas e altos índices de *performances* apresentam uma situação na qual há um bom desempenho no que se refere aos processos, provavelmente decorrentes de extremo esforço interno. Por fim, etapas produtivas posicionadas no quadrante IV, ou seja, que apresentam baixos índices tanto de práticas como de *performances*, provavelmente ainda não têm uma estrutura organizacional e física bem definida. E apresentam sérios riscos de mortalidade, uma vez que a dinâmica de mercado não permite tamanha ineficiência produtiva. Nestes casos devem-se tomar ações estratégicas enérgicas para a melhoria.

O segundo gráfico utilizado no diagnóstico é o do tipo radar. O gráfico radar, ilustrado na Figura 2.34, posiciona a etapa produtiva em relação aos padrões de excelência propostos neste método para a ME, em termos de práticas e *performances* em cada uma das quatro variáveis de pesquisa estudadas. Cada eixo tem uma escala de 0 a 100 % e a posição da etapa produtiva é definida nesta escala por um ponto, desta forma, um total de oito pontos dispostos em círculo que são unidos por linhas formam um polígono fechado. O padrão de excelência proposto é representado pelo círculo externo do gráfico, ou seja, 100% em todos os indicadores de práticas e *performances* estudados. Tem-se o valor de 60% como um marco de desempenho mínimo necessário que viabiliza a utilização de ferramentas e conceitos da ME no ambiente empresarial. Como se pode ver na Figura 2.30, a etapa produtiva ilustrada está deficiente em relação às *performances* da demanda e do produto e às práticas do PCP.

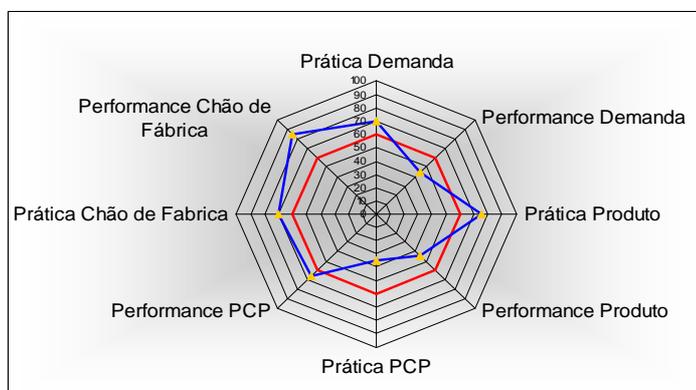


Figura 2-34 Gráfico Radar
Fonte: Andrade (2006)

Uma vez identificados quais são os pontos fracos de cada uma das etapas produtivas, faz-se uso do gráfico de barras para facilitar o processo de investigação causal de quais são os pontos mais críticos relacionados à variável deficiente nas diferentes etapas produtivas da empresa. Por exemplo, na Figura 2.35 é mostrado o desempenho individual de cada um dos indicadores de práticas e *performances* medidos na variável produto.

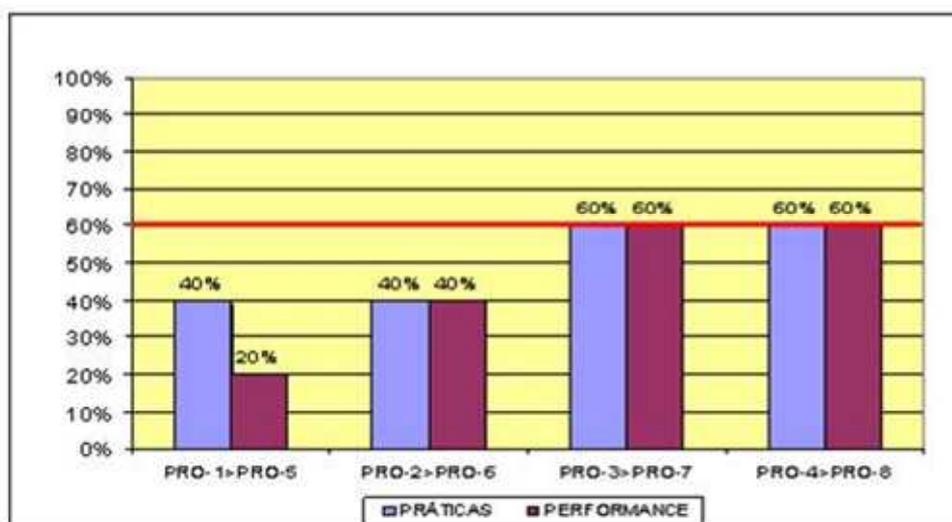


Figura 2-35 Indicadores de prática e *performance* da variável produto
Fonte: Andrade (2006)

No gráfico de barras os indicadores de práticas e *performances* são apresentados em conjunto, respeitando a relação de causa e efeito existente entre eles, por exemplo, o indicador de prática da engenharia simultânea (PRO-1) é apresentado juntamente com a *performance* do índice percentual de defeitos internos (PRO-5) justamente porque o desempenho do primeiro tem forte impacto no segundo.

Este material gerado é reunido em um documento e apresentado para o GIME no sentido de formatar um diagnóstico da etapa analisada. A discussão dos resultados alcançados finaliza esta última etapa do método de diagnóstico.

2.3.1.3 Variáveis de Pesquisa do Método

Como apresentado, no desenvolvimento do método BME as variáveis de

pesquisa que compõem a ferramenta de diagnóstico foram separadas em quatro grupos de interesses para a ME: Demanda, Produto, PCP e Chão de fábrica.

O estudo do comportamento da variável de pesquisa demanda, tanto nas práticas como nas *performances*, é uma informação fundamental para se proceder ao diagnóstico a respeito de quanto de uma gestão da produção voltada para a ME é possível de ser implantada nesta etapa da empresa. Como forma de investigar o grau de desenvolvimento do sistema produtivo em relação ao tratamento das informações de demanda na empresa são propostos os seguintes indicadores de práticas e indicadores de *performances*, resumidos na Figura 2.36.

| Indicadores - Estudo da Demanda | | | |
|----------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | Práticas | Descrição | Tipo |
| DEM1 | Modelo de Previsão da Demanda | Avaliar se existe uma estrutura para realizar a previsão da demanda | Geral |
| DEM2 | Gestão ABC da Demanda | Avaliar se existe uma classificação dos itens segundo volume e frequência de vendas | Específico |
| DEM3 | Análise de Mercado | Avaliar quão próximo, ou distante do mercado o sistema produtivo se encontra | Geral |
| | Performances | Descrição | Tipo |
| DEM4 | Confiabilidade da Previsão | Medir a acuracidade dos métodos de previsão adotados pela empresa | Geral |
| DEM5 | Grau de Concentração | Medir o grau de concentração de demanda dos itens | Específico |
| DEM6 | Grau de Frequência | Medir qual o grau de frequência em que os itens são produzidos | Específico |
| DEM7 | Grau de Demanda Confirmada | Medir qual o grau de demanda confirmada para realizar a programação | Geral |
| DEM8 | Capacidade de Resposta à Demanda | Medir a capacidade de atendimento dos pedidos no prazo acordado | Geral |

Figura 2-36 Indicadores de práticas e *performances* de Demanda
Fonte: Tubino et al (2008)

Os novos produtos resultantes do processo de desenvolvimento têm forte impacto no desempenho do processo produtivo, dado que as características dos produtos refletem na fabricabilidade do mesmo. Martins (1998) relata estudos feitos demonstrando que a maioria – até 80 % – dos problemas de qualidade decorre do projeto do produto e não dos processos produtivos. Projetar produtos destinados a facilitar a manufatura dos mesmos vai ao encontro da linha de pensamento ‘fazer mais com menos’ que guia os objetivos da ME. O projeto enxuto busca simultaneamente atender à demanda de variedade sem, no entanto, gerar uma ampliação desmedida do número de diferentes insumos que compõem os produtos

finais, que deve ser fruto da aplicação do conceito de Engenharia Simultânea. Como forma de investigar o grau de desenvolvimento do sistema produtivo, em relação às práticas e *performances* alcançadas dentro do processo de projeto produto são propostos os seguintes indicadores de prática e indicadores de *performances*, resumidos na Figura 2.37.

| Indicadores - Estudo do Produto | | | |
|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | Práticas | Descrição | Tipo |
| PRO1 | Engenharia Simultânea | Avaliar o quanto a empresa pratica os conceitos da Engenharia Simultânea | Geral |
| PRO2 | Parametrização de Projeto | Avaliar se existem parâmetros limitadores para o desenvolvimento de produtos | Geral |
| PRO3 | Calendário de Desenvolvimento | Avaliar se existe um planejamento e organização no processo de desenvolvimento de produtos | Geral |
| PRO4 | Negociação de Pedidos Especiais | Avaliar se a empresa adota políticas de aceitação de pedidos especiais que não prejudiquem o fluxo de produção | Geral |
| | Performances | Descrição | Tipo |
| PRO5 | Percentual de Defeitos Internos | Medir o percentual de defeitos, normalmente originados do projeto de produto | Específico |
| PRO6 | Grau de Variedade | Medir o grau de variedade de itens existentes no portfólio da empresa | Geral |
| PRO7 | Ciclo de Vida | Medir a relação entre o ciclo de vida e o lead time produtivo dos itens | Geral |
| PRO8 | Percentual de Sobra | Medir a sobra de produtos em estoque ao final do ciclo de vida do produto | Geral |

Figura 2-37 Indicadores de práticas e *performances* de Produto
Fonte: Tubino et al (2008)

Já as práticas de se planejar, programar e controlar a produção de uma empresa tem por objetivo fornecer as condições necessárias de suporte no processo de tomada de decisão do quê, quanto, quando, onde e como se produzir e/ou comprar os insumos e produtos processados pelo sistema produtivo. Na ME a qualidade, o custo final, a flexibilidade e o desempenho de entrega dos produtos oferecidos no mercado são influenciados positivamente por uma gestão consistente em termos de planejamento, programação e controle da produção (TUBINO, 2007).

Como forma de investigar o grau de desenvolvimento do sistema produtivo em relação às práticas de PCP que devem estar instaladas na empresa e as *performances* referentes a uma dinâmica de planejamento, programação e controle da produção bem estruturada são propostos na ferramenta os seguintes

indicadores de prática e indicadores de *performance*, resumidos na Figura 2.38.

| Indicadores - Estudo do PCP | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | Práticas | Descrição | Tipo |
| PCP1 | Planejamento-mestre da Produção | Analisar se a empresa dispõe de um sistema formal de planejamento de médio prazo | Geral |
| PCP2 | Cálculo das Necessidades de Materiais | Avaliar se o PCP da empresa tem um sistema de MRP e se este permite um rápido cálculo da necessidade líquida | Geral |
| PCP3 | Análise da Capacidade de Produção | Avaliar se a empresa tem ferramenta de análise de capacidade para adequar seu planejamento | Específico |
| PCP4 | PCP Setorial | Avaliar se a empresa possui um setor de PCP ágil e adequado para tomadas de decisão | Geral |
| PCP5 | Sistema Integrado de Programação | Avaliar se o sistema de PCP está estruturado para gerenciar um fluxo produtivo híbrido, com demandas que são atendidas segundo um sistema puxado e outras que são atendidas segundo um fluxo empurrado de produção | Geral |
| | Performances | Descrição | Tipo |
| PCP6 | Ciclo de Planejamento e Programação | Avaliar qual é a frequência com que se dão os ciclos de planejamento e programação da produção adotados no PCP | Geral |
| PCP7 | Percentual de Pontualidade | Comparar o prazo de entrega previsto e o lead time total da ordem de produção | Específico |
| PCP8 | Percentual de Agregação de Valor | Medir quanto tempo de lead time, em média, os produtos estão realmente agregando valor | Específico |
| PCP9 | Giro de Estoques | Medir qual a rotatividade dos estoques no sistema produtivo | Específico |
| PCP10 | Percentual de Horas Extras | Medir o percentual de horas extras não planejadas que foram necessárias para se fazer cumprir o programa mensal proposto | Específico |

Figura 2-38 Indicadores de práticas e performances de PCP

Fonte: Tubino et al (2008)

Finalmente, o estudo do chão de fábrica é focado na análise de como a estrutura produtiva está sendo aplicada para obter os resultados enxutos esperados. Os resultados positivos obtidos com aplicações de ferramentas e conceitos da ME no chão de fábrica das empresas criam a credibilidade necessária para que os conceitos sejam absorvidos e disseminados nos diferentes níveis da empresa. Isto facilita a continuidade do processo de implantação da ME por toda a empresa e posteriormente por toda a cadeia produtiva. O estudo da variável chão de fábrica busca identificar estas características ou limitações do sistema produtivo atual da etapa analisada, desta forma são propostos os seguintes indicadores de prática e indicadores de *performance*, resumidos na Figura 2.39.

| Indicadores – Estudo do Chão de Fábrica | | | |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Práticas | Descrição | Tipo | |
| CDF1 | Flexibilidade de Volume | Avaliar quão flexível pode ser o sistema produtivo ao atendimento da demanda de modo econômico considerando à variedade do mix e à estrutura de máquinas e equipamentos | Específico |
| CDF2 | Troca Rápida de Ferramentas | Avaliar qual o grau de desenvolvimento de práticas relacionadas à diminuição dos tempos para preparação de máquinas (setup) | Específico |
| CDF3 | Focalização da Produção | Avaliar qual o grau de desenvolvimento da prática de focalização da produção nos equipamentos da empresa | Específico |
| CDF4 | Manutenção Produtiva Total | Identificar a prática de um programa de Manutenção Produtiva Total (TPM) dentro da empresa | Geral |
| CDF5 | Programa de Polivalência | Identificar a prática de um programa efetivo de estímulo à polivalência dentro da empresa | Específico |
| CDF6 | Rotinas de Operação-Padrão | Avaliar se existe a prática de distribuição de rotinas de operações-padrão (ROP) para operadores polivalentes, balanceadas ao tempo de ciclo (TC) | Específico |
| Performances | Descrição | Tipo | |
| CDF7 | Índice de Nivelamento | Medir quão nivelado o sistema produtivo é, ou seja, quão próximo, ou distante, está a produção efetiva da demanda real de mercado. | Específico |
| CDF8 | Percentual de Setup | Avaliar quanto do tempo total disponível dos equipamentos se gasta com a atividade de setup para entrada de novos lotes | Específico |
| CDF9 | Índice de Produtividade | Medir quão eficiente é a taxa de produção nos setores da empresa quando comparada à taxa média nominal desenvolvida pela Engenharia ao projetar o produto | Específico |
| CDF10 | Índice de Paradas não Programadas | Medir com que frequência a produção é interrompida devido aos problemas de quebra ou problemas que inviabilizem a produção de produtos com qualidade. | Específico |
| CDF11 | Índice de Polivalência | Medir o alcance do programa de polivalência junto aos operadores do chão de fábrica. | Específico |

Figura 2-39 Indicadores de práticas e performances de Chão de Fábrica
Fonte: Tubino et al (2008)

Apresentada a revisão teórica referente ao método do Benchmarking Enxuto, passa-se para a discussão das publicações referentes ao nível tático, que corresponde à segunda etapa do método proposto.

2.3.2 Nível Tático

O principal objetivo do nível tático é o de traduzir as decisões estratégicas em ações efetivas a serem implementadas pelos diversos setores da organização. Desta forma, o nível tático tem seu foco mais específico. No nível tático, existe um menor nível de incerteza para as tomadas de decisões.

O tempo de planejamento no nível tático é de médio prazo. As decisões do nível tático são mais facilmente revistas, quando necessárias, se comparada com as estratégicas. E envolvem principalmente os gerentes e coordenadores da empresa.

Como ferramenta de nível tático utilizada pelas empresas para a implantação dos conceitos e práticas enxutas tem-se o Mapeamento do Fluxo de Valor. Neste tópico serão discutidos trabalhos relacionados com essa ferramenta, a fim de explorar suas diferentes abordagens. Procurou-se selecionar pesquisas que estivessem relacionados com as quatro variáveis de pesquisa do Benchmarking Enxuto (Demanda, Produto, PCP e Chão de Fábrica), já que no nível tático trabalha-se com o desdobramento das ações do nível estratégico.

No mapeamento convencional as variáveis do BME: Produto e Chão de Fábrica, já são abordadas. Entende-se como mapeamento convencional àquele que trata dos processos industriais, onde se faz necessária a análise dos fluxos de materiais no processo (Chão de fábrica) e o de informações, centralizadas no Planejamento e Controle da Produção (PCP).

No trabalho publicado por Calado, Ruggiero e Cooper (2004) os autores relatam a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor aplicado em um processo de transformação de chapas.

Através do desenho do mapa atual e coleta das informações necessárias, foram identificados os pontos para melhoria e realizado o mapa do estado futuro. Para este mapa propôs-se como meta reduzir em dois terços do lead time de produção, eliminando-se os estoques no processo. Foi sugerida uma célula de manufatura para três operações existentes, entre outras melhorias.

Como resultado das principais melhorias realizadas, obteve-se 67% de redução do lead time de produção, 29% de redução no tempo de agregação de valor, eliminação do setup, aumento de 6% da utilização do recurso gargalo e a disponibilização de dois operadores para atuarem em outro processo.

A eliminação do setup foi possível pela aquisição de um novo equipamento de dobra e conformação de chapas, cuja necessidade foi evidenciada através do

trabalho de mapeamento. Assim, foi possível trabalhar com o conceito de focalização, eliminando a necessidade de trocas. Para os autores, o MFV foi uma ferramenta importante para a observação do valor agregado de maneira simples, auxiliando na redução dos desperdícios existentes no processo.

Moreira e Fernandes (2001) propõem uma avaliação da ferramenta de MFV tomando como base um estudo de caso em uma das mais modernas linhas de produção do mundo na indústria automobilística, a Volkswagen motores em São Carlos, SP (unidade EA-113). Os autores iniciam com uma breve explicação sobre as etapas da linha de montagem e os principais produtos da respectiva linha. O item escolhido para ser mapeado foi o motor 1.6, pois na curva ABC de vendas representava o item mais vendido, com 55% de produção dos 28 tipos existentes.

Para o Mapeamento do estado atual, foram detalhadas as informações dos clientes finais, processos, fornecedores e como funcionava o fluxo de informações. Foi também calculado o takt time do processo chegando-se a um valor de 133,5 segundos. E como observação inicial constatou-se que existia desbalanceamento entre as operações, apesar de todas estarem abaixo do takt encontrado.

Como principais melhorias advindas do mapa do estado atual foram levantadas: balanceamento da linha através de estudos de tempos e métodos e ergonômicos; nivelamento do mix de produção; e a unificação do departamento de logística e o de produção, a fim de simplificar o fluxo de informações. A principal dificuldade encontrada na aplicação do mapeamento diz respeito à coleta de informações e representação gráfica dos fluxos de informação e material.

Como conclusões da aplicação, os autores afirmam que a empresa já aplica os conceitos e práticas da ME e que o MFV não trouxe grandes mudanças para o sistema produtivo. No entanto, consideram que foi útil a sua aplicação para o melhor entendimento dos fluxos de materiais e informações. Eles apontam a ferramenta como uma forma eficiente para estimular o relacionamento entre as pessoas, para o aprendizado, a motivação, a curiosidade, a pro atividade, e para o entendimento de que é imprescindível uma boa comunicação para a redução dos desperdícios no processo.

O Mapeamento do Fluxo de Valor amplamente aplicado para os processos industriais também pode ser aplicado em outros setores como processos administrativos e de serviços. Nogueira et al (2006) em seu artigo demonstram o potencial de ganho com essa ferramenta através de um estudo de caso no setor de serviços, em uma oficina mecânica.

Para a implantação do MFV na oficina mecânica foram adotadas cinco etapas, a saber: i) visitas semanais para avaliação da empresa e documentos; ii) observações do trabalho e processos; iii) entrevistas; iv) aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor; v) aplicação teórica dos princípios e práticas enxutas; e vi) apresentação dos resultados.

Durante as atividades de mapeamento do estado atual foram identificados diversos pontos para melhoria. Nos desperdícios que dizem respeito àqueles perseguidos pela cultura enxuta, foi observada elevada espera por peças de reposição e para acessar informações necessárias. Havia também demasiado transporte dos carros entre postos de trabalho e oficinas, em virtude do tipo de layout adotado. Constante movimentação dos funcionários a procura de peças e informações como ponto crítico. Foi observado também elevado nível de estoque de carros sem conserto, e, por fim processamento desnecessário de informações.

Com base nos conceitos e práticas da ME foram realizadas diversas propostas de melhorias com as adaptações necessárias para a aplicação em serviços. Após a aplicação das ações, os resultados obtidos com as melhorias comprovam que o pensamento enxuto pode trazer melhorias significativas também para processos voltados para serviços. Como principais resultados têm-se: redução do lead time de atendimento em 29,44%, redução do tempo de ciclo em 16,66%, e aumento da produtividade em 127%.

Para o MFV aplicado no desenvolvimento e produção de novos produtos, Pizzol e Maestrelli (2004), em sua publicação, propõem um método que utiliza a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor na fase de pré-implantação de uma nova família de produtos. Para os autores esse método possibilitaria que as boas práticas da ME sejam inseridas já na fase inicial de operação da nova família de

produtos, possibilitando também a adoção de novas técnicas enxutas.

Os principais benefícios advindos da aplicação do MFV para a nova família de produtos seriam: a identificação dos fluxos de matéria prima; quantidade e frequência de abastecimento dos postos de trabalho; fluxo e frequência de abastecimento dos componentes; fluxo de informações e interação com os processos que produzem componentes com as demais famílias de produtos; e a determinação da área de armazenagem dos materiais e a projeção de supermercados quando necessário.

No método proposto, o primeiro passo diz respeito à nomeação de um gerente para a nova família de produtos. Em seguida forma-se uma equipe multifuncional responsável por estudar e aplicar a ferramenta. O terceiro passo seria a solução dos produtos que fazem parte na nova família de produtos, para então começar o mapeamento propriamente dito.

Os autores propõem uma simbologia própria para o desenho do mapa. Esta simbologia foi baseada na proposta de Rother e Shook (2003). As diferenças principais quanto ao método usual de MFV estão nos desenhos dos mapas. Como os produtos ainda não estão em produção, o primeiro desenho diz respeito ao estado pré-implementação e não no estado atual como de costume. Neste desenho projeta-se os tempos e fluxo de materiais e informações com base na situação atual da empresa.

O Mapa do Estado Futuro, é chamado de Mapa do Estado Ideal, e é elaborado de acordo com as melhorias advindas das observações realizadas no Mapa do Estado Pré-implementação. O método proposto pelos autores não foi aplicado na prática, contudo afirmam que a ferramenta tem um potencial de aplicação significativo, significando a produção inicial de novos produtos já com desperdícios reduzidos.

Outro exemplo de aplicação do MFV dentro da variável “Produto” do BME pode ser encontrado no artigo de Vieira e Forcellini (2007). Neste trabalho os autores sugerem a aplicação Mapeamento do Fluxo de Valor como ferramenta para

melhorar a eficácia no processo de desenvolvimento de novos produtos. Segundo os autores citados, o pensamento enxuto, muito utilizado na manufatura, ainda é pouco explorado no desenvolvimento de novos produtos devido às barreiras no entendimento de seus conceitos e ferramentas.

No artigo publicado, os autores definem o que é o valor no processo de desenvolvimento de produtos, e apontam a difícil visualização do fluxo de informações e as incertezas envolvidas no processo como fatores que podem dificultar a aplicação do mapeamento.

Para o desenho do mapa, os autores sugerem uma nova simbologia e as informações necessárias para o mapeamento. E ilustram o método com a aplicação do mapeamento do processo de desenvolvimento de novos produtos, em uma indústria do setor metal mecânico, fornecedora de componentes para multinacionais produtoras de eletrodomésticos.

Através da aplicação os autores concluem que o MFV é uma ferramenta eficiente para iniciar o processo de identificação e eliminação dos desperdícios para o desenvolvimento e produtos. Obtendo como resultado principal a redução significativa dos desperdícios de espera no processo, e tornando mais ágil o desenvolvimento de novos produtos.

Já a utilização da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor, relacionada a variável “Demanda” do Benchmarking Enxuto, pode ser encontrada no trabalho realizado por Roldan e Miyake (2004). Neste artigo os autores abordam o tema de melhoria das informações de demanda em uma montadora de veículos, utilizando a ferramenta de MFV, adaptada para processos administrativos, e sugestões baseadas em teorias descritivas e normativas da engenharia de tomada de decisão.

O problema tratado no artigo citado estava na confiabilidade da informação de demanda utilizada para o planejamento da produção e aquisição de componentes e matérias primas fornecidos por terceiros. Segundo os autores a dificuldade estava nos constantes ajustes das informações de demanda em virtude das

oscilações de mercado. Tais correções se faziam necessárias para permitir à empresa atender de forma adequada o cliente, no menor tempo possível, com confiabilidade e qualidade. Ainda, a informação assertiva da demanda, possibilitaria para a empresa trabalhar com o menor volume de estoques possível, e um ritmo de produção bem definido, possibilitando o fluxo contínuo e reduzindo a ocorrência dos desperdícios no processo.

Como a montadora está alocada à frente de toda a cadeia produtiva automobilística, os impactos das decisões de “o que” e “quando” produzir afeta não somente a si própria, mas também a toda a cadeia de fornecedores envolvidos. Portanto a decisão de efetuar mudanças no plano de produção deve ser tomada de uma forma ágil e mais sensata possível e levando-se em conta aspectos relacionados a toda cadeia produtiva e logística envolvida.

Neste sentido a ferramenta de MFV foi aplicada, e como melhoria no processo decidiu-se trabalhar em duas frentes principais: melhoria da qualidade do processo de decisão, e do fluxo do processo propriamente dito. A primeira frente trata dos aspectos estruturais relacionados à tomada de decisão, trazendo melhorias na consistência e racionalidade do resultado final da decisão. Já a segunda, foca a obtenção de um processo mais “enxuto”, em que se tenha menor número de etapas desnecessárias e um melhor aproveitamento dos recursos utilizados.

As ações de melhoria foram propostas nas duas frentes, e elaborado o Mapa do Estado Futuro, comprovando-se que os resultados seriam satisfatórios, e garantiriam uma maior agilidade e confiabilidade nas informações relacionadas à demanda de automóveis a serem montados.

Como conclusões do trabalho, os autores sustentam que é possível estruturar o processo de tomada de decisão com relação à demanda na indústria automobilística de uma forma objetiva e racional. Também reforçam a importância do MFV para isso, e reforçam a ideia de que é uma ferramenta que pode ser utilizado com sucesso para os processos administrativos no geral.

Por último apresenta-se o trabalho de dissertação de mestrado realizado por

Dal Forno (2008). Neste conteúdo a autora sugere a integração entre o Benchmarking Enxuto e o Mapeamento do Fluxo de Valor para promover o diagnóstico dos sistemas produtivos em relação à Manufatura Enxuta. Para esta integração, aplica as duas ferramentas em três empresas de diferentes setores no estado de Santa Catarina.

Como conclusões do trabalho, Dal Forno (2008) relata que a ferramenta de MFV é mais utilizada para o nível operacional, e não aborda algumas questões importantes da ME, tais como: flexibilidade de volume, focalização da produção, Manutenção Produtiva Total (MPT) e polivalência, que fazem parte da análise do BME. Contudo sugere que existe um grande potencial se as duas ferramentas de diagnóstico forem aplicadas em conjunto, abrangendo um maior número de pontos da Manufatura Enxuta.

Para o trabalho aqui proposto, sugere-se que a ferramenta de diagnóstico Benchmarking Enxuto tem uma abordagem mais ampla da Manufatura Enxuta, e considera não somente aspectos ligados ao Chão de Fábrica, mas também, outros aspectos que influenciam diretamente na ocorrência dos desperdícios como produto e demanda. Portanto tem um enfoque mais estratégico, e, a partir de sua aplicação pode-se observar pontos para a melhoria e as prioridades a serem atacadas, envolvendo os tomadores de decisão em nível de diretoria.

Definidas as prioridades, utiliza-se o MFV para uma investigação mais profunda dos pontos críticos levantados, envolvendo as pessoas de nível gerencial, portanto de caráter tático. O Mapeamento pode ser utilizado para as quatro variáveis de pesquisa do BME, conforme os trabalhos apresentados neste tópico, e, a partir de sua aplicação são sugeridas ações de nível operacional, onde as mudanças ocorrem efetivamente, como será apresentado a seguir.

2.3.3 Nível Operacional

Os esforços de nível operacional são direcionados para cada processo ou projeto da organização, e referem-se a setores específicos apresentando impactos limitados. O tempo de planejamento, no nível operacional, é o curto prazo, e as

ações do nível operacional, por serem relativamente simples, são revistas em todo momento, exatamente ao contrário do que ocorre com as decisões táticas e, de modo especial, as decisões estratégicas.

Neste tópico serão apresentadas publicações relativas ao modo com que as empresas têm implantado efetivamente as melhorias nos processos, e envolvendo as pessoas no nível operacional, a fim de disseminar e incorporar a cultura enxuta.

Segundo Coutinho (2006) incorporar novas estratégias de gestão nas empresas não é uma tarefa fácil, pois exige um profundo envolvimento das pessoas no processo, principalmente do nível operacional. Em sua pesquisa divide os colaboradores em dois diferentes perfis: o antigo, onde se enquadram pessoas sem progresso profissional, resistentes a mudança e com pensamento de características fordistas; e os novos, pessoas jovens e dinâmicas, com desejo de progresso profissional e de mudança, com características toyotistas.

No trabalho realizado relata o processo de modernização de uma grande empresa de manufatura e a dialética existente entre os dois perfis de profissionais no processo. Através do artigo é possível observar a diferença no envolvimento dos dois perfis de colaboradores, e o clima desfavorável para a modernização gerado.

Uma maneira muito utilizada pelas empresas para o envolvimento dos colaboradores, na busca pela redução dos desperdícios através do trabalho em grupo, diz respeito à formação dos Círculos de Controle da Qualidade, os chamados CCQ's. Estes surgiram no Japão, na década de 1960, dentro do conceito de Controle Total da Qualidade (TQC), e visavam reunir as pessoas para discutir problemas existentes no processo para a melhoria de produtos e processos.

Campos (2004), em seu trabalho de dissertação, discute a implantação dos CCQ's no Brasil, fazendo uma comparação entre a filosofia japonesa e a prática brasileira. Segundo ele existem muitas distorções entre a teoria proposta e prática aplicada nas empresas nacionais, o que prejudica o processo de melhoria. Porém,

conclui que os CCQ's são uma fonte de referência para a capacitação de trabalhadores e cidadãos para agirem como cientistas, engenheiros e gerentes em ação, independente do seu nível educacional, representando um fator de avanço para o desenvolvimento social do País.

Souza, Campos e Ramos (2001) colocam que os Círculos de Controle da Qualidade são o primeiro passo para o entendimento de que a solução de problemas está em todos os níveis da empresa. Segundo os autores através dos CCQ's é possível iniciar o trabalho em equipe no processo de melhoria das empresas e criar um ambiente favorável para a mudança da cultura da organização.

Além da resolução de problemas e eliminação de desperdícios, os CCQ's também são utilizados como forma de implantar ferramentas específicas da ME, como no artigo apresentado por Correia, Ribas e Ghinato (2001). Nesta pesquisa os autores sugerem um método para a disseminação de *pokayokes* através do trabalho em equipe dos Círculos de Controle da Qualidade. Segundo os autores os Círculos têm o enfoque do chão de fábrica, e com o treinamento da equipe, representam um grande potencial para a implantação de *pokayokes* com criatividade. O método proposto é estruturado segundo as fases do PDCA e utilizam as técnicas de análise e solução de problemas da qualidade.

Apesar do trabalho em equipe através dos CCQ's apresentar muitos pontos positivos e serem adotados em inúmeras empresas, principalmente na década de 80 no Brasil, existem também alguns exemplos de casos onde a implantação não foi bem sucedida.

O artigo publicado por Romão (2001) relata o processo de reestruturação da empresa Fafen/Petrobras/Se, contextualizando com aspectos políticos, econômicos e sociais. Nesta pesquisa o autor relata que o início da implantação dos CCQ's na empresa citada foi um sucesso. Os chefes e gerentes se juntavam com os trabalhadores de nível operacional para estudar os problemas, o que melhorou o clima de trabalho, reduzindo o distanciamento entre eles. Boas idéias eram premiadas em dinheiro e apresentações eram realizadas em auditórios pelo

pessoal de nível médio, com a presença da direção.

Porém como passar do tempo, os sindicatos começaram a pressionar os colaboradores a exigirem prêmios maiores em dinheiro, argumentando que as melhorias beneficiavam somente a empresa, que reduziam os custos e ficavam com o dinheiro poupado. Para eles o dinheiro deveria ser repartido, gerando um clima de insatisfação e levando o programa de CCQ ao fim.

No artigo publicado por Coutinho (2006) que trata do comportamento das pessoas durante a implantação do toyotismo na empresa Alfa, o programa de CCQ's também não se manteve devido às críticas advindas dos trabalhadores, como por exemplo: inserção obrigatória nos grupos, reuniões fora do horário do expediente e não remuneração de sugestões. Por outro lado os gestores reclamavam que as reuniões não eram produtivas para a empresa e muitas delas tinham caráter reivindicatório.

Devido à necessidade de agilizar as melhorias voltadas para o processo e fluxo de produção, os métodos de CCQ's foram substituídos recentemente pelos métodos de Kaizen. A palavra Kaizen que representava a filosofia de melhoria contínua, agora é utilizada também para nomear os métodos práticos para a melhoria, que também podem ser conhecidos como Gemba Kaizen, por se tratar de melhorias realizadas no local onde ocorre o processo.

A característica principal desses métodos é de atacar e resolver os problemas em um curto período de tempo, envolvendo as pessoas do processo. No geral, esses métodos têm a duração de uma semana, quando os colaboradores são treinados sobre a ME e as ferramentas a serem aplicadas, estuda-se o problema, propõe-se e executam-se as melhorias, obtendo um resultado mais rápido e efetivo.

Na pesquisa realizada por Leite (2007), traz uma discussão a respeito da evolução da ferramenta de melhoria contínua no Brasil, baseado na experiência adquirida durante visita ao Japão. Segundo o autor os empresários brasileiros se preocupam muito em investir no setor financeiro e dão pouco valor aos incentivos

de melhoria no chão de fábrica. Já no Japão, a preocupação dos tomadores de decisão de nível estratégico está mais voltada para o *gemba*, onde a os investimentos estão voltados para a melhoria dos produtos e processos, a fim de adquirir maior competitividade. Para isso, os japoneses priorizam a formação das pessoas e como consequência têm baixos índices de desemprego, o que não acontece no Brasil.

Para o autor as empresas brasileiras devem investir mais na cultura de melhoria continua, através dos Kaizens, para ser mais competitiva frente aos países de ponta, e para reduzir as taxas de desemprego. Segundo ele investimentos nas pessoas do processo não devem ser encarados como custo, mas sim como uma maneira sólida e de longo prazo para a competitividade.

No artigo publicado por Jugend, Silva e Mendes (2006) é possível perceber a eficiência do método Kaizen. Neste trabalho os autores apresentam um método adotado por uma empresa de autopeças para gerenciar os eventos Kaizen. O método propõe que o evento dure no máximo cinco dias.

Cada um dos cinco dias tem suas atividades planejadas segundo o ciclo PDCA. Na segunda e terça-feira dá-se a etapa de planejamento, quando o grupo é apresentado e treinado, parte-se para a medição e análise do processo atual e em seguida são propostas as melhorias. Na quarta-feira desenvolve-se a etapa de execução, quando as melhorias são colocadas em prática no *gemba*. Durante a quinta-feira tem-se a etapa de verificação e ação, quando se mede o resultado obtido e se realiza ajustes. Por fim, na sexta-feira a etapa de celebração, quando as melhorias e resultados são apresentados aos outros colaboradores.

Para a análise do problema e proposta de melhorias foram utilizadas as ferramentas da qualidade, como gráficos de causa e efeito e Pareto, *brainstorming* e 5S. Como resultado conseguiu-se atender à meta proposta que era de reduzir em 50% a ocorrência de parada em duas máquinas.

Segundo os autores conseguiu-se criar na empresa um ambiente favorável à eliminação de desperdícios e a cultura Enxuta através dos Kaizens, que tem total

credibilidade, principalmente devido à rápida implantação da melhoria e ao comprometimento e acompanhamento dos gestores.

Hanashiro (2005) em seu trabalho de dissertação propõe um modelo de gestão do conhecimento no chão de fábrica com ênfase na criação a capacitação do conhecimento para o Kaizen. Segundo o autor o sucesso do Kaizen depende muito do conhecimento tácito das pessoas e, por isso, é de suma importância desenvolver habilidades voltadas para a solução de problemas e melhorias.

No trabalho, o modelo proposto é constituído por sete etapas e foi aplicado em dois estudos de caso em uma empresa do setor automobilístico. As primeiras três etapas estão focadas na estruturação do método e são: i) Criar uma visão do conhecimento; ii) Desenvolver uma equipe de conhecimento; e iii) Construir uma equipe de interação. As outras quatro etapas do método proposto estão voltadas para o processo em si e são: iv) Gerar e compartilhar o conhecimento; v) Criar e justificar o conceito; vi) Utilizar o conceito; e vii) Disseminar o conceito.

Através da aplicação do modelo proposto o autor conclui que o conhecimento tácito das pessoas envolvidas foi de fundamental importância para os resultados observados. Dentre eles destacam-se ganhos em produtividade, qualidade, custos, capacidade de transformar o ambiente entre as pessoas, participação envolvimento e etc. No modelo proposto no capítulo seguinte, procurou-se adotar os conceitos explorados neste trabalho, a fim de garantir a gestão do conhecimento nos três níveis organizacionais.

No intuito de avaliar a percepção das pessoas envolvidas no processo de implantação da ME através de eventos Kaizens, Briaes (2005) desenvolveu uma pesquisa para medir os pontos positivos, negativos e potenciais a serem melhorados. Como aplicação, realizou um estudo de caso na empresa DaimlerChrysler do Brasil Ltda. Para ilustrar o potencial de ganho no caso apresentado, a empresa citada através de 139 eventos obteve uma redução de 40% nos tempos de processo, disponibilizou 15.316 metros quadrados de área, corte de custo de cinco milhões de reais, e um ganho geral na ordem de quatorze milhões de reais.

Através dos questionários aplicados o autor conclui que no geral as pessoas que participaram dos eventos Kaizen estão muito satisfeitas com o método e perceberam claramente as melhorias alcançadas, e estão motivadas a participar de outros eventos Kaizen. Ressalta ainda, que é de suma importância para o envolvimento das pessoas no processo a utilização de um método estruturado e sistemático para gerenciar a filosofia de Kaizen, e que seja adaptável à cultura da empresa.

Outro exemplo de aplicação de Kaizen, agora para implantar a ferramenta de TRF para a redução dos tempos de setup nas células de costura de uma empresa Têxtil, pode ser encontrado no artigo publicado por Silva et al (2008b). Nesta publicação os autores apresentam o método denominado Gemba Kaizen, composto por cinco etapas: Entrada, Registro, Pré Kaizen, Evento Kaizen e Pós Kaizen. Como no exemplo anterior, estas etapas seguem o ciclo PDCA para criar uma rotina sistemática de aplicação.

Na etapa Entrada os pontos para melhorias podem ser identificadas de três formas: Mapeamento do Fluxo de Valor; gerenciamento da rotina por indicadores; e através do sistema de sugestões e melhorias. No Pré Kaizen é quando o líder do Kaizen é treinado sobre a ME e o método Gemba Kaizen, além da ferramenta a ser aplicada. Durante o Pré Kaizen o Facilitador e o líder definem a equipe que deverá participar do Evento Kaizen, recursos necessários, e definem o indicador de controle e a meta a ser atingida.

Na etapa de Evento Kaizen é quando se reúne a equipe e ataca-se o problema. Para o caso do Kaizen relatado no trabalho, sobre redução do setup nas células de costura, foi aplicada a técnica de Troca Rápida de Ferramentas. Ao fim do evento verificou-se o indicador de controle: Tempo de setup. Este foi reduzido em 69%, enquanto a meta era de 50% de redução. Satisfeito o indicador foi realizada a apresentação pela equipe de Kaizen, e deu-se início ao Pós Kaizen, que é quando o indicador é monitorado durante 90 dias para aferir se a melhoria foi mantida.

Como conclusões do artigo, os autores relatam que o método de Gemba Kaizen desenvolvido na empresa estava sendo eficiente para a implantação e

disseminação da cultura enxuta, graças também ao envolvimento das pessoas e apoio irrestrito da direção.

Além da aplicação dos métodos de Kaizen para tratar as melhorias nos processos de manufatura, existem na literatura diversas aplicações com sucesso em processos administrativos e de serviços no nível operacional.

Para citar alguns exemplos, destacam-se os trabalhos de Neto e Barros (2007), onde relatam a aplicação do Kaizen em um provedor de serviços logísticos. Costa (2007) também relata a aplicação com sucesso do Kaizen para redução dos desperdícios na logística, e destaca o envolvimento das pessoas para este bom resultado. Silva et al (2008c) apresentam um estudo de caso da ferramenta de Kaizen aplicada no setor administrativo de uma grande empresa do setor têxtil.

Com base nos artigos pesquisados é possível concluir que o Kaizen é uma forma eficiente e ágil para tratar os problemas no nível operacional, além de incentivar a aprendizagem e a motivação para a cultura enxuta. No método que será proposto no capítulo três, foi utilizada como base, na etapa de nível operacional, a estrutura de Gemba Kaizen proposta por Silva et al (2008b).

2.4 Conclusões do Capítulo

Neste capítulo foi apresentado o referencial teórico que dá o suporte necessário para desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente foi tratado o tema da Manufatura Enxuta através de uma pesquisa sobre suas origens, princípios e conceitos. Em seguida foram apresentadas as principais práticas da Manufatura Enxuta e também as ferramentas da qualidade utilizadas para a análise e solução de problemas, incorporadas na ME para a redução dos desperdícios.

Como o objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento e proposição de um método para implantação na ME, procurou-se em pesquisas trabalhos relacionados com o tema. Porém não foi encontrado, na literatura pesquisada, trabalho que propusesse um método estruturado que orientasse as empresas na implantação dos conceitos e práticas enxutas.

O autor entende que para se obter sucesso na implantação da ME, ela deve envolver a todos da organização, desde os diretores até os colaboradores de chão de fábrica. Por isso foram pesquisados trabalhos relacionados com a implantação da ME, que foram divididos e apresentados em três níveis, correspondentes ao nível estratégico, tático e operacional. Esses trabalhos abordam ferramentas e experiências na implantação da ME, que forneceram subsídios para o desenvolvimento do método que será apresentado no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 3 MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Neste capítulo será apresentado o método proposto para a implantação da Manufatura Enxuta que busca abordar os aspectos: Aplicação; Aprendizado; e Motivação das pessoas em todos os níveis da organização (estratégico, tático e operacional), conforme ilustra a figura 3.1.

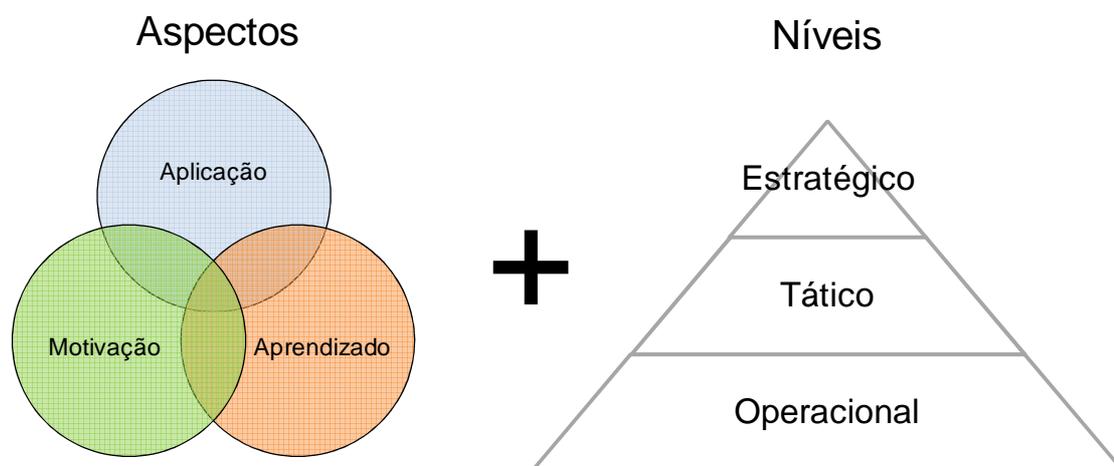


Figura 3-1 Abrangência do método proposto

Conforme observado, não foi encontrado na literatura pesquisada trabalhos sobre métodos para a implantação da ME que aborde os três aspectos apresentados de uma forma sistemática e em todos os níveis da organização. O método que será proposto neste capítulo vem busca preencher esta lacuna, e será detalhado na seqüência.

3.1 Visão Macro do Método Proposto

Uma visão macro do método de implantação da manufatura enxuta proposto pode ser ilustrada na figura 3.2. Como pode ser observado, o método aborda os três aspectos citados como necessários para uma aplicação consistente da ME nas empresas nos três níveis organizacionais: estratégico, tático e operacional, de forma que haja um entendimento e envolvimento da organização como um todo no processo de mudança. O método sugere uma interligação entre estes três níveis

com base na participação dos gerentes e líderes em dois níveis: os gerentes irão participar das etapas estratégicas e táticas, assim como os líderes irão participar das etapas táticas e operacionais. Além disso, ele utiliza como base o ciclo PDCA a fim de garantir uma implantação sistemática e bem sucedida em *top-down*, ou seja, desde a diretoria até os níveis de chão de fábrica.

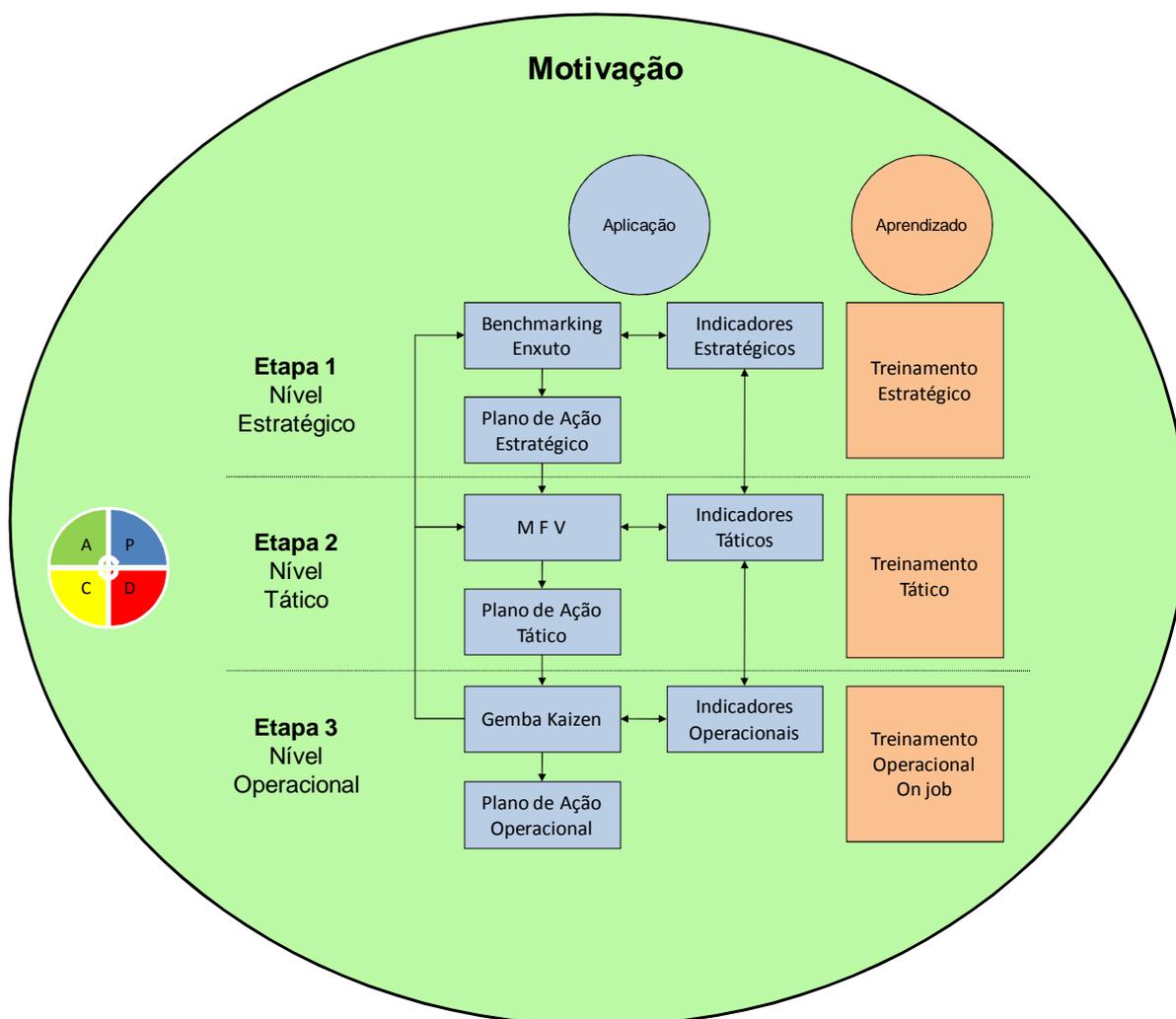


Figura 3-2 Visão macro do método proposto

No nível estratégico, a primeira etapa do método, após um *workshop* sobre ME com a direção e gerência da empresa, propõe-se como ação a aplicação da ferramenta de diagnóstico Benchmarking Enxuto (BME) a ser feita pelo Grupo de Implantação da Manufatura Enxuta (GIME) e, a partir deste, a montagem de um Plano de Ação Estratégico pela diretoria e gerência que direcionará ações aos pontos fracos identificados no diagnóstico de forma a potencializar os resultados. Em conjunto com o diagnóstico serão elencados os indicadores estratégicos para

controle das ações de implantação da ME neste nível mais agregado. Ao se desenvolverem estas ações conjuntas (aplicação do BME, Plano de Ação Estratégico e Indicadores Estratégicos) se obterá em paralelo o treinamento estratégico voltado para a diretoria e a gerência da empresa.

A segunda etapa do método diz respeito à implementação do Plano de Ação Estratégico ao nível tático e sugere ações e treinamentos envolvendo a gerência e a liderança do chão de fábrica, muitos deles integrantes do Grupo de Implantação da Manufatura Enxuta (GIME) definido estrategicamente. Como ferramenta de ação se adotará o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para explorar os pontos fracos levantados na primeira etapa e gerar um mapa do estado futuro que permitirá a montagem de um Plano de Ação Tático visando implementá-lo. Nesta etapa, os indicadores estratégicos serão desdobrados em indicadores de nível tático para controle da gerência e liderança do chão de fábrica.

Uma vez traçado o Plano de Ação Tático, ele será utilizado para organizar as ações na etapa operacional do método proposto de implantação da ME. Estas ações serão coordenadas pelos líderes e executadas pelos colaboradores no chão de fábrica com a aplicação da ferramenta Gemba Kaizen, resultando em um Plano de Ação Operacional para as melhorias a serem implantadas. Também serão estabelecidos indicadores operacionais, desdobrados dos indicadores do nível tático, e realizados treinamentos específicos para os colaboradores de nível operacional, através de treinamentos on-job realizados durante os chamados eventos Kaizen.

A componente motivação do método estará presente em todas as etapas de implantação, seja através das ações ou treinamentos para aprendizado, seja através do apoio e participação de um facilitador que terá a função de conduzir a implantação do método e transmitir conhecimento e experiência como forma incentivadora para todas as pessoas envolvidas. Este facilitador, sendo ele interno ou externo à organização, terá papel fundamental no processo de implantação, pois, assim como Ohno e Shingo tiveram na Toyota, ele deverá ter o conhecimento teórico e prático da ME e, com o comprometimento estratégico da diretoria, deverá liderar todo o processo.

Cada etapa do método é composta por cinco passos, que caracterizam atividades que devem ser executadas seqüencialmente tornando claro o que, e quando, deve ser feito, estabelecendo um roteiro prático de aplicação. Conforme citado anteriormente esses passos seguem a estrutura do PDCA, havendo sempre um planejamento prévio, execução, acompanhamento através de indicadores desdobrados desde o nível estratégico até o operacional, e ajustes quando necessário, garantindo a implantação sistemática em cada etapa e um ciclo contínuo de melhorias. As etapas e seus respectivos passos estão detalhados na seqüência para um melhor entendimento do método.

3.2 Etapa 1 - Nível Estratégico

A primeira etapa do método proposto é de fundamental importância para o sucesso da empresa na busca pela implantação da cultura da manufatura enxuta. Pois, a partir do bom entendimento por parte da diretoria e gerência, e da decisão estratégica de que a empresa deve seguir neste caminho, tem-se o ponto inicial para se alocar recursos financeiros para mover as pessoas e os esforços neste sentido. Por outro lado, como se dará mudanças profundas de paradigmas produtivos, se os tomadores de decisão não apoiarem a sua implantação, inviabilizam completamente qualquer atitude de mudança.

Isto posto, a etapa referente ao nível estratégico do método proposto tem o objetivo principal de esclarecer o entendimento da diretoria e gerência da empresa sobre a ME, seus objetivos, resultados e esforços necessários para os tomadores de decisão. Para isto, os componentes do método Aprendizado e Motivação buscam suprir esta necessidade, sendo os responsáveis por “despertar” na diretoria e gerência a visão dos benefícios de uma empresa enxuta, através de um workshop quando serão apresentados de forma objetiva: as origens; principais conceitos; vantagens da implantação; e exemplos práticos de aplicação da ME, bem como será criado o GIME, como pode ser observado no primeiro passo da Figura 3.3.

| Passo | O que | Quem | Como |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Workshop de sensibilização | Facilitador/Direção/Gerência | Apresentando workshop sobre as origens, princípios, vantagens, exemplos práticos, e criação do GIME |
| 2 | Benchmarking Enxuto (BME) (método apresentado no item 2.3.1) | Facilitador/GIME | Apresentando o método de diagnóstico Benchmarking Enxuto e sanando dúvidas, definindo agenda e responsabilidades Realizando um planejamento da aplicação do BME Aplicando BME através da pontuação dos indicadores e formulação dos gráficos e análises |
| 3 | Viabilidade de implantação da ME | Facilitador/GIME/Direção/Gerência | Avaliando a viabilidade de implantação da ME com base nas análises do diagnóstico realizado |
| 4 | Plano de Ação Estratégico | Facilitador/GIME/Direção/Gerência | Definindo ações para implantação da ME, prioridades, prazos, responsabilidades, métodos e etc. |
| 5 | Monitoramento de indicadores do BME (indicadores apresentados no item 2.3.1.3) | Facilitador/GIME | Aplicando BME e monitorando os indicadores Monitorando os indicadores e/ou aplicando a ferramenta de BME periodicamente Realizando um novo Plano de Ação Estratégico para os indicadores com desvio ou novas prioridades |

Figura 3-3 Etapa 1 – Nível Estratégico

O passo seguinte é o de aplicação da ferramenta BME que se inicia com o planejamento da aplicação realizado pelo Facilitador em conjunto com a equipe do GIME. Conforme o cronograma estabelecido, é realizada a aplicação da ferramenta de diagnóstico BME, que segue a metodologia explorada na revisão bibliográfica em seu item 2.3.1. Com base nos resultados e análises oriundas de sua aplicação é possível obter uma visão clara das condições para implantação da ME na empresa e criar um clima favorável neste sentido. O BME ressalta os pontos fortes e fracos da empresa nas quatro variáveis estudadas e também viabiliza a comparação da empresa com seus concorrentes e empresas de outros seguimentos, fornecendo subsídios para o próximo passo do método proposto, a análise da viabilidade de implantação da ME referente ao passo 3.

Uma vez realizada a análise de viabilidade da implantação da ME e constatada a opção da diretoria e gerência por esse caminho é então realizado o Plano de

Ação Estratégico, passo 4. Este visa estabelecer, baseando-se no resultado do BME, as ações estratégicas para implantação da ME, bem como seus responsáveis, cronograma, recursos, ferramentas e o que mais for necessário para o desenvolvimento da implantação. O Plano de Ação Estratégico resume as informações de saída desta etapa e serve de entrada para a etapa de nível tático, direcionando assim os esforços e ações para um ponto comum.

Para aferir se as ações propostas no Plano de Ação Estratégico estão sendo efetivadas nos níveis tático e operacional, é realizado um Monitoramento dos indicadores propostos no BME (passo 5), bem como podem ser realizadas novas aplicações do BME de forma contínua e sistemática. Comparando-se os resultados das aplicações realizadas é possível avaliar a evolução da implantação da ME na empresa e quão distantes ainda estão das empresas líderes de seu segmento. Com essa evolução outros itens podem aparecer como prioridade, tornando viável a formulação de um novo Plano de Ação Estratégico que direcionará as ações estratégicas para a implantação da ME para outros pontos, viabilizando a melhoria contínua.

Caso seja verificado que existe algum desvio do Plano de Ação Estratégico estabelecido, é feita uma análise crítica sobre os motivos pelos quais não se obteve o resultado aplicando-se as ferramentas de análise e solução de problemas propostas no item 2.2.6 da revisão bibliográfica. Em seguida é proposto um novo Plano de Ação Estratégico com o intuito de realinhar os trabalhos.

Finalizada a etapa de nível estratégico pretende-se que a direção e gerência estejam compreendendo claramente o que é a Manufatura Enxuta e quais são os esforços que precisam ser feitos dentro da empresa para prosseguir no caminho desejado, alinhando as ações para a segunda etapa referente ao nível tático.

3.3 Etapa 2 - Nível Tático

A segunda etapa do método proposto tem a função de fazer com que as ações propostas no Plano de Ação Estratégico sejam levadas pelos gerentes aos seus líderes setoriais para um detalhamento no nível tático, permitindo o devido

encaminhamento para as ações operacionais.

A componente do método Aprendizado tem papel importante nesta etapa para preparar devidamente os membros do GIME e líderes, que serão os agentes de disseminação da mudança na organização, fazendo a conexão da diretoria e gerência com os colaboradores do nível operacional e liderança. Para isso, deverão ser realizados treinamentos mais específicos sobre os conceitos e práticas da ME e como aplicá-los no ambiente em que a empresa está inserida.

Em paralelo com a preparação específica do GIME e líderes deve-se proceder uma investigação aprofundada no *gemba* através da aplicação da ferramenta de MFV dentro da componente Aplicação. Esta ferramenta, detalhada no item 2.2.7 da revisão bibliográfica, permite visualizar o fluxo de valor do produto, e evidenciar os desperdícios existentes no processo e suas origens, através do mapeamento do estado atual, e propor melhorias que reduzam ou eliminem estes no estado futuro, com a aplicação de ferramentas específicas da ME. A Figura 3.4 traz um melhor detalhamento dos passos desta etapa.

O primeiro passo desta etapa é quando se identifica o processo a ser mapeado, direcionado pelo Plano de Ação Estratégico. No caso do MFV de processos de manufatura é necessário identificar o processo que tenha maior significância para a empresa. Isto porque reduzindo desperdícios nesse processo os ganhos serão maiores e potencializados, motivando as pessoas para expandir as melhorias para os outros produtos e processos.

Para isso é necessário coletar os dados históricos de demanda das famílias de produtos e elaborar a curva ABC. De posse destas informações é realizada uma análise do volume e frequência das famílias, e identificada a família que tem maior representatividade nesses requisitos, e tem projeção de continuar com maior parcela de vendas no portfólio. Em seguida deve-se realizar a mesma análise ABC para a família identificada como piloto, e então selecionar o produto que tem maior representatividade para o mapeamento do estado atual.

Selecionado o item a ser mapeado, inicia-se o MFV do estado atual do sistema

produtivo através da análise do fluxo do item escolhido para piloto quando este estiver em processamento, em seguida, desenha-se o processo em uma folha de papel e coletam-se os dados necessários no gamba, ou seja, os valores reais observados durante a produção no chão de fábrica, como tempos de ciclo e setup, estoques e assim por diante.

| Passo | O que | Quem | Como |
|-------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Escolha do item para mapeamento | Facilitador/GIME | Coletando dados históricos de demanda mensal das famílias de pelo menos 12 meses passados |
| | | | Calculando a média de demanda de cada família e classificando as famílias em ordem decrescente (da maior média para a menor) |
| | | | Analisando a classificação ABC segundo a maior demanda e frequência |
| | | | Abrindo a família escolhida em itens e calculando a média de demanda de cada item. Depois classificando os itens em ordem decrescente (da maior média para a menor) |
| | | | Analisando a classificação ABC segundo a maior demanda e frequência |
| 2 | Mapa do estado atual | Facilitador/GIME/ Líder | Verificando o processo de produção quando o item escolhido estiver em produção |
| | | | Desenhando em uma folha de papel o fluxo do processo |
| | | | Coletando as informações necessárias utilizando tempos e quantidades observadas |
| | | | Registrando fluxo e informações no Excel e aplicando fórmulas para os cálculos necessários. |
| | | | Identificando desperdícios e discutindo as possíveis melhorias com a aplicação das ferramentas da ME |
| 3 | Mapa do estado futuro | Facilitador/GIME/ Líder | Desenhando estado futuro com a aplicação das ferramentas e metas propostas |
| 4 | Plano de Ação Tático | Facilitador/GIME | Definindo ações para projeto piloto, prioridades, prazos, responsabilidades, métodos e etc. |
| 5 | Monitoramento de indicadores do MFV | Facilitador/GIME | Monitorando os indicadores do MFV e realizando ajustes no Plano de Ação Tático, ou abrindo novas frentes de MFV |

Figura 3-4 Etapa 2 – Nível Tático

Desenvolvido o desenho do processo, assim como o fluxo de informações e dados necessários para análise, o mapa é desenhado no Excel® para que possam ser realizados os cálculos de lead time, gráficos de balanceamento de capacidade e ritmo, e etc. Com base no trabalho é realizada a análise do estado atual, identificando-se os desperdícios e os pontos potenciais de melhoria no fluxo de materiais e informações. Estas oportunidades são registradas no mapa atual através da identificação das ferramentas da ME passíveis de serem aplicadas nos pontos específicos.

O passo seguinte refere-se ao mapeamento do estado futuro. Para este, toma-se como base os resultados obtidos das análises do estado atual, fazendo-se um redesenho do fluxo ideal de materiais e informações, ou seja, um fluxo após a aplicação das ferramentas da ME, estimando-se também os ganhos potenciais, que serão adotados como indicadores de controle desta etapa, como por exemplo: lead time, nível de estoques, tempos de setup, produtividade, eficiência, nível de atendimento e etc. A partir deste mapa do estado futuro o Facilitador e o GIME reúnem-se para estabelecer o Plano de Ação Tático, definindo as ações de melhoria necessárias, e seus respectivos prazos, responsabilidades, prioridades e recursos, atividades referentes ao passo 4. O Plano de Ação Tático representa a informação de saída desta etapa, e também a informação de entrada da etapa seguinte, o nível operacional.

Para controle desta etapa propõem-se o monitoramento sistemático dos indicadores advindos do mapeamento como metas de melhoria, para verificar se as ações propostas no Plano de Ação Tático estão sendo encaminhadas corretamente na etapa operacional (passo 5).

Caso os indicadores determinados não tenham suas metas atingidas, é então realizada uma análise crítica sobre os motivos pelos quais elas não estão sendo cumpridas e então é encaminhado um novo plano de ação. Caso o monitoramento dos indicadores de controle demonstre sucesso nas ações de melhoria traçadas, podem ser estabelecidas metas mais audaciosas e conseqüentes ações para atendê-las, bem como realizar novos mapeamentos para outras famílias de produtos, conforme os procedimentos desta etapa apresentados e dentro do

escopo do Plano de Ação Estratégico, estabelecendo assim um ciclo de melhorias contínuas por toda a empresa.

Ao final da etapa de nível tático se pretende que a gerência, os líderes e o GIME tenham assimilado os conceitos, princípios e práticas da ME, e que através do MFV alinhado com o Plano de Ação Estratégico, se tenha uma idéia clara do que deve ser implantado e seus resultados para o sistema produtivo, gerando um Plano de Ação Tático que irá nortear as mudanças efetivas através do envolvimento dos colaboradores de nível operacional.

3.4 Nível Operacional – Etapa 3

A terceira, e última, etapa do método sugerido tem o objetivo de realizar no *gemba* as mudanças planejadas nas duas etapas anteriores. As informações de entrada para esta etapa advêm do Plano de Ação Tático direcionando para que as ações no nível operacional estejam alinhadas com os objetivos estratégicos e táticos traçados.

É na terceira etapa em que ocorrem as mudanças propriamente ditas, envolvendo os líderes e colaboradores do nível operacional diretamente, o que cria um clima favorável de motivação para a melhoria. Nesta etapa os colaboradores são treinados pelos líderes em ferramentas específicas da ME, e também participam de treinamentos *on-job*, ou seja, são treinados diretamente no *gemba*, durante a atividade de planejamento e execução da melhoria nos eventos Kaizen, o que permite uma melhor internalização da ME através da aplicação prática e da obtenção de resultados.

A ferramenta utilizada para isto é chamada de Gemba Kaizen, e serve para introduzir o princípio de melhoria contínua da ME dentro das empresas, por ser aplicada no chão de fábrica com a participação ativa dos líderes e colaboradores e trazer resultados rápidos na implantação das práticas enxutas. A Figura 3.5 resume os passos propostos para esta etapa.

| Passo | O que | Quem | Como |
|-------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Abertura e registro do kaizen | Facilitador Kaizen | Registrando os kaizens advindos do Plano de Ação Tático e outras formas de entrada |
| 2 | Pré Kaizen | Facilitador Kaizen/Líder | Nivelando o conhecimento entre o líder e Facilitador Kaizen sobre: o potencial de melhoria; as ferramentas a serem utilizadas; os indicadores de controle; e planejando o Evento kaizen |
| 3 | Evento Kaizen | Facilitador Kaizen/Líder/Colaboradores | Aplicando as ferramentas escolhidas para a melhoria do processo ou fluxo |
| 4 | Plano de Ação Operacional | Facilitador Kaizen/Líder/Colaboradores | Definindo ações, prioridades, prazos, responsabilidades, métodos e etc. |
| 5 | Pós Kaizen | Facilitador Kaizen/Líder | Monitorando os indicadores do Kaizen e intervindo quando necessário |

Figura 3-5 Etapa 3 – Nível Operacional

Esta seqüência sistemática segue os passos representados na figura 3.4, no qual a necessidade de melhoria advém do Plano de Ação Tático.

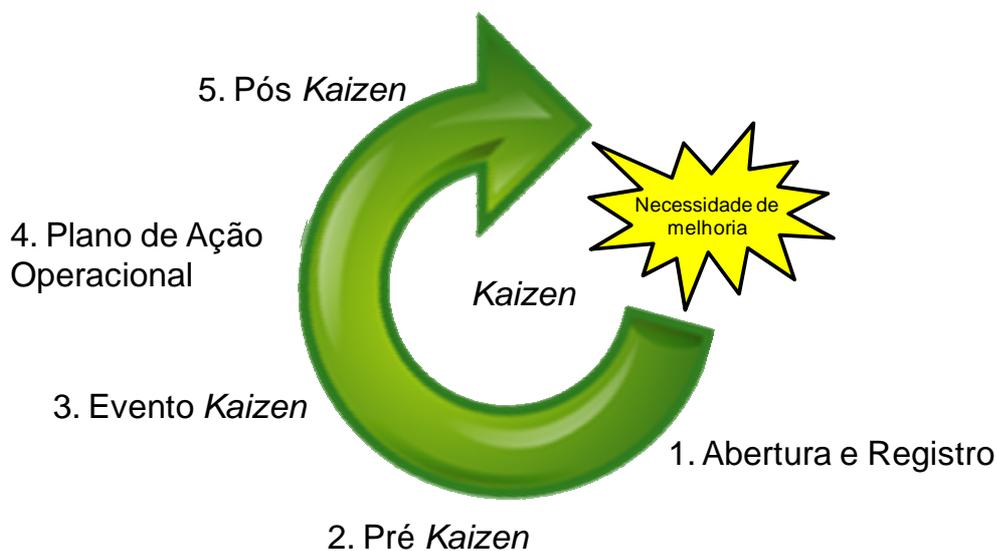


Figura 3-6 Gemba Kaizen

Como primeiro passo da ferramenta Gemba Kaizen se tem a Abertura e Registro do Kaizen. Este tem por objetivo disparar os eventos de melhorias, garantindo que os Kaizens sejam realizados de acordo com o direcionamento das estratégias da empresa, bem como coletar e registrar de forma padronizada as informações iniciais sobre o Kaizen. As necessidades de melhoria advêm do Plano

de Ação Tático e são resultado da aplicação do MFV. Pode-se utilizar também como necessidade de melhorias os outros indicadores de controle que a empresa adote no gerenciamento pela rotina, como também os pontos levantados pelos próprios colaboradores através do sistema de sugestões da empresa.

Para que o Kaizen seja formalmente disparado, após a identificação de sua necessidade, é preciso que o Facilitador Kaizen faça o registro de algumas informações básicas. Estas informações são: origem da necessidade (entrada), setor de aplicação, Líder do Kaizen, Diretor/Gerente que participará do evento, Facilitador do Kaizen, data de início, objetivo, situação atual, resultado esperado, e o indicador para item de controle. Deve-se buscar, na medida do possível, gerar apenas um indicador para ser o item de controle.

Uma vez feita a abertura e o registro do Kaizen, pode-se passar para o passo 2, o Pré Kaizen. Este tem como objetivo fazer com que o Facilitador Kaizen prepare junto com o Líder do Kaizen, que conhece com mais detalhes o processo a ser melhorado, as informações necessárias e providencie todas as condições e recursos para a realização do evento dentro do cronograma estabelecido.

Em reunião o Facilitador Kaizen apresenta o Evento Kaizen e seus objetivos para o Líder, bem como as ferramentas da ME que serão utilizadas, nivelando o conhecimento sobre o assunto. Esta etapa é de suma importância, pois o Líder do Kaizen deve estar motivado para a realização do mesmo, de forma a envolver assim toda a sua equipe de trabalho, sendo a oportunidade de discutir os passos e a meta a ser atingida, bem como o uso do indicador proposto como item de controle.

Após o nivelamento dos conhecimentos é realizado o planejamento para o evento propriamente dito. Para isto, o Facilitador Kaizen e Líder devem definir os membros da equipe de trabalho, data, horário, local, cronograma e meta para o indicador a ser alcançada.

Para o sucesso do trabalho é muito importante nesta etapa a escolha dos integrantes da equipe que atuarão no evento Kaizen. As pessoas são as peças

chaves neste processo de melhoria e por isso devem ter características que favoreçam ao trabalho em grupo e à busca de soluções para os problemas no dia-a-dia. O número de integrantes da equipe deve variar conforme o tema do Kaizen. Em assuntos mais complexos não deve passar de oito pessoas, e em assuntos mais simples o ideal é que seja realizado com no mínimo quatro pessoas, mais o Facilitador Kaizen e Líder.

O grupo deve ser formado essencialmente por pessoas que conheçam bem o processo, e que desenvolvam as atividades a serem melhoradas no seu dia a dia, pois elas sabem os pontos críticos e têm conhecimento prático para contribuir com idéias de melhorias. Também é aconselhável, na medida do possível, que neste grupo estejam presentes pessoas de outras áreas, ou até mesmo de fora da empresa como fornecedores e clientes, pois elas trarão outra visão do processo a ser melhorado, sem os vícios do dia-a-dia. E, por fim, para demonstrar o interesse da direção na melhoria contínua, motivando as pessoas e criando um clima de mudança favorável, é de fundamental importância a participação de um gerente acompanhando o evento, principalmente no início e fim dos trabalhos.

Uma vez feito o planejamento desta etapa, pode-se passar para o passo 3, Evento Kaizen, onde serão discutidas e realizadas as melhorias no local de trabalho. O evento deverá iniciar com um *workshop* aos participantes sobre o que é um Evento Kaizen e suas ferramentas. Este treinamento será feito pelo Facilitador Kaizen. A partir daí, o Líder do grupo apresenta a situação problema, sendo lançada uma meta para o indicador a ser atingida que direcionará o início dos trabalhos.

Após a aplicação das novas ações e ferramentas selecionadas, estabelece-se um Plano de Ação Operacional, onde constam as ações a serem tomadas, e seus respectivos responsáveis, prazos, ferramentas e etc. que irá guiar os participantes do Kaizen para a execução das melhorias (passo 4).

Executado o Plano de Ação Operacional, verifica-se se a meta estabelecida para o indicador foi atingida. Atingindo-se a meta, o novo método de trabalho será documentado e assumido pelo grupo no local de trabalho a partir deste ponto, de

forma que se possa controlar sua eficácia a partir do monitoramento do indicador como item de controle, preferencialmente de forma gráfica, de maneira a verificar se o resultado se manterá ao longo do tempo.

Caso contrário, ao não se atingir a meta para o indicador, se repete o processo com a discussão de novas ferramentas e métodos, e aplicação das mesmas, mantendo-se o Kaizen em aberto até que a meta seja atingida.

O passo Evento Kaizen deve levar em média três dias, estendendo-se em casos de projetos mais complexos ou que exijam ações mais demoradas, conforme o cronograma apresentado na Figura 3.7. Para isso, existe a necessidade de liberação pela gerência das pessoas envolvidas para a dedicação integral no Evento Kaizen neste período. No início da implantação desta etapa é comum que os Eventos Kaizen durem mais dias, ou até semanas, até que as pessoas estejam mais habituadas ao processo e venham a tornar mais ágil e dinâmica as melhorias.

| Item | Ação | Dia |
|------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| P | Fazer reunião de abertura/workshop com as pessoas envolvidas na mudança | 1 |
| | Mostrar situação atual e definir metas | |
| D | Escolher ferramentas e executar o Kaizen | 2 |
| C | Verificar os resultados | 3 |
| A | Padronizar e divulgar melhorias a toda a equipe | 3 |
| | Delegar nova sistemática de trabalho à equipe de supervisão e operacional | |
| | Acompanhar resultados da melhoria via indicador | |

Figura 3-7 Cronograma do Evento Kaizen

Alcançados os resultados esperados é agendada e realizada uma apresentação do trabalho. Esta apresentação deve contar com a presença da equipe executora, do gerente da área e, de preferência, com um membro da Diretoria. O intuito desta apresentação é divulgar o trabalho e incentivar os participantes do Kaizen, valorizando o trabalho realizado. Nesta apresentação relata-se a situação inicial, o desenvolvimento do Kaizen, as ações tomadas e as que ficaram pendentes para novos eventos, os resultados obtidos com as melhorias e o indicador e sua meta para monitoramento dos resultados. Esta apresentação deve ser realizada no próprio local onde foi desenvolvido o trabalho.

Para controlar as ações e resultados desta etapa é agendada pelo facilitador Kaizen mensalmente, durante três meses, uma reunião de acompanhamento chamada de Pós Kaizen apenas com o Líder (passo 5). O Pós Kaizen tem como objetivo verificar se os resultados obtidos com o Kaizen foram mantidos e se todas as ações pendentes foram executadas. Nesta reunião é conferido se o indicador do item está atendendo à meta estabelecida.

Finalizado o Evento Kaizen, o indicador deverá ir para a área dos indicadores no quadro de gestão a vista. Caso o Pós Kaizen identifique problemas com o atendimento da meta proposta, dentro deste período, realiza-se novamente o Evento Kaizen.

É na etapa operacional onde ocorrem as reais melhorias no sistema produtivo, através da participação efetiva de todos os colaboradores no processo de implantação da manufatura enxuta. Nesta etapa aparecem os resultados mais expressivos criando um clima motivacional favorável e introduzindo realmente a cultura enxuta de melhoria contínua na empresa.

3.5 Conclusões do Capítulo

Neste terceiro capítulo foi apresentado o método proposto para implantação da ME, que foi dividido em três etapas seqüenciais. Cada etapa corresponde a um nível organizacional, a fim de garantir uma implantação alinhada com as necessidades da empresa e envolvendo a todos no processo. Cada etapa foi estruturada em cinco passos que atendem às fases do ciclo PDCA, a fim de favorecer uma implantação sistematizada, e dentro de cada etapa possa ser planejada, executada, monitorada e corrigida quando necessário, criando assim um ciclo de melhoramentos contínuos.

No próximo capítulo será apresentada uma aplicação prática do método proposto, em uma empresa de bens de consumo. Este capítulo descreve o desenvolvimento e a experiência obtida em cada uma das etapas do método, e fornece subsídios para a discussão de sua validação como aliado na implantação da Manufatura Enxuta.

CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

No capítulo anterior foi proposto o método que visa facilitar e orientar as empresas de bens de consumo para a implantação da Manufatura Enxuta (ME) de uma forma sistemática e envolvendo a todos na organização. Para isto o método aborda três aspectos importantes no processo de implantação que são: o Aprendizado; a Motivação; e a Aplicação. E é dividido em três diferentes etapas que correspondem cada uma a um nível organizacional (Estratégico, Tático e Operacional).

Neste capítulo será apresentada a aplicação do modelo proposto em uma empresa que o adotou para introduzir e disseminar a cultura enxuta. Trata-se de uma empresa de bens de consumo de grande porte que deseja alcançar o status de enxuta. Apesar da diretoria já ter aplicado alguns conceitos e práticas da ME com resultados significativos, sua intenção era de disseminar a cultura enxuta pela empresa. Para isso a empresa não adotava nenhuma ferramenta estruturada ou formal. A empresa em questão possui os níveis organizacionais bem definidos, característica propícia para a implantação da ME através do método proposto.

A apresentação da aplicação do método será introduzida por uma breve descrição da empresa na qual o método foi aplicado bem como as características principais do sistema produtivo. Em seguida será apresentada a aplicação propriamente dita, que foi dividida conforme as três etapas do método. No decorrer da apresentação serão detalhados os passos de cada etapa e comentadas as adaptações e pontos relevantes para aplicação do método, bem como suas limitações. Por fim serão apresentadas as conclusões do autor sobre a aplicação do método aqui relatada, e através de sua percepção durante o processo de aplicação.

4.1 A Empresa e o Sistema Produtivo

A empresa escolhida teve sua origem no início da década de 1960 na região sul do Brasil, e é uma das maiores e mais completas fábricas do país no seu ramo

industrial. Possui uma moderna tecnologia de produção, e atende a diversos clientes, tanto no mercado nacional como internacional.

A empresa iniciou seus trabalhos com uma pequena produção de um determinado tipo de produto e diante do aumento da demanda, decidiu investir em seu segmento. A empresa acompanhou a evolução tecnológica, aprimorando sua produção e desenvolvendo novos produtos. Hoje atua em três unidades de negócio distintas no mesmo ramo de atuação, neste trabalho denominadas Unidades I, II e III.

Com isso, a empresa criou empregos, e passou a contribuir para o crescimento dos municípios onde foram instaladas suas unidades de produção. São mais de 1.000 colaboradores em suas unidades fabris que se distribuem por diversos estados do país.

O modelo proposto está sendo aplicado em cada uma das três diferentes unidades de negócio da empresa. A implantação da ME iniciou-se pela aplicação da Etapa 1, correspondente ao nível Estratégico, nas três unidades de negócio em simultâneo. Nesta etapa identificou-se que a Unidade I apresentava um potencial maior de melhorias, optando-se por dar continuidade no método nesta unidade de negócio, seguindo então com as Etapas 2 e 3, consecutivamente referentes ao nível Tático e Operacional.

Apesar de atualmente o método estar sendo aplicado nas três unidades de negócio da empresa, neste trabalho apenas a aplicação do método na Unidade I será detalhado em suas três etapas. Isto porque nessa unidade os trabalhos estão em um nível mais evoluído em relação às demais, e também porque, para o fim de ilustrar e discutir o método proposto, o exemplo na unidade citada é suficiente para o entendimento do processo de implantação, e avaliação de sua eficácia e resultado.

A Unidade I trabalha com diversos processos distintos, e em duas diferentes plantas (A e B), conforme ilustra a Figura 4.1. Os processos iniciais são de natureza metal-mecânica. Em seguida os produtos passam por um processo

termo-químico e, por fim, os produtos seguem para uma linha de montagem onde o produto acabado é montado, embalado e encaminhado para o fechamento e expedição. A seqüência dos processos da Unidade I está ilustrada na Figura 4.2.

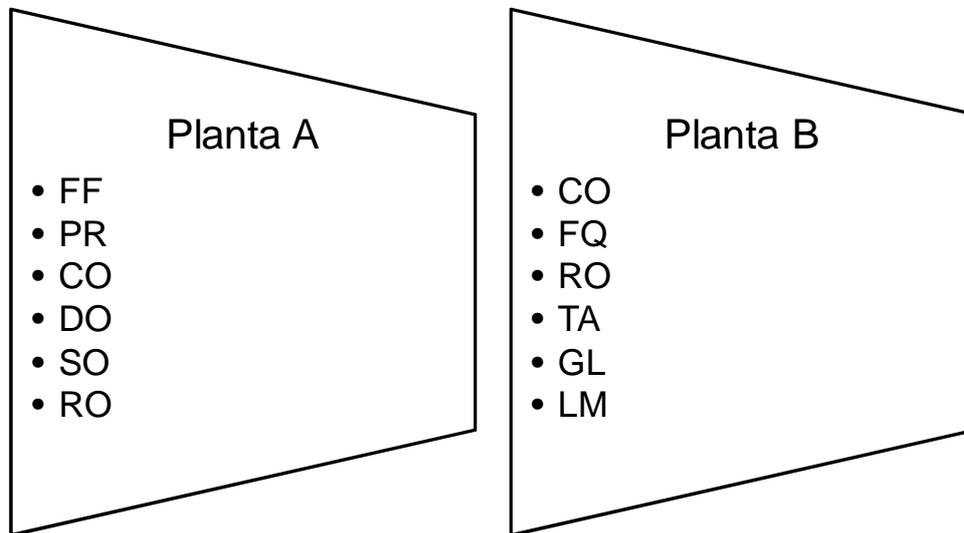


Figura 4-1 Plantas x Processos – Unidade I

A característica de layout para ambas as plantas é predominantemente funcional, onde as máquinas com funções similares são agrupadas. Isto se deve principalmente à grande variedade de itens a serem produzidos que possuem os mais diversos roteiros de produção e, para utilizar os mesmos recursos, não se utilizam células focalizadas a produtos. Os materiais são transportados de um recurso para outro, e entre plantas fabris, entrando nas filas de espera para serem processados ou transportados, desperdícios esses que interferem prejudicialmente no lead time produtivo.

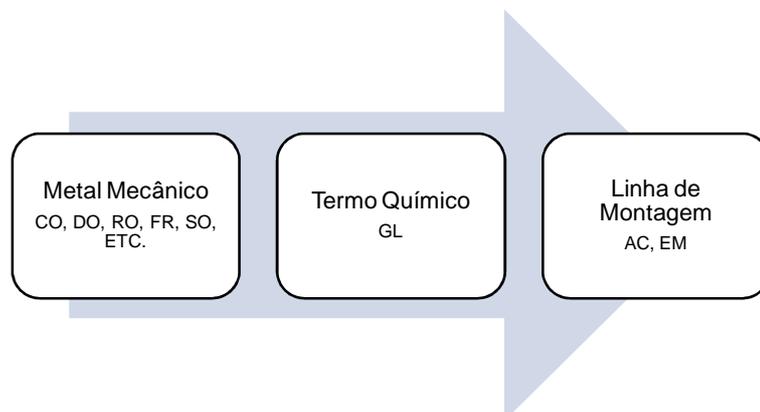


Figura 4-2 Seqüência de processos

Outro ponto que chama atenção com relação ao layout diz respeito ao processo GL realizado na planta “B”. Este é um processo pelo qual todos os produtos devem passar, sendo explorado no máximo de sua capacidade, e por isso funciona durante três turnos por dia, e em todos os dias da semana, enquanto os outros setores da Unidade I não necessitam operar em todos os turnos e nos finais de semana.

Uma decorrência desta limitação são as longas filas formadas antes do processo GL, principalmente nos últimos dias úteis da semana, quando as ordens emitidas pelo PCP de forma empurrada aos outros setores se acumulam na fila do processo. Por outro lado, no início da semana, após o processo GL ter operado durante o fim de semana, e o material não ter passado pelo processo de acabamento nas linhas de montagem, forma-se um estoque elevado entre os dois processos, dificultando também a identificação de prioridades de montagem pelo acúmulo excessivo de materiais, que levava tempo para diminuir com o funcionamento das linhas de montagem.

Nas linhas de montagem, os produtos recebem acabamento e acessórios. Ao final deste processo os produtos são embalados de acordo com sua especificação e seguem para o fechamento, onde são alocados nos *pallets* e liberados para expedição, finalizando o processo da Unidade I.

Apesar dos processos na Unidade I serem relativamente simples quando comparados à unidade de negócios II, os desperdícios de produção podiam ser encontrados facilmente no *gemba* tornando o processo moroso e ineficiente. Constantemente havia a necessidade de reprocessamento de lotes, os fluxos de materiais e informações eram confusos e desordenados, as prioridades não eram obedecidas, o lead time de produção alto em consequência das filas, transporte, inspeções, com muito material em processo, baixo índice de atendimento, elevadas filas de espera para atendimento ao cliente, horas extras, alto custo, baixa margem de lucro, etc. características marcantes de um sistema convencional de produção em lotes.

Realizada a breve contextualização do estado inicial da Unidade I, fica evidente

que o potencial de melhoria advindos da implantação da ME seria bem-vindo para a sobrevivência e crescimento do negócio. Na seqüência será detalhado como se deu a aplicação do método de implantação da ME proposto, e as mudanças para o sistema produtivo.

4.2 Etapa 1 - Nível Estratégico

O início da aplicação do método proposto se deu através do *Workshop* de sensibilização, conforme o primeiro passo desta etapa. Para isto foram realizados dois encontros reunindo membros da diretoria e gerência das três unidades de negócio da empresa e, durante estes encontros, um facilitador externo apresentou as origens, princípios, práticas, vantagens e casos práticos sobre a Manufatura Enxuta.

No decorrer do *Workshop* foram debatidos casos reais da empresa e potenciais pontos de melhorias, criando um clima favorável e motivador para início do processo de implantação, sanando dúvidas existentes e despertando as pessoas do nível estratégico para a cultura de eliminação de desperdício e melhoria contínua da Manufatura Enxuta.

Ao fim do *Workshop* foi formado o GIME (Grupo de Implantação da Manufatura Enxuta) de cada unidade de negócio, que ficaria responsável por aplicar a ferramenta de diagnóstico Benchmarking Enxuto (BME), a fim de investigar dentro de cada unidade os pontos fortes e fracos relacionados às quatro variáveis de pesquisa estudadas (Demanda, Produto, PCP e Chão de fábrica), referente ao segundo passo proposto no método.

Para a realização do diagnóstico, primeiramente foi apresentado aos GIME's a ferramenta de BME, detalhando-se as etapas do método, bem como sua dinâmica de aplicação. Foram também apresentadas as quatro variáveis de pesquisa e sua importância para o sucesso na implantação da ME, e os 37 indicadores de prática e *performance* que compõe o BME (apresentados no item 2.3.1.3), discutindo-se cada um deles para tornar claro o que seria medido, garantindo assim a fidelidade do resultado com a situação real de cada unidade de negócio. Isto feito foi aplicada

a ferramenta de acordo com o planejamento realizado em cada unidade, pontuando-se cada indicador e formulando-se os gráficos e análises resultantes, conforme o segundo passo da Etapa Estratégica.

Como resultado geral da aplicação do BME, a empresa apresentou melhores resultados na Unidade II, como ilustra a Figura 4.3. Esta unidade ficou situada entre os quadrantes I e II do gráfico de Práticas *versus* Performances com 60% de prática e 80% de *performance*. Em seguida, no quadrante II, veio a Unidade III com 54% de prática e 75% de *performance*. E, por fim, a Unidade I apresentou o pior resultado dentre as três unidades, abaixo da média do banco de dados no quadrante IV, referente a baixas práticas e *performances*, com 46% de prática e 53% de *performance*.

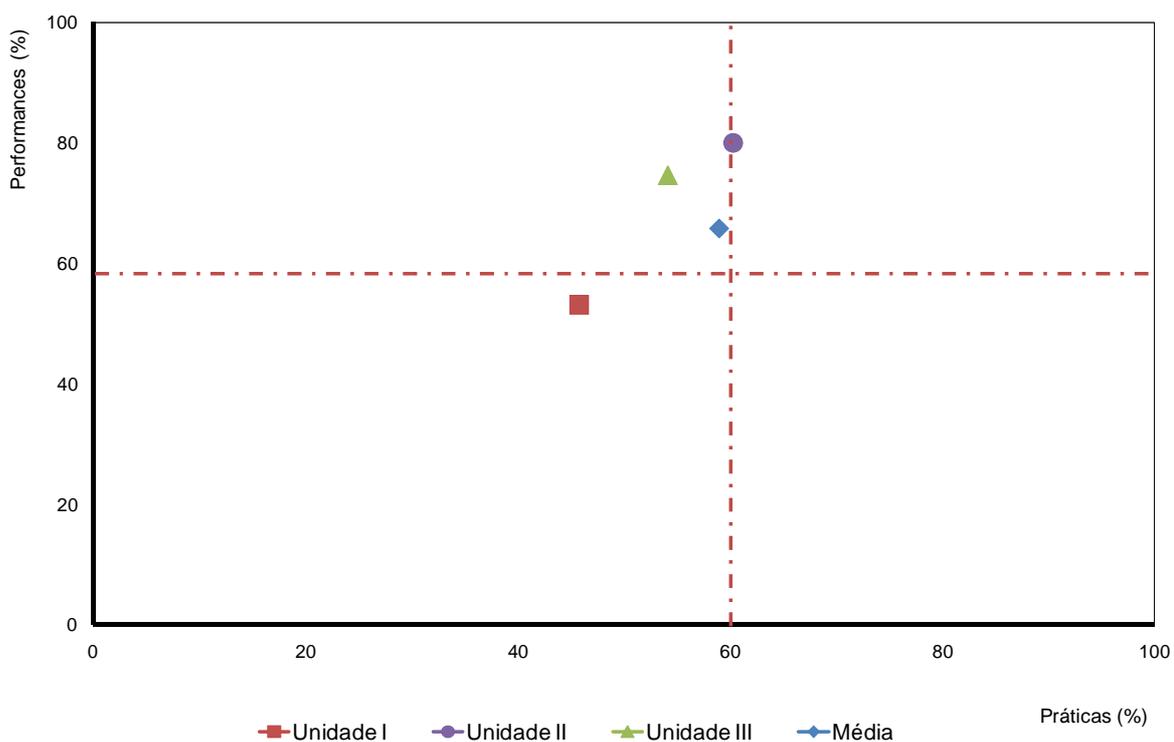


Figura 4-3 Gráfico de Práticas versus Performances

Conforme já citado anteriormente, como consequência do BME, o método completo teve como ponto de partida a Unidade I devido ao resultado mais modesto no BME apresentado por esta unidade de negócio. Através da comparação entre as seis empresas do segmento metal-mecânico do banco de dados do BME, a Unidade I também se manteve na retaguarda, o que levou a crer

que nesta unidade o potencial de melhoria com a implantação da Manufatura Enxuta seria não só maior, mas como necessário para a continuidade do negócio, como pode ser percebido na figura 4.4.

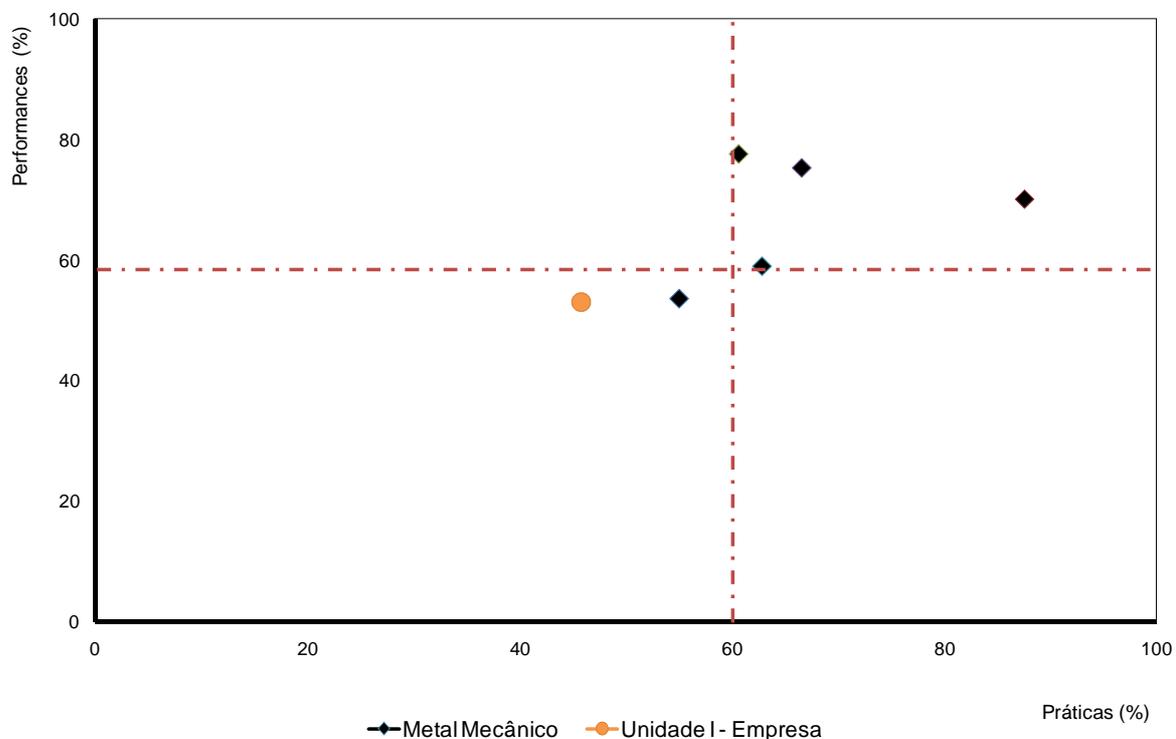


Figura 4-4 Gráfico de Práticas versus Performances – Segmento Metal-Mecânico

Estratificando um pouco mais as análises da Unidade I em práticas e *performances* das quatro variáveis de pesquisa, através do gráfico de radar, observa-se na Figura 4.5 que apenas a componente de prática de PCP (PR-PCP) esteve acima da marca de 60%, estabelecida como referencial, estando as outras sete no limite ou abaixo da marca. O pior resultado foi o observado na componente de práticas de Demanda (PR-DEM) com 33%. Isto demonstrou que a empresa não administrava de uma forma mais criteriosa suas vendas, trazendo conseqüências negativas para o planejamento e uso do sistema produtivo.

Quando a variável Demanda é decomposta em seus indicadores através do gráfico de barras ilustrado na Figura 4.6, observa-se que os indicadores DEM-01 (Modelo de Previsão de Demanda) e DEM-02 (Análise de Mercado) apresentam os piores resultados de práticas. Com isso pode-se confirmar a idéia de que a empresa adotava poucas políticas voltadas para o melhor conhecimento da

demanda. Isto se deve principalmente pela característica de mercado no qual este tipo de negócio está inserido, no qual as vendas estão voltadas, em grande parte, para contratos com clientes de grande porte, o que é evidenciado no indicador DEM-07 (Grau de Demanda Confirmada) com 100% de pontuação, característica de vendas sob pedido, onde se produz para atender a uma demanda já conhecida. Tal característica deixa a empresa muito vulnerável a negociações de vendas e também propensa a aceitar pedidos que possam trazer problemas para o sistema produtivo no que se refere a prazo, variedade, volume, e etc..

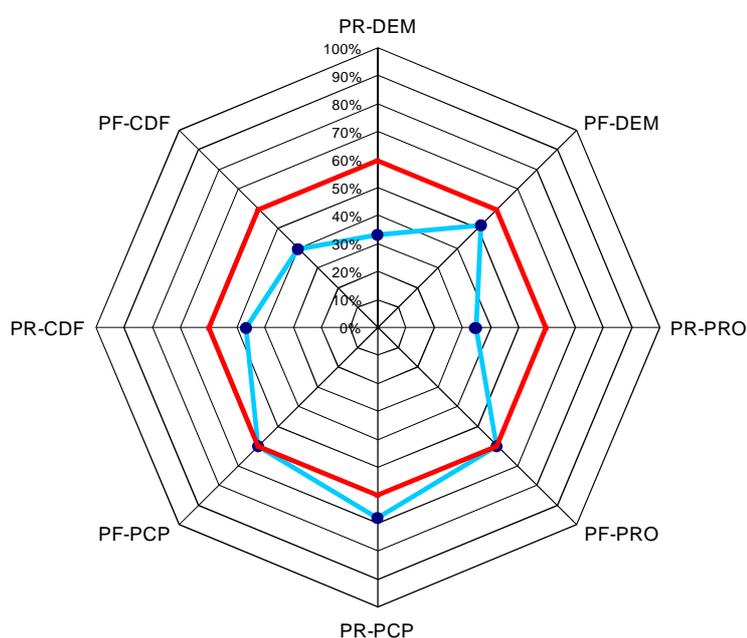


Figura 4-5 Gráfico Radar

Com base neste tipo de análise oriunda do BME, brevemente ilustrada, realizaram-se análises detalhadas das quatro variáveis de pesquisa e dos indicadores e, avaliou-se como positiva a viabilidade de implantação da ME na referida unidade, sendo um consenso no nível estratégico da empresa, referente ao passo três do método.

Através da aplicação do BME na empresa, observou-se um clima favorável para a implantação da ME, através da participação e envolvimento dos colaboradores de nível estratégico, que no decorrer da etapa puderam discutir e entender dificuldades do dia a dia e identificar os potenciais de melhoria evidenciados. Com base nestes, o grupo elaborou o Plano de Ação Estratégico, passo 4, definindo as

ações a serem tomadas, prioridades, responsabilidades, prazos, cronograma e etc. (Figura 4.7). Este serviu para nortear os trabalhos e manter o foco no que realmente deveria ser feito, alinhando as ações neste sentido.

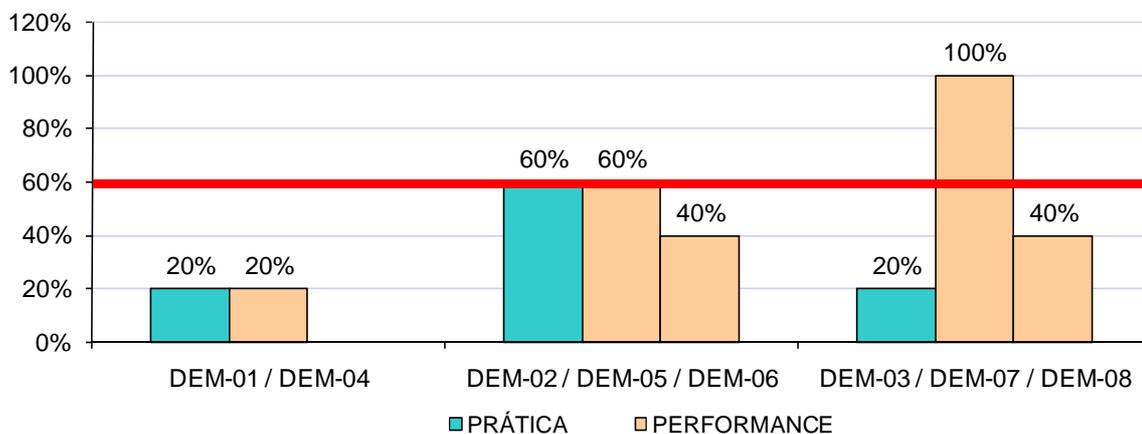


Figura 4-6 Gráfico de barras – variável Demanda

| Educar e Treinar | Acompanhar | CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|--|
| | | 2008 | | | | | | 2009 | | | | | | 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Empowerment | | jun | jul | ago | set | out | nov | dez | jan | fev | mar | abr | mai | jun | jul | ago | set | out | nov | dez | jan | fev | mar | abr | mai | jun | jul | ago | set | out | nov | dez | | | | | | | |
| Unidade I | 1 - Mapeamento do Fluxo de Valor | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | → Levantamento da Situação Atual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Discussão das melhorias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Proposta do Mapa Futuro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 - Formação do GEMBA | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 - Ações GEMBA/Inovações | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| | → Flexibilizar Sistema Produtivo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Implantar Fluxos Puxados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Balancear Linhas de Montagem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Ampliar Programa de Manutenção | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidade II | 1 - Mapeamento do Fluxo de Valor | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | → Levantamento da Situação Atual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Discussão das melhorias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Proposta do Mapa Futuro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 - Formação do GEMBA | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 - Ações GEMBA/Inovações | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | → Flexibilizar Sistema Produtivo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Implantar Fluxos Puxados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Balancear Linhas de Montagem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Ampliar Programa de Manutenção | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidade III | 1 - Mapeamento do Fluxo de Valor | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | → Levantamento da Situação Atual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Discussão das melhorias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | → Proposta do Mapa Futuro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 - Formação do GEMBA | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grupo | 4 - Desenvolver Previsão de Demanda | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | 5 - Desenvolver Parcerias com Clientes | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |

Figura 4-7 Plano de Ação Estratégico

As informações do Plano de Ação Estratégico servem como entradas para a etapa seguinte, referente ao nível tático. Na aplicação realizada partiu-se então para execução do plano estabelecido, que estava focado em ações mais específicas e que seriam priorizadas no processo de implantação da ME, e será detalhada no tópico seguinte.

O método proposto prevê ainda um quinto passo nesta etapa, que corresponde às fases de controlar e agir do ciclo PDCA, quando o Benchmarking Enxuto é

aplicado novamente. Através da nova pontuação dos indicadores, formulação dos gráficos, e realização de novas análises, avalia-se a evolução da empresa quanto à implantação da Manufatura Enxuta, e torna possível a formulação de um novo Plano de Ação Estratégico para corrigir desvios e/ou agir em outras prioridades.

Como a aplicação do método descrito neste trabalho ainda está em desenvolvimento, este último passo não foi ainda efetivado. Portanto, a aplicação do quinto passo da etapa de nível estratégico será viável apenas quando a empresa estiver mais evoluída na aplicação, permitindo evidenciar a real evolução no processo de implantação da ME no nível estratégico.

4.3 Etapa 2 - Nível Tático

A etapa de nível tático proposta no método tem por finalidade conectar as ações traçadas no nível estratégico para o nível operacional através dos gerentes, que já estão engajados no processo de implantação, e dos líderes dos setores, que iniciarão no processo conforme a prioridade das ações estabelecidas no Plano de Ação Estratégico. A ferramenta prática para isso é o Mapeamento do Fluxo de Valor, que visa identificar pontos potenciais de melhoria através de ferramentas da ME nos processos. O mapeamento pode ser aplicado em processos de produção, e trata do fluxo de materiais, ou processos administrativos, e foca o fluxo de informações.

Para ilustrar a aplicação desta etapa na unidade de negócios escolhida será utilizado o mapeamento para o processo de produção, que por sua vez irá gerar um Plano de Ação Tático que irá nortear ações do nível operacional, e será detalhada em seguida.

O primeiro passo nesta etapa é o de escolha da família de itens a ser mapeado. Este passo tem por finalidade a identificação dos itens que sejam mais representativos para a empresa, e os esforços de melhoria tenham resultados mais expressivos por consequência. Neste sentido, foi levantado o histórico de demanda dos doze últimos meses das famílias de itens do portfólio da empresa, tornando possível avaliar características específicas como volume, concentração,

sazonalidade e frequência de vendas.

Para a avaliação em questão utiliza-se a análise de Pareto, ou curva ABC, das famílias de produtos. O resultado obtido no estudo de caso revela uma concentração de vendas em algumas famílias específicas como pode ser observado na Figura 4.8.

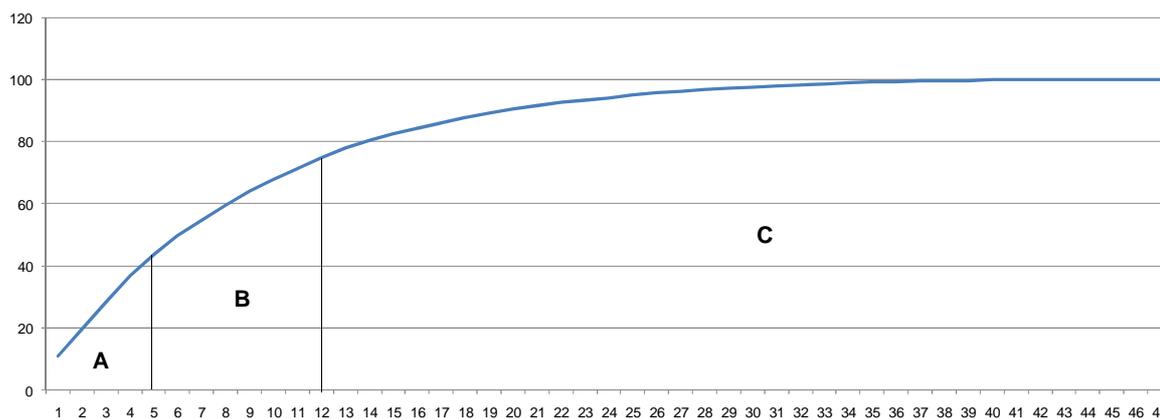


Figura 4-8 Curva ABC de famílias

A curva ABC das quarenta e sete famílias de produtos da unidade de negócios estudada mostrou que apenas cinco correspondiam a 44% da demanda em peso, estas cinco famílias foram classificadas como classe A. Outras sete famílias somadas às famílias classe A corresponderam a 75% do total vendido em peso nos últimos doze meses e foram classificadas como famílias classe B. As outras trinta e cinco famílias restantes representavam apenas 25% das vendas nos últimos doze meses analisados. Tal análise sugeriu que o trabalho de mapeamento fosse focado inicialmente apenas nas famílias classe A, potencializando assim os resultados das melhorias que seriam realizadas.

Definidas as famílias classe A, na continuação da aplicação do método, dentre elas foi escolhida uma das famílias para uma nova análise ABC. Tomou-se o histórico dos últimos doze meses dos itens pertencentes a esta família. O resultado observado foi semelhante ao obtido anteriormente, com uma grande concentração em determinados itens como mostra a Figura 4.9.

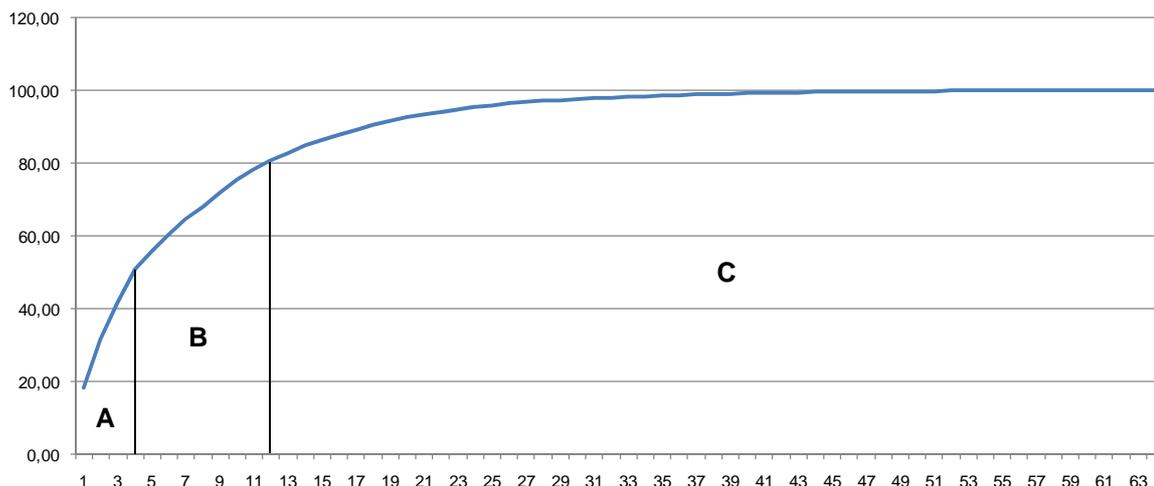


Figura 4-9 Curva ABC da família escolhida

Para os 65 itens da família escolhida, quatro itens foram classificados como A com 51% da demanda desta família, oito itens foram classificados como B com 30% da demanda, e os cinquenta e três itens restantes, que detinham apenas 19% das vendas de toda a família escolhida, foram considerados itens C. Portanto, para o MFV foi escolhido um dos quatro itens da classe A identificados dentro da família.

Identificado o item a ser mapeado, o segundo passo nesta etapa consistiu em elaborar o Mapa do Estado Atual, que corresponde a uma “foto” do processo de produção, no sentido de fornecer informações necessárias para avaliar os pontos potenciais de melhoria e ferramentas da ME a serem aplicadas.

O Mapeamento do Estado Atual foi realizado quando o item selecionado estava em produção e, com a participação dos líderes e operadores do chão de fábrica. Foram registrados no papel os fluxos de materiais e informações, bem como os dados necessários, como: tempos: de ciclo, setup e disponível para produção; recursos de máquinas e operadores; quantidades: de lote de produção, estoque entre processos, estoque de matéria prima, estoque de produto acabado; bem como indicadores importantes, como: prazo de entrega de produto acabado, eficiência produtiva, frequência de entrega de produto acabado e matéria prima, etc..

As informações coletadas no *gemba* foram então registradas no Microsoft Excel® e os gráficos de ritmo de produção e capacidade foram elaborados, a fim

de permitir uma análise mais detalhada da situação atual do processo. O Mapa do estado Atual resultante está ilustrado na Figura 4.10.

Com base no Mapa do Estado Atual e dos respectivos gráficos de ritmo e capacidade foram identificados os pontos potenciais de melhoria a serem trabalhados através das ferramentas específicas da Manufatura Enxuta, que foram registradas no mapa.

No decorrer deste segundo passo foram detectadas algumas dificuldades em virtude das características específicas da empresa. Uma delas diz respeito ao compartilhamento de recursos pelos diversos produtos produzidos. Estes processos não têm recursos dedicados, o que dificulta, por exemplo, a análise dos ritmos de produção, já que o tempo disponível é compartilhado por um mix muito variado de famílias de produtos e que é alternado constantemente. Outro ponto diz respeito ao tamanho dos lotes de produção e de transporte, que variavam muito de acordo com a programação empurrada para atender pedidos sob encomenda. Por isso, para realizar o Mapa do Estado Atual foram necessárias algumas simplificações, que tornaram possível sua elaboração e análises.

Identificados os pontos para melhoria e as ferramentas da ME necessárias, elaborou-se o Mapa do Estado Futuro, projetando-se uma nova forma de programação da produção e fluxo de materiais e informações, e uma projeção das melhorias advindas destas ações, correspondente ao terceiro passo desta etapa e ilustrado na Figura 4.11.

A principal mudança diz respeito à substituição da programação e produção empurrada desde o início do processo, pela produção puxada com a utilização do sistema Kanban. Com a aplicação do novo conceito, seriam formados supermercados antes das linhas de montagem de produtos acabados, de maneira que quando houvesse o pedido, o PCP emitisse a ordem de montagem, e as linhas abastecerem-se diretamente destes. Ao consumir o supermercado o cartão Kanban seria enviado para o início do processo, onde seria disposto no quadro Kanban, e de acordo com a prioridade de cores, seria produzido em ordem FIFO até o supermercado novamente.

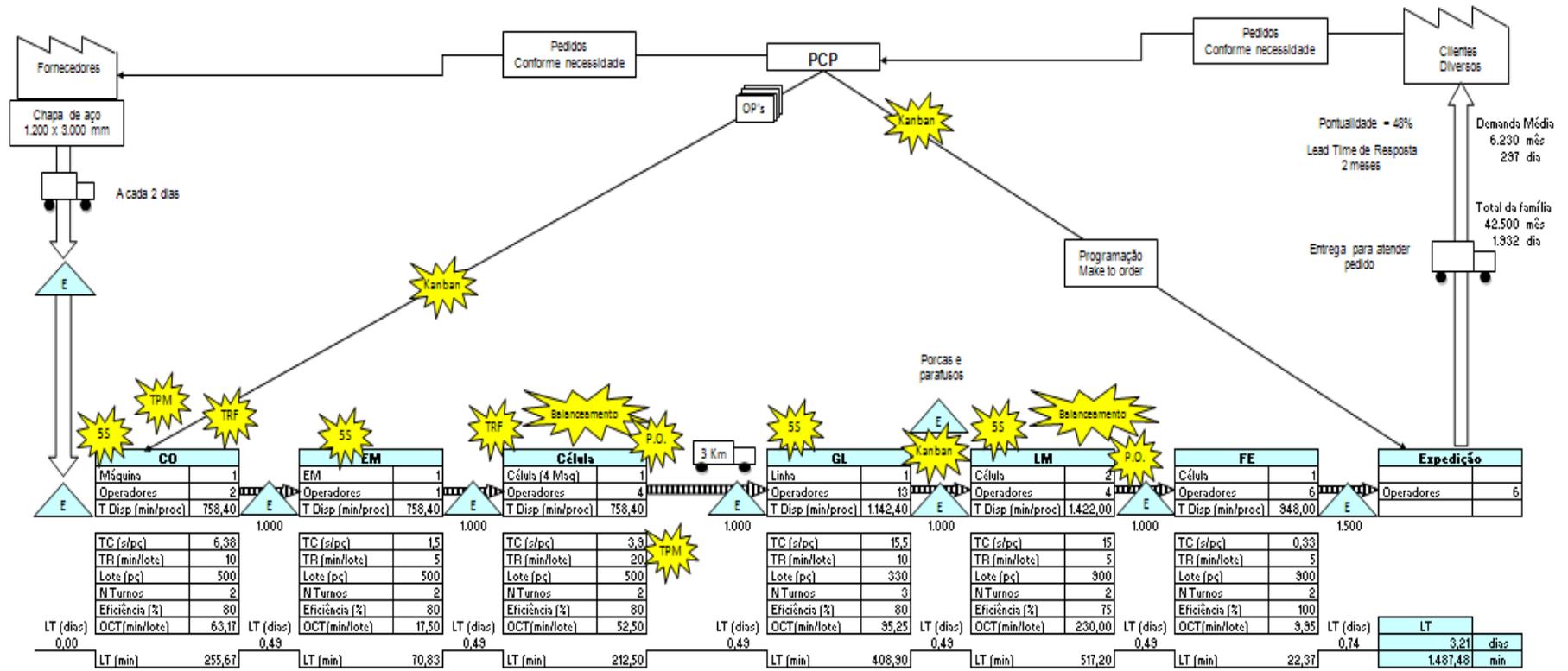


Figura 4-10 Mapa do Estado Atual

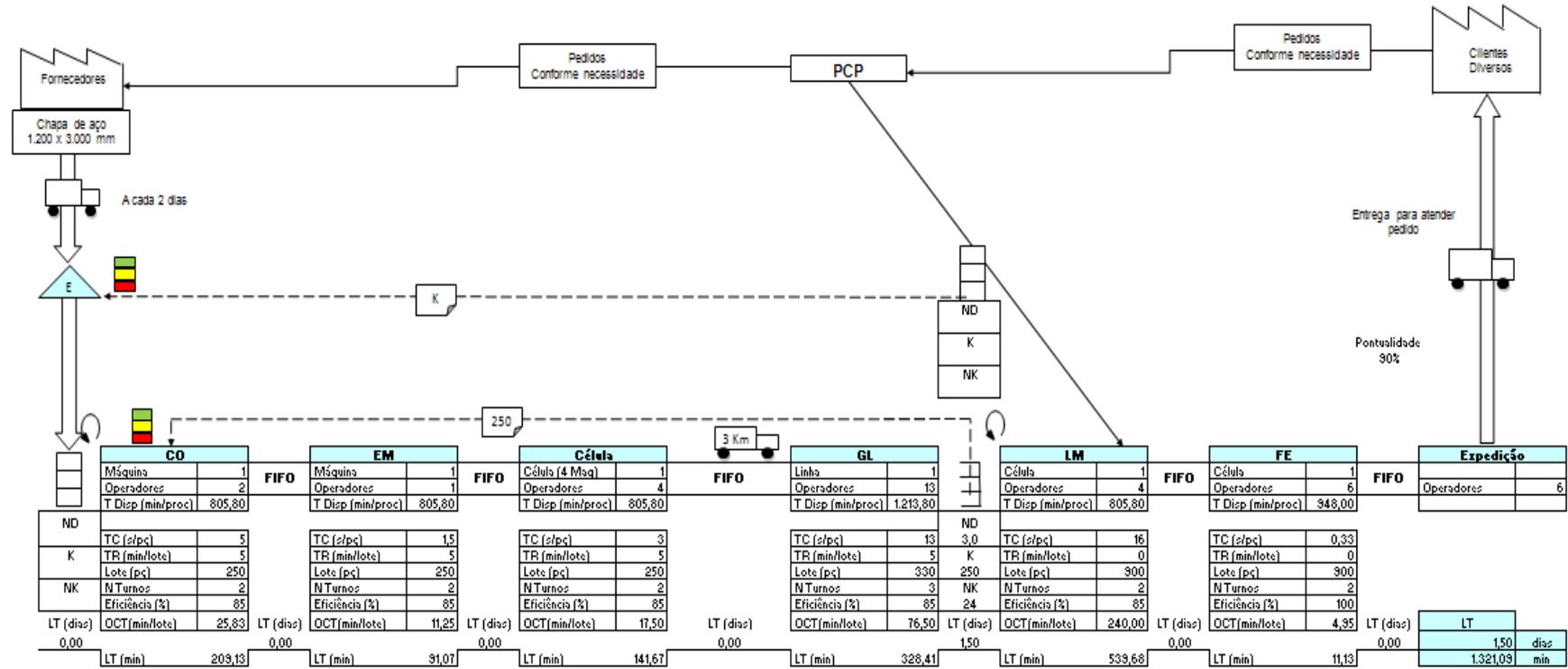


Figura 4-11 Mapa do Estado Futuro

Outro ponto potencial de melhoria dizia respeito ao balanceamento da célula de produção do item escolhido. Durante o mapeamento foi observado que havia constantes interrupções no fluxo, formando-se estoques entre os postos de trabalho. Às vezes observava-se também certa ociosidade de algum operador devido a algum desbalanceamento nos tempos dos postos de trabalho da célula. E, através de um trabalho de balanceamento buscando-se o fluxo contínuo, que será detalhado na Etapa Operacional, seria possível aumentar a produtividade da célula em questão.

Outros exemplos de pontos levantados como melhorias foram: aplicação de Kanban chão de acessórios, Troca Rápida de Ferramentas em alguns processos, padronização de operações e melhorias na linha de montagem, criação de filas FIFO entre os processos, redução de lotes, lotes padrão de produção e etc..

Concluído o Mapa do Estado Futuro os integrantes do GIME e a liderança elaboraram o Plano de Ação Tático, referente ao quarto passo do método, onde seriam definidas ações e suas prioridades, prazos, responsáveis e etc.

O quinto passo desta etapa de nível tático, assim como na etapa do nível estratégico, que seria a evolução dos indicadores de acompanhamento levantados a partir do MFV, ainda não pôde ser descrita neste estudo de caso. Visto que as ações de melhoria propostas no Plano de Ação Tático estavam sendo executadas no nível operacional, necessitando mais tempo e maturação para que os resultados pudessem aparecer efetivamente.

Realizados os passos do nível tático, passou-se para a etapa de nível operacional, quando as melhorias são efetivamente executadas na prática através das ações propostas no Plano de Ação Tático, envolvendo os colaboradores do chão de fábrica nos eventos de Gemba Kaizen. No item seguinte será apresentado um desses eventos, referente ao balanceamento da célula do produto escolhido.

4.4 Etapa 3 – Nível Operacional

As duas etapas anteriores do método proposto têm por finalidade identificar pontos potenciais de melhoria e planejar as ações que direcionem a empresa no caminho para a implantação da ME. Já a etapa de Nível Operacional é quando as mudanças são realizadas no *gemba* e quando os resultados começam a aparecer efetivamente.

No Plano de Ação Tático foi planejada uma série de ações a serem realizadas na etapa de nível operacional, ações essas chamadas de Kaizens. Para ilustrar a aplicação desta etapa será detalhado o Kaizen de balanceamento de uma célula, que visava eliminar desperdícios a fim de aumentar a produtividade através do fluxo contínuo. Cabe salientar que a empresa adotava o layout funcional, porém para a família escolhida havia uma célula de manufatura conforme detalhado no MFV na etapa de nível tático (Figuras 4.10 e 4.11).

O primeiro passo desta etapa diz respeito à abertura e o controle dos Kaizens a serem realizados, através do registro dos eventos e seus dados em uma planilha específica, pelo Facilitador Kaizen. A necessidade de Kaizens pode surgir de três formas: do Mapeamento do Fluxo de Valor, dos indicadores de controle do processo, e da própria sugestão dos colaboradores. No caso do Kaizen de balanceamento da célula, a necessidade surgiu a partir da aplicação do MFV, como ilustrado na etapa anterior.

Depois de registrado o Kaizen, o facilitador e o líder do Kaizen se reúnem para nivelar o conhecimento e as informações necessárias para o evento, atividade referente ao segundo passo do método: o Pré Kaizen. O facilitador introduziu ao líder os conceitos e teoria sobre o fluxo contínuo e balanceamento de célula, além de realizar filmagens e fotos do estado atual da célula, analisando tempos e movimentos.

Durante o Pré Kaizen observou-se também que a célula trabalhava com sua ocupação máxima, uma vez que havia programação para atender uma fila de pedidos para os dois meses seguintes, e um ganho de produtividade nesta célula

significaria um ganho expressivo, tornando possível adiantar pedidos e melhorar o faturamento.

No estudo de tempos atuais das filmagens realizadas, ilustrado nas Figuras 4.12 e 4.13, pôde-se avaliar que havia um desbalanceamento das atividades realizadas pelos operadores, sendo que o operador 1 era o gargalo, trabalhando em um ciclo de 32 segundos para produzir um lote e seis peças, o que representava 3 conjuntos de produtos acabados, já que cada produto acabado era composto por um conjunto de duas peças.

| Número | Operador | Oque | WIP | Lote | Recurso | Manual | Mecânico | T Unit | Lote 6 | Operador |
|--------|----------|------------------------------------------|-----|------|---------------------|--------|----------|--------|--------|----------|
| 1 | 1 | Pegar Barra | 500 | 6 | - | 5,0 | | 5,0 | 5,0 | 32,0 |
| 2 | | Furar/Carimbar/Cortar/Tirar ultima perna | | 6 | Prensa Excêntrica 1 | | 4,5 | 4,5 | 27,0 | |
| 3 | 2 | Pegar Perna | 1 | 1 | - | 2,0 | | 2,0 | 12,0 | 24,0 |
| 4 | | Alojar | | 1 | Prensa Excêntrica2 | | 2,0 | 2,0 | 12,0 | |
| 5 | 3 | Passar para próximo posto | 6 | 6 | - | 4,0 | | 4,0 | 4,0 | 28,0 |
| 6 | | Pergar perna | | 1 | - | 1,0 | | 1,0 | 6,0 | |
| 7 | | Dobrar | | 1 | Prensa de Fricção | | 3,0 | 3,0 | 18,0 | |
| 8 | 4 | Pegar perna | 20 | 1 | - | 3,0 | | 3,0 | 18,0 | 30,0 |
| 9 | | Furar | | 1 | Prensa Excêntrica3 | | 2,0 | 2,0 | 12,0 | |
| Totais | | | 527 | | | 15,0 | 11,5 | 26,5 | 114,0 | |

Figura 4-12 Estudo de tempos – estado atual

A atividade do operador 1 era de pegar uma barra, que levava 5 segundos, e cortá-la em seis peças, cada uma com um tempo médio de quatro segundos e meio. O ponto crítico deste operador era o tempo para pegar uma barra de ferro e voltar a cortá-la, interrompendo o abastecimento, e por conseqüência, o fluxo da célula.

O operador 2 realiza a atividade mais rápida da célula, que se resume em pegar uma peça e alojá-la na prensa excêntrica. Tal atividade leva quatro segundos por peça, ou seja, vinte e quatro segundos para um lote de seis peças, correspondente a uma barra de ferro cortada.

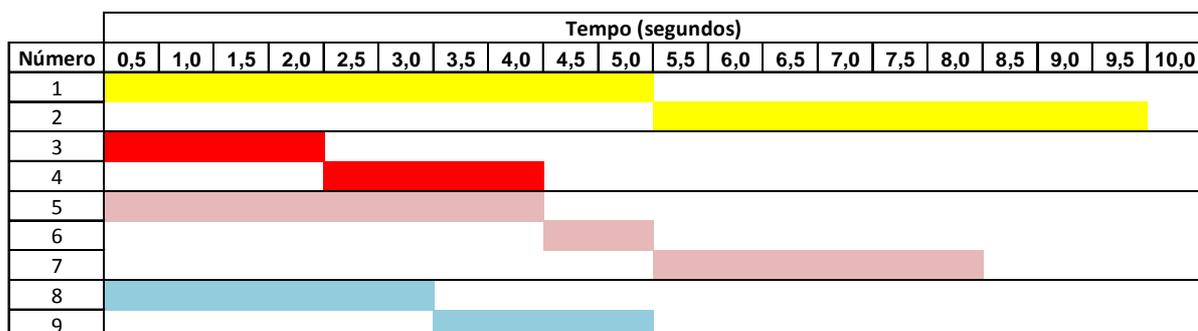


Figura 4-13 Gráfico de tempo de ciclo – estado atual

O terceiro operador levava quatro segundos para caminhar até o posto anterior para pegar um lote de seis peças e levá-lo até o seu posto de trabalho, o que interrompia o fluxo. Em seguida dobrava cada peça em uma prensa de fricção, levando três segundos e meio por peça, totalizando um ciclo de vinte e oito segundos para completar o lote de seis peças.

Já o operador 4 tinha a função de furar a peça em uma prensa excêntrica, levando três segundos para pegar cada peça, e dois segundos para furá-la, totalizando um ciclo de cinco segundos por peça, e trinta segundos para o lote de seis peças. O ponto crítico deste posto de trabalho observado na filmagem estava no acúmulo de peças na mesa onde o operador era abastecido, dificultando a retirada das peças, que ficavam enroscadas umas nas outras.

Analisadas as atividades e tempos de cada operador e identificados os pontos potenciais de melhoria durante o Pré Kaizen, foram formuladas duas alternativas iniciais para melhoria, que objetivavam reduzir e eliminar os desperdícios com atividades que não agregavam valor ao processo, e que seriam levadas para o evento Kaizen.

A primeira alternativa está ilustrada nas Figuras 4.14 e 4.15. A sugestão foi de melhorar o abastecimento da célula, encurtando a distância que o operador deveria percorrer para pegar a barra de ferro e levá-la até a prensa onde seria processada, reduzindo para dois segundos o tempo de abastecimento, e para vinte e nove o tempo de ciclo do lote de seis peças.

| Número | Operador | Oque | WIP | Lote | Recurso | Manual | Mecânico | T Unit | Lote 6 | Operador |
|--------|----------|------------------------------------------|-----|------|---------------------|--------|----------|--------|--------|----------|
| 1 | 1 | Pegar Barra | 500 | 6 | - | 2,0 | | 2,0 | 2,0 | 29,0 |
| 2 | | Furar/Carimbar/Cortar/Tirar ultima perna | | 6 | Prensa Excêntrica 1 | | 4,5 | 4,5 | 27,0 | |
| 3 | 2 | Pegar Perna | 1 | 1 | - | 2,0 | | 2,0 | 12,0 | 24,0 |
| 4 | | Alojar | | 1 | Prensa Excêntrica2 | | 2,0 | 2,0 | 12,0 | |
| 6 | 3 | Pergar perna | | 1 | - | 1,0 | | 1,0 | 6,0 | 24,0 |
| 7 | | Dobrar | | 1 | Prensa de Fricção | | 3,0 | 3,0 | 18,0 | |
| 8 | 4 | Pegar perna | 20 | 1 | - | 2,0 | | 2,0 | 12,0 | 24,0 |
| 9 | | Furar | | 1 | Prensa Excêntrica3 | | 2,0 | 2,0 | 12,0 | |
| Totais | | | | 21 | | 5,0 | 11,5 | 16,5 | 99,0 | |

Figura 4-14 Estudo de Tempos – Alternativa 1

A segunda melhoria sugerida foi reduzir as distâncias entre os postos de trabalho para evitar que o operador 3 tivesse que se deslocar para pegar o lote de seis peças, sendo o fluxo entre os postos de trabalho dentro da célula em lote

unitário de uma peça. Tal aproximação tornaria o fluxo mais contínuo e também evitaria acúmulo de material entre processos, facilitando o manuseio das peças.

| Número | Tempo (segundos) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 |
| 1 | Yellow | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Yellow | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Red | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Red | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pink | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Pink | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Blue | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Blue | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 4-15 Gráfico de tempo de ciclo – Alternativa 1

Com essas melhorias sugeridas na alternativa 1, os tempos dos operadores 2, 3 e 4 seriam equilibrados para um ciclo de vinte e quatro segundos por lote de seis peças. O gargalo continuaria sendo o primeiro posto de trabalho, porém reduzido para vinte e nove segundos por lote de seis peças.

A segunda alternativa de melhoria se trata da evolução da primeira sugestão apresentada, objetivando a retirada do gargalo do processo, referente às atividades do primeiro operador da célula, figuras 4.16 e 4.17. A idéia seria de manter o operador 1 fora da célula cortando as barras de ferro em lotes contra um supermercado. Dessa forma o operador 2 seria abastecido diretamente deste supermercado mantendo o ritmo equilibrado e o fluxo contínuo na célula.

| Número | Operador | Oque | WIP | Lote | Recurso | Manual | Mecânico | T Unit | Lote 6 | Operador |
|--------|----------|--------------|-----|------|--------------------|--------|----------|--------|--------|----------|
| 1 | 1 | Pegar Perna | 1 | 1 | - | 2,0 | | 2,0 | 12,0 | 24,0 |
| 2 | | Alojar | | 1 | Prensa Excêntrica2 | | 2,0 | 2,0 | 12,0 | |
| 3 | 2 | Pergar perna | | 1 | - | 1,0 | | 1,0 | 6,0 | 24,0 |
| 4 | | Dobrar | | 1 | Prensa de Fricção | | 3,0 | 3,0 | 18,0 | |
| 5 | 3 | Pegar perna | | 20 | - | 2,0 | | 2,0 | 12,0 | 24,0 |
| 6 | | Furar | | 1 | Prensa Excêntrica3 | | 2,0 | 2,0 | 12,0 | |
| Totais | | | | 21 | | 5,0 | 7,0 | 12,0 | 72,0 | |

| | | |
|-------------------------------|----------------|----------------|
| Tempo disponível | 75.600 | segundos/dia |
| Gargalo | 24,0 | segundos/perna |
| Eficiência | 90% | |
| Capacidade de Produção | 8.505 | braçadeira/dia |
| | 187.110 | braçadeira/mês |

Figura 4-16 Estudo de Tempos – Alternativa 2

A célula estaria balanceada produzindo em lote unitário a um ciclo de quatro segundos por peça, que corresponde a vinte e quatro segundos para seis peças, ou seja, oito segundos a menos que os trinta e dois segundos da situação encontrada antes do Kaizen.

| Número | Tempo (segundos) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 4-17 Gráfico de tempo de ciclo – Alternativa 2

A comparação entre os tempos de ciclo por operador da situação atual encontrada e os decorrentes das duas alternativas de melhoria propostas pode ser observada na figura 4.18. Nesta ilustração é possível perceber visualmente o maior equilíbrio entre os tempos de ciclo nas alternativas sugeridas.

A figura 4.19 representa a capacidade de produção das três situações apresentadas. Da forma como a célula estava operando sua capacidade de produção seria de 5.670 conjuntos de produtos por dia. Já com as melhorias sugeridas na alternativa 1 apresentada, a capacidade da célula aumentaria para 6.648 conjuntos por dia, um ganho de 17% em capacidade.

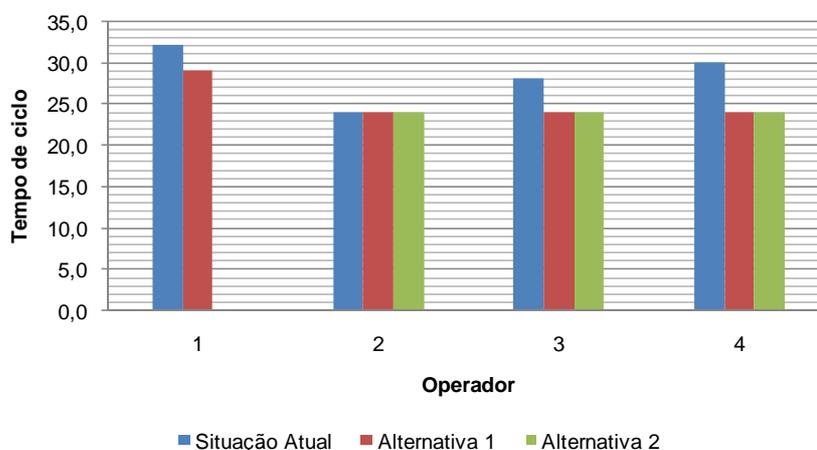


Figura 4-18 Tempos de ciclo por operador

Retirando-se o gargalo da célula o ganho seria ainda mais significativo, representando uma capacidade 50% maior do que a encontrada inicialmente, representando uma capacidade de produção de 8.505 conjuntos de produtos por dia.

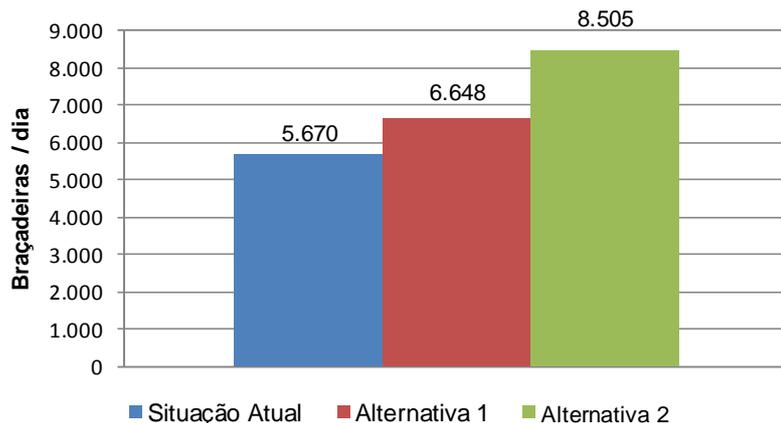


Figura 4-19 Capacidade diária de produção

As análises e alternativas de solução feitas pelo facilitador e líder foram discutidas no Pré Kaizen com o intuito de avaliar o potencial de ganho e sugerir melhorias iniciais para serem trabalhadas durante o evento Kaizen em conjunto com os colaboradores de nível operacional. Com certeza com a participação das pessoas envolvidas diretamente no processo outras questões e propostas surgiriam tornando as melhorias mais completas e viáveis de serem implantadas na prática.

Além da análise de tempos das operações, outras questões puderam ser evidenciadas através da filmagem no Pré Kaizen como, por exemplo, a variação do tamanho dos lotes de produção. Tal característica prejudicava o fluxo de produção, na medida em que havia inúmeros lotes que eram programados em pequenas quantidades para atender pedidos específicos, ou para reposição de peças que foram rejeitadas durante os processos seguintes. Isto prejudicava o fluxo de produção em virtude das constantes trocas e ajustes que deveriam ser feitos nas máquinas para a produção de pouquíssimas peças.

Após nivelar as informações e análises, o facilitador e o líder do Kaizen fizeram o planejamento do evento estipulando as datas e equipe participante. Para este evento decidiu-se trabalhar com todos os operadores da célula em questão, realizando o evento nos três turnos de produção. Foi estipulado como indicador de controle a produtividade da célula, que estava em 5.670 conjuntos/dia. A meta para o Kaizen foi aumentar a produtividade em 10%, o que significava produzir pelo

menos 6.240 conjuntos/dia.

Conforme planejado no Pré Kaizen, deu-se início ao quarto passo da Etapa Operacional, o Evento Kaizen. No evento, o facilitador apresentou primeiramente um *Workshop* sobre Manufatura Enxuta para que os colaboradores entendessem sua origem, princípios e objetivos. Em seguida o líder do Kaizen apresentou os objetivos do Kaizen e a meta a ser alcançada. Depois disso, o facilitador apresentou a teoria sobre balanceamento de célula e fluxo contínuo a ser aplicada, ilustrando e envolvendo os colaboradores com uma dinâmica prática sobre o assunto.

Juntamente com os colaboradores operacionais, a filmagem foi analisada novamente, levantando-se as dificuldades encontradas por eles no processo. Essa atividade foi de suma importância para o evento, pois os colaboradores puderam ver na prática os principais pontos a serem trabalhados e associar a teoria apresentada à realidade das atividades que desempenhavam.

O facilitador do Kaizen apresentou os pontos de melhoria e as alternativas de solução propostas no Pré Kaizen, e em conjunto com as três equipes do evento elaborou o Plano de Ação Operacional, referente ao quarto passo desta etapa. Neste plano foram listadas vinte e duas ações de melhoria e definidos os prazos e responsabilidades por cada uma das ações.

Como muitas das ações propostas envolviam a participação do setor de ferramentaria e alguns testes, o Evento Kaizen não pode ser concluído em uma semana como propõe o método, porém os prazos foram estabelecidos de acordo com a complexidade das ações e estas foram acompanhadas pelo facilitador e líder.

No entanto, as ações que poderiam ser adotadas no curto prazo foram implantadas e testadas, como, por exemplo, a aproximação dos postos de trabalho (figura 4.20) e o fluxo unitário (figura 4.21). Para isso as máquinas foram movidas e entre elas adaptadas mesas com altura adequada e formato que inviabilizasse o acúmulo de material, propiciando um fluxo mais contínuo entre os postos e maior

sincronismo entre os operadores.

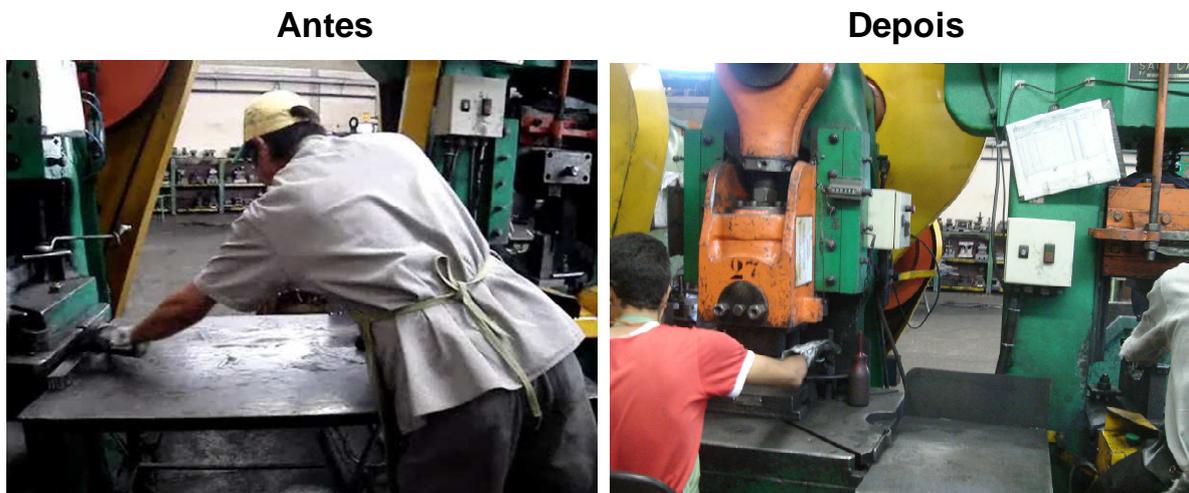


Figura 4-20 Aproximação dos postos de trabalho

Para atuar no problema crítico de variação dos tamanhos de lotes produção, foi definido o lote padrão de cada referência de braçadeira e adotado o sistema de produção puxada via Kanban, que já estava em andamento paralelamente em um Kaizen específico para implantação deste na Unidade I.



Figura 4-21 Fluxo Unitário

O abastecimento da célula foi melhorado reduzindo-se o tempo de pegar as barras de ferro. Também foi testada a utilização de outra máquina de corte para aumentar a velocidade no início do processo, e conseqüentemente manter a célula abastecida eliminando interrupções no fluxo, como ilustrado na figura 4.22.



Figura 4-22 Máquina de corte – Operador 1

Surgiram também muitas ações referentes à organização e padronização dos materiais utilizados pela célula, como: classificação e separação dos carimbos (Figura 4.23); padronização de calços, molas, parafusos em todas as máquinas; disponibilizar ferramentas e matrizes para setup (Figura 4.24); armários para guardar ferramentas; identificação de materiais, e etc..



Figura 4-23 Carimbos separados e classificados

Como melhorias no processo que levam mais tempo estão sendo estudadas: adaptações capazes de realizar duas operações de máquinas diferentes em apenas uma máquina, eliminando uma operação; matrizes de engate rápido e carimbo acoplado; matriz progressiva; entre outras.



Figura 4-24 Organização das matrizes

Apesar de nem todas as ações terem sido concluídas, com as ações efetivadas já foi possível perceber uma melhoria na produtividade da célula, indicador de controle do Kaizen apresentado. Com a redução dos desperdícios no processo e um fluxo mais contínuo, a produtividade da célula aumentou em 30%, superando a meta proposta que era de 10% de aumento.

Atingida a meta inicial proposta, o facilitador e o líder do Kaizen prepararam a apresentação do desenvolvimento do trabalho, e em conjunto com os colaboradores, fizeram a divulgação aos demais colaboradores do setor e aos convidados de outros setores e aos membros da diretoria. Tal apresentação se mostrou muito importante, pois os participantes do Kaizen obtiveram o reconhecimento pelo trabalho realizado servindo de exemplo para outros Kaizens, iniciando o processo de disseminação da cultura enxuta pela empresa.

O quinto passo, referente ao Pós Kaizen, quando o indicador de controle é acompanhado por noventa dias após a apresentação, tem a finalidade de verificar se as melhorias conseguidas durante o Kaizen foram incorporadas ao processo. No caso do Kaizen apresentado este passo não pode ser realizado em virtude de que não se passara tempo hábil desde o término do Kaizen relatado até a redação desta dissertação.

4.5 Conclusões do capítulo

O capítulo 4 teve como objetivo apresentar a aplicação prática do método de implantação da Manufatura Enxuta proposto no capítulo anterior. Ele foi estruturado conforme as etapas do método, e relata de forma simples e objetiva as ações realizadas. Procurou-se enfatizar a dinâmica de implantação, e não os problemas da empresa ou as ferramentas da ME especificamente.

Primeiramente a empresa na qual se deu a aplicação do método foi apresentada. Ela apresentava os três níveis organizacionais bem definidos e estruturados, o que veio a facilitar a implantação. Em seguida foram exploradas as características do sistema produtivo da Unidade I. Evidenciando-se os pontos críticos existentes e o potencial de melhorias que poderiam ser alcançados através da implantação da cultura enxuta.

Na seqüência iniciou-se explicação da aplicação do método propriamente dita com a etapa de nível estratégico. Foi trabalhada a componente de Aprendizado do método para nivelamento dos conhecimentos no nível de diretoria e gerência. Em seguida foi realizado o diagnóstico do sistema produtivo com a aplicação do Benchmarking Enxuto, que levantou pontos potenciais de melhoria e direcionou as ações através do Plano de Ação Estratégico. Nesta primeira etapa criou-se um clima motivador para a implantação da ME, fator fundamental para a continuidade da aplicação.

Em seguida, problemas mais específicos foram tratados na etapa de nível tático através da aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor para o produto escolhido. Nesta etapa foi possível identificar os desperdícios diretamente no fluxo do processo e as ferramentas e conceitos da ME a serem trabalhados no nível operacional. Durante a execução do mapa atual e futuro trabalhou-se de forma mais aprofundada nos conceitos e práticas da ME com os gerentes e líderes, e foi possível ver de perto os desperdícios existentes, o que incentivou ainda mais o grupo para na busca pela cultura enxuta.

A terceira, e última, etapa do método proposto, referente ao nível operacional, é

quando as melhorias são realizadas na prática através da participação direta dos colaboradores do chão de fábrica. Para ilustrar esta etapa foi apresentado o Gemba Kaizen de balanceamento de uma célula, na qual a produtividade foi melhorada eliminando-se desperdícios e criando-se um fluxo mais contínuo. Nesta etapa os conceitos específicos da ME são apresentados e aplicados em situações reais, e quando a cultura enxuta é disseminada por toda a empresa motivada pela participação ativa do pessoal de chão de fábrica.

Apesar do quinto passo das três etapas, referentes às fases de “Controlar” e “Agir” do ciclo PDCA, não terem sido efetivadas na prática devido ao estágio de aplicação do método, através da aplicação realizada, e brevemente relatada neste capítulo, é possível perceber a eficácia do método proposto, uma vez que direciona os esforços para implantação da Manufatura Enxuta e promove a participação das pessoas em todos os níveis da empresa, levando a crer que as melhorias deverão ser mantidas e propagadas por todos os setores e processos no sistema produtivo.

CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

As características de um mercado consumidor exigente, aliadas às incertezas econômicas que atuam no mundo atualmente obrigam as empresas a serem cada vez mais eficazes, a fim de satisfazer às necessidades de seus clientes da forma mais econômica possível. Neste sentido, a forma de gestão originada no setor automobilístico do Japão, o Sistema Toyota de Produção, baseada na redução dos desperdícios e na melhoria contínua, tem uma forte contribuição a dar neste momento para as empresas. Este sistema de gestão, hoje em dia denominado Manufatura Enxuta, já está consolidado e vem sendo adotado por empresas dos mais diversos setores no mundo todo.

Embora os conceitos e práticas já sejam muito conhecidos e divulgados através de publicações sobre o tema, existe uma lacuna na literatura sobre como implantar a Manufatura Enxuta nas empresas de uma forma sólida, envolvendo todas as pessoas, e considerando as tomadas de decisões de curto, médio e longo prazo.

No intuito de fornecer uma contribuição para explorar esta lacuna sobre o tema, esta pesquisa foi desenvolvida propondo um método estruturado com uma visão de longo (diretoria), médio (gerência) e curto (liderança e colaboradores operacionais) prazos para a implantação da ME de forma a facilitar o processo de implantação interligando as decisões nos diferentes níveis hierárquicos da organização, buscando evitar erros e retrocessos nesta implantação que levem a um clima desfavorável quanto à melhoria contínua. Este método foi aplicado em uma empresa de manufatura a fim de validar a sua eficácia. Este capítulo aborda as conclusões do trabalho realizado e propõe sugestões e possibilidades para trabalhos futuros.

5.1 Considerações finais e conclusões

Esta pesquisa foi totalmente desenvolvida e embasada nas publicações que tratam do tema Manufatura Enxuta. Com uma questão de pesquisa abrangente: *Como implantar com sucesso a manufatura enxuta em empresas de bens de*

consumo integrando as decisões nos três níveis organizacionais?”, e partindo-se do pressuposto de que “é possível desenvolver um método estruturado que suporte a implantação da manufatura enxuta em empresas de bens de consumo, integrando as decisões nos três níveis organizacionais”.

Para que o pressuposto assumido fosse concretizado na prática, o autor considerou que o método de implantação deve envolver a todos na organização, desde a diretoria, que deve entender e direcionar as ações e esforços no longo prazo, a gerência que deve fazer a conexão entre as diretrizes estratégicas e as ações operacionais no médio prazo, e os líderes e colaboradores de nível operacional, que são os verdadeiros conhecedores e executores do processo no curto prazo. Por isso levantou-se como objetivo geral deste trabalho: *“Desenvolver um método para a implantação da Manufatura Enxuta em empresas de bens de consumo que leve em conta os três níveis organizacionais: Estratégico, Tático e Operacional.”*

Para desenvolver o método em questão, a princípio buscou-se no capítulo de revisão bibliográfica estudar as origens da ME no Sistema Toyota de Produção, e detalhar seus principais conceitos e princípios, que têm como objetivos a redução dos desperdícios e melhoria contínua. Os sete principais desperdícios foram detalhados, e foi explicada a idéia de busca pela melhoria contínua, e sua atual forma de aplicação através dos métodos de Kaizens.

Em seguida foram estudadas na revisão bibliográfica as práticas e ferramentas da Manufatura Enxuta, no intuito de identificar as principais formas de atuar nos potenciais pontos de melhoria. Na montagem do método proposto considerou-se que estas práticas e ferramentas deveriam ser aplicadas não isoladamente, mas sim em conjunto, em uma seqüência determinada de acordo com as necessidades e deficiências de cada empresa, a ser identificada previamente no médio prazo. Também foram abordadas as principais ferramentas da qualidade para análise e solução de problemas, por serem estas ferramentas simples e poderosas para atingir as melhorias no processo.

A ferramenta para análise do valor no fluxo dos processos, o Mapeamento do

Fluxo de Valor (MFV), por ser utilizada como prática de médio prazo no método proposto foi abordada com destaque na revisão teórica. Esta ferramenta é um importante aliado na identificação dos desperdícios e dos pontos para a melhoria no processo, e torna possível a identificação das práticas da ME a serem implantadas. A priorização de aplicação das práticas no curto prazo é estabelecida de acordo com o plano de ação traçado no MFV, a fim de se chegar a um estado futuro mais enxuto.

Entendidas as origens, princípios e conceitos, e as práticas e ferramentas envolvidas na implantação da ME, partiu-se para a pesquisa na bibliografia existente sobre os métodos de apoio utilizados pelas empresas para incorporar esta cultura. No entanto não foram encontradas publicações que sugerissem uma forma estruturada e sistemática de apoio envolvendo todos os níveis organizacionais. Porém, foram levantadas ferramentas muito utilizadas com sucesso, que abordam apenas um, ou no máximo dois níveis organizacionais. Estes trabalhos foram então apresentados no referencial teórico e serviram de apoio para o desenvolvimento do método proposto nesta dissertação.

Existem poucos trabalhos que abordam a implantação da ME no nível estratégico das organizações. Talvez o motivo desta constatação seja a abordagem prática e simples voltada para o processo, que é intrínseca à cultura enxuta. No entanto o autor considera que tratar a ME em níveis estratégicos e de longo prazo é de sobremaneira importante para o sucesso de uma implantação consistente e duradoura, e deve ser a primeira medida no processo. Com o apoio e direcionamento da diretoria, os demais níveis organizacionais devem trabalhar mais motivados e engajados na implantação.

Como forma de tratar questões estratégicas, foi apresentada a ferramenta de Benchmarking Enxuto, que, além de levantar os pontos fortes e fracos da empresa nas questões fundamentais para a implantação da ME, facilitam o processo de geração de conhecimento e aprendizado, e promove a motivação das pessoas envolvidas no nível estratégico.

Para o nível tático, de médio prazo, foi identificada a ferramenta de

Mapeamento do Fluxo de Valor, e relatados trabalhos que abordam sua aplicação com sucesso, não somente nos processos de manufatura, mas também em processos de serviços e administrativos. Nesses trabalhos pode-se aferir o potencial da ferramenta de MFV para a identificação dos desperdícios e encaminhamento das ações de melhoria através da aplicação dos conceitos e práticas enxutas.

Por fim, no nível operacional, onde as melhorias de curto prazo são efetivadas na prática, identificaram-se duas formas principais de implantar as melhorias. Uma diz respeito aos CCQ's e a outra através dos métodos de Kaizens. Constatou-se que esta última tem sido adotada com maior sucesso, devido à sua agilidade e capacidade de motivação e envolvimento das pessoas de nível operacional. Foram também citados trabalhos que utilizaram os métodos Kaizen para processos de serviços e administrativos, além dos processos de manufatura.

Dessa maneira encerrou-se a pesquisa teórica, que devido à abrangência generalista do tema, não teve como objetivo esgotar cada um dos assuntos abordados, mas sim levantar, na teoria existente, subsídios e evidências consistentes para a formulação do método a ser proposto.

No capítulo três foi apresentado o método desenvolvido para implantação da ME. O método proposto aborda três aspectos principais: aprendizado, que se refere à transferência de conhecimento tácito e explícito sobre a ME; aplicação, que considera a aplicação dos conceitos, princípio e ferramentas da ME; e motivação, que leva em conta o envolvimento das pessoas e clima favorável pra a implantação.

O método foi dividido em três etapas, cada uma representando um dos níveis organizacionais. Cada etapa por sua vez foi dividida em cinco passos seqüenciais, que seguem a dinâmica do PDCA, a fim de garantir uma implantação sistemática e passível de ser planejada, executada, monitorada e corrigida. Os passos representam atividades que são detalhadas para facilitar o entendimento.

A divisão das etapas segundo os níveis organizacionais permitem uma

implantação *top-down* envolvendo a todos no processo. Primeiramente a diretoria e gerência, que são esclarecidas e motivadas sobre o assunto e, através da ferramenta de Benchmarking Enxuto, identificam seus pontos fortes e fracos direcionando as ações estratégicas de longo prazo.

Depois a gerência e liderança que fazem a conexão entre as diretrizes estratégicas e as ações operacionais no médio prazo. Como ferramenta de aplicação utiliza-se a ferramenta de MFV, que proporciona o olhar mais crítico dos processos priorizados na Etapa Estratégica, tornando possível identificar os desperdícios e as ferramentas da ME a serem utilizadas, e visualizar os resultados depois de sua aplicação. Nesta etapa trabalha-se o aprendizado e motivação dos colaboradores de nível estratégico, que vão conduzir as ações na próxima etapa.

Por fim, a etapa de nível operacional foi desenvolvida a fim de viabilizar as ações de curto prazo. Estas ações envolvem as pessoas do processo e estão direcionadas pelas decisões estratégicas e táticas, e, portanto atuam nos pontos prioritários e chave, proporcionando um resultado mais ágil e eficiente para toda a organização. Nesta etapa o aprendizado tem um papel fundamental, e através da ferramenta de Kaizen, capacita os colaboradores no próprio processo, através de trabalhos *on job*. Os resultados começam a aparecer efetivamente, e criam um ambiente motivador, não só em nível operacional, mas por toda a organização, e é quando a cultura enxuta “entra nas veias da empresa” e é disseminada.

Desenvolvido o método passou-se para a implantação do mesmo com o intuito de testá-lo na prática e avaliar a sua eficácia. Para isto foi escolhida uma empresa do ramo industrial de grande porte, com níveis organizacionais bem definidos, o que viabilizou a aplicação do método com a estrutura proposta. A diretoria industrial estava completamente favorável à implantação, o que foi um aspecto motivador na aplicação.

Iniciou-se a aplicação conforme os passos da Etapa Estratégica, trabalhando o aprendizado da diretoria e gerência. Em seguida foi formado o GIME e aplicado o BME. Através de sua aplicação ficou evidenciado o potencial para a implantação da ME viabilizando a continuidade do método. Foi então montado um Plano de

Ação Estratégico que norteou todo o trabalho.

Na etapa seguinte, de cunho tático, a ferramenta de MFV foi aplicada para um processo de manufatura em um item selecionado. Elaborou-se o Mapa do Estado Atual, identificando-se os desperdícios e pontos para melhoria e as ferramentas a serem implantadas. Com isso elaborou-se o Mapa do Estado Futuro e o Plano de Ação Tático que direcionou as ações de nível operacional.

Por último, foi relatada a etapa de nível operacional, através de um Kaizen aplicado para o balanceamento de uma célula de manufatura. Através do envolvimento dos colaboradores do chão de fábrica, conseguiu-se aumentar a produtividade em 30%, além de melhorar as tarefas dos operadores da célula.

Através da aplicação do método proposto pôde-se perceber a importância das componentes de aprendizado e motivação do método, iniciadas na fase estratégica e enfatizadas nos níveis tático e operacional. Ao fim da aplicação pôde ser constatada uma forte evolução das pessoas envolvidas no processo com relação ao entendimento dos conceitos, princípios e práticas da manufatura enxuta. Inicialmente com a teoria, depois com a investigação e por fim na aplicação, o que faz com que o conhecimento seja difundido e amadurecido a cada etapa, propiciando uma sólida curva de aprendizagem.

Tal amadurecimento propiciou, no estudo de caso, um clima muito favorável para a incorporação da cultura enxuta, pois à medida que o conhecimento era internalizado pelas pessoas envolvidas, cada uma tornou-se um agente de mudança, detectando os desperdícios do dia a dia e aplicando os conhecimentos adquiridos para a melhoria contínua.

As ferramentas utilizadas na aplicação do método, também foram determinantes para o bom resultado, pois se conseguiu identificar os pontos para melhoria, investigá-los de forma apropriada e realizar as intervenções necessárias no momento correto, e totalmente alinhadas com os objetivos da empresa.

Com a participação ativa no estudo de caso, o autor constata, através da aplicação realizada, que o método foi eficaz em seus objetivos. Com o apoio

irrestrito da direção, conseguiu-se fomentar o pensamento enxuto nas pessoas em todos os níveis organizacionais, traduzindo para a empresa em um clima de melhoria contínua e redução de desperdícios para todas as áreas.

Sobre a pesquisa realizada, o autor conclui que o trabalho teórico e prático desenvolvido nesta dissertação satisfaz aos objetivos gerais e específicos propostos, confirmando o pressuposto de que *é possível desenvolver um método estruturado que suporte a implantação da manufatura enxuta em empresas de bens de consumo, integrando as decisões nos três níveis organizacionais*, a fim de orientar as empresas de bem de consumo na implantação com sucesso da ME.

Como se trata de uma primeira abordagem sobre um método estruturado para a implantação da ME, e como o próprio princípio de melhoria contínua sugere, existem muitas contribuições que podem ser feitas para a pesquisa apresentada no intuito de agregar ao método. Algumas recomendações do autor estão explicitadas a seguir.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros a partir desta pesquisa, sugere-se:

- Como delimitação do trabalho foi apontada a aplicação do método proposto em apenas uma empresa de bens de consumo. Para testar o método propõe-se como trabalho futuro a aplicação do método em outras empresas com características de processo, cultura e realidades diferentes da empresa apresentada, a fim de testar a sua eficácia em outros ambientes.
- Outra delimitação relatada diz respeito ao estágio de implantação do método na empresa, quando não foi possível monitorar os indicadores no quinto passo para as três etapas, devido ao tempo limitado até a elaboração deste trabalho. Como sugestão propõe-se a realização de um trabalho para avaliar a implantação do método como um todo, até ser possível avaliar, em todos os níveis, a evolução dos resultados através

dos indicadores levantados em cada etapa.

- O método sugerido foi aplicado somente para processos de manufatura. Portanto, como sugestão para pesquisa, o autor sugere que o método seja adaptado e aplicado também para processos administrativos, relativos às variáveis de pesquisa da ferramenta BME como desenvolvimento de novos produtos e gestão da demanda, a fim de testar e validar sua eficácia.
- Uma importante contribuição para a continuidade desta linha de pesquisa seria o levantamento de indicadores específicos para serem monitorados nas etapas de nível tático e operacional, desdobrados a partir dos indicadores estratégicos adotados no BME.
- Para tornar o método sugerido neste trabalho mais completo, sugere-se um aprofundamento no aspecto de motivação proposto, bem como um detalhamento das ações de aprendizado necessárias para que a Manufatura Enxuta seja bem entendida e incorporada pelas pessoas de todos os níveis da organização.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Gilberto J. P. O. **Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da Manufatura Enxuta na indústria têxtil**. 2007. 158f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ANTUNES JÚNIOR, J. V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero**. 1998. 407f. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998. 288p.

BOGDAN, R., BIKLEN, S. **Qualitative research for education: an introduction to theories and methods**. Boston: Allyn & Bacon, 2003.

BRIALES, Julio A. **Melhoria Contínua Através do Kaizen: Estudo de Caso DaimlerChrysler do Brasil**. 2005. 156f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niteroi, 2005.

CALADO, Robisom D.; RUGGIERO, Sérgio; COOMPER, Robert. **Mapeamento da cadeia de valor na transformação de chapas**. 2004. Biblioteca Luis Ángel Arango. Disponível em: < <http://www.lablaa.org/> >. Acesso em: 12 fevereiro de 2008.

CAMP, R. **Benchmarking: o caminho da qualidade total**. 3.ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. **Supply chain management: more than a new name for logistics**. International Journal of Logistics Management, v. 8, n. 1, p. 1-13, 1997.

CORREIA, Luís Cláudio C.; RIBAS, Wladimyr J.; GHINATO, Paulo. **Uma proposta para disseminação dos dispositivos poka-yoke através dos CCQs**. In: Encontro Nacional em Engenharia de Produção, 21., Salvador, 2001. Anais do XXI ENEGEP, Salvador, 2001.

COSTA, Daniel. **Aplicação do Kaizen na Logística: As pessoas como fator de sucesso no desenvolvimento da empresa.** Revista Técnica IPEP, São Paulo, SP, v. 7, n. 1, p. 45-54, jan./jun. 2007.

COUTINHO, Maria C. **Dialética da exclusão/inclusão em uma organização industrial.** RAE-eletrônica, v. 5, n. 1, Art. 7, jan./jun. 2006.

CAMPOS, Fernando A. L. **Uma investigação sobre a solução de problemas a partir da experiência do CCQ: análise da teoria e da prática.** 2004. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

DAL FORNO, Ana Julia. **Aplicação e análise das ferramentas Benchmarking Enxuto e Mapeamento do Fluxo de Valor: estudo de caso em três empresas catarinenses.** 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

DIAS, G. P. P. **Proposta de processo de previsão de vendas para bens de consumo.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 19., Rio de Janeiro, 1999. Anais do XIX ENEGEP – CD-ROM, Rio de Janeiro, 1999.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção – mais do que simplesmente Just-in-time – Autonomia e Zero Defeitos.** Caxias do Sul: EducS, 1996. 177 p.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 2. Ed., São Paulo: Atlas, 1999.

GIRARDI, Thaís Rohling. **Proposta de um método para introdução do sistema puxado de produção em um ambiente com grande variedade de produtos.** 2006. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2006.

GOMES, M. de L. B. **Um modelo de nivelamento da produção à demanda para a indústria de confecção do vestuário segundo os novos paradigmas da melhoria dos fluxos de processos.** 2002. 300f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

HILL, T. **Manufacturing strategy: text and cases.** 2ª ed., Irwin, Boston, MA, 1994.

HANASHIRO, Airton. **Proposta de modelo de gestão do conhecimento no piso de fábrica: estudo de caso de Kaizen em empresa do setor automotivo.** 2005. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

HARMON, R. & PETERSON, L.D. **Reinventando a Fábrica - Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados a Indústria.** Rio de Janeiro: Editora

Campus, 1991.

HAY, E.J. **Just in Time: Um exame dos novos conceitos de produção.** São Paulo: Maltese, 1992.

HOFFMAN, Kurt and KAPLINSKY, Raphael. **Driving Force: The Global Reestruturing of Technology, Labour and Investment in the Automobile and Components Industries.** Westview: Boulder, 1988.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen: estratégia e técnicas do Kaizen no piso de fábrica.** São Paulo: Instituto IMAM, 1996.

ISHIKAWA, Kaoru. **TQC-Total Quality Control – Estratégia e Administração da Qualidade.** São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

JAPAN HUMAN RELATIONS ASSOCIATION. **O livro das idéias: o moderno sistema japonês de melhorias e envolvimento total dos funcionários.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

JUNGEND, Daniel; SILVA, Sérgio L.; MENDES, Glauco H. S. **O método kaizen como forma de aprimoramento do desempenho empresarial: a sistemática adotada em uma multinacional do setor de autopeças.** In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13., Bauru, 2006. Anais do XIII SIMPEP, Bauru, 2006.

LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. **Supply chain management: implementation issues and research opportunities.** The International Journal of Logistics Management, Vol. 9 No. 2, pp. 1-19, 1998.

LAMBERT, D. M.; EMMELHAINZ, M. A.; GARDNER, J. T. **Developing and Implementing Supply Chain Partnerships.** The International Journal of Logistics Management. v. 9, n. 2, p. 1-17, 1996.

LEITE, Gildo C. **Administração da Produção: A Evolução com a Ferramenta de Melhoria Contínua no Brasil e Japão.** Revista Técnica IPEP, São Paulo, SP, v. 7, n. 1, p. 25-31, jan./jun. 2007

LEITE, Madalena Osório, et al. **Aplicação do sistema Kanban no transporte de materiais na construção civil.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24., Florianópolis, 2004. Anais do XXIV ENEGEP, Florianópolis, 2004. p. 1-12.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O modelo Toyota: manual de aplicação.** Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIKER, J. O Modelo Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUBBEN, Richard T. **Just-In-Time : uma estratégia avançada de produção.** 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

LUMUS, R. R.; VOKURKA, R. J.; ALBER, K. L. **Strategic supply chain planning.** Production and Inventory Management Journal, v. 39, p. 49-58, 1998.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

MALLMANN, D. O. **As relações de suprimento analisadas de acordo com a Teoria dos Jogos**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 19., João Pessoa, 1995. Anais do IXX EnANPAD, João Pessoa, 1995. p. 83-95.

MCMANUS, H. **Product Development Value Stream Analysis and Mapping Manual – PDVSM**. Cambridge: Lean Aerospace Initiative, 2003.

MENTZER, J. T.; COX Jr., J. E. **Familiarity, application, and performance of sales forecasting techniques**. Journal of Forecasting, v. 3, n. 1, p. 27-37, jan. 1997.

MERLI, G. **Co-makership: The new supply strategy for manufactures**. Cambridge: Productivity Press, 1991.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.

MOREIRA, Matheus P.; FERNANDES, Flávio C. F. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso**. In: Encontro Nacional em Engenharia de Produção, 21., Salvador, 2001. Anais do XXI ENEGEP, Salvador, 2001.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban : a simplicidade do controle da produção**. 3. ed. São Paulo: IMAM, 1994. 355p.

NETO, Joaquim A. S.; BARROS, José G. M. **O Kaizen nas atividades de um provedor de serviços logísticos: estudo de caso em uma montadora de automóveis**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 14., Bauru, 2007. Anais do XIV SIMPEP, Bauru, 2007.

NOGUEIRA, Maria G., et al. **Mapeamento de fluxo de valor para implementação da Produção Enxuta em serviços: o caso de uma oficina mecânica**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006. Anais do XXVI ENEGEP, Fortaleza, 2006.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. **Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box- Jenkins para a previsão de demanda sazonal**. Revista Produto & Produção, v. 4, número especial, p. 72-85, abr. 2000.

PIATKOWSKI M.. **Training Recommendations for Implementing Lean**. Brookline MA, Lean Interprise Institute, 2004.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos (Supply Chain Management) – conceitos, estratégias e casos**. São Paulo: Atlas, 2004. 310p.

PIZZOL, Wilson A.; MAESTRELLI, Nelson C. **Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24., Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de novembro de 2004. Anais do XXIV ENEGEP, Florianópolis, 2004.

ROLDAN, Frederico; MIYAKE, Dario I. **Mudanças de forecast na indústria automobilística: iniciativas para a estruturação dos processos de tomada de decisão e processamento da informação.** GESTÃO & PRODUÇÃO, v.11, n.3, p.413-427, set.-dez. 2004

ROMÃO, Frederico L. **A globalização e seus reflexos sobre os trabalhadores “estáveis”: petroleiros da Fafen/Petrobrás.** Sociologias, Porto Alegre, ano 3, nº 6, jul/dez 2001, p. 200-220.

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

RUSSOMANO, Victor H. **PCP, planejamento e controle da produção.** 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Pioneira, c1995. 320p.

SEIBEL, Silene. **Um modelo de benchmarking baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira.** 2004. 217f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

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

_____. **O Sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** 2. ed Porto Alegre: Bookman, 1996. 291p.

_____. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System.** Cambridge: Productivity Press, 1983.

SILVA, Glauco G. M. P., et al. **Benchmarking Enxuto: uma análise das aplicações do método de diagnóstico da manufatura enxuta.** In: Simpósio de Engenharia de Produção, 15., Bauru, 2008a. Anais do XV SIMPEP, Bauru, 2008a.

SILVA, Glauco G. M. P., et al. **Manufatura enxuta, gemba kaizen e TRF: uma aplicação prática no setor têxtil.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008b. Anais do XVIII ENEGEP, Rio de Janeiro, 2008b.

SILVA, Glauco G. M. P., et al. **Lean Office: um exemplo de aplicação através do método de gemba kaizen.** In: Simpósio de Engenharia de Produção, 15., Bauru, 2008c. Anais do XV SIMPEP, Bauru, 2008c.

SILVA, Edson Z. **Autonomação e a eliminação das perdas: a base de uma estratégia de produção para assegurar uma posição competitiva na indústria.**

2002, 191f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SLACK, N.; CHAMBLERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2ªed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997. 726p.

SOUSA, Maria Q. L., CAMPOS, Ana Célia C. F., RAMOS, Rubens E. B. **Trabalho em equipe: a base da qualidade nas organizações**. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. 24., Porto Alegre, 2001. Anais do XXIV COBENGE, Porto Alegre: ABENGE, 2001.

THE LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, INC. **Léxico Lean**. Lean Insitute Brasil. Copyright, 2003.

TOMPKINS, J. A., et al. **Facilities planning**, 2ª ed., New York: John Wiley, 1996.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1995.

TUBINO, Dalvio F., et al. **Benchmarking Enxuto: Um método de auxílio à implantação da manufatura enxuta**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008. Anais do XVIII ENEGEP, Rio de Janeiro, 2008.

TUBINO, Dalvio F. **Sistemas de produção: a produtividade no chão-de-fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

_____. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

VIEIRA, Carla A., FORCELLINI, Fernando A. **Mapeamento do fluxo de valor na fase de planejamento do processo de desenvolvimento de produtos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 27., Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007. Anais do XVII ENEGEP, Foz do Iguaçu, 2007.

VOSS, C.; HANSON, P. **Benchmarking best practice in European manufacturing sites**. Business Process Re-engineering & Management Journal. v. 1, n. 1, pp 60 – 74, 1995.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 6. ed Rio de Janeiro: Campus, 2004. 408p.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. 4ª ed., Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347p.