

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

RONALDO KOWALCZUK DE MACEDO

**PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA MEDIR O GRAU DE
EXECUÇÃO DAS PRÁTICAS ENXUTAS EM UMA EMPRESA
QUE NÃO POSSUI UM SISTEMA ENXUTO ESTRUTURADO:
UM ESTUDO DE CASO**

São Leopoldo - RS

2010

RONALDO KOWALCZUK DE MACEDO

**PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA MEDIR O GRAU DE
EXECUÇÃO DAS PRÁTICAS ENXUTAS EM UMA EMPRESA
QUE NÃO POSSUI UM SISTEMA ENXUTO ESTRUTURADO:
UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador – Prof.^a MIRIAM BORCHARDT, Dr.^a

Co-Orientador – Prof. MIGUEL AFONSO SELLITTO, Dr.

São Leopoldo - RS

2010

Dedico este trabalho aos meus maiores tesouros, minha esposa Rosaura e às minhas filhas Carolina e Luiza.

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer...

A Deus pela oportunidade da vida;

À Rosaura, pelo prazer de conviver com ela que sempre me apoiou, compreendeu e me estimulou nestes últimos anos na minha busca por crescimento;

À Luiza por compreender minha ausência nos ensaios e apresentações do grupo de patinação e à Carol pelos muitos artigos que traduzimos juntos;

Aos meus pais, que sempre acreditaram que a educação é o maior bem que se pode oferecer a um filho;

Ao Professor Miguel Afonso Sellitto, que me acolheu e me fez enxergar no Mestrado uma oportunidade ímpar de evolução pessoal e de conhecimento;

À Professora Miriam Borchardt, minha orientadora, sempre dedicada, crítica e muito colaborativa para o sucesso deste trabalho;

Ao Diretor e demais Profissionais da empresa pesquisada que disponibilizaram o seu tempo e experiência para contribuir com este trabalho;

Aos Professores do PPGEPS da Unisinos, pela grande colaboração e importantes ensinamentos que permitiram o meu crescimento;

Em especial aos colegas Telmo, Secundino, Guilherme, Ronaldo, Dinho, Dani, Oswaldo, Fabiano, Jeferson e Cristiano por partilharem as suas experiências e seus trabalhos comigo;

Aos demais Colegas do Mestrado que compartilharam momentos de alegria, preocupação e ajuda mútua no decorrer do curso;

Aos Funcionários do Programa de Mestrado da Unisinos pela paciência, colaboração e apoio durante o curso.

*“Ou escreves algo que valha a pena ler, ou fazes algo
acerca do qual valha à pena escrever”*

Benjamim Franklin

RESUMO

Devido à crescente mudança econômica ocorrida nos últimos anos, as empresas mundiais passaram a conviver com um mercado globalizado de intensa e acirrada competição. Muitas delas acreditavam que uma forma de buscar a vantagem competitiva seria suficiente somente com a introdução de algumas iniciativas que trouxessem aumento de produtividade e qualidade. Alguns progressos aconteceram, levando as empresas apenas a um estágio de sobrevivência, mas nem sempre ao crescimento desejado. Muitos gestores, na expectativa de resolverem seus problemas de competitividade, tentaram aderir a novas formas de gestão de maneira impulsiva, muitas vezes sem planejamento e conhecimento da realidade das suas próprias empresas. Contudo, a utilização de práticas enxutas oriundas do Sistema Toyota de Produção (STP) se apresenta como solução alternativa capaz de proporcionar maior competitividade para as organizações. Dentro deste contexto geral, a presente dissertação objetiva a proposição de um método para medir o grau de execução das práticas enxutas tomando como base de estudo uma empresa metal-mecânica que não possui nenhum sistema enxuto formalmente estruturado. O método proposto conta com a participação dos gestores da empresa pesquisada e está alicerçado na análise crítica de dados coletados da aplicação de um questionário. Os resultados obtidos revelaram que a empresa, apesar de não adotar o STP como sistema de gestão, aplica informalmente oito das quatorze práticas enxutas pesquisadas na literatura. Por fim a análise dos resultados revelou lacunas existentes quanto à aplicação das práticas enxutas e oportunizou a apresentação de sugestões para a adequação da empresa às mesmas.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção. Práticas Enxutas. Métodos de Avaliação. Estratégia e Competitividade.

ABSTRACT

Due to the increasing in economic change that has occurred in recent years, worldwide companies have to live with an intense and bitter global market competition. Many of them believed that one way of searching of competitive advantage would be sufficient only with the introduction of some initiatives that would bring productivity and quality growth. Some progress happened, leading companies only to a stage of survival, but not always the desired growth. Many managers, hoping to solve their problems of competitiveness, tried to join the new management in an impulsive way, often without planning and knowledge of the reality of their own companies. However, the use of lean practices derived from the Toyota Production System (TPS) is presented as an alternative capable of providing greater competitiveness for organizations. Within this general context, this thesis aims to propose a method to measure the degree of fulfillment of lean practices based on the study of a metal-mechanic company that doesn't have formally structured lean system. The proposed method relies on the participation of managers of the company studied and is grounded in critical analysis of data collected of the application of questionnaire. The results revealed that, even though the company doesn't follow the TPS as a management system, it implements informally, eight of the fourteen lean practices surveyed in the literature. Finally, the results showed gaps in the application of lean practices and allows for suggestions for the adequacy of the company to them.

Keywords: Toyota Production System. Lean Practices. Assessment Methods. Strategy and Competitiveness.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Etapas do MFV [Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999)]	26
FIGURA 2 – Exemplo do mapa do estado atual [Fonte: Rother e Shook (1999)].....	26
FIGURA 3 – Processos e Operações [Fonte: Shingo (1996b)].....	31
FIGURA 4 – Pilares do STP [Fonte: Ohno adaptado por Ghinato (2000)]	38
FIGURA 5 – Custo real da manutenção corretiva [Fonte: Adaptado de Chand e Shirvani (2000)]	53
FIGURA 6 – Relação entre níveis estratégicos [Fonte: Autor com base em Paiva, Carvalho e Fensterseifer (2004) e Slack <i>et al.</i> (1997)]	57
FIGURA 7 – Arquitetura do nível superior do LEM [Fonte: Adaptado de Durán e Batocchio (2003)]	64
FIGURA 8 – Estrutura dos elementos que compõe o Prêmio Shingo [Fonte: Autor com base em Shingo Prize (2009)].....	66
FIGURA 9 – Conceitualização da Produção Enxuta [Fonte: Adaptado de Karlsson e Ahlstrom (1996)]	67
FIGURA 10 – Avaliação dos indicadores do princípio da Melhoria Contínua [Fonte: Adaptado de Karlsson e Ahlstrom (1996)].....	68
FIGURA 11 – Estrutura do método conforme os seis princípios enxutos [Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001)]	69
FIGURA 12 – Princípio eliminação de atividades que não agregam valor e seus indicadores [Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001)]	69
FIGURA 13 – Os princípios enxutos relacionados às três abordagens da manufatura enxuta [Fonte: Adaptado de Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)]	70
FIGURA 14 – Elementos principais da norma SAE J4000 e seus componentes [Fonte: Adaptado de SAE J4000 (1999)].....	72
FIGURA 15 – Elementos e os respectivos pesos atribuídos pela norma [Fonte: Autor com base em SAE J4000 (1999)]	73
FIGURA 16 – Escala para medir o nível de implementação dos componentes de cada elemento [Fonte: Autor com base em SAE J4001 (1999)]	73

FIGURA 17 – Características dos métodos de avaliação [Fonte: Adaptado de Nogueira e Saurin (2006)].....	74
FIGURA 18 – Etapas da método proposto [Fonte: Autor].....	79
FIGURA 19 – Principais linhas de produtos [Fonte: Catálogo da empresa].....	81
FIGURA 20 – Macro fluxo de desenvolvimento de produtos novos [Fonte: Empresa analisada].....	83
FIGURA 21 – Etapas do processo de produção [Fonte: Empresa analisada]	84
FIGURA 22 – Etapas do processo de Compras [Fonte: Empresa analisada].....	85
FIGURA 23 – Efeitos do ciclo de vida do produto na organização [Fonte: Adaptado de Slack <i>et al.</i> (1997)]	90
FIGURA 24 – Grau de aplicação das práticas enxutas [Fonte: Autor]	110
FIGURA 25 – Média dos desvios-padrão [Fonte: Autor]	111

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Nota atribuída para cada grau de aplicação [Fonte: Autor]	96
TABELA 2 – Características dos Gestores [Fonte: Empresa analisada].....	99
TABELA 3 – Resultado numérico do questionário [Fonte: Empresa analisada].....	101
TABELA 4 – Percentual de aplicação resultante da prática “Operações Padronizadas” [Fonte: Autor]	104
TABELA 5 – Percentual de aplicação resultante da prática “Troca Rápida de Ferramentas” [Fonte: Autor].....	105
TABELA 6 – Percentual de aplicação resultante da prática “Controle de Qualidade Zero Defeitos” [Fonte: Autor].....	106
TABELA 7 – Percentual de aplicação resultante da prática “Desenvolvimento de Produto Enxuto” [Fonte: Autor].....	106
TABELA 8 – Percentual de aplicação resultante da prática “Manutenção Produtiva Total” [Fonte: Autor].....	107
TABELA 9 – Percentual de aplicação resultante da prática “Gestão Visual” [Fonte: Autor]	108
TABELA 10 – Percentual de aplicação resultante da prática “Melhoria Contínua” [Fonte: Autor]	109
TABELA 11 – Percentual de aplicação resultante da prática “Integração com Fornecedores” [Fonte: Autor].....	110

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Comparativo dos princípios de sustentação das teorias [Fonte: Adaptado de Leis (2002)]	28
QUADRO 2 – Práticas enxutas e seus elementos viabilizadores [Fonte: Autor com base nos autores citados]	55
QUADRO 3 – Relação entre objetivos de desempenho e fatores competitivos [Fonte: Autor com base nos autores citados]	60
QUADRO 4 – Matriz de relacionamento de práticas de produção e objetivos de desempenho [Fonte: Adaptado de Machado e Heineck (2001)]	61
QUADRO 5 - Situações relevantes de diferentes estratégias de pesquisa [Fonte: Adaptado de Yin (2001)]	77
QUADRO 6 – Resultado referente à questão 1 [Fonte: Autor].....	87
QUADRO 7 – Resultado referente à questão 2 [Fonte: Autor].....	88
QUADRO 8 – Resultado referente à questão 3 [Fonte: Autor].....	88
QUADRO 9 – Resultado referente à questão 4 [Fonte: Autor].....	89
QUADRO 10 – Resultado referente à questão 5 [Fonte: Autor].....	89
QUADRO 11 – Análise das práticas utilizadas pela empresa segundo a base conceitual [Fonte: Autor].....	92
QUADRO 12 – Questões formuladas a partir dos elementos viabilizadores das práticas [Fonte: Autor].....	93
QUADRO 13 – Fragmento do formato do questionário [Fonte: Autor]	96
QUADRO 14 – Questões reformuladas após o teste do <i>Alfa de Crombach</i> [Fonte: Autor]	98

LISTA DE SIGLAS

APG's – Atividades de Pequenos Grupos
CAD – *Computer Aided Design*
CQZD – Controle da Qualidade Zero Defeito
IMVP – *International Motor Vehicle Program*
JIPE – *Japan Institute of Plant Maintenance*
JIT – *Just-in-Time*
LEM – *Lean Enterprise Model*
ME – Mentalidade Enxuta
MFP – Mecanismo da Função Produção
MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor
MIT – *Massachusetts Institute of Technology*
PCP – Planejamento e Controle da Produção
PDCA – *Plan, Do, Check, Action*
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
SAE – *Society of Automotive Engineers*
SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade
STP – Sistema Toyota de Produção
TPM – *Total Productive Maintenance*
TRF – Troca Rápida de Ferramentas

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	15
1.1 - CONTEXTO HISTÓRICO	15
1.2 - TEMA	18
1.3 - JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA PARA A ACADEMIA E PARA A INDÚSTRIA	19
1.4 - OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	20
1.5 - DELIMITAÇÃO	21
1.6 - ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2 - REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1- OS PRINCÍPIOS DA MENTALIDADE ENXUTA.....	23
2.2- O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)	28
2.2.1 - Princípios básicos de construção do STP	30
2.2.2 - Os Pilares do STP.....	38
2.2.3 - As Práticas Enxutas	45
2.2.3.1 - Troca Rápida de Ferramentas.....	45
2.2.3.2 - Flexibilização da mão-de-obra	47
2.2.3.3 - Integração com Fornecedores.....	49
2.2.3.4 - Desenvolvimento de Produto Enxuto.....	50
2.2.3.5 - Gestão Visual	51
2.2.3.6 - Manutenção Produtiva Total (TPM)	52
2.2.3.7 - Síntese das Práticas Apresentadas.....	55
2.3 - ESTRATÉGIA E COMPETITIVIDADE	56
2.4 - RELAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIA DE MANUFATURA E PRÁTICAS ENXUTAS	60
2.5 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS ENXUTAS	63
2.5.1 - Lean Enterprise Model - LEM.....	63
2.5.2 - Prêmio Shingo - Shingo Prize (2009).....	65
2.5.3 - Método de Karlsson e Ahlstrom	67
2.5.4 - Método de Sánchez e Pérez	68
2.5.5 - Método de Fernandes, Godinho Filho e Dias.....	70

2.5.6 - Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999)	71
2.5.7 - Síntese dos Métodos Apresentados	74
3 - PESQUISA DE CAMPO	76
3.1 - MÉTODO DE PESQUISA	76
3.2 - DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	78
3.3 - O OBJETO DE ESTUDO	79
3.3.1 - A Empresa Pesquisada	79
3.3.2 - Sistema de Gestão da Qualidade.....	81
3.3.3 - Características do Sistema de Produção	83
3.3.4 - Suprimentos	84
3.4 - O ESTUDO DE CASO	85
3.4.1 - Identificação da Estratégia	85
3.4.2 - Análise dos Resultados.....	87
3.4.3 - Elaboração do Questionário.....	91
3.4.4 - Validação do Questionário	97
3.4.5 - Aplicação do Questionário	99
4 - RESULTADO DA PESQUISA	100
4.1 - RESULTADOS OBTIDOS.....	100
4.2 - ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	104
4.2.1 - Operações Padronizadas.....	104
4.2.2 - Troca Rápida de Ferramentas	105
4.2.3 - Controle de Qualidade Zero Defeitos	105
4.2.4 - Desenvolvimento de Produto Enxuto	106
4.2.5 - Manutenção Produtiva Total	107
4.2.6 - Gestão Visual	107
4.2.7 - Melhoria Contínua	108
4.2.8 - Integração com Fornecedores	109
4.2.9 - Síntese dos Resultados	110
4.3 - IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA ADEQUAÇÃO	112
4.3.1 - Operações Padronizadas.....	113
4.3.2 - Troca Rápida de Ferramentas	113
4.3.3 - Controle de Qualidade Zero Defeitos	114

4.3.4 - Desenvolvimento de Produto Enxuto	115
4.3.5 - Manutenção Produtiva Total	115
4.3.6 - Gestão Visual	116
4.3.7 - Melhoria Contínua	116
4.3.8 - Integração com Fornecedores	117
4.3.9 - Autonomia	117
4.3.10 - Balanceamento da Produção	117
4.3.11 - Flexibilização da mão-de-obra	118
4.3.12 - Produção Puxada	118
4.3.13 - Nivelamento da Produção.....	119
4.3.14 - Fluxo de Valor	119
5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	120
5.1 - CONCLUSÕES.....	120
5.2 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
APÊNDICE A - ENTREVISTA ESTRUTURADA.....	129
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO.....	131
APÊNDICE C - QUESTÕES NÃO APLICÁVEIS.....	134

1 - INTRODUÇÃO

1.1 – CONTEXTO HISTÓRICO

Muitas mudanças ocorreram a partir das primeiras décadas pós-revolução industrial na gestão e organização dos sistemas produtivos das empresas mundiais. Experiências históricas, principalmente vindas da evolução da indústria automobilística, demonstraram que em um contexto econômico capitalista, novas formas de organização do trabalho dentro da manufatura foram surgindo.

Até o final do século XIX, a indústria automobilística ainda vivia da produção artesanal, caracterizada como a força de trabalho que se baseava na habilidade de artesãos que montavam cuidadosamente à mão um número pequeno de carros. A vantagem deste sistema de produção se caracterizava pela qualificação da força de trabalho e do atendimento customizado ao cliente. A inovação tecnológica ocorrida na época trouxe o aumento de produtividade a partir do surgimento da mecanização da produção, que aliada a um mercado pouco explorado, forçou a substituição da produção artesanal pela produção em massa (WOMACK, JONES e ROSS, 1992).

A partir da segunda década do século XX, a lógica da produção modificou-se com a linha de produção de Henry Ford que foi a responsável por um significativo aumento de produtividade e redução de custo. Foi um momento importante para as empresas que emergiam, pois a padronização dos produtos garantia uma posição confortável no mercado onde a oferta era menor que a procura. A produção em massa se caracterizava pela mão de obra pouco qualificada, altos lotes e pouca variedade de produtos (WOMACK, JONES e ROSS, 1992).

Os gestores industriais com suporte da teoria científica preocupavam-se somente com a eficiência das operações e redução de custos do sistema de produção, período que Antunes Jr. (1998a) denominou de o Paradigma da Melhoria nas Operações.

Alfred Sloan Jr., nomeado presidente da empresa General Motors em 1919, logo percebeu os dois problemas críticos que a GM teria de solucionar se quisesse ter sucesso na produção em massa e substituir Ford como líder no ramo: a administração profissional dos enormes empreendimentos necessários e tornados possíveis com as novas técnicas de

produção, e o aperfeiçoamento dos produtos de Ford, para servir, nas palavras de Sloan – “a todos os bolsos e propósitos” (WOMACK, JONES e ROSS, 1992).

De acordo com Sloan, houve um incidente entre 1924 e 1926 que mudou a indústria automotiva norte-americana. O mercado de classe mais alta, que existia desde 1908, foi transformado em um mercado maior que demandava carros para o público em geral. Em outras palavras, enquanto o objetivo de Ford era o de prover um modo barato de transporte, o novo mercado exigia um carro constantemente aperfeiçoado para todos (OHNO, 1997).

De modo a satisfazer o mercado mais amplo que a General Motors desejava atender, Sloan desenvolveu uma faixa de cinco modelos de produtos, em ordem crescente de preço, do Chevrolet ao Cadillac, dando conta – assim pensava Sloan – de compradores potenciais de todas as rendas, por toda a vida (WOMACK, JONES e ROSS, 1992). Dado este fato, a oferta começou a superar a procura e a concorrência se tornou o motivo pelo qual a padronização ficou cada vez menor. Com a necessidade da introdução de novos modelos de maneira rápida no mercado, a produção que era em linhas rígidas teve de se adequar e passar a trabalhar buscando flexibilidade. Além do lançamento de novos produtos, os antigos também passavam por modificações para se adequarem às exigências do mercado. Paralelamente às exigências de novos modelos e produtos melhores o consumidor podia também escolher por preços menores ofertados. A competição forçava as empresas a produzirem com menor custo, e para isto precisavam reduzir suas ineficiências.

Vivendo neste cenário, após a II Grande Guerra, a Toyota retomou os seus planos de tornar-se uma grande montadora de veículos concebendo e implantando um novo sistema de produção conhecido até hoje como Sistema Toyota de Produção (STP).

Segundo Antunes Jr. (1998a), o ano de 1945 foi marco de uma revolução gradual no Japão que começou a ser percebida em todo o mundo industrializado.

Para Ohno (1997), o desenvolvimento do Sistema Toyota decorreu, em função das particularidades históricas do Japão, da necessidade de um sistema capaz de produzir séries pequenas de muitos produtos diferenciados.

A *Toyota Motor Company* tentou por vários anos, sem sucesso, reproduzir a organização e os resultados obtidos nas linhas de produção da Ford, até que em 1956 o então engenheiro-chefe da Toyota, Taiichi Ohno, percebeu em sua primeira visita às fábricas da Ford, que a produção em massa precisava de ajustes e melhorias de forma a ser aplicada em um mercado discreto e de demanda variada de produtos, como era o caso do mercado japonês. Ohno notou que os trabalhadores eram subutilizados, as tarefas eram repetitivas além de não agregar valor, existia uma forte divisão (projeto e execução) do trabalho, a qualidade era

negligenciada ao longo do processo de fabricação e existiam grandes estoques intermediários (GHINATO, 2000).

Os gerentes japoneses, acostumados à inflação e às altas taxas de crescimento, se viram confrontados com crescimento zero e forçados a lidar com decréscimos de produção. Foi durante esta emergência econômica que eles notaram, pela primeira vez, os bons resultados que a Toyota estava conseguindo com sua implacável perseguição à eliminação do desperdício (OHNO, 1997).

Taiichi Ohno expressa com clareza o seu ponto de vista sobre o momento vivido pela Toyota:

Os valores sociais mudaram. Agora não podemos vender nossos produtos a não ser que nos coloquemos dentro dos corações de nossos consumidores, cada um dos quais tem conceitos e gostos diferentes. Hoje, o mundo industrial foi forçado a dominar de verdade o sistema de produção múltiplo, em pequenas quantidades (OHNO, 1997, pág. 10).

Dentro dessa nova ótica, o Sistema Toyota rompe com a lógica Taylorista/Fordista e da produção em massa, surgindo um novo período, que Antunes Jr. (1998a) denominou de o Paradigma da Melhoria nos Processos.

O marco do reconhecimento mundial do sistema japonês ocorreu em 1973 na primeira crise do petróleo que afetou a economia mundial profundamente.

O STP é um sistema de gerenciamento da produção cujo objetivo é o aumento do lucro como resultado da redução dos custos. Este objetivo, por sua vez, só pode ser alcançado com a identificação e eliminação das perdas, isto é, atividades que não agregam valor ao produto (GHINATO, 1999).

Mais recentemente, o sistema de gerenciamento da Toyota tem sido referenciado como “Sistema de Produção Enxuta”. A produção “enxuta” (do original em inglês, “*lean*”) é, na verdade, um termo cunhado no final dos anos 80 pelos pesquisadores do IMVP (*International Motor Vehicle Program*), um programa de pesquisas ligado ao MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança. Na verdade, produção enxuta é um termo genérico para definir o STP (GHINATO, 2000).

Os conceitos básicos da Produção Enxuta deram origem às diretrizes gerais do Pensamento Enxuto ou Mentalidade Enxuta. A Mentalidade Enxuta é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência de ações que criam valor, realizar atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e de modo cada vez mais eficaz. É uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de se oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam (WOMACK e JONES, 1998).

Atualmente existe uma tendência de transpor a aplicação original da Mentalidade Enxuta utilizada na Toyota que era de focalizar o ambiente de produção da indústria da manufatura. Pesquisas e aplicações práticas da Mentalidade Enxuta são testadas freqüentemente dentro do conceito do “*Lean Enterprise*” (administração, desenvolvimento de produto e produção) em vários segmentos industriais e de serviços como, por exemplo, no automobilístico e seus fornecedores, na indústria aeronáutica, têxtil, eletrônico, calçados e até em hospitais.

As práticas envolvem a criação de fluxos contínuos e sistemas puxados baseados na demanda real dos clientes, a análise e melhoria do fluxo de valor das plantas e da cadeia completa, desde as matérias-primas até os produtos acabados, e o desenvolvimento de produtos que efetivamente sejam soluções do ponto de vista do cliente. A adoção dessa filosofia tem trazido resultados extraordinários para as empresas que a praticam. Em contrapartida, poucas empresas têm conseguido replicar totalmente o sucesso e a eficiência operacional da Toyota devido à grande dificuldade de implantação (LIB, 2008).

Para Ferro (1998), as práticas administrativas resultam de mentalidades e culturas específicas e a difusão das técnicas de produção enxuta é fruto de um processo de criação e desenvolvimento de novos valores e premissas sobre como desenvolver, manufaturar e distribuir produtos.

1.2 – TEMA

Organizações brasileiras e mundiais, em pleno início do século XXI, ainda utilizam modelos de produção das décadas de 1930 e 1950 que podem se encontrar ultrapassados. Quebrar paradigmas e encarar mudanças é um assunto difícil, desconhecido, vago, incerto e

de grande complexidade. As organizações, de forma despercebida e involuntária, insistem em se comportar como um sistema imunológico que é adverso e elimina qualquer corpo estranho a seu funcionamento diário, resultando na difícil adesão a programas consistentes (SANTOS, 2003).

Para Ferro (1992), muitas empresas da indústria automotiva têm adotado a produção enxuta como forma de sobreviver na competição global.

Observa-se com clareza até então, apesar das dificuldades para implantação, que uma forma das organizações sobreviverem às incertezas do mercado é aderir a práticas que às mantenham competitivas. Para tanto a adesão às práticas enxutas se apresenta como uma alternativa.

Segundo Sellitto, Borchardt e Pereira (2006), os proponentes da Mentalidade Enxuta não tiveram o objetivo de apresentar métodos de avaliação de quanto da mesma está presente em operações específicas.

Até o momento, muitos estudos já foram desenvolvidos para auxiliar as organizações a avaliarem o quanto progrediram na busca da utilização dos conceitos e práticas enxutas. Contudo, para Durán e Batocchio (2003), estes estudos desenvolvidos não apresentam métodos estruturados que sejam adequados para todos os tipos de organizações.

Os métodos mais conhecidos na literatura apresentam estruturas que limitam suas aplicações somente para avaliar o nível de implementação em empresas que já possuem programas que utilizam práticas enxutas.

A partir do exposto, o presente estudo objetiva responder a seguinte questão: Como medir o grau de execução das práticas enxutas em uma empresa que não possui formalmente um sistema enxuto estruturado?

1.3 – JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA PARA A ACADEMIA E PARA A INDÚSTRIA

Houve época em que as empresas podiam ser organizações focadas nos próprios processos de produção e comercial, pressionando o mercado a se adaptar a suas necessidades ou características, de acordo com o modelo de negócios por elas praticado.

Na medida em que a sociedade e o mercado se alteraram em profundidade e complexidade, os acionistas, funcionários, clientes, fornecedores e comunidade passaram a pressionar as empresas com maior velocidade, intensidade e multiplicidade de formas. A exigência de melhores produtos, mais resultados e ganhos crescentes, fez com que as empresas sentissem a necessidade de se envolver num processo contínuo de melhoria (PINEDO, 2003).

A Manufatura Enxuta apresenta-se como um modo alternativo de gestão da produção. Na cadeia evolutiva dos sistemas de produção, ela se mostra como um conjunto de atividades focalizadas no aumento da capacidade de resposta às mudanças e à minimização das perdas na produção.

Apesar de se observar uma crescente necessidade de estruturas organizacionais serem cada vez mais enxutas e flexíveis para manterem sua vantagem competitiva, torna-se importante dizer que existe a carência de ferramentas com métricas que demonstrem aos gestores o quanto as empresas estão se tornando enxutas. Ainda justificando a importância deste trabalho, cabe afirmar que a pesquisa é oportuna pelo fato do pesquisador ter amplo acesso à empresa estudada e também é viável porque a empresa apóia a pesquisa. Com isto, fica assim assegurado o rigor científico necessário para que os resultados sejam confiáveis.

Do ponto de vista acadêmico, a pesquisa apresenta um tema interessante e desafiador, visto que a proposição o método está direcionada para um objeto de estudo que se caracteriza por não ter aderido a nenhum programa enxuto. Cabe ressaltar que por esse motivo, a pesquisa demonstra um cunho acadêmico relevante e de suma importância, contribuindo na forma de uma proposta conceitual e prática sobre um tema que se mostra em constante evolução.

1.4 – OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral da presente pesquisa é propor um método para medir o grau de execução das práticas enxutas. Para atender a esse objetivo, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Criar um instrumento alicerçado nos conceitos das práticas enxutas capaz de medir o grau de aplicação dos mesmos;
- Aplicar o instrumento para coleta de dados pertinentes ao grau de aplicação das práticas enxutas;
- De posse dos resultados deste instrumento, quantificar o grau de aplicação das práticas enxutas.

1.5 – DELIMITAÇÃO

Nesta dissertação foi efetuado um Estudo de Caso, que mesmo observando a preocupação de garantir o caráter científico, apresenta limitações conforme descritas a seguir.

Por se tratar de um Estudo de Caso específico e restrito ao universo da empresa pesquisada, esta particularizada por não possuir nenhum sistema enxuto estruturado, não se pode generalizar a utilização deste instrumento para aplicação em qualquer outra empresa. Além disso, fatores como cultura, costume, maturidade, entendimento sobre os conceitos também podem comprometer a veracidade dos resultados e conclusões. Outro fator a ser observado é o fato de o pesquisador participar ativamente na operacionalização e administração dos recursos da produção, podendo assim influenciar, ao menos teoricamente, nas análises aqui apresentadas.

1.6 – ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa possui a estrutura geral assim desenvolvida:

O Capítulo 1 apresenta inicialmente um contexto histórico que se faz necessário para a compreensão da evolução no cenário do setor automobilístico, considerado palco onde ocorreram as mudanças nos sistemas de produção. Faz-se relevante salientar a justificativa e importância da pesquisa para o meio acadêmico e também para a indústria. São apresentados

também o tema e sua importância, os objetivos, a delimitação do trabalho, o método adotado e a sua estrutura.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico contemplando como tópico primeiro os princípios da Mentalidade Enxuta propostos por Womack e Jones (1998) bem como a ferramenta intitulada “Mapeamento do Fluxo de Valor”. Em seguida, o Sistema Toyota de Produção, sua origem, os princípios básicos de construção, os pilares de sustentação e suas práticas. Após, a Estratégia de Manufatura e a relação da mesma com as práticas enxutas também são apresentadas, pois se tornam abordagens necessárias para o contexto da pesquisa. O referencial teórico se encerra com a apresentação dos mais importantes métodos presentes na literatura utilizados para avaliação de práticas enxutas e suas características.

O Capítulo 3 traz a pesquisa de campo apresentando o método e o desenvolvimento da pesquisa, o objeto de estudo com suas características e o estudo de caso com as etapas de construção e aplicação do método proposto.

O Capítulo 4 apresenta os resultados do estudo, uma análise e identificação de oportunidades futuras de adequação da empresa às práticas enxutas.

No Capítulo 5 estão as conclusões e as sugestões para futuras pesquisas.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – OS PRINCÍPIOS DA MENTALIDADE ENXUTA

Durán e Batocchio (2003) afirmam que os conceitos nos quais a Mentalidade Enxuta se fundamenta estão longe de ser consenso entre acadêmicos, pesquisadores e profissionais da indústria.

Cusumano (1994) aborda o assunto e se alicerça sobre dez princípios. Em Liker (2005), na sua obra “O Modelo Toyota”, quatorze princípios são apresentados. Para Alsthron (1998), oito princípios embasam a pesquisa do autor. De acordo com Campos (2000), as abordagens sobre o conceito de Mentalidade Enxuta apresentadas nas obras de autores como Monden e Shingo possuem uma forma sistematizada e direcionada para engenharia.

Womack e Jones (1998) constataram que as empresas ocidentais, na tentativa de implementar um sistema enxuto, utilizavam-se de técnicas inadequadas por não entenderem que todos os elementos envolvidos na *performance* da organização não poderiam ser tratados isoladamente. Por este motivo esses autores apresentam de maneira mais simples e abrangente na forma de cinco princípios os conceitos da Mentalidade Enxuta, conforme segue:

1. Determinar Valor

O princípio do valor é o ponto de partida essencial para conceituar a Mentalidade Enxuta. Por condição, o valor só pode ser definido pelo cliente e passa a ser significativo a partir do momento que for expresso em forma de um produto específico, na forma de um bem ou um serviço, ou ambos simultaneamente. É imprescindível que este produto, bem ou serviço atenda às expectativas do cliente a um preço específico em um momento específico. A Mentalidade Enxuta deve começar com a tentativa consciente de definir precisamente o valor em termos de produtos específicos, com capacidades específicas oferecidas a preços específicos, resultantes do diálogo com clientes específicos. Em resumo, para os autores, especificar valor com precisão é o primeiro passo essencial na Mentalidade Enxuta.

2. Identificar a Cadeia de Valor

Significa conhecer todas as ações específicas que são necessárias para um produto específico (bem, serviço ou ambos simultaneamente) percorrer da matéria-prima ao produto acabado, ou do pedido à entrega, ou ainda da concepção ao lançamento. Ao longo da análise da cadeia de valor aparecem três tipos de ações: as que criam valor, as que não criam valor, mas são inevitáveis, e as etapas adicionais que não criam valor e devem ser eliminadas. Estas ações devem ir além da empresa, abrangendo também os fornecedores envolvidos com o objetivo de criar um canal para a cadeia de valor que busque a eliminação destas perdas. Por isso, para a criação de empresas enxutas é necessário que se pense sobre as relações entre as empresas de modo diferente, primando pela transparência para que toda cadeia enxergue o comportamento dos passos percorridos por todos ao longo do fluxo de valor.

3. Fluxo

Este princípio requer um rearranjo do processo mental, pois se faz necessário o combate ao pensamento departamentalizado de produzir em lotes conhecidos como os mais eficientes pela ilusão do “bom senso” e da obviedade. A proposta deste princípio é produzir e movimentar um item por vez (ou um lote pequeno de itens) ao longo das etapas de processamento continuamente para abastecimento somente do que a etapa seguinte está exigindo. O grande desafio está em conviver com dispendiosos ativos nem sempre em utilização. A alternativa enxuta é redefinir o trabalho das funções, departamentos e empresas buscando maior interação entre as partes para que se permita a contribuição de forma positiva para a criação de valor. As reais necessidades do funcionário em cada ponto da cadeia devem ser atendidas, pois isto reverterá no maior interesse do mesmo e conseqüentemente o valor fluirá.

4. Produção Puxada

Consiste em deixar o cliente sinalizar a necessidade do produto no momento que ele precisar. Quando o cliente demanda esta necessidade, o método de controle da produção se dá quando as atividades fluxo abaixo avisam às atividades fluxo acima sobre as suas necessidades. Para viabilizar estas ações é

necessário trabalhar com lotes menores para que se ganhe com a redução dos excessos de produção, estoques intermediários e do *lead time*.

5. Perfeição

Este princípio se baseia na melhoria contínua sem fim dos quatro princípios anteriores em toda a cadeia de produção. Existe um círculo poderoso de interação entre os princípios iniciais. Fazer com que o valor flua com maior velocidade sempre expõe os desperdícios que estão ocultos na cadeia de valor. Quanto mais se puxar a produção, mais obstáculos ao fluxo aparecerão, permitindo assim a sua eliminação. Com o diálogo entre o cliente e equipes de produto dedicadas serão encontradas novas formas de especificar o valor com maior precisão. Do mesmo modo, será revelada uma nova aprendizagem da ampliação do fluxo e da produção puxada. A transparência talvez seja o estímulo mais importante na busca pela perfeição. Existe a necessidade de que todos os participantes da cadeia de valor possam visualizar tudo para que possam descobrir melhores formas de criar valor. Esta interação se sustenta em um *feedback* quase instantâneo e positivo para os funcionários que efetuam melhorias, característica esta que mantém a motivação para a continuidade dos esforços de todos pela melhoria.

Com o mesmo propósito das práticas enxutas oriundas do STP que foram apresentadas anteriormente nesta revisão bibliográfica, outra ferramenta foi formalizada após o surgimento dos conceitos da Mentalidade Enxuta. Mike Rother e John Shook, pesquisadores de práticas enxutas, com o objetivo de auxiliar as empresas a fazerem melhorias sistemáticas e permanentes que eliminam não só o desperdício, mas também as fontes geradoras dos mesmos apresentaram uma ferramenta intitulada “Mapeamento do Fluxo de Valor” (MFV). Segundo Rother e Shook (1999), o MFV consiste em desenhar um mapa inicial, chamado de mapa do “estado atual”, representando visualmente o fluxo do material e da informação na medida em que o produto segue o caminho passando por cada processo. A partir desta primeira representação, formular questões chave que ajudarão na confecção de um novo mapa, o do “estado futuro”, que depois de desenhado mostrará um novo caminho do fluxo e da informação para ser implementado e seguido se tornando realidade. Na Figura 1, os autores mostram as etapas que devem ser seguidas inicialmente para o MFV.



FIGURA 1: Etapas do MFV
 Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999)

A Figura 2 ilustra um exemplo de MFV, onde se podem observar alguns ícones utilizados para indicar as etapas pelas quais passa o fluxo de produção e que agregam ou não valor ao produto.

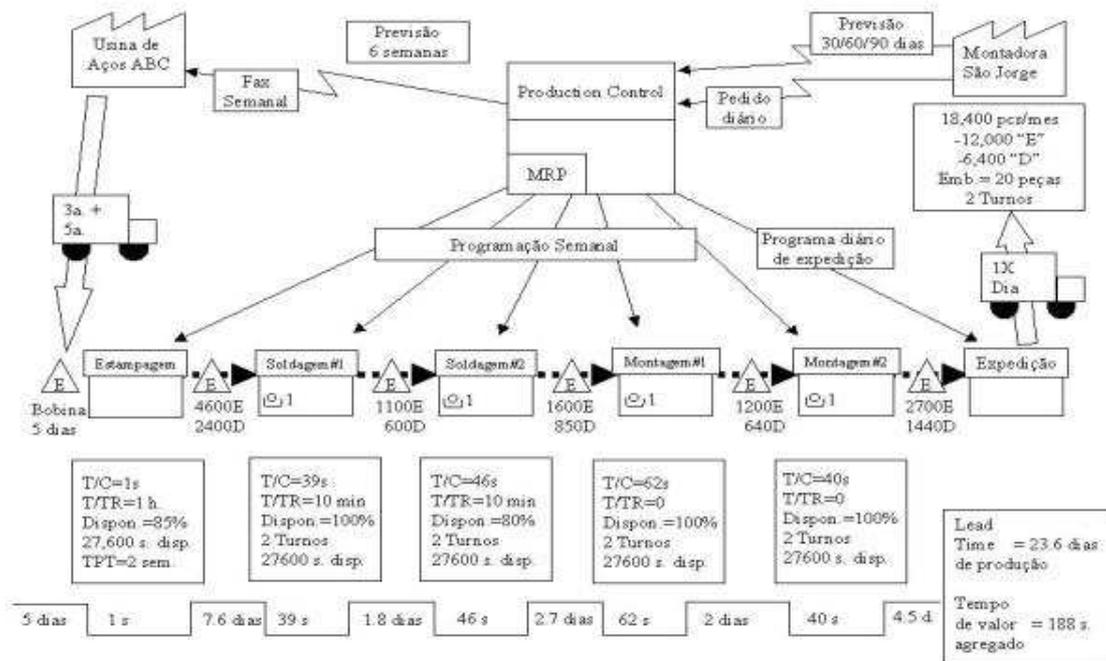


FIGURA 2: Exemplo de mapa do estado atual
 Fonte: Rother e Shook (1999)

Rother e Shook (1999) justificam que o MFV é essencial por ser uma ferramenta que:

- auxilia a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, visualiza-se o fluxo como um todo;
- ajuda a identificar além dos desperdícios, pois o mapeamento identifica as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- fornece uma linguagem comum no tratamento dos processos de manufatura;
- torna visíveis as decisões sobre o fluxo, proporcionando abertura à discussão;
- reúne conceitos e técnicas enxutas que auxiliam a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- forma a base para o plano de implementação para a criação de um fluxo enxuto;
- mostra a relação existente entre os dois fluxos, o da informação e o de material;
- comparada com ferramentas quantitativas e diagramas de *layout* é muito mais útil por não apresentar passos que não agregam valor e por descrever como as unidades produtivas deveriam operar para criar o fluxo.

Para os autores, a prática do MFV fará com que se aprenda a enxergar o chão de fábrica de tal modo que se apóie a produção enxuta. Eles lembram ainda que para se tornar enxuto, não basta apenas mapear, sendo necessário dar importância a implementação de um fluxo que agregue valor.

Neste momento se faz necessário citar a discussão analítica proposta por Leis (2002). O autor compara os princípios que sustentam o STP com os da Mentalidade Enxuta afirmando que os dois modelos de gestão possuem diferenças fundamentais, mas que de alguma maneira eles se completam tornando-se mais robustos quando sinergicamente aplicados. Cabe esclarecer que Leis (2002) utiliza em sua pesquisa o termo princípios da Produção Enxuta com o mesmo significado abordado por outros autores como princípios da Mentalidade Enxuta. O Quadro 1 revela uma lacuna deixada pelos idealizadores do STP, Ohno e Shingo, no que tange ao primeiro princípio “Valor para o Cliente”. Para o autor, esta é a contribuição importante proposta pela Mentalidade Enxuta, pois o valor para o cliente é fundamental para que as empresas se mantenham competitivas no mercado. O segundo, terceiro e quarto princípios, Identificação da Cadeia de Valor, Fluxo e Produção Puxada se identificam com a análise de processo que o Mecanismo da Função Produção proporciona com maior robustez

em termos de ferramentas no auxílio do estudo profundo das causas de problemas de fluxo do processo, salientando as perdas encontradas principalmente pelas esperas que impactam diretamente no *lead time*. O quinto princípio, a Perfeição, está diretamente ligado com o conceito da Eliminação de Perdas alicerçada pelas sete perdas identificadas por Ohno no STP. A busca pela eliminação das perdas para tornar o sistema produtivo mais enxuto é objetivo de ambas as teorias.

Princípios de Sustentação	
Produção Enxuta	Sistema Toyota de Produção
1 – Valor	
2 – Identificação da Cadeia de Valor 3 – Fluxo 4 – Produção Puxada	Mecanismo da Função Produção
5 – Perfeição	Eliminação de Perdas

QUADRO 1: Comparativo dos princípios de sustentação das teorias

Fonte: Adaptado de Leis (2002).

Sintetizando o pensamento de Leis (2002), o único princípio na qual a Mentalidade Enxuta inovou e contribuiu para melhoria dos sistemas produtivos em relação ao STP é a proposta de verificar e entender no que realmente se constitui o valor na visão do cliente.

2.2 – O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

Algumas das indústrias japonesas se depararam com uma série de problemas a partir do momento que tiveram a iniciativa e se dispuseram a produzir carros em larga escala, conforme Coriat (1994) descreve:

- a limitação do mercado japonês e a demanda de diversos modelos diferentes de automóveis impossibilitavam a produção em massa;

- o sindicato formado pela força de trabalho japonesa se organizou e exigia maiores garantias de emprego, visto que na produção em massa demissões eram muito comuns; e,
- para produzir em massa havia a necessidade de altos investimentos e naquele momento a economia do país se encontrava devastada pela guerra.

Ohno (1997) cita ainda a grande diferença de produtividade entre os as forças de trabalho norte-americanas e japonesas como outro problema relevante. Na visão deste autor, os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa e se pudessem eliminar o desperdício, a produtividade poderia duplicar. Esta foi a idéia básica que deu origem ao Sistema Toyota de Produção. A justificativa da nova forma de gerenciar está nas palavras do grande idealizador do STP, Taiichi Ohno:

O Sistema Toyota de Produção evoluiu da necessidade. Certas restrições no mercado exigiram a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condições de baixa demanda, um destino que a indústria japonesa enfrentou no período pós-guerra. Estas restrições serviram como critério para testar se os fabricantes de carros japoneses poderiam se estabelecer e sobreviver competindo com os sistemas de produção e de vendas em massa já estabelecidos na Europa e nos Estados Unidos (OHNO, 1997, pág. 9).

Monden (1984) define o sistema como uma compreensiva tecnologia de gerência de produção que os japoneses inventaram há cem anos, após se lançarem ao mundo moderno. Já Ghinato (2000) conceitua o STP como uma filosofia de gerenciamento que procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização.

O objetivo mais importante do STP, segundo Ohno (1997), é aumentar a eficiência da produção a partir da eliminação consistente e completa de desperdícios.

2.2.1 – Princípios básicos de construção do STP

Antunes Jr. *et al.* (2008) divide os princípios básicos de construção do STP em:

- Mecanismo da Função Produção (MFP);
- o princípio do não-custo;
- as perdas nos sistemas de produção.

Estes três temas estão inter-relacionados e por este motivo serão apresentados de forma conjunta.

Visando o melhor entendimento do STP é necessário conhecer a importância dos conceitos do Mecanismo da Função Produção que são responsáveis pela construção e manutenção do sistema. Shingo (1996b) apresenta o MFP estabelecendo uma clara diferenciação entre a relação existente entre processo e operação. Diferente da visão tradicional do sistema de produção em massa, ao qual o processo era definido como um conjunto ou somatório de operações, esse autor conceitua processo e operação para demonstrar uma nova forma de análise:

- processo se refere ao fluxo de materiais no tempo e no espaço, a transformação da matéria-prima em componentes semi-acabados e daí a produto acabado;
- operação se refere ao trabalho realizado para efetivar essas transformações, a interação do fluxo do equipamento e operadores no tempo e no espaço.

Cabe apresentar a abordagem mais ampla dos conceitos de Função Processo e Função Operação utilizado por Antunes Jr. (1998a) comparada com a abordagem proposta por Shingo (1996b):

A Função-Processo consiste conceitualmente em observar o fluxo do objeto de trabalho (material, serviços ou mesmo idéias) no tempo e no espaço. A Função-Operação consiste, por outro lado, no acompanhamento do fluxo do sujeito do trabalho (Homens-Trabalho vivo; Máquinas-Trabalho morto) no tempo e no espaço (ANTUNES JR., 1998a, pág. 205).

Contudo, para Shingo (1996a), as diferenças existentes entre as filosofias ocidentais e a nova filosofia japonesa de produção se encontram em pontos conceituais de partida das duas abordagens, no nível mais básico, conforme afirma:

Produção constitui uma rede de processos e operações, fenômenos que se posiciona ao longo de eixos que se interseccionam. Em melhorias de produção, deverá ser dada prioridade máxima para os fenômenos de processo (SHINGO, 1996a, p. 29).

Conforme Antunes Jr. (1994), o MFP é em uma rede funcional dinâmica de processos e operações que se interseccionam perpendicularmente, apresentando as operações como simplesmente os meios para se atingir um determinado fim, conforme ilustra a Figura 3.

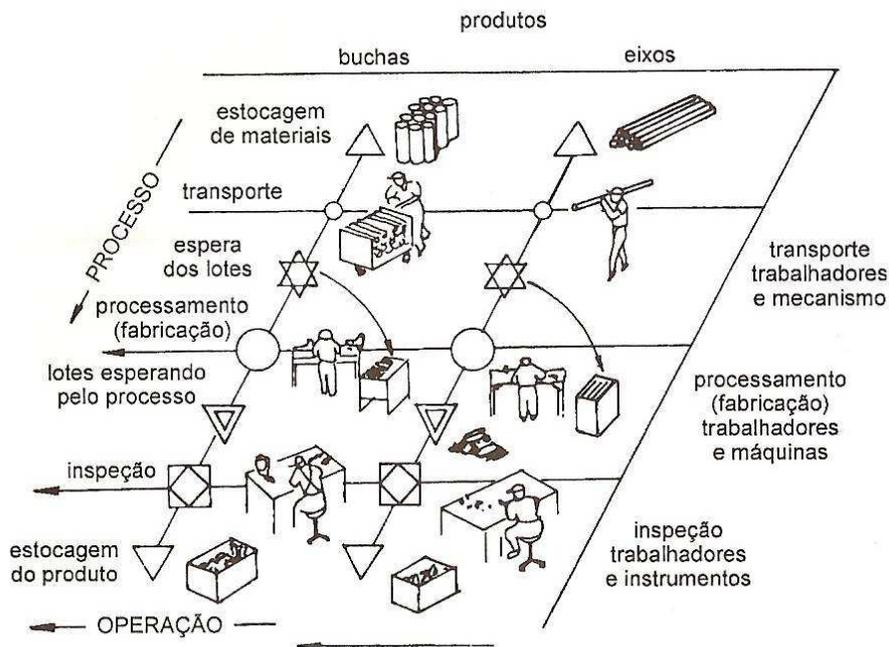


FIGURA 3 – Processos e Operações
Fonte: Shingo (1996b)

Segundo Ghinato (1996), a otimização da produção é vista como o próprio enxugamento da rede, com a redução ou eliminação de atividades que não agregam valor ao produto como o transporte, a inspeção e a armazenagem. Esse autor interpreta os pontos da rede onde não há intersecção entre processo e operação como, por exemplo, o momento em que o lote está aguardando para ser processado por um determinado equipamento. Com a

implementação de melhorias, estes espaços entre as intersecções devem ser eliminados ou diminuídos assim como o número de intersecções existentes.

Para se introduzir melhorias significativas no processo como um todo, deve-se observar que os esforços centrados na melhoria das operações não asseguram necessariamente os ganhos ao processo. Focalizando a análise das melhorias nas operações somente ocorrerão reduções dos custos de produção. Em contrapartida, focalizando a análise de melhorias para o processo, os resultados serão significativos e relevantes na eficácia do sistema com a maior agregação de valor ao produto e eliminação de operações que geram perdas produtivas. Ao se propor melhorias focalizando o processo, Shingo (1996b) cita cinco elementos a serem observados:

- processamento: que caracteriza a mudança da forma, nas propriedades, montagem ou desmontagem;
- inspeção: que caracteriza a comparação com um padrão pré-estabelecido;
- transporte: que caracteriza a movimentação para mudança de posição da matéria-prima;
- esperas do processo: que caracteriza o tempo de espera do lote inteiro do material até que o outro lote seja processado, inspecionado ou transportado;
- esperas do lote: que caracteriza o tempo que uma peça de um lote aguarda até que as demais peças do mesmo lote sejam processadas, inspecionada ou transportada.

Destes cinco elementos, somente o processamento agrega valor ao produto, os demais são considerados como perdas.

Seguindo a análise do Mecanismo da Função Produção, as operações segundo Shingo (1996b) se classificam em:

- operações de *setup*, caracterizando a preparação antes e depois das operações, como *setup*, remoção, ajustes de matrizes e ferramentas etc.
- operações principais, caracterizando a execução do trabalho propriamente dito repetidamente. As operações principais compreendem as operações essenciais e auxiliares. São definidas como operações essenciais, as ações que executam a operação principal compreendida pela usinagem do produto (processamento),

pela medição da qualidade (inspeção), pela movimentação do material (transporte) e pela estocagem de peças (estoque). Da mesma forma, as operações auxiliares são as ações que auxiliam a conclusão da operação essencial. Como exemplos esse autor cita o abastecimento ou desabastecimento de materiais ou peças na máquina (processamento), posicionamento da peça no dispositivo de medição e posteriormente a retirada (inspeção), o carregamento e descarregamento de matéria-prima (transporte) e a colocação e remoção das peças no estoque (espera);

- folgas marginais, caracterizando as atividades que se relacionam indiretamente com a operação, citando como exemplo:
- folga na operação como lubrificar a máquina, varrer cavacos, quebra de máquinas etc.;
- folga entre operações como fornecimento de materiais, substituir peças nos *pallets* ou até fazer intervalo por causa da quebra da máquina;
- folgas por fadiga como paradas para descanso entre as operações;
- folga por necessidades fisiológicas como ir ao lavatório, beber água etc.

Apresentados o conteúdo do processo e o conteúdo de uma operação, Shingo (1996a) afirma que somente as operações essenciais são chamadas de operações de rede. Todas as demais que não sejam essenciais devem ser eliminadas com o propósito da busca das melhorias.

Antunes Jr. *et al.* (2008) destacam que o conceito do Mecanismo da Função Produção é uma “invariante” como análise sistêmica e sistemática das melhorias nos sistemas de produção, pois se trata de uma análise de cunho técnico e genérico, não levando em conta os aspectos econômicos e financeiros das melhorias. Esses autores sugerem ainda que esta análise deva ser complementada por um referencial econômico-financeiro que norteie o sentido das melhorias. Esta orientação tem origem na lógica das perdas e no princípio do não-custo.

Segundo Shingo (1996a, p. 109), o aumento dos lucros “... só pode ser feito pela redução dos custos...”. Explica ainda o princípio da subtração do custo, ou princípio do não-custo como conhecido na Toyota, abordando inicialmente a equação utilizada pela maioria dos antigos administradores:

Custo + Lucro = Preço de Venda

[equação 1]

Infelizmente essa corrente de pensamento aceita o *status quo* como dado, o que implica postular que não há necessidade de melhorias (SHINGO, 1996a). Com base nesta equação, a pretensão de uma margem de lucro pré-determinada se somava ao custo de fabricação e ditava o preço ao mercado. Desta maneira o cliente pagava mais pelas ineficiências dos processos do fornecedor em forma de custos adicionais na formação do preço de venda.

A afirmação de Shingo (1996a) representa a posição confortável do fornecedor:

Se estamos lidando com um produto especializado, não existem outros fabricantes competindo; se a necessidade do produto é grande, o consumidor não terá outra alternativa a não ser aceitar o cálculo (SHINGO, 1996a, p. 43).

Em 1973, a economia mundial foi abalada pela crise do petróleo. A exigência de produtos diferenciados media a capacidade de adaptação dos competidores às novas condições de concorrência. Ghinato (1996) comenta que com o endurecimento das condições do mercado, os consumidores, mais exigentes, passam a ter maior poder de escolha e assim determinam o preço de venda. Shingo (1996b) observa que a Toyota não aceita argumentos do tipo se o minério de ferro sobe então o preço do aço deve subir para refletir o maior custo da matéria-prima. Ou então que o lucro acrescentado ao custo deve ser grande o suficiente para cobrir as possíveis perdas, se o produto não vender. Como o mercado é quem determina o preço, a Toyota utiliza o princípio do “não-custo” expresso na seguinte equação:

Preço de Venda – Custo = Lucro

[equação 2]

Na lógica da equação 2, a única forma de aumentar ou manter o lucro é com a redução dos custos. Ghinato (2000) explica de que maneira a Toyota reduz os seus custos a partir da eliminação das perdas:

Na Toyota, a redução dos custos através da eliminação das perdas passa por uma análise detalhada da cadeia de valor, isto é, a seqüência de processos pela qual passa o material, desde o estágio de matéria-prima até ser transformado em produto acabado. O processo sistemático de identificação e eliminação das perdas passa ainda pela análise das operações, focando na identificação dos componentes do

trabalho que não adicionam valor. Na linguagem da engenharia industrial consagrada pela Toyota, perdas (MUDA em japonês) são atividades completamente desnecessárias que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas (GHINATO, 2000, pág. 2).

Ohno (1997) observa que em uma análise para a eliminação total do desperdício é necessário considerar que:

- o aumento da eficiência só se torna relevante a partir do momento que se associa a mesma à redução dos custos; e,
- a eficiência deve ser melhorada em cada estágio e com isto resultará na melhoria de eficiência da fábrica como um todo. É necessário observar a eficiência de cada operador e de cada linha. Em seguida, os operadores como um grupo e posteriormente a eficiência de toda a fábrica.

Salienta ainda que a busca pela melhoria da eficiência da força de trabalho se faz necessária para que a mesma seja adequada à capacidade exigida pela demanda. Se a mesma força de trabalho for mantida, ela seguramente será desperdiçada em forma de superprodução ou movimentos desnecessários. Com base nesta adequação, Ohno considera que apenas o trabalho necessário é visto como trabalho real e o resto como desperdício, tornando verdadeira a equação tanto para operadores individuais como para uma linha inteira:

$$\text{Capacidade Atual} = \text{Trabalho} + \text{Desperdício} \quad [\text{equação 3}]$$

Ohno (1997) justifica com a equação 3 que a verdadeira melhoria ocorrida na eficiência ocorre quando é produzido zero desperdício, elevando assim para 100% a porcentagem de trabalho. Antunes Jr. *et al.* (2008) citam a preocupação teórica de Ohno em definir o movimento realizado pelos trabalhadores nas unidades de produção. A proposta de Ohno é a divisão dos movimentos dos trabalhadores em três partes:

- o trabalho líquido, também chamado de trabalho efetivo, que são aquelas atividades que geram custo e adicionam valor ao produto como a usinagem, a montagem, a pintura, o atendimento direto ao cliente, a pesquisa e desenvolvimento etc.;

- o trabalho adicional, que é imprescindível para a execução da produção durante certo período dado, gerando custos e não agregando valor ao produto como acionar o botão de *start* da máquina, alguma movimentação de materiais etc.;
- as perdas, que são atividades que geram custo e não adicionam nenhum valor ao produto. Esta parcela de custos deve ser eliminada imediatamente. Podem-se citar como exemplos de perdas os retrabalhos, esperas, transportes desnecessários, estocagem de material em processo e produto acabado, inspeção etc.

Shingo (1996b) e Ohno (1997) identificam as maiores perdas presentes nos sistemas de produção e classificam-nas em sete categorias:

1. Perdas por superprodução: estas perdas são capazes de esconderem as demais perdas e são difíceis de serem eliminadas. Para Ghinato (2000), as perdas por superprodução podem ser quantidade e por antecipação. A perda por superprodução por quantidade se caracteriza por se produzir mais do que o necessário e a perda por superprodução por antecipação por se produzir antecipadamente às necessidades.
2. Perdas por transporte: as movimentações de materiais são consideradas atividades que geram custo e não agregam valor ao produto e por este motivo os esforços de melhoria devem ser priorizados até o limite de sua eliminação. Segundo Ghinato (2000), o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item.
3. Perdas no processamento em si: são as perdas no próprio processo que se encontra aquém de uma condição considerada ideal e que poderiam ser eliminadas sem alterar as funções básicas do produto, como por exemplo, a baixa velocidade de corte de uma máquina de usinagem ou o número menor de peças estampadas em uma chapa em desacordo com o máximo possível de aproveitamento da matéria-prima devido ao projeto;

4. Perdas por fabricação de produtos defeituosos: as perdas por fabricação e produtos defeituosos são geradas pela fabricação de componentes ou produtos que apresentam características de qualidade fora do especificado no projeto;
5. Perdas no movimento: estas perdas estão diretamente relacionadas aos movimentos desnecessários que os operadores realizam quando executam uma operação. Antunes Jr. *et al.* (2008) salientam que existem muitos métodos e estudos para reduzir as perdas no movimento, mas se faz necessário adicionar o conceito de operação padrão a eles. Este conceito, muito utilizado pelo STP, tem o objetivo de introduzir melhorias nos movimentos realizados pelos trabalhadores;
6. Perdas por espera: as perdas por espera estão associadas ao período de tempo em que nenhum processo ou operação é executado pelos operadores ou máquinas com produtividade, ou seja, o lote está parado normalmente aguardando o momento de ser processado. Neste caso os recursos, embora pagos não estão contribuindo para a agregação de valor do produto. Ghinato (2000) destaca basicamente três tipos de perda por espera:
 - a espera no processo, que acontece quando o lote inteiro aguarda o término do lote anterior para ser iniciado;
 - a espera do lote, que é caracterizada pela espera que cada peça do lote é submetida até que todas peças do lote sejam processadas para que assim sigam para a operação seguinte;
 - e a espera do operador, que acontece quando há ociosidade na máquina por ficar aguardando o operador. Isto normalmente acontece pelo desbalanceamento da operação obrigando o mesmo a acompanhar ou monitorar o ciclo de outra máquina.
7. Perdas por estoque: as perdas por estoque são originadas pela existência de estoques elevados de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados, que agregam altos custos financeiros e necessidade de espaço físico excedente para a armazenagem. Para Antunes Jr. *et al.* (2008), as causas da manutenção destes estoques são a falta do nivelamento e sincronização da produção. Ghinato (1996) afirma que no Ocidente os estoques tem sido interpretados como um mal necessário, mas que por outro lado acabam

encobrendo as ineficiências do sistema, que são oriundas das outras seis perdas citadas anteriormente.

2.2.2 - Os Pilares do STP

Monden (1984) define que o propósito básico do STP é aumentar lucros pela redução de custos, ou seja, eliminando totalmente os desperdícios tais como estoques ou mão-de-obra. Ele afirma ainda que o conceito de custo é muito amplo, sendo definido pelo dinheiro gasto no passado, presente e futuro, dedutível da rentabilidade das vendas. Foi com a adoção total deste propósito que a *Toyota Motor Company* edificou o seu sistema de gerenciamento. Para Ohno (1997), os dois pilares responsáveis pela sustentação desse sistema de gerenciamento são o *Just-in-time (JIT)* e a Automação.

Ghinato (2000) propõe uma das formas entre tantas existentes de representar a estrutura do STP, conforme a Figura 4:

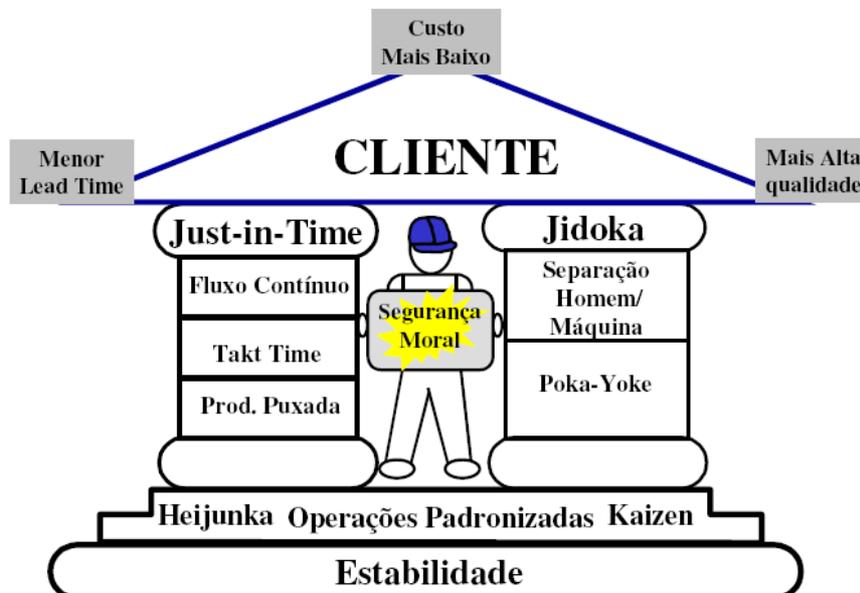


FIGURA 4: Pilares do STP
Fonte: Ohno, adaptado por Ghinato (2000)

Ghinato (2000) comenta que a expressão “*Just-in-Time*” provavelmente tenha surgido na indústria naval e foi adotada pelos japoneses e logo em seguida incorporada nas indústrias montadoras de automóveis.

A origem da idéia do *JIT*, segundo a crença de Taiichi Ohno, baseia-se no anúncio feito por Kiichiro Toyoda sobre o objetivo de desenvolver carros produzidos nacionalmente para o público em geral:

Nós aprendemos técnicas de produção do método americano de produção em massa. Mas nós não iremos copiá-los como são. Usaremos nossas próprias pesquisas e criatividade para desenvolver um método de produção que seja adequado à situação do nosso próprio país (OHNO, 1997).

Esse autor afirma também que o ideal numa indústria automobilística seria que todos os componentes estivessem ao lado das linhas de montagem no momento exato da sua utilização. *JIT*, para Ohno (1997), significa que em um processo de fluxo, as partes corretas que são necessárias para a montagem chegam à linha de montagem no momento certo e somente na quantidade necessária.

Conforme Gounet (1999), por trás do *JIT* existe uma organização da produção contrária ao funcionamento do fordismo, modelo no qual uma empresa produz o máximo possível e conseqüentemente acumula estoques para que sejam vendidos posteriormente. Contudo, para o caso do mercado japonês da época esse método se tornara ineficaz com a estagnação da demanda, por esse motivo produzir apenas aquilo que se demandasse era a opção mais sensata.

Ghinato (2000) afirma que o fluxo contínuo, o *takt time* e a produção puxada relacionados intrinsecamente, são os fatores responsáveis pela viabilização do *JIT*. Manter o fluxo contínuo de produção requer a conversão dos tradicionais *layouts* funcionais em *layouts* por processo, ou seja, agrupar os equipamentos em disposição celular e atender famílias de produtos previamente definidas. O fluxo contínuo atende a necessidade de redução do *lead time*. No sentido de garantir a eliminação das perdas por estoques, esperas e redução do *lead time* é necessário que o fluxo não seja somente contínuo, mas também unitário. Para evidenciar a implementação do fluxo contínuo de produção é importante salientar que se torna necessário que exista um balanceamento perfeito das operações da célula de manufatura. O exemplo de balanceamento utilizado pela Toyota é baseado em uma abordagem diferente da

tradicional, que costuma nivelar os tempos de ciclo de cada operador para que cada um receba carga de trabalho igual.

A abordagem da Toyota se baseia em balancear as operações em função do *takt time*. Neste momento, cabe esclarecer a diferença entre tempo de ciclo e *takt time*.

Antunes Jr. *et al.* (2008) comentam que a utilização indiscriminada dos termos “tempo de ciclo” e “*takt time*” na bibliografia e na prática industrial dá margem a confusões sobre suas definições e conduz à interpretação equivocada dos conceitos subjacentes a eles. O tempo de ciclo é determinado pelas condições de operação da célula ou linha. Em um sistema de produção, tempo de ciclo é definido em função de dois fatores:

- tempos unitários de processamento de equipamentos em cada posto de trabalho (tempo padrão); e,
- número de trabalhadores na célula ou linha.

Genericamente é o tempo necessário para se produzir uma peça, é o tempo transcorrido entre o início de duas peças produzidas sucessivamente de um mesmo modelo em condições de abastecimento constante. *Takt time* tem sua definição dependente da demanda do mercado e do tempo disponível para produzir, por isso Antunes Jr. *et al.* (2008, pág. 148) entendem que seja mais adequado definir *takt time* “... é o ritmo de produção necessário para atender a um determinado nível considerado de demanda, dadas as restrições de capacidade da linha ou célula”.

Para Ghinato (2000), o *takt time* associa e condiciona o ritmo de produção ao de vendas. Com a utilização do conceito da “produção puxada”, produzindo somente o que o cliente comprar, se evita a superprodução e se eliminam as reavaliações constantes da necessidade de produção e as interferências das instruções verbais caracterizando uma programação simplificada e auto-regulável. Na Toyota, a produção puxada é viabilizada com a utilização da ferramenta criada por Taiichi Ohno chamada *Kanban*. O *Kanban* tem a lógica do funcionamento dos supermercados norte-americanos. Antunes Jr. *et al.* (2008, pág. 266) apresentam o pensamento de Taiichi Ohno para explicar esta lógica: ... “um supermercado é onde um cliente pode obter (1) o que é necessário, (2) no momento necessário, (3) na quantidade necessária”. Analogicamente na fábrica da Toyota, o cliente (processo final) vai até o supermercado (processo inicial) para adquirir as peças no momento e na quantidade necessária.

Monden (1984) define o *Kanban* como uma ferramenta para se obter a produção no tempo exato, com a utilização de cartões que sinalizam as quantidades a serem produzidas. Para Ohno (1997), o *Kanban* é como um nervo autonômico da linha de produção, ou seja, os operários possuem autonomia para definir o momento de começar, o que e quanto produzir primeiro. O perfeito funcionamento do *Kanban* está diretamente ligado ao estabelecimento de uma sincronia de produção, ou seja, voltando o fluxo da informação em direção dos processos iniciais. De acordo com Antunes Jr. *et al.* (2008), isto caracteriza o sistema de produção puxada, com a programação fluindo no sentido contrário do fluxo da produção, diferente do sistema de produção empurrada, com a programação e produção fluindo sequencialmente juntas e no mesmo sentido.

Antunes Jr. *et al.* (2008) visualizam o *Kanban* em dois sentidos a partir de uma lógica ampla:

- utilizado como ferramenta de gestão do dia-a-dia da fábrica, visto como uma ferramenta de programação que permite o relacionamento da fábrica com seus fornecedores, ou seja, objetivando a gestão da rotina da empresa; e,
- utilizado como ferramenta básica para gestão das melhorias na fábrica, pois o *Kanban* possui a capacidade de mostrar permanente, sistemática e continuamente os pontos do sistema de produção que precisam ser aprimorados.

Shingo (1996b) reconhece que, com a redução do número de cartões do sistema surge a possibilidade de se produzir com o estoque reduzido. Antunes Jr. *et al.* (2008) afirma que a redução contínua dos cartões aumenta a sensibilidade aos problemas existentes, estabelecendo um processo de melhoria contínua nos sistemas de produção. Tais melhorias visam eliminar problemas de diversas ordens como métodos de trabalho inconsistentes ou tempos de preparação elevados, que quando minimizados proporcionam a condição de reduzir os estoques em processo. O aperfeiçoamento do *Kanban* deve ser permanente, de acordo com Ohno (1997), enfatizando o compromisso do usuário do sistema em aperfeiçoá-lo constantemente com criatividade e inteligência para que este não se torne cristalizado em qualquer de seus estágios.

Shingo (1996a) esclarece que muitos autores caracterizam superficialmente o sistema adotado pela Toyota como um método *Just-in-time* ou método *Kanban*, indicando a falta de entendimento da verdadeira essência do STP. Para Ghinato (2000), o sistema não deve ser

interpretado como sendo essencialmente o *JIT*, abordagem esta que limitaria a verdadeira abrangência e potencialidade do sistema.

A afirmação que se pode fazer é que o *JIT* é uma técnica de gestão como um elemento do STP. É fundamental que se entenda que esta técnica de gestão é somente um meio de alcançar o verdadeiro objetivo do STP que é o de aumentar os lucros a partir da completa eliminação das perdas (GHINATO, 1996).

De acordo com Ohno (1997), o outro pilar de sustentação do Sistema Toyota de Produção é denominado de Autonomia, também conhecida como automação com um toque humano. O problema tradicional que ocorre nas máquinas que funcionam sozinhas é que elas, por pequenas anormalidades no processo, podem se danificar gerando componentes defeituosos. Máquinas automatizadas deste tipo produzem inevitavelmente produtos defeituosos por não existir um sistema de conferência automática para resolver tais contratempos.

O conceito de Autonomia tem sua base na adoção dos conceitos utilizados nos teares auto-ativados inventados por Sakichi Toyoda nas empresas têxteis do grupo Toyota. Os teares paravam instantaneamente no momento que qualquer um dos fios se rompesse impedindo a produção de produtos defeituosos porque a máquina era provida de um dispositivo que era capaz de distinguir entre condições normais e anormais de produção (OHNO, 1997).

Monden (1984) explica que o significado da palavra Autonomia, em japonês “*Ninben no aru Jidoka*”, freqüentemente abreviada para somente “*Jidoka*”, não se trata de automação, mas de uma verificação autônoma de irregularidades no processo. Este controle autônomo é o mecanismo no qual um dispositivo de parada automática é fixado.

Na Toyota, uma máquina automatizada com toque humano é aquela que está acoplada a um dispositivo de parada automática. Em todas as fábricas da Toyota, a maioria das máquinas, novas ou velhas, está equipada com esses dispositivos, bem como com vários outros, de segurança, parada de posição fixa, o sistema *baka-yoke* à prova de erros para impedir produtos defeituosos. Dessa forma, inteligência humana, ou um toque humano, é dado às máquinas (OHNO, 1997).

Monden (1984) menciona o termo “*follproof*”, que significa a prova de falhas (em japonês *Baka-Yoke* ou *Poka-Yoke*) como um mecanismo que previne a produção de materiais defeituosos pela colocação de dispositivos de controle nas ferramentas e instrumentos.

Ghinato (2000) afirma que no STP, o conceito de Automação tem sua aplicação estendida para linhas de produção operadas manualmente. Com isto, o operador pode parar a produção da linha quando detectar alguma anomalia.

A Automação consiste em facultar ao operador ou a máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade (GHINATO, 1996).

Conforme Monden (1984), a produção das linhas na fábrica da Toyota é interrompida pelo operador sempre que for necessário. Esta interrupção se dá no acionamento de um botão que sinaliza um quadro de luz chamado *Andon*. Esse quadro de luz é um exemplo de controle visual e tem um papel importante na ajuda do controle autônomo. Na necessidade de uma simples ajuda, os operadores sinalizam com o acionamento da luz amarela e no caso de paralisação total da linha acionam a luz vermelha.

A paralisação da linha, motivada pela máquina ou pelo operador torna o problema visível a todos e por isso um esforço conjunto é desencadeado na busca da identificação da causa fundamental com o objetivo de eliminá-la para evitar que a mesma volte a se repetir e paralisar a linha novamente (GHINATO, 1996).

Ohno (1997) relaciona a automação com a multifuncionalidade dos operadores. Com máquinas dotadas de capacidade de detecção de peças defeituosas, os operadores oferecem a condição de serem aproveitados em outras operações simultâneas. Para os operadores significa passar de uma condição monofuncional para multifuncional.

Segundo Shingo (1996b), a introdução de inteligência humana nos equipamentos possibilitou a clara separação entre homem e máquina e, por conseguinte a evolução até as operações multimáquinas que resultaram no aumento da produtividade humana.

Tais avanços combinados com a mecanização de equipamentos de operações auxiliares reduziram os custos de mão-de-obra aos níveis jamais vistos a partir da real automação.

Conforme Alsthron (1998) menciona, a qualidade no trabalho tem relação direta com a meta de alcançar um maior grau de capacidade de controle do processo.

Antunes Jr. *et al.* (2008) citam que o trabalho desenvolvido por Shigeo Shingo com o objetivo de atacar o problema da garantia da qualidade dos produtos e dos processos é responsável pela criação do conceito Controle de Qualidade Zero Defeitos (CQZD).

Uma característica aparente no sistema de produção enxuta é a ausência de funcionários dedicados ao controle da qualidade. A garantia da qualidade é responsabilidade de todos. Em vez de inspecionar peças fabricadas depois de um problema em potencial ter

ocorrido, o processo de fabricação é mantido sob controle para evitar a ocorrência de defeitos (ALSTHRON, 1998).

Para Shingo (1996b), são necessários quatro pontos para sustentar a produção de produtos livres de defeitos:

- utilizar a inspeção na fonte. Método de inspeção com caráter preventivo capaz de eliminar completamente a ocorrência de defeitos, pois o controle é aplicado na origem e não sobre os resultados;
- utilizar inspeção 100% e não por amostragem;
- reduzir o tempo decorrido entre a detecção da anormalidade e a ação corretiva;
- reconhecer que os trabalhadores não são infalíveis, utilizando sistemas *poka-yoke*.

Ghinato (1996) afirma que a meta do CQZD não se limita somente a fabricação de produtos isentos de defeitos, mas sim a garantir que o sistema seja capaz de produzir consistentemente produtos livres de defeitos.

De acordo com o exposto na Figura 4, Ghinato (2000) conceitua os quatro elementos que compõe a base que suporta os pilares *JIT* e *Jidoka* do STP:

- *Heijunka*, que significa “nivelamento da produção”. Consiste na criação de uma programação nivelada através do seqüenciamento dos pedidos. Trata-se de uma programação baseada em um padrão repetitivo e nas flutuações diárias de todos os pedidos correspondendo a uma demanda de longo prazo; Simão e Allipradini (2004) enfatizam que é primordial se ter um bom desempenho nas práticas de Troca Rápida de Ferramentas e Manutenção Produtiva Total para garantia de atendimento ao nivelamento de um mercado tão diversificado.
- Operações padronizadas, definidas como um método efetivo e organizado para produzir sem perdas. Consiste na descrição minuciosa e de fácil acesso de cada operação para garantir o que cada operador executará no processo. O objetivo das operações padronizadas reside na obtenção do máximo de produtividade com a identificação e padronização dos elementos de trabalho que agregam valor, com a eliminação das perdas, com o balanceamento dos processos e também com a definição do nível mínimo de estoques;

- *Kaizen*, que consiste na melhoria contínua e incremental, com foco na eliminação das perdas, com objetivo de agregar mais valor ao produto. A busca da melhoria do padrão acontece com a utilização do ciclo PDCA sobre os padrões existentes.
- Estabilidade, enfatizada sobre os processos, é o alicerce do STP. Para garantia de produção de itens livres de defeitos na quantidade certa e no momento certo é imprescindível que se tenha processos capazes, controlados e padronizados.

2.2.3 – As Práticas Enxutas

2.2.3.1 – Troca Rápida de Ferramentas

Possuindo também um papel importante na viabilização do STP, a Troca Rápida de Ferramentas (TRF), sistema criado por Shigeo Shingo, busca a redução do tempo de *setup* como pré-requisito indispensável para o tipo de produção contra pedido caracterizado por pequenos lotes e alta diversidade. Segundo Shingo (1996b) a adoção da TRF é a maneira mais eficaz de melhorar o *setup*.

Esse autor afirma ainda que existem dois tipos de *setups* e que se diferenciam conforme segue:

1. interno, que se caracteriza por permitir que operações de *setup* possam ser realizadas somente quando a máquina estiver parada;
2. externo, que se caracteriza por permitir que as operações de *setup* possam ser realizadas enquanto a máquina estiver em funcionamento.

Com base nesta abordagem, o autor enfatiza que para melhorar o tempo total da troca de modelo na linha ou célula, é necessário tratar o *setup* interno e externo separadamente. A segunda etapa seria transformação do interno em externo com o objetivo de reduzir mais o tempo total de preparação. A terceira etapa conceitual se caracteriza pela busca da melhoria incansável de cada operação elementar tanto do *setup* interno como do externo.

Shingo (1996b) cita os benefícios se a TRF for adotada:

- aumento das taxas de operação das máquinas quando reduzidos os tempos de *setup*;
- redução dos estoques de produtos acabados e geração de estoques intermediários quando se torna possível a produção em pequenos lotes;
- resposta rápida às flutuações da demanda pela rapidez nos ajustes e na adequação às trocas de modelos.

Em uma abordagem voltada para a redução dos tempos de *setup*, Black (1998) propõe a combinação de uma equipe de TRF e de indivíduos treinados nos princípios do sistema criado por Shigeo Shingo. O objetivo da formação de equipes de TRF seria para atacar os piores problemas nos *setups* além da determinação dos padrões de realização e treinamento dos operadores.

Nakajima (1989) e Hay (1992) também discorrem sobre o tema TRF com a mesma abordagem tradicional de Shingo.

Seidel (2003) entende que a abordagem tradicional de Shingo apresenta limitações no que tange a gestão global da Troca Rápida de Ferramentas, propondo assim um programa estruturado em: - conceitos, estrutura, planejamento, método, capacitação tecnológica, indicadores e aspectos tecnológicos. Para esse autor, um Programa de TRF deve ter como objetivos a administração e implementação da técnica de forma ampla e a manutenção das melhorias implementadas ao longo do tempo não sejam passageiras e pontuais.

Um dos pontos de sustentação para a implantação de um Programa de TRF consiste na estrutura física necessária para a viabilização. Na visão de Seidel (2003), a estrutura física da TRF compreende:

- a estrutura integrada de coleta e análise de dados;
- a sala de treinamento dedicada à TRF;
- a estruturação do *Preset*¹ unificado com os Dispositivos de Qualidade² e suas funções.

¹ *Preset* pode ser definido como local específico para realização de atividades técnicas (pré-montagens e pré-ajustes) que antecedem os *setups* (SEIDEL, 2003).

² Dispositivos de Qualidade são os dispositivos utilizados pelos operadores para auxiliar no controle dimensional do processo.

O autor salienta que a unificação destas duas áreas permite a gestão centralizada dos ferramentais e dispositivos. Desta maneira, é agilizada a preparação e a entrega dos mesmos, evitando atrasos e possíveis falhas de comunicação. A gestão centralizada dos dispositivos permite também que as melhorias dos dispositivos sigam a mesma lógica de melhorias dos ferramentais.

Seidel (2003) apresenta as funções da área de Preset-Dispositivos quanto aos ferramentais e dispositivos:

- armazenamento adequado de todos os itens e conjuntos;
- preparação e entrega com antecedência;
- análise dos ferramentais e dispositivos retornados ao setor;
- reposição dos ferramentais e dispositivos gastos ou quebrados;
- encaminhamento de retrabalhos de ferramentais e dispositivos para o setor de ferramentaria ou terceiros;
- gerenciamento das melhorias dos ferramentais e dispositivos;
- controles de vida útil de ferramentas (se necessário);
- controle das despesas; e,
- análise de novos ferramentais e dispositivos em função da introdução de novos produtos.

A eficiente gestão dos ferramentais, dispositivos de qualidade e medições dos *setups* para a liberação de produção é um ponto crítico em um Programa de TRF. Falhas na gestão deste tema são significativas nos tempos de *setup* das máquinas.

2.2.3.2 - Flexibilização da mão-de-obra

Monden (1984) postula sobre as variações da demanda sugerindo que uma condição flexível para atendê-las é a utilização do conceito *Shojinka*. O significado deste conceito está embasado na possibilidade de flexibilizar a mão-de-obra, ou seja, alterar (aumentando ou

diminuindo) o número de operadores quando a demanda de produção é alterada. Para isto, três fatores são pré-requisitos para a sua viabilização:

1. projeto adequado do *layout* dos equipamentos. O *layout* celular em forma de “U” é o mais usual para ser adaptado para tal exigência;
2. operadores versáteis e bem treinados. A rotação do trabalho é o sistema utilizado para qualificar os operadores como multifuncionais para que possam operar vários tipos de equipamentos diferentes em seqüência;
3. avaliação contínua e revisões periódicas das rotinas e operações padronizadas.

Contudo, para Antunes Jr. (1998a), a utilização de práticas como Operações Padronizadas, TRF, Autonomiação, CQZD e TPM, teoricamente torna possível flexibilizar o sistema, produzindo em lotes pequenos e sincronizando de forma rigorosa sem mudanças de layout funcional para celular. Ainda segundo esse autor, o conceito de multifuncionalidade pode ser utilizado de forma generalizada se as máquinas forem projetadas com desligamento automático sempre que forem detectadas anormalidades ou quando se tenha alcançado o término do lote. A utilização de operadores multifuncionais trás implicações amplas e fundamentais como cita Antunes Jr. (1998a):

- permitir a criação de células de fabricação;
- melhoria da qualidade dos produtos fabricados;
- modificações radicais na organização do trabalho e da produção;
- permitir modificações no controle da fabricação; e,
- possibilita a execução de modificações da relação trabalhadores/supervisão.

Conforme Shingo (1996b), a multifuncionalidade pode ser implementada de duas formas:

- em operações multimáquinas, quando o operador executa suas atividades em várias máquinas, mas não segue o fluxo de produção do produto; e,
- em operações multiprocessos, quando o operador acompanha o fluxo de produção do produto.

Para esse autor, o maior conhecimento adquirido pelo operador sobre o fluxo de produção, é responsável pelo maior ganho obtido pelo sistema de multiprocessos se comparado com o de multimáquinas.

2.2.3.3 – Integração com Fornecedores

Outra abordagem importante no STP é a integração da cadeia de fornecedores. De acordo com Panizollo (1998), o sistema enxuto apresenta vulnerabilidade quando imprevistos e variações ocorrem fora do planejado tornando assim essenciais as parcerias entre comprador e fornecedor.

Womack, Jones e Ross (1992) relacionam algumas diferenças na relação entre comprador e fornecedor na transição ocorrida da produção em massa para a produção enxuta como: - parcerias, base de fornecedores reduzida, aprendizado mútuo, esforço de ambos na redução das perdas, produção e entregas *JIT*. Nas parcerias mais atuais, Rother e Shook (1999) salientam a tendência da aplicação do mapeamento do fluxo de valor. Seguindo a mesma linha de pensamento, Womack e Jones (2002) intitularam como macro-mapeamento esta forma mais ampliada que envolve todos os fornecedores e subfornecedores ao longo da cadeia.

No ponto de vista de Simão e Allipradini (2004), a gestão integrada da cadeia de fornecedores tem como características principais a redução da base de fornecedores com contratos de maior prazo, informações comerciais e de projeto compartilhadas e a redução de custos de aquisição.

Schonberger (1992) apresenta algumas das vantagens da integração da cadeia de fornecedores, por ele definida como “compras *JIT*”:

- redução das despesas com a manutenção dos estoques;
- rápida descoberta de defeitos, dada a frequência das entregas;
- retrabalhos reduzidos;
- rápida correção dos defeitos, dada a frequência de preparação das máquinas e o reduzido tamanho dos lotes;
- rápida resposta às mudanças de engenharia;

- inovações de projetos, dada a especialização dos fornecedores.

Para Liker (2005), a mais sofisticada forma de uma empresa enxuta advém do respeito dela com a sua rede de parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar, preservando assim um modelo de relação de aprendizagem e crescimento conjuntos.

Sintetizando os pensamentos dos autores citados, os sistemas enxutos revelam a valorização de um relacionamento de pró-atividade entre fabricantes e fornecedores em todas as áreas de interesse recíproco.

2.2.3.4 – Desenvolvimento de Produto Enxuto

O STP como base da filosofia enxuta é referenciada não só na manufatura, mas também no desenvolvimento de produtos com o conceito de projeto enxuto. A definição de desenvolvimento de projeto enxuto, segundo Womack, Jones e Ross (1992), está embasada no conceito de novos produtos poderem ser produzidos mais rapidamente, com menos trabalho e menor número de erros quando as inovações se tornam disponíveis para todos. Esses autores apontam também para as diferenças básicas dos métodos de projetar dos produtores em massa e enxutos, que consistem basicamente na liderança, no trabalho em equipe, na comunicação e no desenvolvimento simultâneo.

Para Cusumano (1994), o desenvolvimento de projetos está alicerçado nos seguintes princípios:

- substituição rápida de modelos;
- expansão constante da linha de modelos;
- sobreposição e compressão das etapas de desenvolvimento de projetos;
- aumento da participação dos fornecedores no processo de desenvolvimento do projeto;
- utilização de gerentes de projeto para a coordenação do desenvolvimento dos projetos;
- manutenção e continuidade dos gerentes de projetos e dos times de projetos;
- cumprimento rígido da programação de engenharia;

- estabelecimento de bons mecanismos de comunicação;
- utilização de engenheiros e equipes de projetos polivalentes (abordagem multidisciplinar);
- habilidade para utilizar ferramentas de projeto baseada no computador (CAD – *Computer Aided Design*); e,

2.2.3.5 – Gestão Visual

Uma parcela significativa do sistema de comunicação e controle no Sistema Toyota de Produção, segundo Alvarez e Antunes Jr. (2001), é confiada aos mecanismos de gerenciamento visual.

A presença de padrões junto ao posto de trabalho exemplifica, segundo Imai (1996), a prática da Gestão Visual e demonstra a idéia de transparência da organização.

Para Hall (1987), a Gestão Visual oferece uma proposta de visibilidade do chão de fábrica com efetivo e imediato *feedback*, objetivando:

- oferecer informações acessíveis e simples, facilitando o trabalho diário e aumentando o desejo de se trabalhar com maior qualidade;
- reforçar a autonomia dos funcionários, enriquecendo as relações e não enfraquecendo-as;
- fazer com que o compartilhamento das informações passe a fazer parte da cultura da empresa.

Formoso *et al.* (2002) consideram que para a implantação do gerenciamento visual é necessário:

- fazer uso de dispositivos visuais, como placas de sinalização e de segurança, indicadores de locais e locais de trânsito permitido e proibido, faixas de demarcação para locais de descarga, armazenamento e bordas no piso;
- implantar o 5S (organização, arrumação, limpeza, padronização e autodisciplina);

- coletar e divulgar os indicadores de desempenho, principalmente os de processo;
- remover ou realocar obstáculos visuais, como armários, que dificultam a comunicação entre os operadores. No caso de paredes de alvenaria, substituí-las por divisórias de vidro.

Mestre *et al.* (1999) apontam duas das principais vantagens que o gerenciamento visual apresenta:

- assimilação, maior facilidade dos operadores em assimilar as informações;
- exposição, maior facilidade de integração pois todas as informações necessárias para se obter uma boa comunicação estão expostas à todos.

A lógica da Gestão Visual, objetiva ampliar a capacidade de tratamento das informações no chão de fábrica e reduzir o tempo de *feedback* para as ações de controle, aproximando ou até mesmo integrando o controle à execução (ALVAREZ e ANTUNES JR., 2001).

2.2.3.6 – Manutenção Produtiva Total (TPM)

A Manutenção Produtiva Total, (do inglês, TPM – *Total Production Maintenance*) é um método de gestão industrial que foi disseminado mundialmente por Seiichi Nakajima³. O objetivo da TPM, segundo Nakajima (1989), é atingir e manter as condições ideais dos equipamentos a fim de evitar quebras e paradas inesperadas.

Chand e Shirvani (2000) comparam a TPM com a manutenção corretiva. Para esses autores, a TPM permite à empresa de manutenção tradicional mudar de práticas corretivas para práticas pró-ativas compartilhadas na responsabilidade pela condição e desempenho do equipamento. Eles afirmam ainda que custo real da manutenção corretiva é muito mais do que

³ Seiichi Nakajima é autor de dois livros que abordam o processo de implementação do método TPM, “TPM Tenkai”, em 1982 e “TPM Nyumon”, em 1984. Nakajima descreve a introdução do método TPM. Ambos os livros foram publicados pelo *Japan Institute for Plant Maintenance* (JIPM), do qual Nakajima foi vice-presidente e, posteriormente, editados nos idiomas inglês e espanhol.

simplesmente o somatório do custo dos recursos de manutenção com o de peças de reposição. Para ilustrar a afirmação, a Figura 5 apresenta os outros fatores que compõe o real custo da manutenção corretiva segundo a ótica de Chand e Shirvani (2000).

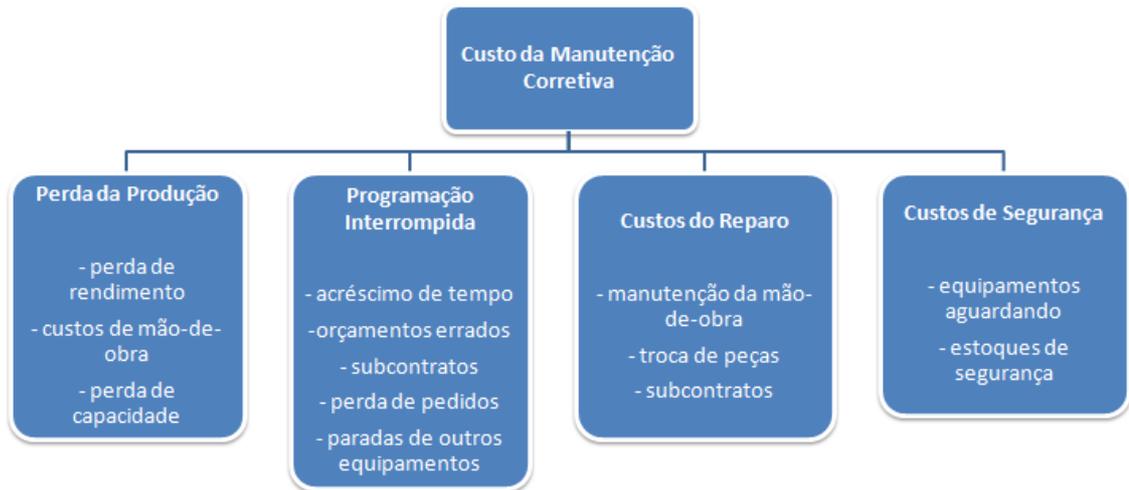


FIGURA 5: Custo real da manutenção corretiva

Fonte: Adaptado de Chand e Shirvani (2000)

Em 1971, o *Japan Institute for Plant Maintenance (JIPM)* definiu cinco objetivos básicos do TPM, conforme cita Antunes Jr. (1998b):

1. maximizar o rendimento global dos equipamentos;
2. desenvolver um sistema de manutenção produtiva que leve em conta toda a vida útil do equipamento;
3. envolver todos os departamentos que direta ou indiretamente utilizam a manutenção na implantação do TPM;
4. envolver todos os colaboradores na implantação desde o gerente até os operadores do chão de fábrica;
5. tornar o TPM um movimento visando a motivação gerencial, incentivando atividades autônomas de melhorias por pequenos grupos.

Shirose (2000) postula que a inovação trazida pela adoção da TPM reside no fato dos operadores agregarem a atribuição de tarefas básicas de manutenção nas suas máquinas. As áreas de manutenção passam a partir deste momento a ser alimentadas de informações por parte dos operadores no que se refere a anomalias ou sintomas estranhos que os equipamentos

venham a apresentar, permitindo assim que intervenções sejam executadas para prevenir a quebra ou a falha do equipamento.

Nakajima (1989) definiu seis grandes perdas existentes nos equipamentos (recursos), que influenciam diretamente em suas produtividades:

- perdas por Quebra;
- perdas por *setup* e Regulagens;
- perdas por Ociosidade e Pequenas Paradas;
- perdas por Redução de Velocidade;
- perdas por Problemas de Qualidade e Retrabalhos;
- perdas por Queda de Rendimento (*startup*).

Da estratificação das seis grandes perdas nasceu o indicador Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), capaz de medir as melhorias implementadas pela TPM e servir de base para a análise das reais condições dos equipamentos. O IROG é calculado do produto dos índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade (NAKAJIMA, 1989).

Jonsson e Lesshammar (1999) atribuem à eficiência global dos equipamentos a tarefa de indicar as áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias como também a sua utilização como *benchmark*, permitindo quantificar as melhorias aplicadas aos equipamentos, células ou linhas de produção. A análise da eficiência global dos equipamentos e saída de uma célula ou linha de produção (*output*) permite a identificação do recurso com menor eficiência, direcionando assim os esforços de melhorias para estes recursos. Quando se analisa a eficiência e trabalha na melhoria dos equipamentos reduzindo as perdas, a produção aumenta, descartando assim a aquisição de novos equipamentos.

Para Antunes Jr. *et al.* (2008), o STP é uma fonte central para a competitividade das empresas que querem alcançar um nível de fabricação classe mundial.

Shingo (1996b) afirma que a sobrevivência das empresas depende da redução dos seus custos e que isto requer a completa eliminação das perdas. A redução do custo da mão-de-obra é um compromisso cada vez mais presente no STP e está simbolizado pela expressão, “mínima força de trabalho”. Ainda segundo Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção é um sistema revolucionário que transformou um sistema de produção tradicional passivo e conciliatório a partir da investigação das origens da produção convencional e que as crenças mais comuns que eram aceitas, deram origem a um novo sistema embasado em conceitos que não haviam sido utilizados anteriormente.

2.2.3.7 – Síntese das Práticas Apresentadas

Com o objetivo de sintetizar as práticas apresentadas neste referencial teórico, o Quadro 2 explicita as mesmas associadas aos seus respectivos elementos viabilizadores de suas implantações. Os elementos viabilizadores apontados neste quadro foram extraídos das pesquisas e obras de vários autores e servirão, mais adiante, como referência na construção do questionário, instrumento utilizado nesta pesquisa.

QUADRO 2: Práticas enxutas e seus elementos viabilizadores

Práticas	Elementos viabilizadores	Referências
Troca Rápida de Ferramentas	Procedimento	Shingo (2000), Seidel (2003), Monden (1984), Black (1998), SAE J4000 (1999)
	Estrutura	
	Treinamento	
	Integração com o operador	
Desenvolvimento de Produto Enxuto	Padronização	Cusumano (1994), Womack, Jones e Ross (1992), SAE J4000 (1999)
	Valor	
	Integração	
	Análise crítica	
Controle de Qualidade Zero Defeito	Especificações	Ghinato (1996), Shingo (1996b), Alsthron (1998), Antunes Jr. <i>et al.</i> (2008)
	Procedimentos	
	Indicadores	
	Garantia do processo	
Integração com Fornecedores	Compromisso	Simão e Allipradini (2004), Liker (2005), SAE J4000 (1999)
	Confiabilidade	
	Parceria	
	Programação de entrega	
Operações Padronizadas	Procedimento	Ghinato (2000), Imai (1996), Monden (1984)
	Acessibilidade	
	Participação do operador	
	Atualização	
Melhoria Contínua	Direcionamento das melhorias	Ghinato (2000), Liker (2005), Schonberger (1992), SAE J4000 (1999)
	Padronização	
	Incentivo	
	APG's	
Manutenção Produtiva Total	Planejamento	Nakajima (1989), Antunes Jr. (1998b), Shirose (2000), SAE J4000 (1999)
	Prevenção	
	Treinamento	
	Participação do operador	
Gestão Visual	Metas	Monden (1984), Alvarez e Antunes Jr. (2001), Formoso <i>et al.</i> (2002), SAE J4000 (1999)
	Qualidade	
	Sinalização	
	Organização	
Autonomação	Autonomia	Ohno (1997), Ghinato (1996), Monden (1984), Shingo (1996b)
	Prevenção aos erros	
	Equipamentos	
	Comunicação	

Balanceamento da Produção	<i>Takt time</i>	Monden (1984), Antunes Jr. <i>et al.</i> (2008), Ghinato (2000), SAE J4000 (1999)
	Estoque em Processo	
	Fluxo Contínuo	
	Tempo de Ciclo	
Flexibilização da Mão-de-obra	<i>Layout</i>	Monden (1984), Antunes Jr. (1998a), Shingo (1996b), SAE J4000 (1999)
	Multifuncionalidade	
	Treinamento	
	Variação do nº de operadores	
Produção Puxada	<i>Lead time</i>	Shingo (1996a), Ohno (1997), Monden (1984), Ghinato (1996), SAE J4000 (1999)
	<i>Kanban</i>	
	Fluxo Unitário	
	<i>Layout</i>	
Nivelamento da Produção	Multifuncionalidade	Ohno (1997), Simão e Allipradini (2004), Ghinato (2000), Antunes Jr. (1998a), Antunes Jr. (1998b), SAE J4000 (1999)
	Tempo de <i>setup</i>	
	<i>Layout</i> flexível	
	TPM	
Fluxo de Valor	Valor para o Cliente	Womack e Jones (1998), Rother e Shook (1999), SAE J4000 (1999)
	Identificação de Valor	
	Análise de Valor	
	Perfeição	

Fonte: Autor com base nos autores citados

2.3 – ESTRATÉGIA E COMPETITIVIDADE

Slack *et al.* (1997) conceituam “estratégia” como um padrão global de decisões e ações que posicionam a organização em seu ambiente e tem o objetivo de fazê-la atingir suas metas a longo prazo.

Para Bateman e Snell (1998), estratégia é um padrão de ações e de alocações de recursos destinados a atingir os objetivos da organização.

Segundo Paiva, Carvalho e Fensterseifer (2004), a estratégia empresarial é apresentada em três níveis: estratégia corporativa, estratégia de negócios e estratégia funcional.

A estratégia corporativa se caracteriza pela relação com o ambiente em que o grupo empresarial atua. Fatores como tecnologia, ecologia, aspectos econômicos, setor em que a empresa atua, sociedade e aspectos políticos devem ser levados em consideração pelos administradores no momento da formulação da estratégia corporativa (PAIVA, CARVALHO e FENSTERSEIFER, 2004).

Bateman e Snell (1998) postulam que a estratégia de negócios define as principais ações pelas quais uma organização constrói e reforça sua posição competitiva no mercado. A vantagem competitiva é resultado de uma entre duas estratégias de negócios genéricas:

- estratégia de diferenciação – quando uma empresa tenta ser única em seu setor ou segmento de mercado em algumas dimensões que os consumidores valorizem, como alta qualidade, marketing ou distribuição;
- estratégia de baixo custo – quando a empresa busca ser eficiente e oferecer produtos padronizados e sem acessórios considerados supérfluos. Normalmente a obtenção de vantagens vem das economias de escala na produção.

Uma unidade estratégica de negócios típica deve possuir quatro estratégias funcionais: marketing e vendas, produção, controladoria e finanças, e pesquisa e desenvolvimento. Em algumas unidades estratégicas de negócios podem estar envolvidas outras estratégias como a de distribuição, serviço de campo e de recursos humanos (HAYES *et al.*, 2008).

Esses mesmos autores comentam que as estratégias funcionais é que sustentam o tipo de vantagem competitiva buscada pela organização.

Por ser relevante para a pesquisa, é importante limitar a abordagem das estratégias funcionais em uma das estratégias: a de operações. A Figura 6 apresenta os níveis estratégicos apontando a delimitação citada.

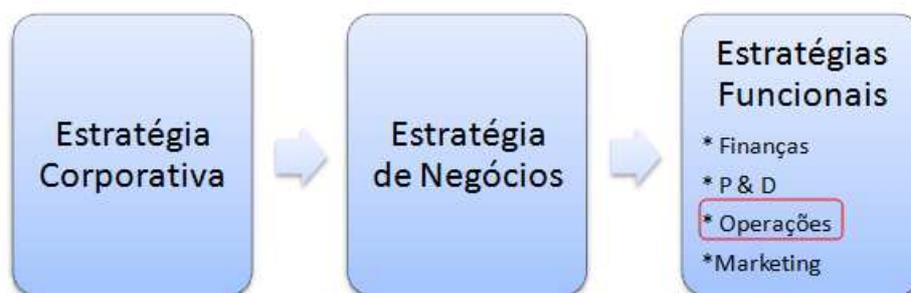


FIGURA 6: Relação entre níveis estratégicos

Fonte: autor com base em Paiva, Carvalho e Fensterseifer (2004) e Slack *et al.*(1997)

Paiva, Carvalho e Fensterseifer (2004) consideram a área de operações como um dos fatores definidores da estratégia de uma empresa. Segundo os autores, a estratégia de operações propõe alcançar a concordância com os objetivos impostos pela estratégia de negócios, buscando uma vantagem competitiva e focalizando um padrão de definições consistentes no que se refere a operações.

Porter (1991), Paiva, Carvalho e Fensterseifer (2004) identificam três estratégias genéricas de operações:

- Estratégia de liderança em custo pura – se caracteriza pela sustentação na economia de escala, acesso diferenciado a matérias-primas ou canais de distribuição. Requer investimentos de capital, habilidades em processos de engenharia, supervisão intensa do trabalho, produtos projetados para facilitar a manufatura e sistemas de distribuição de custos baixos;
- Estratégia de diferenciação pura – procura atingir e manter a variedade e boa qualidade de produtos e entregas. A estratégia de diferenciação está embasada no aumento da qualidade e na redução do tempo de lançamento de novos produtos, através de esforços de marketing, engenharia de produto, criatividade, grande capacidade em pesquisa e reputação relacionada com tecnologia;
- Estratégia de custo e diferenciação – com o advento dos avanços tecnológicos, é possível se utilizar da estratégia de custo e diferenciação simultaneamente. Com a possibilidade de se produzir vários produtos, existe potencial de obtenção de economias de escopo. A flexibilidade da manufatura amparada pelos chamados sistemas flexíveis, do projeto integrado por computador, provoca um *trade-off* entre custo e diferenciação.

O objetivo de uma estratégia de produção, segundo Hayes *et al.* (2008), é guiar uma organização de produção na montagem e alinhamento dos recursos que irão propiciar a implementação eficaz da estratégia competitiva.

Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1996) definem competitividade como sendo a capacidade que a empresa possui de formular e implementar estratégias concorrenciais que ampliem e garantam uma vantajosa posição na indústria, que podem depender de fatores subjetivos e não-mensuráveis.

O elemento mais importante de uma estratégia competitiva, em termos de implicações para sua estratégia de produção, reside na forma de como ela diferencia seus produtos e serviços daqueles de seus principais concorrentes (HAYES *et al.*, 2008).

Para Slack (1993), a satisfação dos consumidores e a superação da concorrência são os objetivos de uma operação de manufatura competitiva. A construção dos objetivos de desempenho para a produção está relacionada diretamente com a satisfação do cliente. A

necessidade do cliente traduz qual aspecto de desempenho é mais importante e significativo para que a empresa se posicione estrategicamente de forma a atendê-lo bem e contribuir com o desempenho da operação como um todo. Para que isso seja possível, esse autor diferencia os objetivos em:

- ganhadores de pedidos, que são aqueles que contribuem direta e significativamente para o ganho do negócio. São considerados pelos consumidores como fatores-chave da competitividade, aqueles que influenciam suas decisões de quantos negócios vão concretizar com a empresa. Se o desempenho deste objetivo aumentar, resultará em mais negócios ou em melhoria de chances de ganhar mais negócios;
- qualificadores, que podem não ser os principais determinantes do sucesso competitivo. São aspectos da competitividade nos quais o desempenho da operação precisa estar acima de determinado nível para que com isto a empresa seja considerada pelos consumidores como possível fornecedora. Se a empresa estiver abaixo desse nível crítico de desempenho, dificilmente participará da concorrência. Em resumo a presença não garante, mas a ausência bloqueia o negócio.

Slack *et al.* (1997) afirma que o grau com que uma empresa atende às exigências de seus consumidores é determinado pelo desempenho de sua função produção nos objetivos de desempenho que influenciam diretamente os fatores competitivos. O Quadro 3 apresenta a relação dos objetivos de desempenho confrontados com os fatores competitivos correspondentes que os clientes valorizam no ponto de vista de três autores.

QUADRO 3: Relação entre objetivos de desempenho e fatores competitivos

Objetivos de desempenho conforme:			Fatores competitivos valorizados pelos clientes
Slack <i>et al.</i> (1997)	Hayes <i>et al.</i> (2008)	Paiva <i>et al.</i> (2004)	
Custo	Custo	Custo	Fornecer produtos e serviços a preço baixo
Qualidade	Qualidade	Qualidade	Fornecer produtos e serviços de alta qualidade
Rapidez			Fornecer produtos e serviços com rapidez
Confiabilidade	Confiabilidade	Desempenho na entrega	Cumprir com os prazos de entrega
Flexibilidade	Flexibilidade	Flexibilidade	Fornecer ampla gama de produtos e serviços com habilidade de mudar a quantidade ou prazo de entrega
		Inovatividade	Fornecer em curto espaço de tempo o lançamento de novos produtos e serviços

Fonte: Autor com base nos autores citados

2.4 – RELAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIA DE MANUFATURA E PRÁTICAS ENXUTAS

Slack (1993) discorre que os cinco objetivos de desempenho – qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos definem o que as operações de manufatura tentam atingir para serem competitivas. O autor afirma que as formas pelas quais os recursos são gerenciados para atingir os níveis de aperfeiçoamento e desempenho vem das várias atividades da manufatura como a tecnologia, desenvolvimento e organização, e rede de suprimentos. Ainda segundo Slack (1993), a estratégia de manufatura é o processo que coloca estes dois conjuntos de idéias juntos e conecta as ambições da manufatura com o que ela pode fazer para realizá-las. Em suma, é assim que surge uma conexão entre as atividades estratégicas e operacionais.

Com o objetivo de configurar modelos de produção enxuta de acordo com as necessidades estratégicas específicas as quais as empresas devem apresentar para a obtenção da vantagem competitiva, Machado e Heineck (2001) postularam em sua pesquisa uma forma de chegar aos modelos estratégicos. O trabalho desses autores se fundamenta na criação de uma matriz de cruzamento entre as práticas indicadas como viabilizadoras da produção enxuta

com os cinco objetivos de desempenho apontados por Slack *et al.* (1997). Por se tratar de 65 práticas apontadas na pesquisa, considerado um número grande de práticas, aqui serão citadas somente as mais relevantes e de interesse para futura utilização no estudo da empresa desta dissertação. O Quadro 4 traz a relação das práticas enxutas com os objetivos de desempenho.

QUADRO 4: Matriz de relacionamento de práticas de produção e objetivos de desempenho

Práticas de Produção	Objetivos de Desempenho segundo Slack (1997)				
	Custos	Qualidade	Rapidez	Confiabilidade	Flexibilidade
Certificação da Qualidade	X	X		X	
Feedback dos Clientes		X			
Envolvimento do Cliente no projeto		X			
Produção JIT	X	X		X	X
Padronização do trabalho		X		X	
Feedback da Qualidade para Produção		X			
Redução do <i>lead time</i>	X		X		X
PCP por computador	X		X	X	X
Incentivos financeiros	X		X		
Redução do tempo de <i>setup</i>	X		X		
TPM	X			X	
Treinamento			X		X
Polivalência					X
Minimização de etapas no processo	X				
Mapeamento do processo	X		X		
Padronização de componentes, materiais, etc.				X	
Gerenciamento de custos	X				
Redução da variabilidade de processo			X	X	
Rodízio no trabalho					X

Fonte: Adaptado de Machado e Heineck (2001)

Os cruzamentos entre as práticas de produção enxuta e a viabilização de objetivos de desempenho dão origem a cinco modelos estratégicos de produção:

1. Modelo enxuto de produção orientado para custos, destacando as seguintes práticas: Certificação da qualidade, produção *JIT*, redução do *lead time*, PCP por computador, incentivos financeiros, redução do tempo de *setup*, *TPM*, minimização das etapas no processo e gerenciamento de custos;
2. Modelo enxuto de produção orientado para a qualidade destacando: Certificação da qualidade, *feedback* dos clientes, envolvimento do cliente no projeto, produção *JIT*, padronização do trabalho e *feedback* da qualidade para a produção;
3. Modelo enxuto de produção orientado para a rapidez destacando: Redução do *lead time*, PCP por computador, incentivos financeiros, redução do tempo de *setup*, treinamento, mapeamento do processo e redução da variabilidade de processo;
4. Modelo enxuto de produção orientado para a confiabilidade destacando: Certificação da qualidade, produção *JIT*, padronização do trabalho, incentivos financeiros, *TPM*, redução da variabilidade de processo e padronização de componentes, materiais, ferramentas;
5. Modelo enxuto de produção orientado para a flexibilidade destacando: Produção *JIT*, redução do *lead time*, PCP por computador, treinamento, polivalência e rodízio no trabalho.

Os conjuntos específicos de práticas enxutas utilizadas nos sistemas de produção são responsáveis pela operacionalização das estratégias de manufatura. Com isto, a partir da definição estratégica do objetivo de desempenho que as empresas perseguem como meta, apresenta-se como alternativa de operacionalização a ser seguida a adoção do conjunto de práticas abordadas na pesquisa de Machado e Heineck (2001).

2.5 – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS ENXUTAS

Com a crescente disseminação dos princípios enxutos originada da adoção das práticas enxutas por um grande número de empresas, surgiu a necessidade de desenvolver instrumentos de investigação que fossem capazes de medir e avaliar o nível de maturidade em que se encontram estas empresas na busca pela adesão aos princípios enxutos. Muitos estudos dedicados ao assunto são baseados em desenvolvimentos de propostas visando à avaliação do nível de implementação de princípios ou de práticas enxutas. De acordo com Saurin e Ferreira (2008), cabe esclarecer que os princípios determinam o alicerce do sistema, as regras que a empresa deve seguir, e as práticas caracterizam o meio de viabilizar a implantação destes princípios. As propostas citadas com maior frequência na literatura nacional e internacional são apresentadas a seguir.

2.5.1 – *Lean Enterprise Model* – LEM

O LEM é considerado um modelo referencial que foi desenvolvido a partir dos resultados de *surveys*, estudos de caso e outras pesquisas realizadas sobre a indústria aeronáutica norte-americana. O modelo se caracteriza como uma ferramenta para a avaliação de características e do desempenho de uma empresa utilizando-se de indicadores de desempenho que são comparados com valores referenciais fornecidos pelo próprio modelo. A partir deste comparativo encaminham-se as iniciativas em busca das melhorias (LAI, 2009).

A estrutura do LEM é composta de três partes principais, conforme LAI (2009):

- Um diagrama resumo demonstrando o topo da hierarquia do modelo, com as práticas associadas aos indicadores de desempenho;
- Um manual contendo a estrutura detalhada e completa do modelo; e,
- Um software para acessar os diversos níveis de informação do modelo.

Durán e Batocchio (2003) ilustram com a Figura 7 a arquitetura do nível superior do modelo, apresentando: (a) seis princípios, (b) quatro medidas de desempenho e (c) doze práticas chamadas de prioritárias.

O modelo trás, para cada uma das doze práticas prioritárias, uma definição para melhor compreensão do significado de cada uma delas e apresenta também os indicadores de desempenho que quantificam o nível de desenvolvimento em que a empresa se encontra. Para a prática 10, “Nutrir um ambiente de aprendizado constante”, a definição apresentada é “Proporcionar desenvolvimento e crescimento de ambas as organizações e apoiar os indivíduos a alcançarem as metas da empresa enxuta”. Os indicadores para a prática 10 são:

- Horas de treinamento/empregado;
- Utilização de sistema de lições aprendidas, melhores práticas;
- Proporcionar programa de treinamento para fornecedores

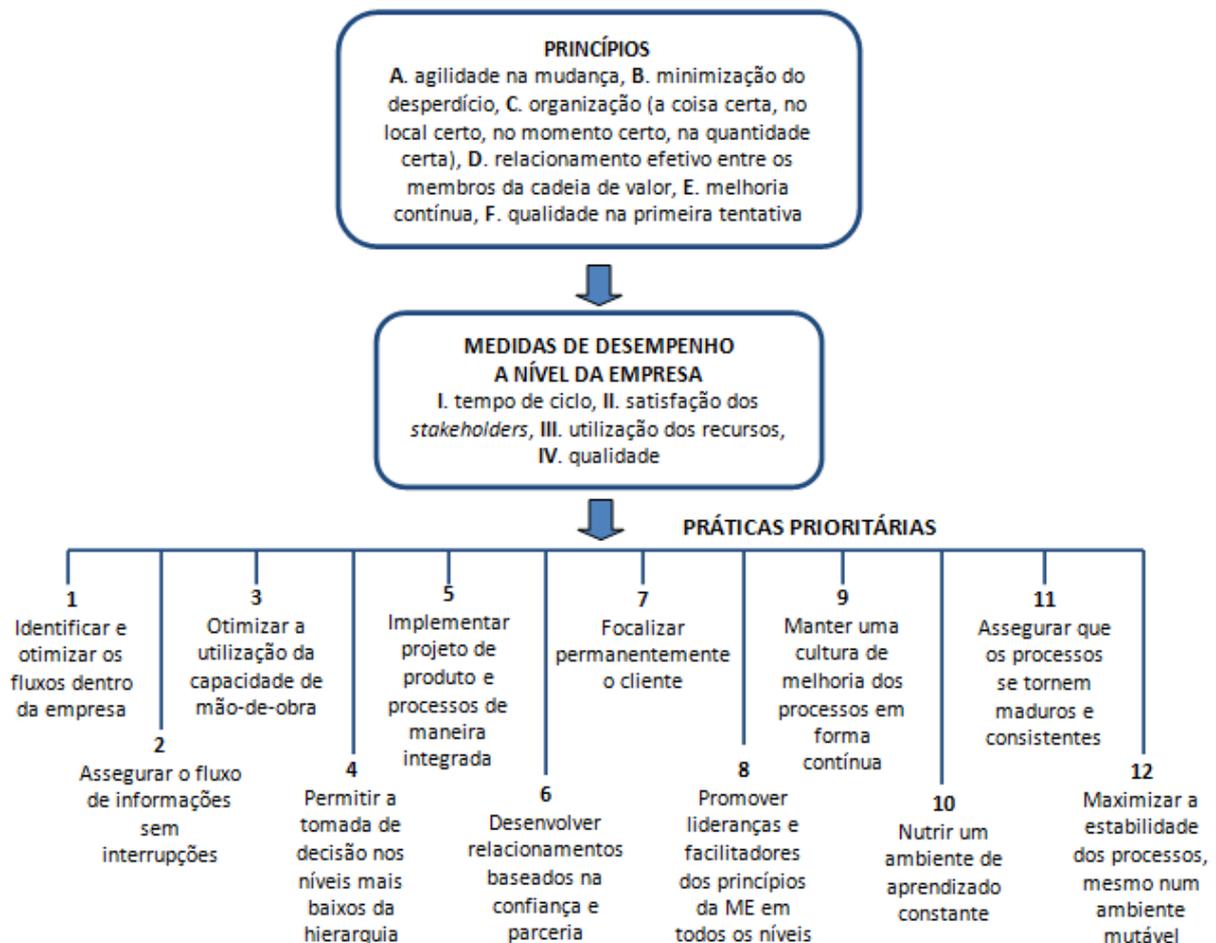


FIGURA 7: Arquitetura do nível superior do LEM

Fonte: Adaptado de Durán e Batocchio (2003)

Ainda segundo Durán e Batocchio (2003), para cada prática prioritária, há no modelo uma definição que permite o melhor entendimento do significado de cada uma delas, assim como a identificação de um conjunto de indicadores que permitem quantificar o nível de desenvolvimento da empresa em função do princípio em avaliação.

2.5.2 - Prêmio Shingo - Shingo Prize (2009)

O Prêmio Shingo foi criado em 1988 na Universidade de Utah (Estados Unidos) e objetiva a promoção da implantação dos conceitos da manufatura enxuta e com isto reconhecer as organizações dos Estados Unidos, Canadá e México quando os padrões classe mundial de manufatura forem alcançados. Considerado como modelo baseado na abordagem da gestão enxuta, o *Shingo Prize* segue filosofia de gestão compartilhada do reconhecido engenheiro Shigeo Shingo. O prêmio se caracteriza pela avaliação de doze elementos divididos em quatro dimensões conforme ilustra a Figura 8.

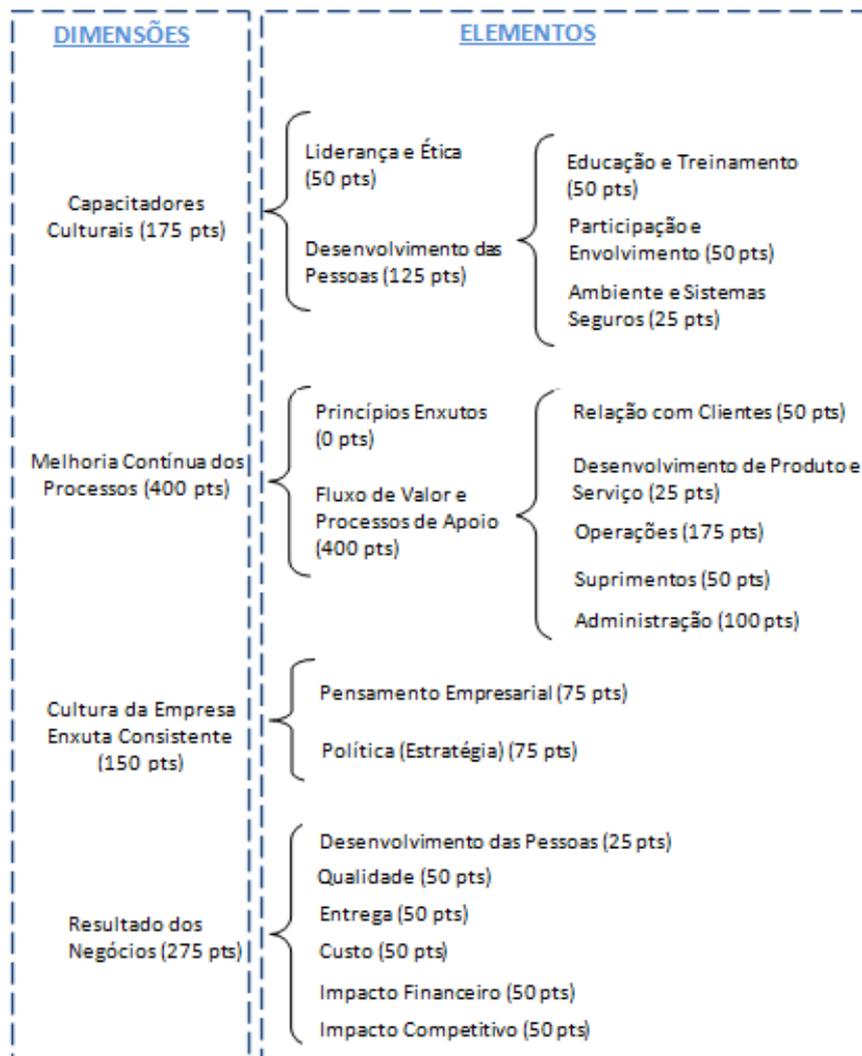


FIGURA 8: Estrutura dos elementos que compõe o Prêmio Shingo

Fonte: Autor com base em *Shingo Prize* (2009)

A estrutura do modelo é projetada para ajudar os gestores na identificação da posição que a empresa ocupa na caminhada à implementação dos conceitos da manufatura enxuta, apresentando como resultado a possibilidade de uma avaliação ampla e profunda do nível de implementação já existente.

Os progressos alcançados por empresas que trabalham buscando receber o Prêmio Shingo variam devido aos seus diferentes tipos de seguimentos de negócios. Contudo, o objetivo final é claro: Integrar toda a empresa e seus fluxos de valor com a criação completa e sistêmica da filosofia enxuta para alcançar melhores resultados empresariais. O modelo *Shingo Prize* busca ser flexível para que possa ser aplicado a todos os tipos de indústrias, do setor público ou privado, com fins lucrativos ou não, e também em setores específicos das organizações bem como em toda a planta por completo.

2.5.3 – Método de Karlsson e Ahlstrom

O método desenvolvido por Karlsson e Ahlstrom (1996) tem como objetivo atender a necessidade de medir os progressos realizados nos esforços de uma empresa em se tornar enxuta. A base conceitual da pesquisa que deu origem à operacionalização do método se alicerça inicialmente nos estudos de Womack, Jones e Ross (1992). Karlsson e Ahlstrom (1996) utilizaram ainda uma estrutura teórica advinda de seus estudos de caso junto a empresas que vinham implementando a Produção Enxuta. Para os autores, a conceitualização de Produção Enxuta pode ser apresentada pela adoção dos seguintes princípios: eliminação de perdas, melhoria contínua, equipes multifuncionais, sistema de informação verticalizada, zero defeitos/*JIT*, descentralização de responsabilidades/funções integradas e puxar ao invés de empurrar a produção. Assim como para a Produção Enxuta, a Figura 9 ilustra os princípios conceituais utilizados em outras áreas funcionais como Desenvolvimento Enxuto, Compras Enxutas e Distribuição Enxuta que em conjunto dão origem a Empresa Enxuta.

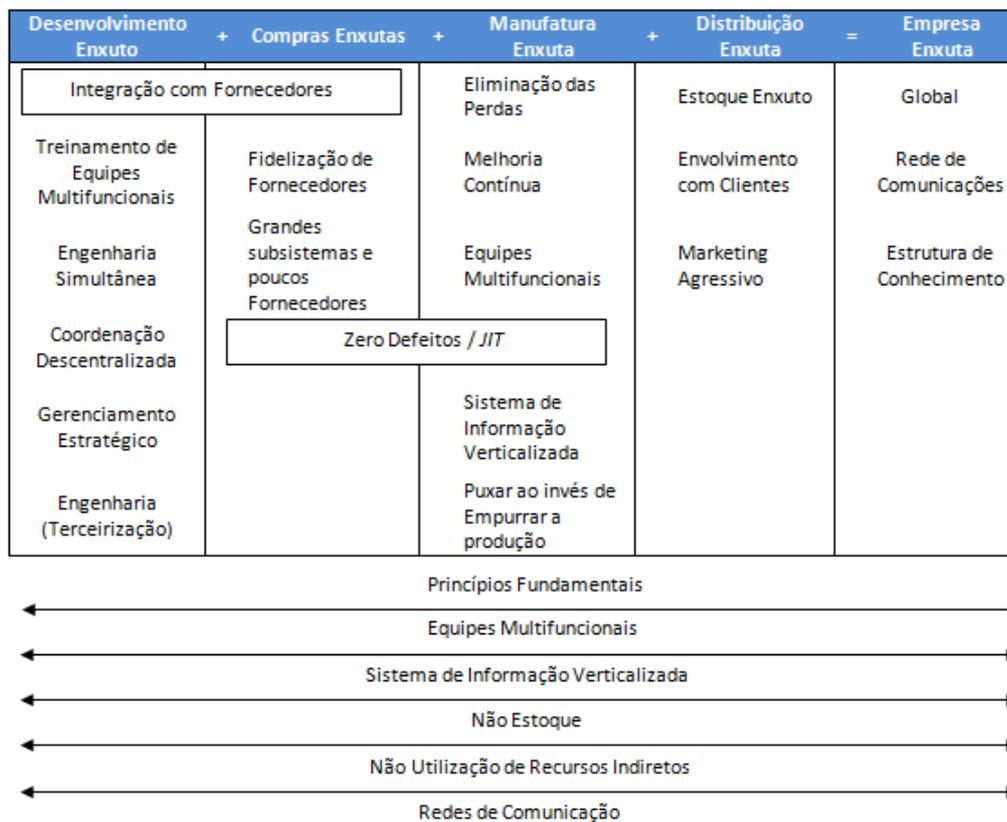


FIGURA 9: Conceitualização da Produção Enxuta

Fonte: Adaptado de Karlsson e Ahlstrom (1996)

Cada área funcional contém princípios e cada princípio é avaliado por um conjunto de indicadores capazes de refletir as mudanças ocorridas em busca da empresa enxuta. Na Figura 10, o exemplo de um fragmento do método para ilustrar a avaliação dos indicadores do princípio da Melhoria Contínua.

Indicador	Melhoria Contínua	Lean
Sugestões	<ul style="list-style-type: none"> • Número de sugestões por empregado por ano • Percentual de sugestões implementadas 	
Organização de atividades de melhoria	<ul style="list-style-type: none"> • Círculos de Qualidade • Equipes multifuncionais e soluções espontâneas de problemas • Esquema formal de sugestões • Organização não explícita 	
Notas:	 = Deveria melhorar  = Prática deveria mudar neste sentido	

FIGURA 10: Avaliação dos indicadores do princípio da Melhoria Contínua
 Fonte: Adaptado de Karlsson e Ahlstrom (1996)

2.5.4 – Método de Sánchez e Pérez

O método proposto por Sánchez e Pérez (2001) se fundamenta na aplicação de um *check-list* estruturado por seis princípios enxutos, conforme ilustra a Figura 11.

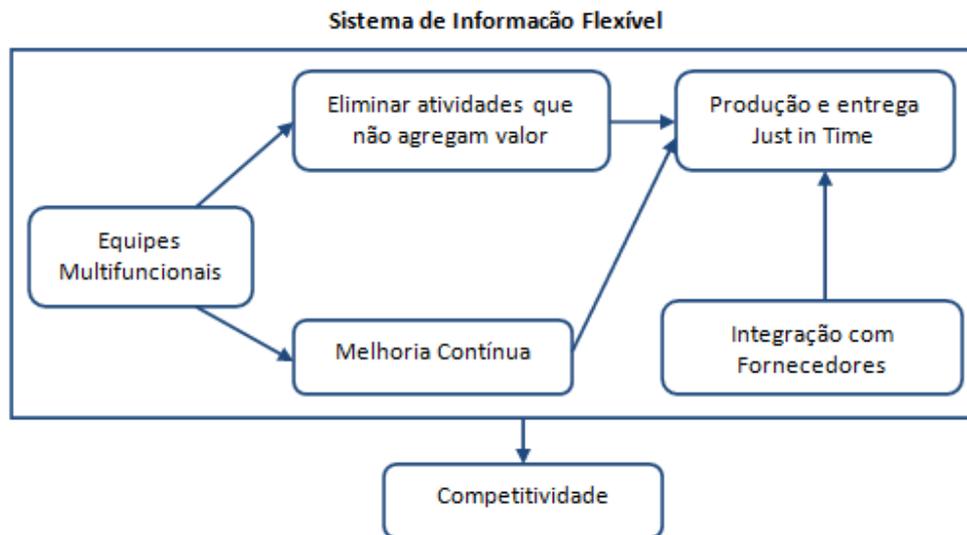


FIGURA 11: Estrutura do método de Sánchez e Pérez

Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001)

Cada princípio enxuto é associado a indicadores de desempenho caracterizados por práticas básicas da produção enxuta que contribuem para a melhoria do desempenho das empresas. Ao todo o método utiliza trinta e seis indicadores. A Figura 12 exemplifica um dos princípios utilizados na pesquisa e sua derivação em indicadores de desempenho.

Indicador	Definição	Mudança
EF1	% de peças comuns nos produtos	↑
EF2	Valor do trabalho executado em relação às vendas	↓
EF3	Rotação do inventário	↑
EF4	Número de vezes e distancia que as peças são transportadas	↓
EF5	Quantidade de tempo necessário para efetuar mudanças	↓
EF6	% de manutenções preventivas sobre a manutenção total	↑
Nota: ↑ O indicador deve aumentar para avançar para a produção enxuta ↓ O indicador de diminuir para avançar para a produção enxuta		

FIGURA 12: Princípio eliminação de atividades que não agregam valor e seus indicadores

Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001)

O método de Sánchez e Pérez (2001) foi testado em 107 empresas do segmento automotivo e de máquinas industriais da região de Aragon, na Espanha, no ano de 2000. O

resultado da pesquisa destas autoras atendeu a três objetivos: avaliar a utilização de indicadores de produção enxuta, analisar algumas relações entre o uso dos indicadores e estudar a influência que os objetivos de produção da empresa têm sobre a utilização de indicadores de produção enxuta.

2.5.5 – Método de Fernandes, Godinho Filho e Dias

Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005) propõem um método para auxiliar as empresas a escolher corretamente os indicadores de desempenho enxutos em função de três características: objetivos da implantação da manufatura enxuta, abrangência da implantação (chão de fábrica, empresa ou cadeia de suprimentos), e grau de implantação dos princípios enxutos. Os autores seguiram o modelo do método proposto por Karlsson e Ahlstrom (1996) que visa contribuir de uma maneira empírica com o estudo dos indicadores de desempenho relativos ao ambiente da manufatura enxuta.

A partir dos trabalhos de Sánchez e Pérez (2001), Shah e Ward (2002) e Detty e Yingling (2000), um conjunto de quarenta e quatro indicadores atrelados a doze princípios compõe a estrutura do método que se divide em três abordagens conforme Figura 13.

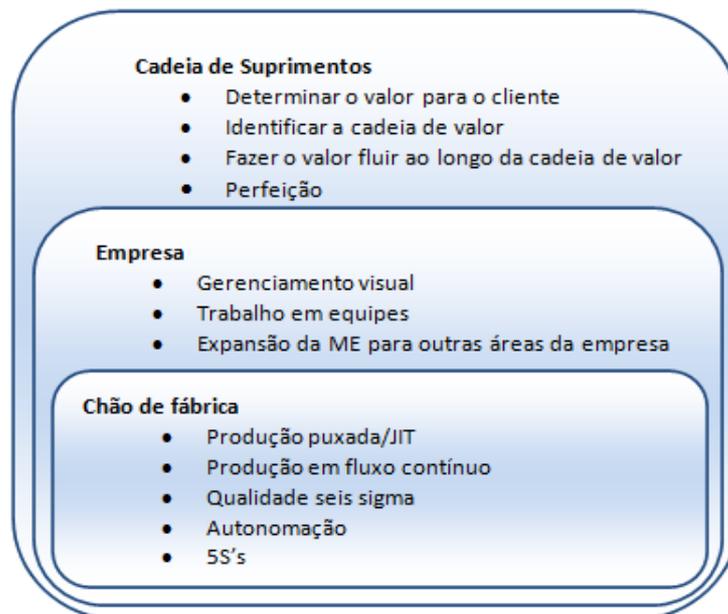


FIGURA 13: Os princípios enxutos relacionados às três abordagens da manufatura enxuta
 Fonte: Adaptado de Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)

Para exemplificar, a seguir alguns dos indicadores conforme as três abordagens, utilizados pelo método:

- Cadeia de Suprimentos:
 1. *Lead time* dos pedidos dos clientes;
 2. Percentual de peças entregues *JIT* pelo fornecedor;
 3. Percentual de peças e componentes projetados em parceria com fornecedores etc.

- Empresa:
 1. Percentual de peças comuns nos produtos da empresa;
 2. Valor do estoque em processo em relação ao valor de vendas;
 3. Giro anual de estoque etc.

- Chão de fábrica:
 1. Custo unitário de produção;
 2. Tempo de fluxo médio;
 3. Quantidade de estoque em processo/tempo de fila etc.

2.5.6 – Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999)

Aprovada em agosto de 1999, a norma SAE J4000, desenvolvida pela *Society of Automotive Engineers* (SAE), é uma ferramenta capaz de identificar e medir as melhores práticas na implementação da manufatura enxuta em uma organização.

Durán e Batocchio (2003) citam que a norma SAE J4000 se compõe de um conjunto de características que um sistema de manufatura deve possuir para atingir a categoria de empresa enxuta. Ainda segundo os autores, a norma é composta de dois documentos: o primeiro designado como J4000 lista os critérios pelos quais a manufatura enxuta poderá ser alcançada e o segundo, definido como J4001, apresenta as instruções para avaliação dos níveis de cumprimento à J4000.

Para utilização como referência ou base de comparação com objetivo de auxiliar o direcionamento do processo de implantação da manufatura enxuta, o SAE RR003 é um anexo

à norma que apresenta exemplos de melhores práticas em empresas do setor automotivo (SAE INTERNATIONAL, 2009).

A norma é composta de 52 componentes que auxiliam na avaliação do nível de conformidade da implementação. Estes componentes estão divididos em seis elementos principais, conforme ilustra a Figura 14.

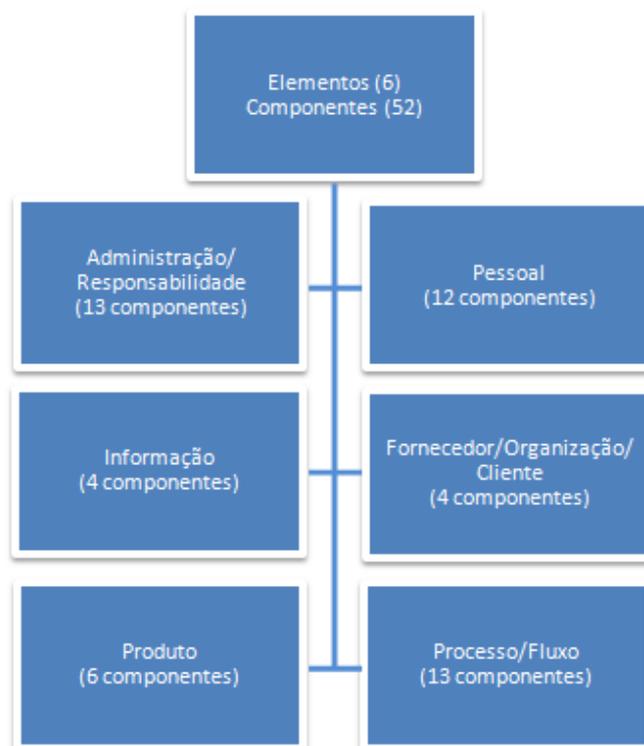


FIGURA 14: Elementos principais da norma SAE J4000 e seus componentes

Fonte: Adaptado de SAE J4000 (1999)

Para direcionar e medir com maior clareza os processos de implementação da manufatura enxuta, a norma recomenda a atribuição de pesos aos elementos.

A Figura 15 apresenta cada elemento com seu respectivo peso atribuído pela norma.

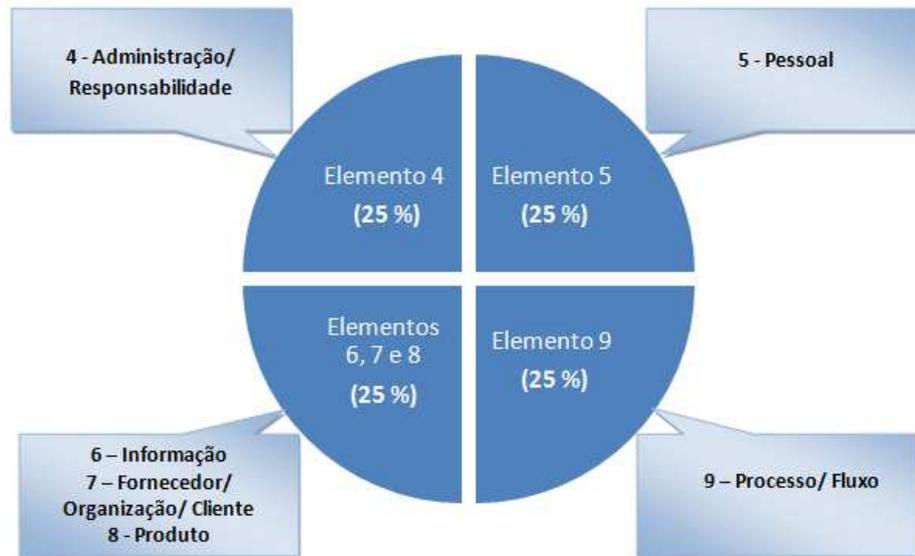


FIGURA 15: Elementos e respectivos pesos atribuídos pela norma SAE J4000
 Fonte: Autor com base em SAE J4000 (1999)

Para quantificar a medição do nível de satisfação em comparação com as melhores práticas, cada elemento possui uma escala de medição do nível de implementação. A Figura 16 ilustra a escala de medição de cada elemento que varia do nível 0 ao nível 3.

Nível	Descrição do Nível
Nível 0	O componente não está implementado ou existem inconsistências fundamentais na sua implementação
Nível 1	O componente está implementado, mas ainda existem inconsistências menos significativas na sua implementação
Nível 2	O componente está satisfatoriamente implementado
Nível 3	O componente está satisfatoriamente implementado e mostra um contínuo melhoramento nos últimos 12 meses

FIGURA 16: Escala para medir o nível de implementação dos componentes de cada elemento
 Fonte: Autor com base em SAE J4001 (1999)

Com o objetivo de ilustrar o método de aplicação da norma, a seguir como exemplo é apresentado o componente 7.1 pertencente ao elemento 7- Fornecedor/Organização/Cliente:

- 7.1. “Clientes e fornecedores devem participar dos processos de desenvolvimento de produtos/processos/projetos desde suas fases iniciais (o mais próximo possível das fases iniciais).”

L0 - Clientes e fornecedores não se envolvem no planejamento destas atividades.

L1 - Existe envolvimento parcial, não regular.

L2 - Participam plenamente, desde as fases iniciais.

L3 - L2 mais evidências de refinamento/melhorias nos últimos 12 meses

2.5.7 – Síntese dos Métodos Apresentados

Para sintetizar com maior clareza os métodos apresentados pela literatura, a Figura 17 resume as características de cada método segundo Nogueira e Saurin (2006).

Características dos Métodos	Shingo Prize	Karlsson e Ahlstrom	Lean Enterprise Model	Normas SAE J4000	Sánchez e Pérez	Godinho Filho, Fernandes e Dias
Inclui princípios da manufatura enxuta?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inclui práticas da manufatura enxuta?	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
Inclui indicadores?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Qual a abrangência?	CF, A e CS	CF	CF, A e CS	CF, A e CS	CF e CF	CF, A e CS
Estabelece níveis de desempenho?	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
Avalia a relação manufatura enxuta com a estratégia?	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
Avalia a adequação da cultura da organização à manufatura enxuta?	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não

Legenda: CF – chão-de-fábrica; A – áreas administrativas; CS – cadeia de suprimentos

FIGURA 17: Características dos métodos de avaliação

Fonte: Adaptado de Nogueira e Saurin (2006)

Torna-se relevante observar que todos os métodos adotam como referência os princípios da manufatura enxuta e também incluem indicadores como forma de avaliação. Os métodos *Shingo Prize*, *Lean Enterprise Model* e as normas SAE J4000 trazem em comum o mesmo nível de abrangência das áreas da organização, a avaliação da relação entre a manufatura enxuta e a estratégia da empresa, e a relação da adequação da cultura organizacional à manufatura enxuta. Já o método de Karlsson e Ahlstrom abrange somente uma área da organização e o de Sánchez e Pérez abrange duas áreas.

Para Nogueira e Saurin (2006), nenhum dos métodos avalia se as empresas apresentam estabilidade básica⁴, como a previsibilidade e disponibilidade constante em relação à mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos, para a implementação enxuta se concretizar.

⁴ Estabilidade básica, segundo Smalley (2005), pode ser entendida como a previsibilidade e disponibilidade constante de mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos (4M) Esse autor postula que a Toyota aprendeu que para implementar os elementos enxutos mais sofisticados é necessário que se possua um certo grau de estabilidade, ou seja prever e disponibilizar os 4M's é básico para o sucesso da implementação enxuta.

3 – PESQUISA DE CAMPO

3.1 – MÉTODO DE PESQUISA

Para Gil (2002), a pesquisa é definida como um procedimento racional e sistemático que objetiva proporcionar respostas aos problemas propostos. Afirma também que a pesquisa é utilizada quando não se dispõe de informações suficientes para responder ao problema em questão. Segundo o autor, é possível classificar as pesquisas em três grandes grupos:

- a. Pesquisa exploratória, que tem como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Este tipo de pesquisa se caracteriza por proporcionar maior familiaridade com o problema tornando-o mais explícito e com possibilidade de constituir hipóteses;
- b. Pesquisa descritiva, que objetiva primordialmente a descrição de características de determinada população ou fenômeno e ao estabelecimento de relações entre variáveis. A característica mais significativa deste tipo de pesquisa está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionário e a observação sistemática;
- c. Pesquisa explicativa, que busca identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Caracteriza-se pelo aprofundamento do conhecimento da realidade por explicar a razão, o porquê das coisas.

Segundo Yin (2001), a escolha do método a ser utilizado, chamado por ele de estratégia, depende de três condições: (i) do tipo de pesquisa proposta, (ii) da exigência de controle do investigador sobre eventos comportamentais e (iii) do foco em acontecimentos contemporâneos. No Quadro 5, o autor estabelece a relação entre as estratégias de pesquisa e as três condições acima citadas.

QUADRO 5: Situações relevantes de diferentes estratégias de pesquisa

Estratégia de Pesquisa	Forma da questão de pesquisa	Controla eventos comportamentais?	Focaliza fatos contemporâneos?
Experimento	como, por que	sim	sim
Levantamento (survey)	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim
Análise documental	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim/não
Pesquisa histórica	como, por que	não	não
Estudo de caso	como, por que	não	sim

Fonte: Adaptado de YIN (2001)

A presente dissertação se classifica como uma abordagem qualitativa, com caráter descritivo de pesquisa e o método de pesquisa utilizado é o estudo de caso.

Em geral, o estudo de caso representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (YIN, 2001). Justifica-se a utilização do método estudo de caso por se tratar da forma da questão de pesquisa ser do tipo “como”, condizendo com objetivo da proposição de um método de medição. O fato do pesquisador não ter controle sobre os eventos comportamentais e pela pesquisa focalizar fatos da atualidade, completam as exigências abordadas por Yin (2001).

Vergara (2000) aborda que o estudo de caso tem caráter de profundidade e detalhamento além de poder ser realizado em campo ou não. Evidencia ainda a sua restrição a um ou poucos objetos de análise como pessoa, família, produto, empresa, órgão público, comunidade ou mesmo país.

O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas (YIN, 2001).

A técnica de observação participante se torna relevante, pois o pesquisador participa ativamente na aplicação do método proposto para o estudo de caso.

Utiliza-se ainda da pesquisa bibliográfica para subsidiar a construção teórica necessária para embasar as etapas deste trabalho. Segundo Vergara (2000), a pesquisa bibliográfica é feita com a coleta de dados na literatura tratando do assunto direta ou

indiretamente. As fontes de consulta mais utilizadas incluem livros, artigos, anais de congressos, teses, dissertações, jornais e internet.

3.2 – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para manter a conformidade com o método de pesquisa e alinhamento com os objetivos específicos citados anteriormente, o desenvolvimento da pesquisa se apresenta com as seguintes etapas que compõem o método para medir o grau de execução das práticas.

1. Examinar a literatura disponível com o objetivo de buscar embasamento teórico necessário para o desenvolvimento dos passos para proposição de um método, objetivo deste trabalho;
2. Identificar, com base na percepção dos gestores em entrevista estruturada, por qual fator competitivo a empresa concorre no seu mercado com o objetivo de justificar a estratégia de manufatura adotada.
3. Criar um instrumento de diagnóstico (questionário) capaz de medir o grau de aplicação das práticas enxutas, utilizando como base para as questões as práticas abordadas no referencial teórico. Cada prática utilizada na estruturação do questionário dá origem a elementos viabilizadores desta prática. Por fim, as questões são formuladas com base nestes elementos viabilizadores;
4. Validar o instrumento e sua aplicação com a participação de acadêmicos da área para correções necessárias visando à maior confiabilidade nos resultados;
5. Aplicar o instrumento, tendo como público alvo o grupo de gestores da empresa em estudo, com o objetivo de coletar dados para análise;
6. Compilar os dados coletados com o objetivo de formalizar o resultado obtido da aplicação do instrumento.
7. Analisar, considerar e concluir sob a luz do resultado obtido.

A Figura 18 ilustra as etapas do método proposto, com o objetivo de justificar a consonância com os objetivos específicos deste estudo.

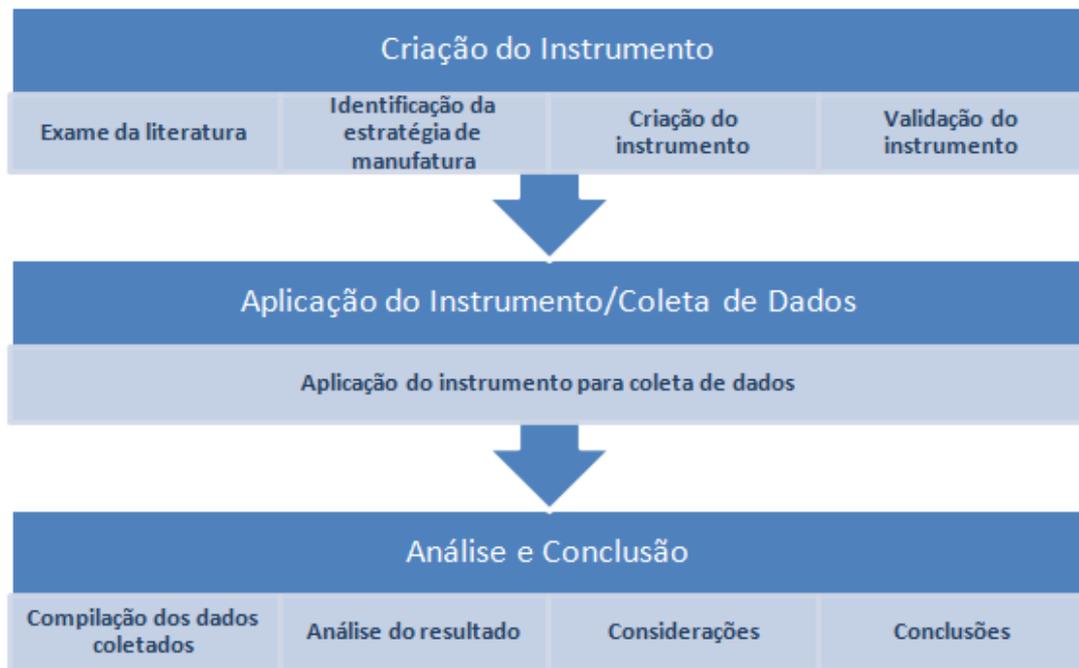


FIGURA 18: Etapas do método proposto

Fonte: Autor

Depois de finalizada a etapa de análise do resultado, a etapa de “considerações” abordará as lacunas existentes contemplando a identificação de oportunidades de adequação da empresa às práticas enxutas mensuradas pelo método.

3.3 – O OBJETO DE ESTUDO

3.3.1 – A Empresa Estudada

A empresa, objeto deste estudo, foi fundada na cidade de Porto Alegre no ano de 1959 por irmãos motivados pela aptidão da família para negócios no setor mecânico e pela visão empreendedora de seus patriarcas. O crescimento industrial do Estado e o aumento da

demanda deram origem a investimentos para a expansão de uma tornearia, na época o único empreendimento da família.

Na década de 60, o aumento de capacidade e eficiência da produção atraiu inicialmente clientes fabricantes de ônibus e em seguida os de colheitadeiras. A partir dos anos 70 deixou de ser somente fornecedor de serviços e passou a projetar, fabricar e comercializar ferramentas pneumáticas fazendo concorrência e conquistando espaço frente às grandes multinacionais do setor. Com investimentos próprios em tecnologia, a empresa se firmou como pioneira no fornecimento de ferramentas pneumáticas no Brasil.

Atualmente produz cerca de 160 modelos diferentes de ferramentas pneumáticas. Para a fabricação de todos os componentes das ferramentas, que somam aproximadamente 3000 itens, a empresa conta com estrutura interna com equipamentos de usinagem controlados por comando numérico computadorizado como, por exemplo, centros de torneamento com até 11 movimentos e dotados de ferramentas acionadas⁵. Para processos como tratamento térmico, tratamentos superficiais de galvanoplastia e pintura a empresa possui parceiros fornecedores destes serviços.

Por volta dos anos 80, abriu sua primeira filial na cidade de São Paulo; no ano de 2000, a segunda no Rio Grande do Sul com sede em Caxias do Sul e, recentemente, em Manaus. O objetivo estratégico da abertura destas filiais em pólos industriais de significativa expressão se deu pela necessidade de uma maior proximidade com seus principais clientes. A empresa estudada conta ainda com representantes e rede de assistência técnica especializada nos 27 estados brasileiros, preferindo não possuir distribuidores. Ela atua também no mercado internacional atendendo clientes na Bolívia, Colômbia e Uruguai. Para atender os principais segmentos da indústria, a empresa possui em seu *portfolio* de produtos três das principais linhas de operação industrial, que são: Esmerilhamento, Parafusamento e Furação. A Figura 19 ilustra os equipamentos produzidos para atender os principais nichos de atuação da empresa, como encarroçadoras de ônibus e caminhões, sistemistas e autopeças.

⁵ Ferramenta acionada é aquela utilizada nos centros de torneamento capaz de efetuar os processos de fresamentos e furações, ambos transversalmente ao eixo central de fixação da peça.



FIGURA 19: Principais linhas de produtos

Fonte: Catálogo da empresa

Pelo décimo ano consecutivo, a empresa está entre as cinco marcas preferidas pelos consumidores de ferramentas pneumáticas conforme premiação da revista NEI que é um dos principais veículos de mídia do setor metal-mecânico.

Atualmente a empresa possui 120 funcionários distribuídos na proporção de 80% nas áreas operacionais e 20% nas áreas administrativas.

3.3.2 – Sistema de Gestão da Qualidade

Em 1996, a empresa recebeu o certificado ISO 9001 emitido pelo órgão certificador BVQI e, em 2003, conquistou a re-certificação na versão 2000 da norma. Com base no atendimento dos requisitos da norma a empresa passou a ter um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Ele abrange as atividades da empresa compreendendo fabricação, venda e assistência técnica de máquinas bem como a venda de peças e acessórios para as mesmas. Com exceção do requisito “identificação e rastreabilidade do produto”, o qual é aplicado parcialmente, todos os demais requisitos referentes à norma são aplicáveis ao SGQ da empresa.

A Política da Qualidade definida pela empresa está assim definida:

Compromisso:

“A melhoria contínua da qualidade dos produtos e serviços oferecidos é o compromisso que assumimos para a satisfação do cliente”

Diretrizes:

1. *Treinar, capacitar e motivar os funcionários oportunizando o seu crescimento profissional;*
2. *Desenvolver parcerias com nossos fornecedores para maximizar a qualidade dos produtos oferecidos aos clientes;*
3. *Melhorar continuamente o Sistema de Gestão da Qualidade através de ações preventivas e corretivas;*
4. *Objetivar o aumento do faturamento e das vendas para garantir a continuidade do nosso negócio.*

A partir da adoção do SGQ, indicadores de desempenho foram criados para monitorar as atividades da empresa. Eles se constituem em ferramentas de gestão importantes que objetivam mudar ou abortar o rumo das ações em busca do melhor desempenho. Para exemplificar, alguns dos indicadores mais importantes utilizados pela empresa:

- Crescimento do número de ferramentas vendidas;
- Crescimento financeiro de venda de ferramentas;
- Índice de fornecedores nível “B” e “C” (médio e baixo índice de desempenho);
- Índice de Solicitação de Correção (relatórios de não-conformidade emitidos contra fornecedores da empresa);
- Índice de relatórios de Auditorias Internas;
- Índice de Solicitações de Ação Preventiva e de Melhoria;
- Número de horas de Treinamento;
- Índice de Satisfação de Clientes Internos (pesquisa);
- Índice de Satisfação de Clientes Externos (pesquisa);
- Índice de Reclamação de Cliente (referente ao produto e ao serviço);
- Índice de Rejeição de Produtos não-conformes (por setor fabril); e,
- Número de projetos aprovados por ano.

3.3.3 – Características do Sistema de Produção

A empresa conta com um setor de Projetos que é responsável pela pesquisa e desenvolvimento de novos produtos bem como análise e modificações solicitadas pelos clientes para melhorias em produtos já desenvolvidos. A Figura 20 mostra o macro fluxo de desenvolvimento de produtos novos.

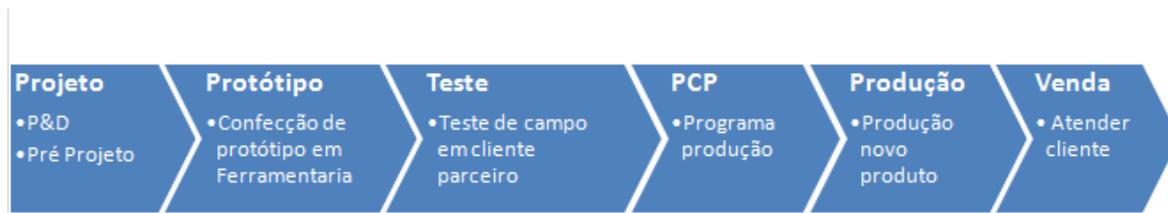


FIGURA 20: Macro fluxo de desenvolvimento de produtos novos

Fonte: Empresa analisada

O sistema de produção utilizado pela empresa é muito semelhante ao da produção em massa. Grandes lotes, presença de estoques intermediários, produção para estoque, *layout* funcional, *lead time* alto e pouca polivalência e multifuncionalidade dos operadores são características latentes do sistema atual utilizado.

A programação da produção se baseia a partir do controle dos estoques de componentes e de máquinas prontas. O setor de PCP não possui um software adequado às necessidades de controle, contando apenas com a experiência do programador. Com a ferramenta existente não se pode prever os gargalos devido ao grande número de itens produzidos ao mesmo tempo, que por consequência gera a incerteza do cumprimento das datas prometidas para a entrega. O *lead time* de produção é considerado alto devido ao grande número de etapas do processo de produção, como ilustra a Figura 21.

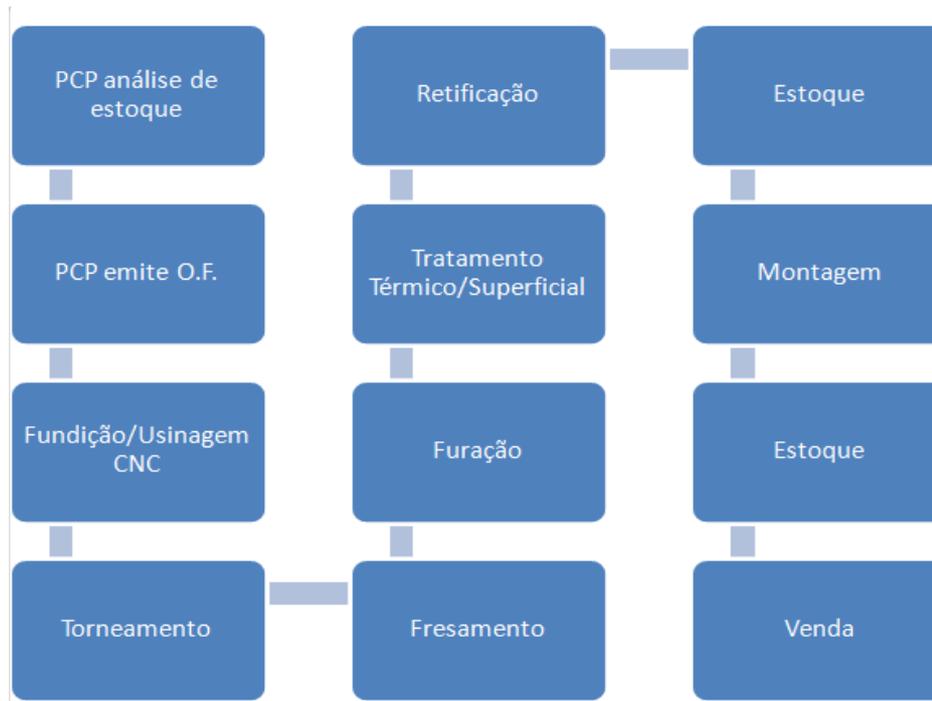


FIGURA 21: Etapas do processo de produção

Fonte: Empresa analisada

A empresa trabalha com estoque de produtos acabados por entender a pronta-entrega como o diferencial fundamental para o negócio da organização. A justificativa reside no fato que os concorrentes que se equivalem em qualidade dos produtos não possuem estoque para atendimento imediato. Atualmente, a empresa mantém quatro meses de estoque de todos os produtos para pronto-atendimento ao cliente. Este tempo de quatro meses se torna variável, pois é dependente do tempo de resposta da produção e das incertezas da programação devido à variabilidade da demanda.

3.3.4 – Suprimentos

A responsabilidade de abastecer a empresa de forma que não falem matérias-primas e insumos é do setor Compras na figura do comprador. Todas as aquisições da empresa só se concretizam a partir da análise do comprador de no mínimo três cotações para fornecimento e esta regra vale para todos os setores da empresa. No caso de matéria-prima para fabricação de produtos, o setor de PCP emite manualmente uma solicitação de compra após a análise da

necessidade. Para insumos, estocados no almoxarifado de componentes, o setor de Almoxarifado solicita a compra a partir da consulta do ponto de reposição de estoque emitindo manualmente também a solicitação de compra. De posse da solicitação de compra devidamente aprovada pelo Diretor da empresa, o comprador preenche uma ordem de compra para consolidar a negociação com o fornecedor. Da mesma forma que o setor de PCP sofre com a falta de um software de gestão e controle, o setor de Compras também, pois todas as atividades de preenchimento de solicitações e ordens de compra são manuais bem como a identificação do momento certo para solicitar a compra. As etapas do processo de Compras podem ser entendidas a partir da Figura 22.

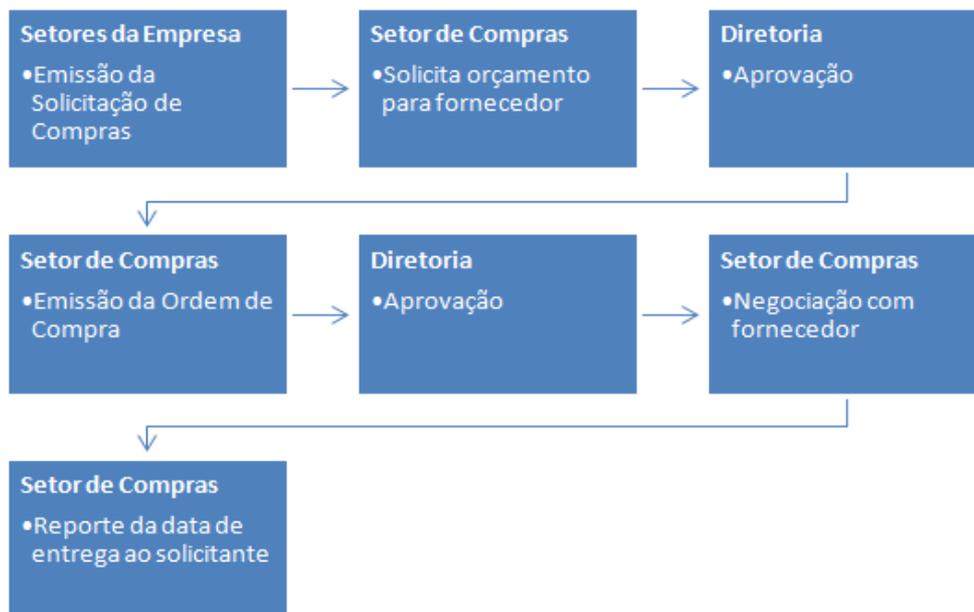


FIGURA 22: Etapas do processo de Compras
Fonte: Empresa analisada

3.4 - O ESTUDO DE CASO

3.4.1 – Identificação da Estratégia

A etapa inicial do método consiste em identificar os principais objetivos impostos pela estratégia de operações que a empresa utiliza. A importância desta etapa reside no fato que

medir a aplicação das práticas enxutas só se torna justificável se a estratégia definida pela empresa estiver alinhada com tal modelo de gestão.

Segundo considerações encontradas nas obras de autores como Ohno (1997), Shingo (1996b), Womack, Jones e Ross (1992), a principal razão para uma empresa adotar o sistema enxuto de produção está relacionada com as exigências do mercado em que ela atua, de acordo com as seguintes características:

- alta taxa de renovação de *mix* de produtos;
- alta variedade de produtos;
- produtos com curto tempo de vida;
- produtos de *design* arrojado e de alto desempenho;
- maior exigência em termos de qualidade;
- rapidez no atendimento;
- crescente oferta de artigos importados;
- preços altamente competitivos

A empresa estudada atua em um mercado de clientes exigentes quanto à rapidez da entrega bem como à variedade de modelos de produtos. A concorrência de produtos importados força a empresa a dispor de produtos e serviços de qualidade assegurada com preços competitivos.

Com base no exposto, conclui-se que as exigências do mercado de atuação da empresa estão em concordância com a literatura apresentada e, portanto, a adoção de práticas enxutas pode se apresentar como alternativa para ampliar a competitividade da empresa no mercado.

A identificação dos principais objetivos perseguidos pela estratégia da empresa se deu pelo resultado da percepção dos gestores extraído de entrevista estruturada. A mesma identificou por qual fator competitivo a mesma concorre no mercado. Nesta etapa, três gestores participaram da entrevista: - o Diretor Geral (30 anos de empresa), o Gerente de Vendas (3 anos de empresa) e um Gestor de Vendas (16 anos de empresa). Cabe salientar que seria de extrema importância a participação do Gerente Industrial como respondente desta etapa, mas para este estudo não se tornou viável pelo fato do pesquisador ocupar esta função na empresa.

A base teórica da entrevista segue os conceitos apresentados por Slack (1997) sobre a relação entre os fatores competitivos valorizados pelos clientes e os objetivos de desempenho

que a empresa persegue. Para o autor a contribuição da manufatura para a competitividade da empresa se alicerça no entendimento das necessidades dos clientes e no atingimento dos níveis de desempenho dos seus concorrentes.

A entrevista foi estruturada com cinco questões. As questões de nº1 até a de nº4 foram respondidas atribuindo-se valores de 1 a 5 pelo grau de importância de cada opção, considerando grau 1 para a mais importante e grau 5 para a de menor importância. A questão de nº5 foi de livre e única escolha. A apresentação das questões formatadas como modelo da entrevista estruturada aplicada pelo pesquisador se encontra no APÊNDICE A:

3.4.2 – Análise dos Resultados

Os resultados das entrevistas estão apresentados nos Quadros 6, 7, 8, 9 e 10, seguidos das considerações pertinentes a cada questão.

QUADRO 6: Resultado referente à questão 1

Questão 1 - Atualmente, qual dos fatores competitivos é determinante para o fechamento de pedidos?	Diretor	Gerente de Vendas	Gestor de Vendas
Rapidez na entrega	2	2	3
Ampla gama de produtos	4	5	4
Alta qualidade dos produtos	1	1	1
Entrega no prazo	3	3	2
Preço competitivo	5	4	5

Fonte: Autor

Segundo a percepção dos gestores entrevistados, conforme ilustra o Quadro 6, a “alta qualidade dos produtos” ainda é o fator determinante para a realização de uma venda. A empresa construiu ao longo do tempo uma associação do fator qualidade com a sua marca no mercado, portanto, a manutenção da qualidade dos produtos assegura que novos negócios terão grande probabilidade de se concretizar.

Outros dois fatores relevantes que aparecem com pontuações muito semelhantes na escolha dos gestores foram a “entrega no prazo” e a “rapidez na entrega”, revelando assim

que as exigências dos clientes não se limitam somente na qualidade dos produtos, mas também na rapidez e confiabilidade da entrega.

QUADRO 7: Resultado referente à questão 2

Questão 2 - Qual dos fatores competitivos garantirá a sobrevivência da empresa competindo no mercado?	Diretor	Gerente de Vendas	Gestor de Vendas
Fornecer produtos com rapidez	4	4	5
Fornecer produtos diversificados	1	1	2
Fornecer produtos com alta qualidade	2	3	1
Fornecer produtos no prazo combinado	5	5	4
Fornecer produtos com preço competitivo	3	2	3

Fonte: Autor

O Quadro 7 apresenta a percepção dos gestores sobre a perpetuação da empresa no mercado, revelando a preocupação com as mudanças advindas das necessidades dos clientes. Fornecer produtos diversificados com alta qualidade está em destaque na opinião dos gestores enfatizando que o desenvolvimento de produtos novos segundo a exigência do cliente se torna fator de grande importância para ser observado de forma especial. Visualizando uma tendência, os gestores percebem que o fator “custo” também precisa de atenção especial no que tange ao fornecimento de produtos com preços mais competitivos, visto que a concorrência com os produtos importados é cada vez maior.

QUADRO 8: Resultado referente à questão 3

Questão 3 - Com relação à concorrência, qual dos fatores competitivos no momento deve ser trabalhado pela manufatura na busca pela diferenciação?	Diretor	Gerente de Vendas	Gestor de Vendas
Fornecer produtos com rapidez	2	1	2
Fornecer ampla gama de produtos	3	3	4
Fornecer produtos de alta qualidade	4	5	3
Cumprir com o prazo de entrega	1	2	1
Fornecer produtos com preço competitivo	5	4	5

Fonte: Autor

Pelo resultado apresentado no Quadro 8, observou-se que a manufatura deve focalizar suas forças para o cumprimento dos prazos acordados com o cliente. O fornecimento dos

produtos com rapidez, considerado o segundo fator mais importante, revela que os gestores relacionam indiretamente os dois fatores com maior peso no momento. Os fatores “diversidade de produtos” juntamente com “qualidade” e “custo” não se tornam tão relevantes para análise devido às características que a concorrência apresenta como ameaça para a empresa.

QUADRO 9: Resultado referente à questão 4

Questão 4 - Como a manufatura pode contribuir diretamente com o atendimento das necessidades dos clientes?	Diretor	Gerente de Vendas	Gestor de Vendas
Reduzindo o <i>lead time</i>	3	3	2
Participando no desenvolvimento de novos produtos	1	1	1
Melhorando a qualidade dos produtos	4	5	5
Garantindo a entrega no prazo	2	2	3
Reduzindo o custo de fabricação	5	4	4

Fonte: Autor

Conforme apresentado no Quadro 9, os gestores apontam para a participação no desenvolvimento de produtos novos como o fator mais significativo para contribuição da manufatura no atendimento das necessidades do cliente. O conceito e o modelo da grande maioria dos produtos que a empresa oferece ao mercado são oriundos de projetos concebidos há mais de 20 anos e carecem de melhorias e atualizações tecnológicas, por isso, a manufatura em parceria com a Engenharia da empresa, participa dos desenvolvimentos confeccionando protótipos e testando novos processos. Fatores como redução do *lead time* e garantia da entrega no prazo, seguem a escala de importância fortalecendo a necessidade de ser rápido na produção e no cumprimento com o prazo de entrega acordado.

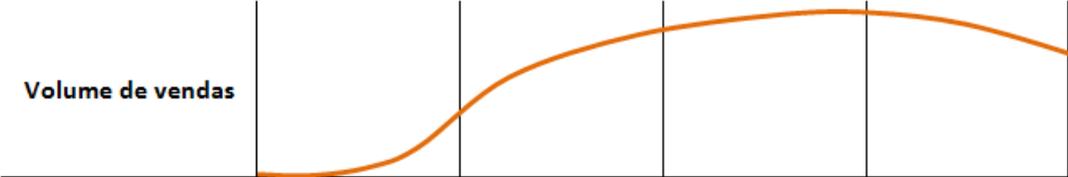
QUADRO 10: Resultado referente à questão 5

Questão 5 - Com relação ao ciclo de vida do produto oferecido ao mercado, como o mesmo é considerado?	Diretor	Gerente de Vendas	Gestor de Vendas
Novo, recém desenvolvido			
Em crescimento, pouco tempo no mercado			
Conhecido, maduro, estável	X	X	X
Em declínio, muito tempo no mercado			

Fonte: Autor

Na questão nº5, apresentada no Quadro 10, os gestores percebem que o produto se encontra reconhecido no mercado, com grau de maturidade alto por ser confiável com demanda praticamente estável.

Slack *et al.* (1997) avalia os efeitos do ciclo de vida do produto na organização pela identificação dos quatro estágios (introdução, crescimento, maturidade e declínio) que ocorrem em função do volume de vendas da empresa. Para cada estágio em que a empresa se encontra, esses autores apresentam os prováveis objetivos ganhadores de pedidos, os prováveis objetivos qualificadores e os principais objetivos de desempenho a serem observados pela manufatura. A Figura 23 ilustra os efeitos do ciclo de vida do produto na organização. A resposta da questão nº 5 é direta e centra os produtos da empresa no estágio de maturidade.



	Introdução	Crescimento	Maturidade	Declínio
Volume de vendas				
Prováveis ganhadores de pedidos	Característica do produto e do serviço	Disponibilidade de produtos/ serviços de qualidade	Preço baixo Gama de produtos/ serviços	Preço baixo
Prováveis qualificadores	Qualidade Gama de produtos/ serviços	Preço Gama de produtos/ serviços	Gama de produtos/ serviços Qualidade	Fornecimento confiável
Principais objetivos de desempenho das operações	Flexibilidade Qualidade	Velocidade Confiabilidade Qualidade	Custo Confiabilidade	Custo

FIGURA 23: Efeitos do ciclo de vida do produto na organização

Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (1997)

Entretanto, dos resultados obtidos das outras quatro questões da entrevista, sob a ótica de Slack *et al.* (1997) na Figura 23, pode-se afirmar apenas que:

- a “qualidade” e a “ampla gama de produtos” são considerados pelos gestores como fatores importantes para a sobrevivência da empresa, demonstrando que

estes fatores necessariamente não ganham pedidos, mas qualificam a empresa para concorrer no mercado;

- a empresa busca diferenciar-se no mercado através da confiabilidade da entrega, confirmando o objetivo de desempenho confiabilidade para a manufatura;

Os fatores competitivos mais importantes, na visão dos gestores são; - rapidez, prazo de entrega, qualidade e preço. A maior contribuição que a manufatura pode dar no atendimento às necessidades do cliente foi a “participação no desenvolvimento de produtos novos”. Estes fatores mostram a realidade com que se defronta a empresa e a necessidade de adequação a uma produção ágil, flexível e enxuta se torna inevitável. Assim, a aplicação dos conceitos, princípios, técnicas e práticas enxutas tendem a tornar-se atraentes para a empresa estudada.

3.4.3 – Elaboração do Questionário

O questionário teve como objetivo ser o instrumento responsável pela obtenção de dados para análise do nível de afinidade da empresa com as práticas enxutas.

Mesmo não possuindo nenhum modelo formal implantado para aplicação de práticas enxutas, a empresa possui características próprias de produção que, na verdade, informalmente, se utiliza de tais práticas.

Para definição de quais práticas enxutas seriam utilizadas como referência para formulação do questionário, fez-se necessária uma análise para identificar quais das características das práticas apresentadas no referencial teórico são utilizadas pela empresa segundo suas características de produção. As características de cada prática, segundo a base conceitual, que tiveram todas as respostas positivas (“sim”) quanto à utilização pela empresa, foram as escolhidas para compor o questionário, conforme Quadro 11.

As questões referentes às práticas que atualmente não são utilizadas pela empresa constam do APÊNDICE C para que, em momento futuro, integrem o questionário.

QUADRO 11: Análise das práticas utilizadas pela empresa segundo a base conceitual

Práticas Enxutas	Características das práticas segundo a base conceitual	Utilização da empresa
Troca Rápida de Ferramentas	- Trabalha para reduzir o tempo de <i>setup</i> - Identifica o <i>setup</i> interno do externo - Transforma <i>setup</i> interno em externo	Sim Sim Sim
Produção Puxada	- Fluxo contínuo de produção - Células de manufatura - Utilização do <i>Kanban</i>	Não Não Não
Desenvolvimento de Produto Enxuto	- Trabalha na melhoria contínua dos produtos - Utiliza ferramentas de projeto (CAD) - Desenvolve projetos simultaneamente	Sim Sim Sim
Controle de Qualidade Zero Defeito	- Operadores controlam a qualidade da sua operação - A garantia da qualidade é responsabilidade de todos - Elimina defeitos por método de caráter preventivo	Sim Sim Sim
Integração com Fornecedores	- Fornecedores são qualificados por critérios definidos - Informações comerciais e de projeto compartilhadas - Aprendizado mútuo	Sim Sim Sim
Flexibilização da mão-de-obra	- <i>Layout</i> celular - Operadores multifuncionais - Treinamento para os operadores	Não Não Não
Operações Padronizadas	- Processos com rotinas padronizadas - Processos com rotinas documentadas - Processos com rotinas revisadas periodicamente	Sim Sim Sim
Melhoria Contínua	- Erros e falhas são oportunidades de melhoria - Metas atingíveis e revisadas periodicamente - Melhorias são padronizadas e auditadas	Sim Sim Sim
Manutenção Produtiva Total	- Planejamento de manutenção preventiva - Envolvimento dos operadores - Medição do Rendimento Global dos Equipamentos	Sim Sim Sim
Gestão Visual	- Quadro de indicadores no chão de fábrica - Sinalizadores luminosos - Locais demarcados	Sim Sim Sim
Nivelamento da Produção	- Seqüenciamento de pedidos - <i>Layout</i> flexível (celular) - Demanda estável para longo prazo	Não Não Não
Autonomação	- Operadores tem autonomia para parar o processo - Utilização de dispositivos a prova de falhas (<i>poka-yokes</i>) - Equipamentos providos de dispositivos de parada no caso de falhas	Sim Não Não
Balanceamento da Produção	- <i>Takt time</i> é utilizado como referência na produção - Estoque em níveis mínimos entre as operações - Tempo de ciclo de todos os produtos é conhecido	Não Não Não
Fluxo de Valor	- Identificação do fluxo de valor no processo - Análise da agregação de valor nas etapas do processo - Utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor	Não Não Não

Fonte: Autor

A partir da definição das práticas, foram formuladas as questões do questionário utilizando os elementos viabilizadores destas práticas já referenciados anteriormente no

Quadro 2. A seguir as práticas aplicáveis à empresa, seus elementos viabilizadores e as questões formuladas, conforme apresenta o Quadro 12.

QUADRO 12: Questões formuladas a partir dos elementos viabilizadores das práticas

Práticas aplicáveis após a análise	Elementos viabilizadores	Questões
Troca Rápida de Ferramentas	Procedimento	1 - Existe procedimento (documentado) identificando o ferramental a ser utilizado no <i>setup</i> ?
	Estrutura	2 - Existe local específico (<i>preset</i>) para armazenamento e controle (quantidade e qualidade) das ferramentas com uma pessoa responsável pela preparação (<i>setup</i> externo)?
	Treinamento	3 - A partir do início do <i>setup</i> , o operador dedica o seu tempo somente na preparação junto à máquina (<i>setup</i> interno) não necessitando se afastar para providenciar materiais faltantes (<i>setup</i> externo)?
	Integração com o operador	4 - Os operadores têm conhecimento de quais equipamentos são priorizados os esforços de TRF?
Desenvolvimento de Produto Enxuto	Padronização	1 - O setor de desenvolvimento procura utilizar componentes já existentes nos novos projetos de produtos?
	Valor	2 - O produto projetado apresenta características simplificadas enfocando a redução de tempo e de custo do processo de fabricação?
	Integração	3 - Existe a troca de informações e experiências entre o setor de desenvolvimento e fornecedores em projetos de produtos novos?
	Análise crítica	4 - Existe formalmente uma equipe composta de profissionais (projetos, produção, qualidade e vendas) para analisar criticamente os detalhes de novos desenvolvimentos?
Controle de Qualidade Zero Defeito	Especificações	1 - Existem documentos sobre as características de qualidade dos itens produzidos?
	Procedimentos	2 - Existe procedimento formal para tratamento das causas-raiz de defeitos ocorridos?
	Indicadores	3 - Os índices de sucata e retrabalhos são monitorados?
	Garantia do processo	4 - As inspeções são feitas em 100% dos itens produzidos?
Integração com Fornecedores	Compromisso	1 - Os fornecedores cumprem as entregas na data ou prazo conforme prometido?
	Confiabilidade	2 - Os fornecedores adotam procedimentos que asseguram a qualidade de seus produtos e serviços, não necessitando de inspeções no momento do recebimento?
	Parceria	3 - Os fornecedores aceitam fazer entregas em pequenos lotes com grande frequência contribuindo com a redução das despesas com a manutenção de estoques?
	Programação de entrega	4 - Existe algum dispositivo que puxe as entregas dos fornecedores (<i>kanban</i> de fornecedores)?
Operações Padronizadas	Procedimento	1 - Existem instruções de rotinas de processo (documentadas) contemplando a seqüência de

		operações, dispositivos, instrumentos e frequência de medição para todos os processos da fábrica?
	Acessibilidade	2 - As instruções de rotinas de processo são descritas de forma objetiva e estão disponíveis para consulta a qualquer momento?
	Participação do operador	3 - Os operadores têm participação ativa na revisão das instruções de rotina de processo de forma a contribuir com suas experiências?
	Atualização	4 - As instruções de rotina de processo são periodicamente revisadas?
Melhoria Contínua	Direcionamento das melhorias	1 - As metas da empresa são claramente divulgadas a fim de balizar as atividades na busca pela melhoria contínua?
	Padronização	2 - As melhorias que acontecem no processo são todas padronizadas?
	Incentivo	3 - Existe alguma forma de recompensa (financeira ou não) para os operadores pela participação e implementação das melhorias?
	APG's	4 - Existem práticas de atividades de pequenos grupos (APG's) em busca da melhoria contínua?
Manutenção Produtiva Total	Planejamento	1 - Existe um plano de manutenção focalizando principalmente os equipamentos considerados críticos?
	Prevenção	2 - Há preferência pela manutenção preventiva em vez da manutenção corretiva?
	Treinamento	3 - Os operadores são capacitados a aplicar seus conhecimentos na condução de inspeção diária de seus equipamentos, lubrificando regularmente, auxiliando o pessoal de manutenção em pequenos reparos e na substituição de peças básicas?
	Participação do operador	4 - Os operadores conhecem as operações básicas de seus equipamentos e estão envolvidos na investigação de anomalias compartilhando idéias com o pessoal de manutenção?
Gestão Visual	Metas	1 - Existem quadros com indicadores de desempenho na fábrica?
	Qualidade	2 - Existe alguma forma de visualização dos erros ou falhas no fluxo produtivo assim que eles ocorrem?
	Sinalização	3 - Existe sinalização com objetivo de alertar as áreas de apoio quando necessário a intervenção no processo produtivo?
	Organização	4 - Nos setores produtivos existem áreas demarcadas para identificação de posição de lotes em espera, em processo ou acabados?
Autonomação	Autonomia	1 - Os operadores possuem autonomia para parar a produção caso detectem alguma anormalidade?
	Prevenção aos erros	2 - Existem dispositivos (<i>poka-yokes</i>) para auxiliar na detecção de erros?
	Equipamentos	3 - Os equipamentos param automaticamente quando ocorrem falhas ou anormalidades?
	Comunicação	4 - Existem painéis luminosos que indicam as condições das estações de trabalho?
Balanceamento da Produção	<i>Takt time</i>	1 - O setor de PCP considera a demanda e o tempo disponível para programar a produção?
	Estoque em Processo	2 - O tempo de espera entre as operações não excede 30 minutos?
	Fluxo Contínuo	3 - O layout é celular e atende a famílias de produtos?
	Tempo de Ciclo	4 - Os tempos de ciclo de cada produto são conhecidos?

Flexibilização da Mão-de-obra	<i>Layout</i>	1 – O <i>layout</i> é celular?
	Multifuncionalidade	2 – Existe a prática da rotação do trabalho objetivando capacitar os operadores em várias operações?
	Treinamento	3 – Os operadores são treinados para assumir outros postos de trabalho?
	Variação do nº de operadores	4 – É praticado o aumento ou diminuição do nº de operadores no processo em função da variação da demanda?
Produção Puxada	<i>Lead time</i>	1 – Os <i>lead times</i> de cada produto são conhecidos?
	<i>Kanban</i>	2 – A ferramenta <i>Kanban</i> é utilizada sempre que possível?
	Fluxo Unitário	3 – O fluxo do processo flui em pequenos lotes caminhando na direção do lote unitário?
	<i>Layout</i>	4 – O <i>layout</i> é celular?
Nivelamento da Produção	Multifuncionalidade	1 – Os operadores são multifuncionais?
	Tempo de <i>setup</i>	2 – A prática de TRF está totalmente implementada?
	<i>Layout</i> flexível	3 – O <i>layout</i> é flexível ao ponto de sofrer pequenas adaptações?
	TPM	4 – Existe um programa de TPM totalmente implementado?
Fluxo de Valor	Valor para o Cliente	1 – A empresa sabe o que o cliente identifica como valor nos produtos e serviços oferecidos?
	Identificação de Valor	2 – A empresa identifica o fluxo de valor nos seus processos?
	Análise de Valor	3 – A empresa analisa a agregação de valor nas etapas dos seus processos?
	Perfeição	4 – Existem esforços na busca da melhoria contínua para eliminação das perdas?

Fonte: Autor

As questões formuladas possuem objetivo investigativo específico para a empresa pesquisada bem como relação direta com o referencial teórico para assegurar resultados confiáveis.

O formato das respostas foi de múltipla escolha e assim classificadas conforme o grau de aplicação: MA – muito alto; A – alto; M – médio; B – baixo; MB – muito baixo e NA – Não Aplicável, considerada uma escala decrescente do maior grau de aplicação como “MA” para o menor como “NA”. Especificamente para fins de quantificar os resultados, foi atribuída uma nota para cada grau de aplicação, conforme mostra a Tabela 1.

TABELA 1: Nota atribuída para cada grau de aplicação

Nota	Grau de Aplicação
5	MA – Muito Alto
4	A – Alto
3	M – Médio
2	B – Baixo
1	MB – Muito Baixo
0	NA – Não Aplicável

Fonte: Autor

O Quadro 13 apresenta um fragmento do questionário para exemplificar o formato do instrumento utilizado. O questionário na íntegra se encontra no APÊNDICE B.

QUADRO 13: Fragmento do formato do questionário

Operações Padronizadas	MA	A	M	B	N	NA
1 - Existem instruções de rotinas de processo (documentadas) contemplando a seqüência de operações, dispositivos, instrumentos e freqüência de medição para todos os processos da fábrica?						
2 - As instruções de rotinas de processo são descritas de forma objetiva e estão disponíveis para consulta a qualquer momento?						
3 - Os operadores têm participação ativa na revisão das instruções de rotina de processo de forma a contribuir com suas experiências?						
4 - As instruções de rotina de processo são periodicamente revisadas?						

Fonte: Autor

3.4.4 – Validação do Questionário

Depois de finalizada a elaboração do questionário padrão que seria utilizado na investigação, as questões elaboradas foram revisadas por especialistas externos na área. A empresa estudada não tem sua prática de gestão focada na utilização formal das práticas enxutas, e por consequência, não possui gestores com conhecimento na teoria pesquisada que poderiam fazer uma análise qualitativa do instrumento elaborado.

Em seguida, objetivando a certificação quantitativa de que o grupo de gestores questionados teria clareza e pleno entendimento sobre o que seriam perguntados fez-se necessário testar o instrumento previamente. O questionário foi inicialmente respondido por três gestores e os resultados foram submetidos a uma análise de confiabilidade pelo Teste do *Alfa de Crombach*. Malhotra (2001) aponta como satisfatório um alfa maior que 0,50 para estudos exploratórios e maior que 0,60 para estudos intermediários ou confirmatórios. A seguir seguem os resultados obtidos da aplicação do Teste do *Alfa de Crombach* nas questões:

- Prática “TRF”: *Alfa de Crombach* maior que 0,76, não houve necessidade de reformulação das questões;
- Prática “Desenvolvimento de Produto Enxuto”: *Alfa de Crombach* maior que 0,72, não houve necessidade de reformulação das questões;
- Prática “Controle de Qualidade Zero Defeitos”: *Alfa de Crombach* menor que 0,60, questões 2 e 4 precisaram ser reformuladas para melhor compreensão;
- Prática “Integração com Fornecedores”: *Alfa de Crombach* menor que 0,60, questões 2, 3 e 4 precisaram ser reformuladas para melhor compreensão;
- Prática “Operações Padronizadas”: *Alfa de Crombach* menor que 0,60, questão 2 precisou ser reformulada para melhor compreensão;
- Prática “Melhoria Contínua”: *Alfa de Crombach* menor que 0,60, questão 2 precisou ser reformulada para melhor compreensão;
- Prática “Manutenção Produtiva Total”: *Alfa de Crombach* maior que 0,72, não houve necessidade de reformulação das questões;
- Prática “Gestão Visual”: *Alfa de Crombach* menor que 0,60, questão 2 precisou ser reformulada para melhor compreensão.

Mediante os resultados fornecidos pelo Teste do *Alfa de Crombach*, as questões que revelaram dificuldade de compreensão foram reformuladas conforme aponta o Quadro 14.

QUADRO 14: Questões reformuladas após teste do *Alfa de Crombach*

Prática	Questão Inicial	Questão Reformulada
Controle de Qualidade Zero Defeitos	2 - Existe procedimento formal para tratamento das causas-raiz de defeitos ocorridos?	2 - Existe forma de identificar, analisar e controlar as causas-raiz de defeitos ocorridos no processo produtivo? (causa-raiz é o problema que desencadeou um acontecimento que gerou um efeito indesejado)
	3 - Os índices de sucata e retrabalhos são monitorados?	3 - Os índices de rejeição são divulgados e analisados com frequência pelos setores da fábrica?
Integração com Fornecedores	2 - Os fornecedores adotam procedimentos que asseguram a qualidade de seus produtos e serviços, não necessitando de inspeções no momento do recebimento?	2 - Os fornecedores fornecem certificados que asseguram a qualidade de seus processos e produtos?
	3 - Os fornecedores aceitam fazer entregas em pequenos lotes com grande frequência contribuindo com a redução das despesas com a manutenção de estoques?	3 - Os fornecedores aceitam fazer entregas na quantidade e frequência solicitada pela empresa visando contribuir com a redução das despesas com a manutenção de estoques da mesma?
	4 - Existe algum dispositivo que puxe as entregas dos fornecedores (<i>kanban</i> de fornecedores)?	4 - As entregas dos fornecedores seguem uma sincronia com a produção da empresa?
Operações Padronizadas	2 - As instruções de rotinas de processo são descritas de forma objetiva e estão disponíveis para consulta a qualquer momento?	2 - As instruções de rotinas de processo estão disponíveis para consulta a qualquer momento?
Melhoria Contínua	2 - As melhorias que acontecem no processo são todas padronizadas?	2 - As melhorias que acontecem no processo são sempre padronizadas?
Gestão Visual	2 - Existe alguma forma de visualização dos erros ou falhas no fluxo produtivo assim que eles ocorrem?	2 - Existe sinalização com o objetivo de alertar a todos no momento que ocorrem erros ou falhas no fluxo produtivo?

Fonte: Autor

Após a reformulação das questões, o questionário foi submetido novamente ao Teste do *Alfa de Crombach* e foi considerado adequado para o objetivo ao qual estava sendo proposto.

3.4.5 – Aplicação do Questionário

Nove gestores da empresa responderam o questionário, estes considerados profissionais com amplo conhecimento do processo de produção. O longo tempo de empresa dos respondentes foi importante, pois proporcionou aos mesmos maior facilidade de percepção do enquadramento da empresa dentro do que se foi questionado. As funções que os gestores exercem também facilitaram o entendimento do tema, visto que são lideranças consideradas estratégicas para a empresa. Quanto à qualificação, todos possuem formação técnica ou superior, formação esta suficiente para compreender o que foi proposto no questionário. A Tabela 2 apresenta as características consideradas relevantes de cada gestor como o tempo de empresa, a função desempenhada e a qualificação.

TABELA 2: Características dos Gestores

	Tempo	Função	Qualificação
Gestor A	13 anos	Supervisora Qualidade	Formação Superior
Gestor B	25 anos	Supervisor Usinagem	Formação Técnica
Gestor C	33 anos	Supervisor Produção	Formação Técnica
Gestor D	10 anos	Supervisor PCP	Formação Superior
Gestor E	13 anos	Programador CNC	Formação Técnica
Gestor F	23 anos	Líder Usinagem	Formação Técnica
Gestor G	12 anos	Líder Usinagem	Formação Técnica
Gestor H	13 anos	Líder Montagem	Formação Técnica
Gestor I	05 anos	Líder de Projeto	Formação Superior

Fonte: Empresa analisada

Os questionários foram respondidos ao longo de uma semana e os respondentes levaram aproximadamente uma hora para conclusão do mesmo.

RESULTADO DA PESQUISA

4.1 – RESULTADOS OBTIDOS

Da aplicação dos nove questionários, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3. A primeira e a segunda colunas mostram as oito práticas, cada uma com as quatro questões, totalizando trinta e seis questões. Nas colunas seguintes, seguem as respostas dos gestores já quantificadas conforme a classificação apresentada anteriormente na Tabela 1. Para finalizar, as duas últimas colunas apresentam a média e o desvio padrão das respostas.

TABELA 3: Resultado numérico do questionário

Prática Enxuta	Questão	Gestores									Média	Desvio Padrão
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
Operações Padronizadas	1 - Existem instruções de rotinas de processo (documentadas) contemplando a seqüência de operações, dispositivos, instrumentos e freqüência de medição para todos os processos da fábrica?	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4,44	0,53
	2 - As instruções de rotinas de processo estão disponíveis para consulta a qualquer momento?	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4,33	0,50
	3 - Os operadores têm participação ativa na revisão das instruções de rotina de processo de forma a contribuir com suas experiências?	4	5	5	5	4	3	4	5	4	4,33	0,71
	4 - As instruções de rotina de processo são periodicamente revisadas?	4	5	5	4	3	4	3	5	5	4,22	0,83
Troca Rápida de Ferramentas	1 - Existe procedimento (documentado) identificando o ferramental a ser utilizado no <i>setup</i> ?	4	3	5	3	5	4	5	5	4	4,22	0,83
	2 - Existe local específico (<i>preset</i>) para armazenamento e controle (quantidade e qualidade) das ferramentas com uma pessoa responsável pela preparação (<i>setup</i> externo)?	2	2	3	4	3	3	4	3	2	2,89	0,78
	3 - A partir do início do <i>setup</i> , o operador dedica o seu tempo somente na preparação junto à máquina (<i>setup</i> interno) não necessitando se afastar para providenciar materiais faltantes (<i>setup</i> externo)?	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2,78	0,44
	4 - Os operadores têm conhecimento de quais equipamentos são priorizados os esforços de TRF?	3	3	4	3	4	3	4	5	3	3,56	0,73
Controle de Qualidade Zero Defeito	1 - Existem documentos sobre as características de qualidade dos itens produzidos?	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4,56	0,53
	2 - Existe forma de identificar, analisar e controlar as causas-raiz de defeitos ocorridos no processo produtivo? (causa-raiz é o problema que desencadeou um acontecimento que gerou um efeito indesejado)	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4,44	0,53
	3 - Os índices de rejeição são divulgados e analisados com freqüência pelos setores da fábrica?	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4,33	0,50
	4 - As inspeções são feitas em 100% dos itens produzidos?	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3,22	0,67

TABELA 3: Resultado numérico do questionário (continuação)

Desenvolvimento de Produto Enxuto	1 - O setor de desenvolvimento procura utilizar componentes já existentes nos novos projetos de produtos?	3	3	4	3	3	2	3	3	4	3,11	0,60
	2 - O produto projetado apresenta características simplificadas enfocando a redução de tempo e de custo do processo de fabricação?	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2,33	0,50
	3 - Existe a troca de informações e experiências entre o setor de desenvolvimento e fornecedores em projetos de produtos novos?	3	1	3	2	3	2	2	3	2	2,33	0,71
	4 - Existe formalmente uma equipe composta de profissionais (projetos, produção, qualidade e vendas) para analisar criticamente os detalhes de novos desenvolvimentos?	2	1	3	1	2	1	3	3	2	2,00	0,87
Manutenção Produtiva Total	1 - Existe um plano de manutenção focalizando principalmente os equipamentos considerados críticos?	3	4	4	3	2	2	3	5	4	3,33	0,78
	2 - Há preferência pela manutenção preventiva em vez da manutenção corretiva?	2	3	3	4	2	2	3	2	3	2,67	0,71
	3 - Os operadores são capacitados a aplicar seus conhecimentos na condução de inspeção diária de seus equipamentos, lubrificando regularmente, auxiliando o pessoal de manutenção em pequenos reparos e na substituição de peças básicas?	3	4	3	2	3	4	3	2	2	2,89	0,78
	4 - Os operadores conhecem as operações básicas de seus equipamentos e estão envolvidos na investigação de anomalias compartilhando idéias com o pessoal de manutenção?	3	5	3	3	3	3	4	2	2	3,11	0,93
Gestão Visual	1 - Existem quadros com indicadores de desempenho na fábrica?	3	5	5	4	5	5	5	5	3	4,44	0,88
	2 - Existe sinalização com o objetivo de alertar a todos no momento que ocorrem erros ou falhas no fluxo produtivo?	2	1	1	3	2	3	2	2	3	2,11	0,78
	3 - Existe sinalização com objetivo de alertar as áreas de apoio quando necessário a intervenção no processo produtivo?	3	4	3	4	3	3	3	2	3	3,11	0,60
	4 - Nos setores produtivos existem áreas demarcadas para identificação de posição de lotes em espera, em processo ou acabados?	4	4	5	4	5	5	5	4	3	4,33	0,71

TABELA 3: Resultado numérico do questionário (continuação)

Melhoria Contínua	1 - As metas da empresa são claramente divulgadas a fim de balizar as atividades na busca pela melhoria contínua?	3	4	5	3	4	5	5	5	5	4,33	0,87
	2 - As melhorias que acontecem no processo produtivo são sempre padronizadas?	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3,44	0,53
	3 - Existe alguma forma de recompensa (financeira ou não) para os operadores pela participação e implementação das melhorias?	3	4	5	4	3	4	4	5	2	3,78	0,97
	4 - Existem práticas de atividades de pequenos grupos (APG's) em busca da melhoria contínua?	1	3	1	3	2	2	2	1	2	1,89	0,78
Integração com Fornecedores	1 - Os fornecedores cumprem as entregas na data ou prazo conforme prometido?	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3,67	0,50
	2 - Os fornecedores fornecem certificados que asseguram a qualidade de seus processos e produtos?	4	4	5	4	5	4	5	5	2	4,22	0,97
	3 - Os fornecedores aceitam fazer entregas na quantidade e frequência solicitada pela empresa visando contribuir com a redução das despesas com a manutenção de estoques da mesma?	3	4	4	3	3	4	4	3	2	3,33	0,71
	4 - As entregas dos fornecedores seguem uma sincronia com a produção da empresa?	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3,56	0,53

Fonte: Autor

4.2 – ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Dos resultados apresentados na Tabela 3, foram extraídos os percentuais de aplicação para cada questão de cada prática investigada. O percentual de aplicação de cada prática se originou da média dos percentuais de aplicação obtidos de cada questão respondida. A seguir a análise do grau de aplicação de cada prática.

4.2.1 – Operações Padronizadas

A Tabela 4 apresenta o grau de aplicação da prática “Operações Padronizadas”. Destaca-se a existência de instruções de rotina de processo documentadas que são revisadas periodicamente oportunizando a participação dos operadores. Outro fato relevante é a disponibilidade e acessibilidade a estas instruções para consulta dos operadores a qualquer momento do trabalho. Com isto o grau de aplicação da prática “Operações Padronizadas” é de 86,7%.

TABELA 4: Percentual de aplicação resultante da prática “Operações Padronizadas”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - Existem instruções de rotinas de processo (documentadas) contemplando a seqüência de operações, dispositivos, instrumentos e freqüência de medição para todos os processos da fábrica?	88,9%	86,7%
2 - As instruções de rotinas de processo estão disponíveis para consulta a qualquer momento?	86,7%	
3 - Os operadores têm participação ativa na revisão das instruções de rotina de processo de forma a contribuir com suas experiências?	86,7%	
4 - As instruções de rotina de processo são periodicamente revisadas?	84,4%	

Fonte: Autor

4.2.2 – Troca Rápida de Ferramentas

O ponto forte da prática “Troca Rápida de Ferramentas”, apresentado na Tabela 5, está no procedimento escrito que identifica o ferramental a ser utilizado em cada *setup*. As carências responsáveis pela não aplicação total da prática residem nas questões que abordam a estrutura física (local específico), o treinamento do método e a comunicação, visto que por causa destes motivos é que o grau de aplicação da prática ficou em 67,2%.

TABELA 5: Percentual de aplicação resultante da prática “Troca Rápida de Ferramentas”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - Existe procedimento (documentado) identificando o ferramental a ser utilizado no <i>setup</i> ?	84,4%	67,2%
2 - Existe local específico (<i>preset</i>) para armazenamento e controle (quantidade e qualidade) das ferramentas com uma pessoa responsável pela preparação (<i>setup</i> externo)?	57,8%	
3 - A partir do início do <i>setup</i> , o operador dedica o seu tempo somente na preparação junto à máquina (<i>setup</i> interno) não necessitando se afastar para providenciar materiais faltantes (<i>setup</i> externo)?	55,6%	
4 - Os operadores têm conhecimento de quais equipamentos são priorizados os esforços de TRF?	71,1%	

Fonte: Autor

4.2.3 – Controle de Qualidade Zero Defeitos

A prática “Controle de Qualidade Zero Defeitos” apresenta um grau de aplicação de 82,8% devido a empresa possuir especificações que identificam as características de qualidade dos itens produzidos, ter uma forma definida de tratar a causa-raiz dos problemas ocorridos bem como analisar os índices de rejeição periodicamente. O cuidado com a garantia do processo apontado na questão 4, identifica um ponto a ser melhor observado como possível oportunidade de melhoria.

TABELA 6: Percentual de aplicação resultante da prática “Controle de Qualidade Zero Defeitos”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - Existem documentos sobre as características de qualidade dos itens produzidos?	91,1%	82,8%
2 - Existe forma de identificar, analisar e controlar as causas-raiz de defeitos ocorridos no processo produtivo? (causa-raiz é o problema que desencadeou um acontecimento que gerou um efeito indesejado)	88,9%	
3 - Os índices de rejeição são divulgados e analisados com frequência pelos setores da fábrica?	86,7%	
4 - As inspeções são feitas em 100% dos itens produzidos?	64,4%	

Fonte: Autor

4.2.4 – Desenvolvimento de Produto Enxuto

A prática “Desenvolvimento de Produto Enxuto” apresenta o menor grau de aplicação de todas as práticas medidas, 48,9%. As deficiências da aplicação desta prática se revelam inicialmente na pouca preocupação com a padronização, redução de tempo e custo de fabricação. A ausência de integração com fornecedores e a falta de análise crítica do produto juntamente com os envolvidos no processo também são fatores de grande peso para o baixo grau de aplicação, conforme mostra a Tabela 7.

TABELA 7: Percentual de aplicação resultante da prática “Desenvolvimento de Produto Enxuto”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - O setor de desenvolvimento procura utilizar componentes já existentes nos novos projetos de produtos?	62,2%	48,9%
2 - O produto projetado apresenta características simplificadas enfocando a redução de tempo e de custo do processo de fabricação?	46,7%	
3 - Existe a troca de informações e experiências entre o setor de desenvolvimento e fornecedores em projetos de produtos novos?	46,7%	
4 - Existe formalmente uma equipe composta de profissionais (projetos, produção, qualidade e vendas) para analisar criticamente os detalhes de novos desenvolvimentos?	40,0%	

Fonte: Autor

4.2.5 – Manutenção Produtiva Total

Conforme apresentado na Tabela 8, totalizando um grau de aplicação de 58,9%, a prática da “Manutenção Produtiva Total” ainda precisa ser mais bem trabalhada. Na opinião dos gestores, apesar de existir um plano de manutenção formalizado, o mesmo não se apresenta eficiente para a estrutura fabril, visto que ainda há preferência num alto percentual (aproximadamente 47%) pela manutenção corretiva. Quanto à capacitação dos operadores para inspeções, conhecimento dos equipamentos bem como a integração com a equipe de manutenção, estas ainda são baixas, ressaltando que a participação dos operadores é de fundamental importância para o sucesso desta prática.

TABELA 8: Percentual de aplicação resultante da prática “Manutenção Produtiva Total”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - Existe um plano de manutenção focalizando principalmente os equipamentos considerados críticos?	62,2%	58,9%
2 - Há preferência pela manutenção preventiva em vez da manutenção corretiva?	53,3%	
3 - Os operadores são capacitados a aplicar seus conhecimentos na condução de inspeção diária de seus equipamentos, lubrificando regularmente, auxiliando o pessoal de manutenção em pequenos reparos e na substituição de peças básicas?	57,8%	
4 - Os operadores conhecem as operações básicas de seus equipamentos e estão envolvidos na investigação de anomalias compartilhando idéias com o pessoal de manutenção?	62,2%	

Fonte: Autor

4.2.6 – Gestão Visual

Apresentando 70% como grau de aplicação, a prática “Gestão Visual” aponta como pontos fortes a clareza de informações com a utilização de quadros de indicadores e as áreas demarcadas nos setores, revelando bom senso de identificação e organização. Entretanto, ainda necessitam de aperfeiçoamento as sinalizações para identificação de falhas no fluxo de

produção como também alertar as áreas de apoio quando necessário. Os resultados comentados da prática “Gestão Visual” estão na Tabela 9.

TABELA 9: Percentual de aplicação resultante da prática “Gestão Visual”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - Existem quadros com indicadores de desempenho na fábrica?	88,9%	70,0%
2 - Existe sinalização com o objetivo de alertar a todos no momento que ocorrem erros ou falhas no fluxo produtivo?	42,2%	
3 - Existe sinalização com objetivo de alertar as áreas de apoio quando necessário a intervenção no processo produtivo?	62,2%	
4 - Nos setores produtivos existem áreas demarcadas para identificação de posição de lotes em espera, em processo ou acabados?	86,7%	

Fonte: Autor

4.2.7 – Melhoria Contínua

Segundo as opiniões dos gestores, apresentadas na Tabela 10, percebe-se que a empresa possui um bom e claro direcionamento das melhorias a que se propõe a implementar. A forma de recompensa como incentivo à participação dos operadores na implementação das melhorias atualmente parece ser aceitável, mas pode ser melhorada. Nota-se também que as atividades de pequenos grupos são pouco difundidas e a consequência disto pode estar relacionada com a forma de recompensa utilizada pela empresa para motivar os operadores a participarem destas atividades. Outro ponto importante, já ressaltada em outras práticas, é a questão da padronização que não pode ser esquecida no momento em que as melhorias ocorrem no processo produtivo. O grau de aplicação resultante de 67,2% foi elevado a este patamar porque a empresa propõe que suas melhorias estejam alinhadas com as metas pré-definidas, ficando evidente que as outras questões abordadas, como recompensa, atividades de pequenos grupos e padronização é que precisam ser repensadas.

TABELA 10: Percentual de aplicação resultante da prática “Melhoria Contínua”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - As metas da empresa são claramente divulgadas a fim de balizar as atividades na busca pela melhoria contínua?	86,7%	67,2%
2 - As melhorias que acontecem no processo produtivo são sempre padronizadas?	68,9%	
3 - Existe alguma forma de recompensa (financeira ou não) para os operadores pela participação e implementação das melhorias?	75,6%	
4 - Existem práticas de atividades de pequenos grupos (APG's) em busca da melhoria contínua?	37,8%	

Fonte: Autor

4.2.8 – Integração com Fornecedores

A Tabela 11 apresenta os resultados que compõe o grau de aplicação para a prática “Integração com Fornecedores”. O fator confiabilidade é destaque nesta prática conforme apresenta o percentual obtido da questão 2. Em se tratando do compromisso com entregas, se os fornecedores seguem uma sincronia com a produção e se os fornecedores aceitam fazer entregas na quantidade e frequência solicitada, cabe uma investigação maior por se tratar de fornecimento de lotes muito pequenos e de variados modelos. É uma particularidade da empresa estudada, mas às vezes estes motivos acabam dificultando a produção do fornecedor que precisa de grandes quantidades para justificar o *start up* de um equipamento, como por exemplo, um forno de tratamento térmico. De modo geral, os percentuais revelam que a empresa pratica de forma satisfatória a integração com seus fornecedores com possibilidade de aperfeiçoamento em alguns pontos, conforme comentado.

TABELA 11: Percentual de aplicação resultante da prática “Integração com Fornecedores”

Questão	% de aplicação por questão	% de aplicação da prática
1 - Os fornecedores cumprem as entregas na data ou prazo conforme prometido?	73,3%	73,9%
2 - Os fornecedores fornecem certificados que asseguram a qualidade de seus processos e produtos?	84,4%	
3 - Os fornecedores aceitam fazer entregas na quantidade e freqüência solicitada pela empresa visando contribuir com a redução das despesas com a manutenção de estoques da mesma?	66,7%	
4 - As entregas dos fornecedores seguem uma sincronia com a produção da empresa?	71,1%	

Fonte: Autor

4.2.9 – Síntese dos Resultados

Para sintetizar e apresentar os resultados com maior clareza, as Figuras 24 e 25 ilustram com o uso de Gráficos de Pareto o grau de aplicação final de cada prática mensurada e as médias dos desvios-padrão apresentados anteriormente na Tabela 3.

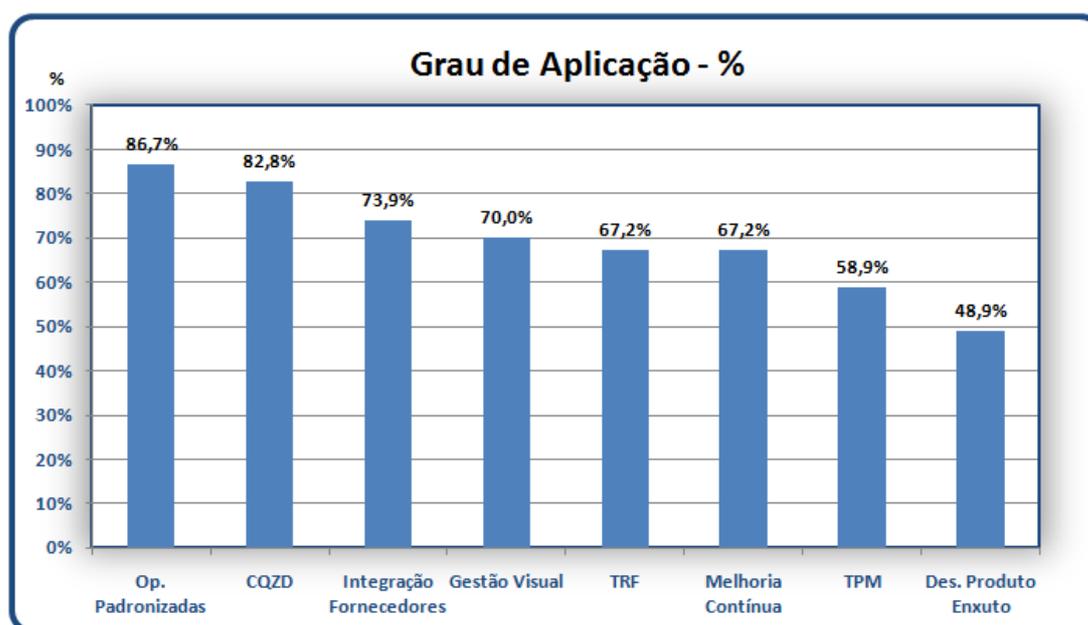


FIGURA 24: Grau de aplicação das práticas enxutas

Fonte: Autor

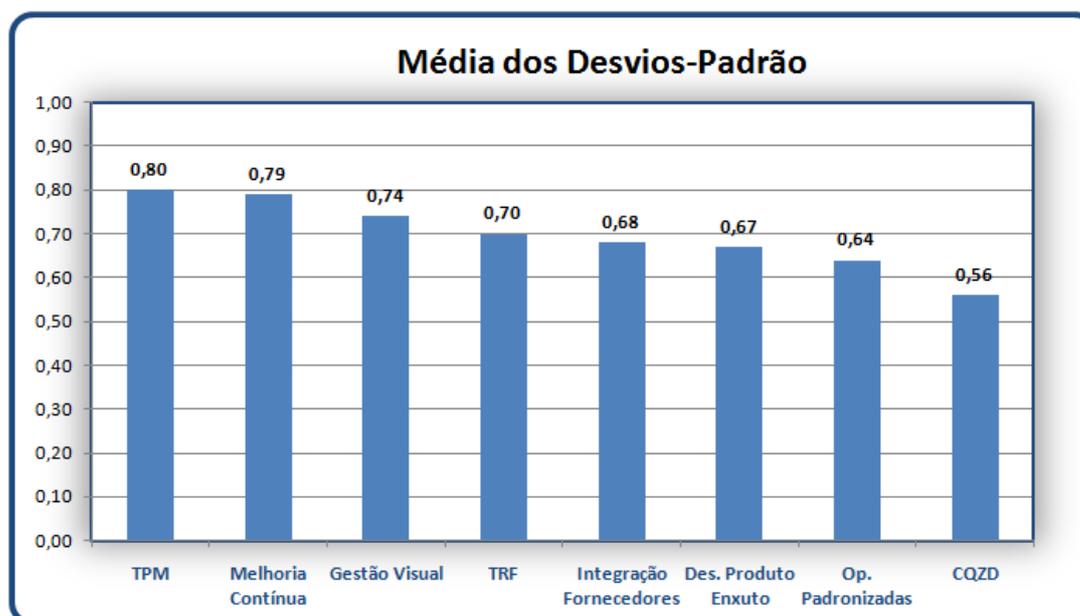


FIGURA 25: Média dos desvios-padrão

Fonte: Autor

A partir da apresentação da Figura 25, fez-se necessário analisar as quatro práticas investigadas que tiveram os maiores valores das médias dos desvios-padrão:

- A prática “TPM” apresentou maior desvio-padrão na questão 4, que é referente à condição técnica dos operadores sobre seus equipamentos e sua participação com a equipe de manutenção na investigação de anomalias. A divergência entre os respondentes revela que não se tem a certeza de que os operadores possuem condição adequada ou suficiente para assumir tal função. Sugere-se como ação de melhoria, intensificar o treinamento dos operadores visando à qualificação plena para que os mesmos possam assumir as tarefas básicas propostas pela metodologia TPM.
- Para a prática “Melhoria Contínua”, as divergências residiram sobre as questões 1 e 3. A questão 1 aborda a divulgação das metas da empresa para que as mesmas balizem as atividades de melhoria e entende-se que a divergência apontada está basicamente na forma de comunicação entre os níveis hierárquicos da empresa. Já para a questão 2 que trata da recompensa para operadores pela participação e implementação de melhorias, parece que o fator satisfação do ser humano pode ter sido o responsável pela divergência apresentada, ou seja, algumas pessoas se satisfazem com a recompensa

oferecida e outras não. Sugere-se para a questão 1, padronizar a forma de repassar as informações para que não persistam dúvidas ou falta das mesmas.

- A maior variabilidade apresentada na prática “Gestão Visual” está na questão 1 sobre a existência de quadros de indicadores de desempenho na fábrica. As respostas de sete gestores tiveram coerência de valores. Dois gestores também mantiveram coerência de valores entre si para esta resposta sendo que com peso bem menor do que a maioria. Percebe-se com isto que, os dois gestores foram mais exigentes quanto ao peso adotado para o grau de aplicação desta questão provavelmente pela visão que possuem do ideal da prática em questão. Outro fato relevante, que talvez não tenha relação com o ocorrido, mas curiosamente os dois gestores não estão ligados diretamente nas atividades de chão de fábrica como o restante dos gestores.
- Para a prática “TRF”, a questão 1 desta prática apresenta a maior variabilidade encontrada. Observa-se que dois gestores ponderaram de forma mais crítica a questão da existência documentada do procedimento que aponta as ferramentas necessárias para cada *setup*. Esta maior exigência com a questão 1, vinda principalmente da resposta do Gestor B, que é Supervisor de Usinagem e está diretamente ligado nesta atividade, só vem revelar a provável insatisfação, considerando que melhorias ainda podem ocorrer no método utilizado até o momento.

A justificativa para a variabilidade encontrada na pesquisa reside na inexistência de um mesmo nível de conhecimento e experiências com práticas enxutas por parte dos gestores. Para reduzir esta variabilidade, propõe-se um treinamento para nivelamento dos conhecimentos sobre as práticas enxutas para melhorar o entendimento destes conceitos.

4.3 – IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA ADEQUAÇÃO

Considerando que as práticas que não atingiram grau de aplicação de 100% apresentam lacunas a serem exploradas, buscou-se então a identificação de oportunidades para a adequação total a estas práticas enxutas de forma a contribuir para a evolução da

empresa estudada. Adiante segue a análise das práticas mensuradas bem como também daquelas que não fizeram parte do questionário aplicado. Convém salientar que as análises para as práticas, que não foram mensuradas com a aplicação do método, resultaram em sugestões advindas somente da visão do pesquisador sobre a empresa.

4.3.1 – Operações Padronizadas

A prática “Operações Padronizadas” foi a que obteve o maior grau de aplicação dentre as demais práticas mensuradas. O cumprimento dos procedimentos criados a partir da certificação da empresa na norma ISO 9001 suporta as ações que garantem a aplicação da prática em questão. A empresa aparenta estar estruturada, não apresentando deficiências significativas. Sugere-se a continuidade da aplicação dos conceitos desta prática com o objetivo de aperfeiçoá-la ainda mais, buscando ganhar assim mais em produtividade e na redução do nível de estoques em processo.

4.3.2 – Troca Rápida de Ferramentas

Atualmente a empresa busca aplicar os conceitos do método TRF, pois tem consciência da necessidade de reduzir os tempos de *setup* em benefício da redução do custo final da peça produzida. Existe o desejo de aplicação do método por parte dos gestores e operadores, visto que alguns dos conceitos já são adotados, mas não na sua totalidade. Sugere-se a implantação completa do método TRF seguindo as seguintes etapas:

- constituir uma equipe formada de operadores e gestores para implantar o método;
- treinar os envolvidos nos conceitos inerentes à TRF;
- utilizar-se de filmagem de um *setup* atual para iniciar as análises e propor as mudanças pertinentes;
- padronizar, sempre que possível, as ferramentas, parafusos e dispositivos;

- registrar as etapas do *setup* bem como as ferramentas e dispositivos utilizados, como se fosse uma folha de processo;
- criar um setor de *preset* com o objetivo de controlar quantidades, custos e condições dos ferramentais e dispositivos utilizados nos *setups*;
- nomear uma pessoa responsável pelo setor de *preset*, que seja dedicado a este trabalho somente;
- destinar carrinhos, de preferência de cor diferenciada, para a entrega e recolhimento dos ferramentais na máquina onde o *setup* está ocorrendo;

Cabe ainda ressaltar que para o sucesso da implantação do método, esta depende também do apoio advindo da alta direção da empresa.

Para melhor entendimento da implantação do método TRF indica-se a consulta à Shingo (2000) e à pesquisa de Seidel (2003).

4.3.3 – Controle de Qualidade Zero Defeitos

A pesquisa aponta claramente como ponto a ser melhorado, a questão da garantia do processo para evitar a produção de produtos defeituosos. Como característica a empresa possui *layout* funcional e não trabalha com fluxo unitário entre as operações. Estes dois fatores dificultam a detecção dos problemas no momento em que os mesmos ocorrem, gerando assim sucatas e retrabalhos indesejados. Um dos motivos que impede a inspeção 100% das peças está no grande número de cotas a serem medidas por operação, com impacto assim no tempo de ciclo do processo. Contudo, ressalta-se que falhas humanas também ocorrem e são as responsáveis diretas pelo aumento dos índices de rejeição. Sugere-se neste caso a utilização de dispositivos de medições para aquelas peças mais críticas que apresentam maiores dificuldades de controle. Estes substituiriam os instrumentos manuais mais utilizados como, por exemplo, o micrômetro que dependendo da maneira que é manuseado podendo resultar em medidas imprecisas. Também conhecidos como *poka-yokes*, os dispositivos de medição aumentariam a confiabilidade dos processos quanto à qualidade.

4.3.4 – Desenvolvimento de Produto Enxuto

A prática “Desenvolvimento de Produto Enxuto” apresenta deficiência em todos os aspectos abordados na pesquisa. Os produtos que já estão no mercado, foram concebidos a um bom tempo sem a observância da questão da padronização dos seus componentes visando melhor aproveitamento e utilização dos já existentes. Propor um trabalho de padronização nesta hora levaria a empresa a ter problemas com as peças de reposição tornando assim inviável tal ação. Contudo, a partir de agora, os projetistas devem analisar melhor e aproveitar o máximo da grande gama de componentes existentes para utilizá-los nos seus novos desenvolvimentos na busca de redução de custo com novos itens no almoxarifado. Outro ponto relevante abrange a simplicidade do produto visando facilitar a produção. Muitas vezes os desenvolvimentos, no momento de definições importantes, ocorrem sem a participação dos executores do projeto no chão de fábrica e posteriormente a produção do componente se torna difícil e onerosa, às vezes até inviável. Para minimizar estes desencontros, sugere-se que seja instituída uma reunião de análise crítica do produto com a participação de todos os envolvidos no processo (Projeto, Produção, Qualidade, Vendas e Marketing) com o objetivo de discutir e esclarecer todos os detalhes de viabilização para o novo desenvolvimento. Outro ponto positivo obtido com esta integração está no compromisso que se firma no momento da análise, garantindo que todos trabalharão a favor do sucesso do projeto.

4.3.5 – Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total possui papel fundamental no que tange a confiabilidade dos equipamentos que indiretamente tem impacto na entrega dentro do prazo que o setor de PCP prometeu. Para dar maior atenção às manutenções preventivas de forma mais eficaz, existe a necessidade de se estruturar o setor de manutenção de maneira diferente. O fato é que a equipe de manutenção, atualmente composta de duas pessoas, é muito pequena e limitada tecnicamente, impossibilitando a maior abrangência para o resto da fábrica. Deve-se intensificar também o treinamento para capacitar e envolver os operadores neste processo maximizando a atuação dos mesmos. Outro fato relevante está na dificuldade de consulta ao histórico dos equipamentos quando necessário, que atualmente é manual e está armazenado

em pastas com fichas. Seria mais interessante que se pudesse armazenar o histórico de manutenções dos equipamentos em arquivo eletrônico para facilitar a consulta quanto à rapidez e para isto há necessidade de um investimento pequeno em um microcomputador. Considera-se muito bom o trabalho da equipe de manutenção até o momento, pois não teria condições de ser melhor com o número de integrantes que a mesma possui.

4.3.6 – Gestão Visual

Na empresa estudada, esta prática se apresenta dependente da estruturação das áreas de apoio e poderá ser melhorada quando uma nova forma de trabalho e atuação das mesmas se efetivarem. É necessário compreender que se as intervenções da equipe de manutenção, analistas de processos ou até mesmo dos analistas de qualidade não forem imediatas, não se justificaria ainda, melhorar as sinalizações para alertar tais áreas. Atualmente a empresa, pelo tamanho e complexidade dos processos, comportaria uma estrutura mais forte para apoiar o processo na questão do pronto atendimento e também antecipação aos problemas que podem vir a ocorrer.

4.3.7 – Melhoria Contínua

A prática “Melhoria Contínua” é carente no aspecto motivacional. Há necessidade de estruturar um programa para incentivar o interesse e a maior participação dos operadores na busca pela resolução de problemas e melhorias no processo. O programa deve conter critérios que considere a participação somente do operador e também de pequenos grupos. A essência da motivação para maior atuação das pessoas na busca de melhorias está na premiação financeira por idéia ou por melhoria implementada. Para cada melhoria implementada contabiliza-se o quanto a empresa passa a ganhar financeiramente com ela e com aplicação de critérios pré-definidos recompensa-se o autor ou os autores das melhorias com um percentual desta economia que a empresa vai ter deste momento em diante. Esta é uma alternativa de relação ganha-ganha, de interesse mútuo satisfazendo ambas as partes.

4.3.8 – Integração com Fornecedores

A relação da empresa com seus fornecedores de uma maneira geral é satisfatória. Todo fornecedor prefere manter parceria com empresas que contratam seus serviços e que garantam quantidades grandes e freqüentes de produtos para manutenção de seu faturamento. Quando isto não acontece, e é uma característica da empresa estudada trabalhar com pequenos lotes, impasses podem acontecer comprometendo os prazos de entregas já acordados. Cabe o estudo da busca de alternativas de fornecimento para que a empresa não fique somente na dependência de um ou dois fornecedores por processo. Nos casos de processos de menor complexidade, como por exemplo, o de pintura eletrostática, poderia ser adquirido o equipamento e incorporado este processo no fluxo produtivo interno da empresa.

4.3.9 – Automação

Em se tratando de equipamentos automáticos, que necessitam de pouca intervenção dos operadores durante o processo, sugere-se a tentativa de prover a máquina de dispositivos de parada automática quando anomalias ocorrerem. Contudo, se tem convicção que é uma tarefa difícil de implementar devido às características originais dos equipamentos que na maioria das vezes não possibilitam acoplar acessórios para tal função. Outro fato que dificulta a adoção de dispositivos nos equipamento se refere à preparação destes a cada *setup*, visto que a variedade de itens que passam por estes equipamentos é muito grande e tornaria os tempos de preparação maiores do que estão hoje. Uma opção mais sensata está em reforçar as inspeções com auxílio de dispositivos (*poka-yokes*) fora da máquina com maior freqüência pelo operador.

4.3.10 – Balanceamento da Produção

Dois fatores são importantes para serem observados para implementar a utilização desta prática. O primeiro diz respeito à utilização do *takt time* como balizador do

balanceamento das operações. Normalmente as empresas que possuem células de manufatura reúnem características próprias para a adoção desta prática cabendo assim a sua utilização. Este não é o caso da empresa estudada. Passaria a utilizar parcialmente os conceitos da prática “Balanceamento da Produção” se introduzisse uma nova forma de *layout* e em paralelo a tecnologia de grupo⁶, ou seja, a divisão de processos em função das famílias de produtos. Cabe uma avaliação mais aprofundada sobre o assunto, pois para alguns produtos com poucas operações, se justificaria a utilização do *layout* celular e da tecnologia de grupo. O segundo mostra a necessidade do setor de PCP possuir uma ferramenta de programação (software) com maiores recursos para poder planejar com maior precisão a carga de trabalho para cada operação. Sem este recurso se torna muito difícil visualizar a capacidade de produção, impossibilitando reduzir os estoques em processo.

4.3.11 – Flexibilização da Mão-de-obra

A aplicação desta prática ocorre com frequência nas empresas que possuem *layout* celular. Como a empresa nunca utilizou células de manufatura, existe o costume dos operadores de atuarem em somente uma operação por vez. Um passo para melhor aproveitamento da mão-de-obra já está sendo dado na mudança de *layout* proposta observando pelo menos dois equipamentos para que apenas um operador possa operá-los. Em paralelo também está se trabalhando na capacitação dos operadores para que os mesmos conheçam todos os tipos de equipamentos existentes na empresa. Com isto se ganha em flexibilidade para atender melhor as necessidades sinalizadas pelo setor de PCP.

4.3.12 – Produção Puxada

Os principais fatores que viabilizam a prática “Produção Puxada” são a utilização do Kanban, o *layout* celular e o fluxo unitário de produção. Reforçando o que foi comentado na

⁶ Tecnologia de grupo é uma ferramenta utilizada para formação de células de manufatura explorando as características comuns das peças. Para Lorini (1993), tecnologia de grupo é uma filosofia que define a solução de problemas explorando semelhanças, visando vantagens operacionais e econômicas mediante um tratamento de grupo.

prática “Balanceamento da Produção”, uma família de produtos que poderia se enquadrar nestes conceitos é a dos engates rápidos⁷. Esta família de produtos apresenta características que viabilizariam uma programação autônoma pelo Kanban, a utilização do *layout* celular para melhor aproveitar a mão-de-obra, a redução dos estoques em processo e a prática do fluxo unitário de peças em produção.

4.3.13 – Nivelamento da Produção

A utilização desta prática depende basicamente do mercado que a empresa atende. Nos últimos anos a demanda tem se mostrado instável dificultando a programação nivelada que observa seqüenciamento de pedido. Não existe um padrão repetitivo de demanda para suportar a programação para longo prazo.

4.3.14 – Fluxo de Valor

A implementação desta prática está alicerçada na utilização da ferramenta do Mapeamento do Fluxo de Valor. A ferramenta auxilia na visualização do que agrega valor no fluxo produtivo apoiando assim a produção enxuta. Para implementação completa da ferramenta, sugere-se consultar a obra de Rother e Shook (1999).

⁷ Engates rápidos são componentes metálicos que tem como função conectar as mangueiras de ar comprimido aos equipamentos pneumáticos.

5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 – CONCLUSÕES

O objetivo da proposição de um método para medir o grau de execução das práticas enxutas foi alcançado. Revelou-se como grande desafio deste trabalho a criação de um método que se adequasse a uma empresa que não possuísse formalmente nenhum programa implementado que caracterizasse a utilização das práticas enxutas, diferente da grande maioria das pesquisas disponíveis na literatura com objetivos semelhantes a esta, que abordam métodos para medir o grau de implementação de práticas em empresas que já praticam tais programas. Como primeira avaliação da empresa estudada, observou-se que a mesma executa oito das quatorze práticas apresentadas no referencial teórico. O questionário utilizado como instrumento para mensuração na pesquisa teve como base de construção os elementos viabilizadores identificados pelo pesquisador no estudo dos conceitos disponíveis na literatura e nos apresentados na revisão bibliográfica, assegurando a fidedignidade das questões formuladas. Na aplicação do questionário, buscou-se direcionar o mesmo para respondentes que reuniam conhecimento suficiente sobre o objeto de estudo para revelar seus pontos de vista, contribuindo com a maior legitimidade dos resultados. A análise dos resultados elucidou de forma clara o grau de execução das práticas mensuradas, e mesmo não sendo objetivo principal deste trabalho, o método proporcionou a identificação de lacunas quanto à execução das práticas enxutas ainda não aplicadas na sua totalidade. Cabe salientar que não se pode afirmar que os graus de execução de algumas práticas mensuradas podem ser considerados satisfatórios, mesmo com os resultados apresentados sendo maiores que 80%. O método apresentou apenas como resultado o grau de execução das práticas, limitados basicamente no atendimento dos elementos viabilizadores que originaram as questões formuladas. A avaliação do pesquisador sobre as lacunas encontradas proporciona para a empresa a oportunidade de abertura para discussão que a conduza à iniciativa de ações robustas para evoluir em direção da utilização das práticas que se adéquam a sua realidade.

Em suma, o método se mostrou aplicável ao objeto de estudo, pois além de ter apresentado importância de cunho acadêmico pela contribuição de sua proposta, revelou

claramente para a empresa estudada a possibilidade de utilização das práticas enxutas para objetivar melhorar continuamente seus processos.

5.2 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Objetivando a ampliar a compreensão dos apontamentos que foram explorados nesta pesquisa, sugerem-se possíveis desdobramentos que poderão servir como base para a realização de futuros trabalhos, conforme segue:

- verificar a possível aplicação do método desenvolvido nesta pesquisa em outras empresas deste ou de outros segmentos da indústria;
- estudar com maior profundidade quais as relações existentes entre as práticas enxutas e outras estratégias de operações não citadas nesta pesquisa;
- aprofundar o estudo das práticas enxutas no sentido de identificar indicadores para monitorar e auxiliar a utilização das mesmas através de auditorias;
- avaliar o impacto financeiro nos resultados da empresa a partir da implementação total das práticas enxutas;
- aprimorar o método no sentido de identificar a mudança de cultura organizacional após a introdução das práticas enxutas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSTHRON, P. Sequences in the Implementation of Lean Production. *European Management Journal*. Vol. 16, nº 3, p. 327-334, 1998.

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JR., J. A. V. *Takt time*: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. *Revista Gestão & Produção*. Vol. 8, nº 1, p. 1-18, 2001.

ANTUNES JR., J. A. V. O Mecanismo da Função Produção: A Análise de Uma Rede de Processos e Operações. *Revista da Produção*. Vol. 4, nº 1, 1994.

ANTUNES JR., J. A. **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**. Tese Doutorado em Administração de Empresas – Programa de Pós-Graduação em Administração, UFRGS. Porto Alegre, 1998a.

ANTUNES JR., J. A. Manutenção Produtiva Total: uma análise crítica a partir da sua inserção no Sistema Toyota de Produção. *Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*. Niterói, RJ, 1998b.

ANTUNES JR, J. A. [et. al].. *Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BATEMAN, T. S.; SNELL, S. A. *Administração: construindo vantagem competitiva*. São Paulo: Atlas, 1998.

BLACK, J. T. *O Projeto da Fábrica com Futuro*. Porto Alegre: Bookman, 1998.

CAMPOS, L. D. F. **Aplicação do conceito de Mentalidade Enxuta ao projeto de sistemas de manufatura – estudo de caso**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. São Paulo, 2000.

CHAND, G.; SHIRVANI, B. Implementation of TPM in Cellular Manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 103, p. 149-154, 2000.

CORIAT, B. *Pensar pelo Averso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Rio de Janeiro, UFRJ, Revan, 1994.

CUSUMANO, M. The Limits of Lean. *Sloan Management Review*. Vol. 35, nº 4, p. 27-32, 1994.

DETTY, R. B.; YINGLING, J. C. Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: a case study. *International Journal of Production Research*. Vol. 38, nº 2, p. 429-445, 2000.

DURÁN, O.; BATOCCHIO, A. Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. *Revista Produção on Line*. Vol. 3, nº 3, 2003.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M.; DIAS, F. T. Proposta de um método baseado em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos à Manufatura Enxuta. *XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*. Porto Alegre, RS, 2005.

FERRAZ, J.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. *Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria*. R. Janeiro: Campus, 1996.

FERRO, J. R. Apêndice E in: WOMACK, J.; JONES, D., ROOS, D. *A Máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

FERRO, J. R. Prefácio original in: WOMACK, J., JONES, D. *A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

FORMOSO, C. T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. An exploratory study of the applicability of process transparency in construction sites. *Journal of Construction Research*. Vol. 3, nº 1, 2002.

GHINATO, P. Autonomia e Multifuncionalidade no Trabalho: Elementos Fundamentais na Busca da Competitividade, in: *Série Monográfica Ergonomia: Ergonomia de Processo*, cap. 4.1, Vol. 2, 2ª Edição, Ed.: Lia B. de M. Guimarães, PPGE/UFGRS. Porto Alegre, 1999.

GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção, *Publicado como 2º cap. do Livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações*, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Ed. da UFPE. Recife, 2000.

GHINATO, P. *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.

GOUNET, T. *Fordismo e Toyotismo na civilização do automóvel*. São Paulo: Boitempo Editorial, 1999.

HAY, E. J. *Just-in-Time: Um Exame dos Novos Conceitos de Produção*. São Paulo: Maltese, 1992.

HALL, R. W. *Attaining Manufacturing Excellence – Just in Time, Total Quality, Total People Involvement*. Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1987.

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. *Em busca da Vantagem Competitiva*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

IMAI, M. *Gemba-Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso da fábrica*. São Paulo: IMAM, 1996.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement – The role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 19, nº 1, p. 55-78, 1999.

KARLSSON, C; AHLSTROM, P. Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 16, nº 2, p. 24-41, 1996.

LAI. LEAN ADVANCEMENT INITIATIVE. Disponível em <http://lean.mit.edu>, acessado em 31/08/09.

LEIS, R. P. **Método de melhorias para processos produtivos de oficinas mecânicas de concessionárias de automóveis brasileiras – uma abordagem a partir da produção enxuta/Sistema Toyota de Produção e da Teoria das Restrições**. Dissertação de Mestrado em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2002.

LIB. LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em <http://lean.org.br>, acessado em 27/12/08.

LIKER, J. K. *O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LORINI, F. *Tecnologia de grupo e organização da manufatura*. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1993.

MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. Estratégias de Produção para a Construção Enxuta. *XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*. Salvador, BA, 2001.

MALHOTRA, N. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MESTRE, M., STEINER, A., STAINER, L., STROM, B. Visual communications – The Japanese experience. *Corporate Communications: An International Journal*. Vol. 5, nº 1, p. 34-41, 1999.

MONDEN, Y. *Produção sem Estoques: Uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota*. São Paulo: IMAM, 1984.

NAKAJIMA, S. *Introduction to TPM*. Productivity Press. Cambridge: MA, 1989.

NOGUEIRA, M. G. S.; SAURIN, T. A. Avaliação do nível de implementação de práticas enxutas com base nas percepções dos gerentes. *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*. Fortaleza, CE, 2006.

OHNO, T. *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAIVA, E.; CARVALHO, L; FENSTENSEIFER, J. *Estratégia de produção e de operações*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PANIZOLLO, R. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. *International Journal of Production Economics*. Nº 55, p. 223-240, 1998.

PINEDO, V. *Tsunami - Construindo organizações capazes de prosperar em maremotos*. São Paulo: Gente, 2003.

PIORE, M. J.; SABEL C. F. *The Second Industrial Divide: possibilities for prosperity*. New York: Basic Books, 1984.

PORTER, M. *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. Lean Institute Brasil, São Paulo, 1999.

SAE INTERNATIONAL. Disponível em http://sae.org/technical/standards/J4001_199911, acessado em 12/09/2009.

SAE J4000. SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Identification and measurement of best practice and implementation of lean operation*, 1999.

SAE J4001. SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Implementation of lean operation user manual*, 1999.

SÁNCHEZ, A. M.; PÉREZ, M. P. Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 21, nº 11, p. 1433-1451, 2001.

SANTOS, C. A., **Produção Enxuta: Uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil**. Dissertação de Mestrado, PG-MEC, Universidade Federal do Paraná, 2003.

SAURIN, T. A.; FRREIRA, F. C. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. *Revista Gestão & Produção*. Vol. 15, nº 3, p. 449-462, 2008.

SCHONBERGER, R. J. *Técnicas Industriais Japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade*. São Paulo: Pioneira, 1992.

SEIDEL, A. **No sentido da implementação de um Programa de Troca Rápida de Ferramentas (TRF): um estudo de caso de uma empresa fornecedora de componentes para montadoras da indústria automobilística nacional**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, RS, 2003.

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. Avaliação multicriterial de desempenho: um estudo de caso na indústria de transporte coletivo de passageiros. *Revista Gestão & Produção*. Vol.13, nº 2, p. 339-352, 2006.

SHAH, R.; WARD, P. Lean Manufacturing: context, practice bundles, and performance. *International Journal of Operations Management*. Vol. 21, p. 129-149, 2003.

SHINGO PRIZE. **The Shingo Prize for Operational Excellence: Application Guidelines, 3rd. Edition**. Disponível em: <http://shingoprize.org>, acessado em 31/09/2009.

SHINGO, S. *Sistemas de produção com estoque zero: o Sistema Shingo para melhorias contínuas*. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramentas: uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SHIROSE, K. *TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries*. Japan Institute of Plant Maintenance, 2000.

SIMÃO, L. A. P. M.; ALLIPRADINI, D. H. *Produção Enxuta em uma Empresa de Processo*. São Paulo: Editora EPSE, 2004.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N. *Vantagem Competitiva em Manufatura*. São Paulo: Atlas, 1993.

SMALLEY, A. **Achieving Basic Stability**. Disponível em: http://www.leanuk.org/downloads/general/achieving_basic_stability.pdf, acessado em 10/09/2009.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2000.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. *A Máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.; JONES, D. *A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.; JONES, D. *Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 2002.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Apêndice A – ENTREVISTA ESTRUTURADA

Nome: _____

Tempo de Empresa: _____

O questionário a seguir tem como objetivo resgatar a percepção dos gestores de quais os principais objetivos de desempenho são perseguidos pela estratégia da empresa. A submissão deste questionário aos gestores é etapa do método proposto para medir o grau de execução das práticas enxutas.

Para as questões de nº 1 ao nº 4 responda atribuindo valores de 1 a 5 pelo grau de importância das alternativas (1 para a menos importante e 5 para a mais importante). A questão de nº 5 é de única escolha.

Questão 1

Atualmente, qual dos fatores competitivos é determinante para o fechamento de pedidos?

- rapidez na entrega
- ampla gama de produtos
- alta qualidade dos produtos
- entrega no prazo
- preço competitivo

Questão 2

Qual dos fatores competitivos garantirá a sobrevivência da empresa competindo no mercado?

- fornecer produtos com rapidez
- fornecer produtos diversificados
- fornecer produtos com alta qualidade
- fornecer produtos no prazo combinado
- fornecer produtos com preço competitivo

Questão 3

Com relação à concorrência, qual dos fatores competitivos no momento deve ser trabalhado pela manufatura na busca pela diferenciação?

- fornecer produtos com rapidez
- fornecer ampla gama de produtos
- fornecer produtos de alta qualidade
- cumprir com o prazo de entrega
- fornecer produtos com preço competitivo

Questão 4

Como a manufatura pode contribuir diretamente com o atendimento das necessidades dos clientes?

- reduzindo o *lead time*
- participando no desenvolvimento de novos produtos
- melhorando a qualidade dos produtos
- garantindo a entrega no prazo
- reduzindo o custo de fabricação

Questão 5

Com relação ao ciclo de vida do produto oferecido ao mercado, como o mesmo é considerado?

- novo, recém desenvolvido
- em crescimento, pouco tempo no mercado
- conhecido, maduro, estável
- em declínio, muito tempo no mercado

Apêndice B - QUESTIONÁRIO

Nome: _____

Tempo de Empresa: _____

O questionário a seguir tem como objetivo resgatar a opinião dos gestores sobre o grau de aplicação de práticas enxutas na empresa. A submissão deste questionário aos gestores é etapa do método proposto para medir o grau de execução das práticas enxutas.

Assinale apenas uma alternativa de resposta para cada questão, observando o grau de aplicação conforme a escala:

MA – Muito Alto; **A** – Alto; **M** – Médio; **B** – Baixo; **MB** – Muito Baixo; **NA** – Não Aplicável

Operações Padronizadas	MA	A	M	B	MB	NA
Existem instruções de rotinas de processo (documentadas) contemplando a seqüência de operações, dispositivos, instrumentos e freqüência de medição para todos os processos da fábrica?						
As instruções de rotinas de processo estão disponíveis para consulta a qualquer momento?						
Os operadores têm participação ativa na revisão das instruções de rotina de processo de forma a contribuir com suas experiências?						
As instruções de rotina de processo são periodicamente revisadas?						

Troca Rápida de Ferramentas	MA	A	M	B	MB	NA
Existe procedimento (documentado) identificando o ferramental a ser utilizado no <i>setup</i> ?						
Existe local específico (<i>preset</i>) para armazenamento e controle (quantidade e qualidade) das ferramentas com uma pessoa responsável pela preparação (<i>setup</i> externo)?						
A partir do início do <i>setup</i> , o operador dedica o seu tempo somente na preparação junto à máquina (<i>setup</i> interno) não necessitando se afastar para providenciar materiais faltantes (<i>setup</i> externo)?						
Os operadores têm conhecimento de quais equipamentos são priorizados os esforços de TRF?						

Controle de Qualidade Zero Defeitos	MA	A	M	B	MB	NA
Existem documentos sobre as características de qualidade dos itens produzidos?						
Existe forma de identificar, analisar e controlar as causas-raiz de defeitos ocorridos no processo produtivo? (causa-raiz é o problema que desencadeou um acontecimento que gerou um efeito indesejado)						
Os índices de rejeição são divulgados e analisados com frequência pelos setores da fábrica?						
As inspeções são feitas em 100% dos itens produzidos?						

Desenvolvimento de Produto Enxuto	MA	A	M	B	MB	NA
O setor de desenvolvimento procura utilizar componentes já existentes nos novos projetos de produtos?						
O produto projetado apresenta características simplificadas enfocando a redução de tempo e de custo do processo de fabricação?						
Existe a troca de informações e experiências entre o setor de desenvolvimento e fornecedores em projetos de produtos novos?						
Existe formalmente uma equipe composta de profissionais (projetos, produção, qualidade e vendas) para analisar criticamente os detalhes de novos desenvolvimentos?						

Manutenção Produtiva Total	MA	A	M	B	MB	NA
Existe um plano de manutenção focalizando principalmente os equipamentos considerados críticos?						
Há preferência pela manutenção preventiva em vez da manutenção corretiva?						
Os operadores são capacitados a aplicar seus conhecimentos na condução de inspeção diária de seus equipamentos, lubrificando regularmente, auxiliando o pessoal de manutenção em pequenos reparos e na substituição de peças básicas?						
Os operadores conhecem as operações básicas de seus equipamentos e estão envolvidos na investigação de anomalias compartilhando idéias com o pessoal de manutenção?						

Gestão Visual	MA	A	M	B	MB	NA
Existem quadros com indicadores de desempenho na fábrica?						
Existe sinalização com o objetivo de alertar a todos no momento que ocorrem erros ou falhas no fluxo produtivo?						
Existe sinalização com objetivo de alertar as áreas de apoio quando necessário a intervenção no processo produtivo?						
Nos setores produtivos existem áreas demarcadas para identificação de posição de lotes em espera, em processo ou acabados?						

Melhoria Contínua	MA	A	M	B	MB	NA
As metas da empresa são claramente divulgadas a fim de balizar as atividades na busca pela melhoria contínua?						
As melhorias que acontecem no processo produtivo são sempre padronizadas?						
Existe alguma forma de recompensa (financeira ou não) para os operadores pela participação e implementação das melhorias?						
Existem práticas de atividades de pequenos grupos (APG's) em busca da melhoria contínua?						

Integração com Fornecedores	MA	A	M	B	MB	NA
Os fornecedores cumprem as entregas na data ou prazo conforme prometido?						
Os fornecedores fornecem certificados que asseguram a qualidade de seus processos e produtos?						
Os fornecedores aceitam fazer entregas na quantidade e frequência solicitada pela empresa visando contribuir com a redução das despesas com a manutenção de estoques da mesma?						
As entregas dos fornecedores seguem uma sincronia com a produção da empresa?						

Apêndice C – QUESTÕES NÃO APLICÁVEIS

Autonomação	MA	A	M	B	MB	NA
1 – Os operadores possuem autonomia para parar a produção caso detectem alguma anormalidade?						
2 – Existem dispositivos (<i>poka-yokes</i>) para auxiliar na detecção de erros?						
3 – Os equipamentos param automaticamente quando ocorrem falhas ou anormalidades?						
4 – Existem painéis luminosos que indicam as condições das estações de trabalho?						

Balanceamento da Produção	MA	A	M	B	MB	NA
1 – O setor de PCP considera a demanda e o tempo disponível para programar a produção?						
2 – O tempo de espera entre as operações não excede 30 minutos?						
3 – O layout é celular e atende a famílias de produtos?						
4 – Os tempos de ciclo de cada produto são conhecidos?						

Flexibilização da Mão-de-obra	MA	A	M	B	MB	NA
1 – O <i>layout</i> é celular?						
2 – Existe a prática da rotação do trabalho objetivando capacitar os operadores em várias operações?						
3 – Os operadores são treinados para assumir outros postos de trabalho?						
4 – É praticado o aumento ou diminuição do nº de operadores no processo em função da variação da demanda?						

Produção Puxada	MA	A	M	B	MB	NA
1 – Os <i>lead times</i> de cada produto são conhecidos?						
2 – A ferramenta <i>Kanban</i> é utilizada sempre que possível?						
3 – O fluxo do processo flui em pequenos lotes caminhando na direção do lote unitário?						
4 – O <i>layout</i> é celular?						

Nivelamento da Produção	MA	A	M	B	MB	NA
1 – Os operadores são multifuncionais?						
2 – A prática de TRF está totalmente implementada?						
3 – O <i>layout</i> é flexível ao ponto de sofrer pequenas adaptações?						
4 – Existe um programa de TPM totalmente implementado?						

Fluxo de Valor	MA	A	M	B	MB	NA
1 – A empresa sabe o que o cliente identifica como valor nos produtos e serviços oferecidos?						
2 – A empresa identifica o fluxo de valor nos seus processos?						
3 – A empresa analisa a agregação de valor nas etapas dos seus processos?						
4 – Existem esforços na busca da melhoria contínua para eliminação das perdas?						