

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE
DESEMPENHO DE PRÁTICAS DA PRODUÇÃO
ENXUTA - ADPPE**

Maria da Graça Saraiva Nogueira

Porto Alegre, abril de 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE
DESEMPENHO DE PRÁTICAS DA PRODUÇÃO
ENXUTA – ADPPE**

Maria da Graça Saraiva Nogueira

Orientador: Prof. Tarcisio Abreu Saurin, Dr. Eng.

Banca Examinadora:

Prof. Cláudio José Müller, Dr.

Prof. Giovana Savitri Pasa, Dr.

Prof. Sérgio Luiz Vaz Dias, Dr.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção como requisito parcial à obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Modalidade: Acadêmica

Área de concentração: Sistemas de Produção

Porto Alegre, abril de 2007

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, na modalidade Acadêmica, e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Prof. Tarcisio Abreu Saurin, Dr.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Dr.

Orientador PPGEP/UFRGS

Banca examinadora:

Prof. Cláudio José Müller, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Prof. Giovana Savitri Pasa, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Prof. Sérgio Luiz Vaz Dias, Dr. (PPGEP/UNISINOS)

AGRADECIMENTOS

Acho muito complicado fazer agradecimentos, mas acabei por me render a eles.

Quero agradecer toda minha família, especialmente a minha mãe – Norma, pelo exemplo de perseverança; as minhas irmãs – Beth, Sica, Lica e Malú e a todos os meus sobrinhos. Talvez vocês não saibam o quanto me ajudam...

Aos grandes amigos que Porto Alegre me deu: Cleber, Ana Paula e Lucimara. Quantas vezes pensei em desistir...

Agradeço de coração aos grandes amigos de Pelotas: Taninha, pela dedicação e acolhida; Graça, pelas sábias palavras e gestos carinhosos; a Kátia, pelo encorajamento mesmo que à distância; a Tatiana, pelo incansável apoio e incentivo; a Lílian, pela maciez das palavras. Unidas em luta constante...

Por fim, e, sobretudo, aos meus filhos – Manoela e Maurício, bens únicos da minha vida, que me fazem acreditar que posso sempre e mais. Um belo dia resolvi mudar...

Amo demais todos vocês, Obrigada.

*“Cada borboleta tem a sua cor.
Cada borboleta tem o seu som.
Cada borboleta voa o quanto pode.
E ninguém dirá a elas qual a hora de voltar para o casulo:
Cabe a cada borboleta confiar no seu instinto e seguir sua intuição.
E o que as diferencia não é o tempo de vôo, mas onde elas escolhem ir e quem elas
conseguem conquistar durante o curto tempo que têm”.*

Manoela Nogueira Soares

RESUMO

Este estudo propõe um método de avaliação de desempenho de práticas típicas da produção enxuta em indústrias de manufatura. As práticas utilizadas no método proposto são práticas enxutas operacionais (por exemplo, gerenciamento visual e troca rápida de ferramentas), diferentemente de estudos anteriores que focavam principalmente em práticas enxutas gerenciais. O método foi desenvolvido e testado em um estudo de caso realizado em uma empresa fabricante de juntas homocinéticas. Essa empresa vem adotando a produção enxuta (PE) como estratégia de produção em nível corporativo desde 2002. O método é composto de oito etapas: (a) uma avaliação da sua aplicabilidade, a qual implica em verificar se os objetivos das estratégias de manufatura podem ser atingidos através da produção enxuta; (b) uma avaliação preliminar do quanto a cultura organizacional é consistente com os princípios da produção enxuta – essa avaliação é feita através da aplicação de um *checklist* baseado em requisitos estabelecidos pelas Normas SAE J4000 e J4001; (c) entrevistas com gerentes para verificar suas percepções sobre os pontos fortes e fracos na implementação da produção enxuta – nesse estudo de caso, sete gerentes foram entrevistados; (d) aplicação de um *checklist* para avaliar o desempenho de um grupo de práticas enxutas, baseado na percepção de gerentes – nesse estudo de caso, sete gerentes preencheram o *checklist* e a média de desempenho de cada prática enxuta foi calculada; (e) o desenvolvimento de um *ranking* para avaliar a importância de práticas enxutas, baseadas na percepção de alguns gerentes envolvidos na etapa anterior; (f) seleção de indicadores de desempenho que possam quantificar indiretamente o desempenho de práticas enxutas, considerando os indicadores utilizados na empresa e indicadores utilizados em estudos anteriores; (g) coleta de dados referentes aos indicadores selecionados na etapa anterior ; (h) seminário para discutir os resultados coletados em todas as etapas anteriores. Os passos (g) e (h) não foram aplicados nesse estudo de caso. De forma geral, os resultados demonstraram que práticas enxutas fortemente associadas com a estabilidade básica, tais como a padronização, apresentaram desempenho fraco.

Palavras-chave: Produção enxuta. Indústria automotiva. Medição de desempenho.

ABSTRACT

This study presents a method for assessing the performance of typical lean production practices in manufacturing industry. The practices encompassed by the proposed method are related to operational lean practices (e.g. visual management and single minute exchange of dies and tools), differently from previous similar studies that focused mostly on managerial lean practices. The method was developed and tested in a case study undertaken in a manufacturer of automobile axiles. This company has been adopting lean production as its manufacturing strategy since 2002. The method involves eight stages: (a) an assessment of its applicability, which implies checking whether the manufacturing strategy targets might be achieved through lean production; (b) a preliminary assessment of the extent to which the organizational culture is consistent with lean production principles – this assessment is made through the application of a check-list based on the requirements established by SAE J4000 and J4001 standards; (c) interviews with managers to identify their perceptions on strenghts and weaknesses of lean production implementation – in the case study, seven managers were interviewed; (d) application of a check-list to assess the performance of a set of lean practices based on managers perceptions – in the case study, seven managers filled out the check-list and an average degree of performance for each lean practice was then calculated; (e) the development of a ranking to assess the importance of lean practices, based on the perceptions of some of the same managers involved in the previous stages; (f) selection of performance indicators that could indirectly quantify the performance of lean practices, considering both the existing indicators in the company and existing indicators proposed in previous studies; (g) data gathering concerning results of the selected indicators; (h) a seminar to discuss the data collected during all the previous stages. Stages (g) and (h) were not carried out in the case study. Overall, the results pointed out that lean practices that are closely associated with basic stability, such as standardization, performed poorly.

Keywords: Lean production. Automotive industry. Performance measurement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Estrutura do Sistema Toyota de Produção [Fonte: OHNO adaptado por GHINATO (2000)].....	22
Figura 2 - Diferenças culturais visíveis entre a produção em massa e a produção enxuta [Fonte: Mann (2005)]	40
Figura 4 - Itens avaliados na dimensão estratégia e desenvolvimento de organizações [Fonte: Shingo Prize (1988)].....	42
Figura 5 - Itens avaliados na dimensão de resultados de organizações [Fonte: Shingo Prize (1988)]	43
Figura 6 - Conceitualização da PE [Fonte: Karlsson e Ahlström (1996)]	44
Figura 7 - Fragmento do método de avaliação dos indicadores do princípio Eliminação de perdas [Fonte: Karlsson e Ahlström (1996)]	44
Figura 8 - Fragmento da estrutura do método LEM (1998) [Fonte: Durán e Batocchio (2003)]	46
Figura 9 - Prática nº 10 (Nutrir um ambiente de aprendizado constante) do método LEM (1998) [Fonte: Durán e Batocchio (2003)]	46
Figura 10 - Elementos e requisitos da norma SAE J4000 (1999) [Maestrelli (2001)]	48
Figura 11 - Níveis de implementação de componentes da norma SAE J4000 [Fonte: Society of Automotive Engineers (1999)].....	48
Figura 12 - Fragmento da estrutura da Norma J4000 [Fonte: Society of Automotive Engineers (1999)]	49
Figura 13 - Fragmento do método de avaliação dos indicadores do princípio JIT [Fonte: Sánchez e Pérez (2001)]	50
Figura 14 - Princípios enxutos relacionados às três abordagens da ME [Fonte: Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)]	52
Figura 15 - Caracterização dos métodos de avaliação do nível de implementação da PE	53
Figura 16 - Delineamento da pesquisa.....	57
Figura 17 - Semi-eixo homocinético	59
Figura 18 - Estrutura das etapas da versão final do método ADPPE	60
Figura 19 - Área de trabalho e tempo de empresa dos entrevistados	62
Figura 20 - Fragmento do CL na seção relativa a prática de autonomia [Fonte: Ferreira (2006)]	63
Figura 21 - Grau de abrangência das práticas enxuta do CL	64
Figura 22 - Fragmento do <i>ranking</i> para determinação de importância das práticas do CL.....	64
Figura 23 - Fragmento do quadro de relação entre o desempenho e a importância das práticas.....	65
Figura 24 - Fragmento da matriz de relação das práticas do CL e indicadores de desempenho	66

Figura 25 - Resultado de pontos fortes e fracos percebidos pela aplicação das normas SAE J4001 (1999)	72
Figura 26 - Resultados das entrevistas com gerentes da empresa (assuntos em que houve consenso entre os entrevistados).	73
Figura 28 - Relação entre o desempenho e a importância das práticas enxutas do CL.....	75
Figura 29 - Indicador de desempenho para cada prática enxuta do CL.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados da aplicação das normas SAE J4001 (1999).....	70
Tabela 2- Posições relativas em termos de desempenho e importância das práticas do CL	76
Tabela 3- Tabela de resultados do desempenho dos elementos das práticas enxutas do CL.....	76
Tabela 4- Relação entre os indicadores globais da empresa e as práticas do CL	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	CONTEXTO	12
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2.1	Questões de pesquisa	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo geral	17
1.3.2	Objetivos específicos	17
1.4	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	17
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19
2.2	O SETOR DE AUTOPEÇAS	19
2.3	A PRODUÇÃO ENXUTA	20
2.3.1	Visão geral da produção enxuta	20
2.3.2	Os princípios da produção enxuta	22
2.3.3	As práticas enxutas	24
2.3.3.1	Autonomiação (<i>jidoka</i>)	25
2.3.3.2	Balanceamento da produção	26
2.3.3.3	Controle de qualidade zero defeitos	26
2.3.3.4	Desenvolvimento de produto enxuto	27
2.3.3.5	Flexibilização da mão-de-obra (<i>shojinka</i>)	28
2.3.3.6	Gerenciamento visual	29
2.3.3.7	Integração da cadeia de fornecedores	29
2.3.3.8	<i>Just-in-time</i> - JIT (produção puxada)	30
2.3.3.9	Manutenção produtiva total	31
2.3.3.10	Mapeamento do fluxo de valor	32
2.3.3.11	Melhoria contínua (<i>kaizen</i>)	33
2.3.3.12	Nivelamento da produção	34
2.3.3.13	Operações padronizadas	34
2.3.3.14	Tecnologia de grupo	35
2.3.3.15	Troca rápida de ferramentas	36
2.4	PRÁTICAS ASSOCIADAS À ESTABILIDADE BÁSICA	37
2.5	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UMA CULTURA ORGANIZACIONAL ENXUTA	38
2.6	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DE PE	40
2.6.1	Prêmio Shingo - Shingo Prize (1988)	40
2.6.2	Karlsson e Ahlström (1996)	43
2.6.3	Lean enterprise model - LEM (1998)	45
2.6.4	Normas SAE J4000, J4001 e RR003 (1999)	47
2.6.5	Método proposto por Sánchez e Pérez (2001)	50
2.6.6	Método proposto por Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)	51
2.7	RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE CADA MÉTODO	52
2.8	MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SOB A PERSPECTIVA DA PE	54
3	MÉTODO DE PESQUISA	56
3.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	56
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	56

3.3	ESTUDO DE CASO.....	58
3.3.1	Breve descrição da empresa, dos produtos e dos processos	58
3.3.2	Visão geral do método ADPPE.....	59
3.3.2.1	Avaliação dos aspectos culturais e organizacionais através da aplicação das normas SAE J4000 e J4001 (1999)	61
3.3.2.2	Entrevistas com gerentes e operadores.....	61
3.3.2.3	Aplicação de um <i>checklist</i> para avaliar o desempenho operacional das práticas enxutas de acordo com a percepção dos gerentes	62
3.3.2.4	Elaboração de um <i>ranking</i> para avaliar a importância estratégica das práticas enxutas de acordo com a percepção dos gerentes.....	64
3.3.2.5	Coleta de indicadores selecionados.....	66
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
4.1	AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO MÉTODO ADPPE COM BASE NAS ESTRATÉGIAS DA EMPRESA	68
4.2	AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS CULTURAIS E ORGANIZACIONAIS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS NORMAS SAE J4000 E J4001 (1999)	70
4.3	ENTREVISTAS COM GERENTES	72
4.4	APLICAÇÃO DO <i>CHECKLIST</i> PARA AVALIAR DESEMPENHO OPERACIONAL E ELABORAÇÃO DO <i>RANKING</i> DE IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DAS PRÁTICAS ENXUTAS	74
4.4.1	Autonomação	76
4.4.2	Balanceamento da produção	77
4.4.3	Controle de qualidade zero defeitos	77
4.4.4	Desenvolvimento de produto enxuto.....	78
4.4.5	Flexibilização da mão-de-obra.....	78
4.4.6	Gerenciamento visual	78
4.4.7	Integração da cadeia de fornecedores.....	79
4.4.8	Just-in-time	79
4.4.9	Manutenção produtiva total	80
4.4.10	Mapeamento de fluxo de valor.....	81
4.4.11	Melhoria contínua.....	81
4.4.12	Nivelamento da produção	81
4.4.13	Operações padronizadas	82
4.4.14	Tecnologia de grupo	82
4.4.15	Troca rápida de ferramentas.....	83
4.5	SELEÇÃO E COLETA DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS ENXUTAS.....	83
5	CONCLUSÕES	87
5.1	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	88
APÊNDICE A	- Autores e Métodos de avaliação de nível de implementação da PE e os princípios adotados por eles	97
APÊNDICE B	- Roteiros das entrevistas	99
APÊNDICE C	- <i>Checklist</i> de típicas práticas enxutas	103
APÊNDICE D	- Ranking para determinação de importância das práticas do CL.....	112
APÊNDICE E	- Matriz de relação de práticas típicas da produção enxuta e indicadores de desempenho	113

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

O sistema de produção artesanal apresenta aspectos positivos, tais como a força de trabalho altamente qualificada e o atendimento das customizações requeridas pelos consumidores. Contudo, algumas fraquezas desse sistema, tais como os altos custos de produção e a falta de padronização, fizeram com que a produção artesanal fosse gradualmente substituída pelo sistema Taylorista-Fordista de produção em massa (WOMACK *et al.*, 1992).

O sistema de produção em massa se caracteriza pela mão-de-obra pouco qualificada, máquinas altamente especializadas e produção em grandes lotes de produtos com pouca variedade. Essas características, ainda hoje, estão presentes em muitas indústrias. Em paralelo à expansão da produção em massa, na Toyota *Motors*, do Japão, havia a percepção de que esse sistema não seria adequado ao seu contexto. Em particular, a grande especialização das máquinas e a grande padronização dos produtos eram inadequadas ao mercado japonês, o qual, logo após a II Guerra Mundial, tinha demanda relativamente pequena por uma grande diversidade de produtos (WOMACK *et al.*, 1992).

Esse cenário fez com que a Toyota buscasse um novo sistema produtivo que unisse características positivas da produção artesanal (trabalhadores qualificados e ferramentas flexíveis) e do sistema Taylorista-Fordista (alta produtividade e baixo custo), objetivando a produção de uma grande variedade de modelos em pequenas quantidades, sem elevar o custo da produção (OHNO, 1997).

Essa nova abordagem, conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP), popularizada e difundida, no Ocidente, como Produção Enxuta (PE), é reconhecida como um sistema produtivo que preconiza fazer cada vez mais com cada vez menos esforço humano, equipamentos, custo, tempo e espaço. Além disso, a PE visa oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam, proporcionando segurança e moral a seus colaboradores, envolvendo e integrando, além da manufatura, todas as outras partes da organização (WOMACK; JONES, 1994; GHINATO, 2000). A PE potencializa a competitividade da empresa (KATAYAMA; BENNET, 1999, 1996; WARNECKE; HÜSER, 1995; BILLESBACH, 1994) com base na

forte cooperação e comprometimento de operadores e de gerentes (HANCOCK; ZAYCO, 1998).

Na Toyota, Womack *et al.* (1992) apontam benefícios como a redução dos estoques, a diminuição de defeitos e o aumento da produção e da variedade de produtos, além da eliminação de tarefas, da diminuição do preço final para os clientes e da obtenção de vantagens com os fornecedores. Indo além das aplicações originais na Toyota, que tinham foco no sistema de manufatura, uma tendência forte nas pesquisas e aplicações práticas da PE é a sua extensão a uma ampla gama de atividades industriais e de serviços, bem como para todos os elementos de um sistema produtivo.

Essa realidade deu origem ao conceito de *lean enterprise*, o qual pressupõe que o pensamento enxuto seja disseminado na administração, no desenvolvimento de produtos e na produção, além de abranger a cadeia de suprimentos (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2006). Este conceito estabelece a união de todas as áreas de uma organização, incluindo seus clientes e fornecedores, para a obtenção de ganhos produtivos que serão estendidos a todos participantes desta filosofia (KIPPENBERGER, 1997).

Estudos realizados em diversas indústrias indicam ganhos expressivos com a adoção da PE . São ambientes hospitalares, a indústria aeronáutica, a indústria têxtil e de calçados, a construção civil, entre outros (HONSHA ASSOCIATES, 2006; BAMBER; DALE, 2000; BRUCE *et al.*, 2004; BUXEY, 2005; PICCHI, 2003). Entretanto, esses trabalhos, assim como outros, não especificam como calcular esses ganhos em termos de retorno sobre o investimento financeiro realizado. Essa é uma lacuna importante, uma vez que a aplicação da PE não garante resultados semelhantes, nem preconiza que eles aconteçam da mesma forma em diferentes empresas (CUSUMANO, 1994).

Segundo Maskell e Baggaley (2003), mesmo sem uma definição precisa sobre o que são empresas enxutas, ao menos, três características são essenciais: os métodos, a cultura e os relacionamentos enxutos. Aqueles autores consideram que quando as empresas adotam métodos enxutos, elas obtêm melhorias operacionais no chão-de-fábrica, que se disseminam por toda a toda organização e acabam criando uma nova cultura organizacional que fortalece o pensamento enxuto.

Embora na literatura existam diferentes termos para definir a estrutura conceitual da PE, no presente estudo são utilizados os termos princípios e práticas. Os princípios têm um alto grau de abstração e são os alicerces da estrutura da PE, enquanto que as práticas são definidas como qualquer elemento que viabilize os princípios adotados (PASA, 2004). As práticas enxutas devem ser um conjunto de ações planejadas, implementadas e avaliadas para alcançar as estratégias.

Para Ferro *apud* Womack e Jones (2004), no Brasil, os problemas ainda enfrentados pelas empresas que estão implementando o *lean* derivam-se, em grande parte, da falta de conhecimento acerca dos princípios do sistema de PE. A empresa que decidir implementar a PE deve olhar para o seu negócio, para os seus problemas e oportunidades e, a partir deles, procurar implementar, não só as práticas, mas principalmente os princípios da PE que terão impacto de longo prazo na sua empresa (SIMÃO; ALLIPRANDINI, 2004; MATTAR; AQUINO, 1997).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Para Cardoza e Carpinetti (2005) em função das diferenças significativas que existem entre a produção em massa e a PE, no período de transição entre esses sistemas é essencial a adoção de um sistema de medição de desempenho que reflita os novos pressupostos gerenciais. Por exemplo, de acordo com Maskell e Baggaley (2003) as medidas tradicionais proporcionam resultados globais de toda a manufatura, enquanto que métricas alinhadas com a PE devem avaliar o desempenho da cadeia de valor específica a cada família de produtos. Além disso, enquanto nos métodos tradicionais a competição entre departamentos é estimulada como forma de medir as gerências, a filosofia enxuta não estimula a competição indesejável entre os grupos de fluxo de valor.

A necessidade do uso de indicadores que possam avaliar o processo de implementação da PE também é importante, pois, segundo Karlsson e Ahlström (1996), é comum que nos períodos iniciais de implementação ocorram diminuições de produtividade e o desencorajamento, por parte dos sistemas contábeis tradicionais, da adoção do sistema. De acordo com Battaglia (2006), tradicionalmente a maioria dos indicadores das empresas está ligada aos resultados financeiros, ao volume de produção e à eficiência da mão-de-obra e do maquinário. Em particular, os indicadores tradicionais de medição de desempenho não avaliam

adequadamente o desempenho das cadeias de valor relevantes à empresa, atendo-se à avaliação de processos e operações individuais (MASKELL; BAGGALEY, 2003).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos no sentido de auxiliar as empresas a avaliarem o progresso de seus esforços em direção à PE. Segundo Duran e Batocchio (2003) a maioria desses estudos não apresenta métodos estruturados e generalizáveis a uma ampla gama de empresas.

Dentre os métodos de avaliação do grau de implementação da PE nas empresas (*degree of leanness*), alguns dos mais citados na literatura internacional e nacional são os métodos Shingo Prize (1988), o de Karlsson e Ahlström (1996), o *Lean Enterprise Model* (LEM, 1998), as normas SAE (*Society of Automotive Engineers*, 1999) J4000 (Identificação e medida das melhores práticas para implementação de operações enxutas), J4001 (Implementação de operações enxutas – manual do usuário) e RR003 (Exemplos de melhores práticas de conversão para o conceito enxuto na indústria automotiva) -, o de Sánchez e Pérez (2001) e o de Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005). Todos esses métodos propõem um conjunto de indicadores para medição de desempenho.

Os métodos Shingo Prize (1988), *Lean Enterprise Model* (1998) e as normas SAE J4000 e J4001 têm como característica comum a origem do seu desenvolvimento. São todos originados em iniciativas de associações profissionais, ou dessas em parceria com institutos de pesquisa, que perceberam a dificuldade das empresas na avaliação do nível e dos progressos durante a implementação da PE. Os pontos fracos desses métodos são a falta de clareza acerca de como os indicadores propostos devem ser coletados e interpretados, bem como a ausência de avaliação direta de um conjunto abrangente de típicas práticas enxutas (por exemplo, autonomação, gerenciamento visual e flexibilização da mão-de-obra). É o caso dos métodos Shingo Prize (1988) e LEM (1998) que não avaliam práticas operacionais da produção enxuta, mas sim práticas mais ligadas ao nível gerencial, tais como liderança, infraestrutura, estratégias de manufatura, sistemas integrados, funções que dão suporte à manufatura, permitir a tomada de decisões nos níveis mais baixos da hierarquia, nutrir um ambiente de aprendizado constante e promover lideranças. Além disso, as normas SAE J4000 e J4001 apresentam requisitos de avaliação difíceis de serem aplicados em função de sua subjetividade.

Os métodos de Karlsson e Ahlström (1996), de Sánchez e Pérez (2001) e o de Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005), são bastante parecidos. Alguns pontos que podem ser considerados fracos nestes métodos são a desconsideração do alinhamento entre as estratégias da empresa e as metas da produção enxuta, bem como a falta de avaliação da adequação da cultura organizacional da empresa a uma cultura enxuta. Esses métodos não consideram a percepção das pessoas que executam atividades ligadas à PE e, assim como os anteriores, não avaliam diretamente o desempenho de práticas enxutas operacionais. Assim, considerando que em uma situação hipotética as práticas de *kaizen* (melhoria contínua) e *just-in-time* fossem aplicáveis à realidade de uma empresa que pretende ser enxuta, os métodos disponíveis não indicam com clareza o status de implementação das referidas práticas.

Por um lado, isso é compreensível, pois a simples aplicação de práticas não garante que a filosofia enxuta será implementada (SPEAR; BOWEN, 1999; GHINATO, 1996). Entretanto, a avaliação do desempenho das práticas tende a ser mais viável do que uma avaliação direta dos princípios e pode, indiretamente, dar indícios da extensão da implementação e da disseminação dos princípios na empresa. Além disso, uma vez que a absorção dos princípios enxutos pela cultura organizacional da empresa é um processo bastante lento, a literatura recomenda que as empresas iniciem a transformação em direção à PE por meio da adoção das práticas enxutas (MANN, 2005). Uma vez que a empresa tenha um diagnóstico preciso de sua cultura organizacional no início do processo de mudança, isso serve como referência para o acompanhamento da evolução da cultura como resultado da gradual disseminação e consolidação das práticas enxutas (MANN, 2005).

De acordo com o problema de pesquisa apresentado, observa-se que existe uma lacuna na avaliação do desempenho das práticas enxutas. Além disso, há necessidade de compilação dos diversos indicadores propostos pelos trabalhos anteriores, bem como uma análise crítica acerca do seu grau de associação com princípios e práticas enxutas.

1.2.1 Questões de pesquisa

A partir do exposto, a principal questão a ser respondida pelo estudo é:

Como ajudar as organizações a avaliarem o desempenho de práticas da produção enxuta?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um método de avaliação de desempenho de práticas da produção enxuta (ADPPE) em organizações de manufatura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Propor passos para seleção de indicadores que permitam avaliar o desempenho de práticas da produção enxuta;
- Propor uma lista com indicadores que podem ser utilizados para a avaliação de desempenho das práticas da produção enxuta

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O método proposto foi validado por meio de um estudo de caso realizado em uma metalúrgica de grande porte que desde 2002 vem adotando a PE como filosofia de produção em nível corporativo. Assim, uma validação mais consistente do método requer um maior número de aplicações em diferentes cenários, preferencialmente em organizações de diferentes setores industriais e com diferentes níveis de maturidade da PE. Outra limitação diz respeito ao fato de que, durante o estudo de caso, algumas etapas do método não foram implementadas, ficando apenas como propostas teóricas sem validação empírica.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A organização dos capítulos desse trabalho está apresentada da seguinte forma: no primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema, apresentando o contexto e a importância da PE. Apresenta, também, o problema de pesquisa, os objetivos, as limitações e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo trata da importância da PE no contexto produtivo e para o setor de autopeças. Nesta seção, autores conhecidos, dentro da PE, estão presentes para dar uma base consistente nos conceitos fundamentais e nas principais características e aplicações do sistema. Os princípios e práticas mais referenciados na literatura estão definidos, juntamente com os aspectos culturais e organizacionais. Apresenta métodos de avaliação de nível de implementação de PE e medidas de avaliação de desempenho.

O terceiro capítulo apresenta o delineamento da pesquisa, que trata da versão preliminar do método, do estudo de caso e da versão final do método. O primeiro momento da pesquisa refere-se ao planejamento dos elementos que serão aplicados na empresa. Logo após será feito o levantamento do perfil e das características da empresa em estudo. Visitas foram feitas, na empresa, para a construção de um diagnóstico preliminar que possibilite a construção de um esboço de método que avalie o desempenho das práticas enxutas adotadas e a relação destas com os resultados da empresa. Relatos de pessoas da própria empresa, através de entrevistas com gerentes e das observações realizadas, serviram de apoio para esse diagnóstico. No terceiro momento, a aplicação e a elaboração final do método proporcionará um diagnóstico de implementação que será submetido à apreciação da empresa em questão.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos após a aplicação do método e das discussões originadas a partir dos resultados. Percebe-se esse como um dos mais importantes capítulos da pesquisa, pois é nele que as discussões entre as teorias referenciadas no capítulo dois, mais os objetivos do trabalho e os resultados obtidos proporcionarão a maior riqueza de informações que a pesquisa propõe.

O quinto capítulo traz as conclusões do trabalho, baseados no capítulo um, onde as limitações do trabalho estão apresentadas e que podem, a partir de uma confrontação, sugerir novos trabalhos que preencham as lacunas que se formam ao término de uma pesquisa, principalmente quando o procedimento utilizado na pesquisa é o estudo de caso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo está subdividido em sete seções. A primeira seção trata da relevância do setor de autopeças, para o presente estudo. A segunda relata a importância do STP nas indústrias de manufatura, a conceitualização dos princípios e das práticas enxutas de forma isolada e, em alguns casos, a demonstração da estreita relação entre elas. A terceira seção relata níveis de implementação enxuta. A seção seguinte trata dos aspectos culturais e organizacionais com visão enxuta. A quinta seção apresenta métodos de avaliação de nível de implementação de PE. A sexta seção apresenta o resumo das principais características de cada método de avaliação de PE apresentado na seção anterior. A última seção trata de medidas de avaliação de desempenho sob a perspectiva da produção enxuta.

2.2 O SETOR DE AUTOPEÇAS

Tanto no Brasil como no exterior, o setor de autopeças foi pioneiro na introdução das novas práticas de gestão identificada com o modelo japonês. No Brasil, esse processo teve início no final dos anos 70 com a adoção dos círculos de controle de qualidade (CCQ), em resposta a uma situação econômica recessiva e à crescente mobilização dos trabalhadores para questões relativas a garantias trabalhistas. A partir da década de 80 ocorreu uma maior presença, nas indústrias do setor, de equipamentos automatizados, principalmente máquinas-ferramentas de controle numérico computadorizado (CNC), bem como a adoção crescente dos programas de qualidade total e o uso de técnicas de programação e controle da produção, alinhadas com a filosofia enxuta (OLIVEIRA; LEITE FILHO, 2006).

No Brasil, atualmente, o setor de autopeças é composto por cerca de 1.300 empresas, sendo que destas, 31,5% são de médio ou grande porte. Neste cenário, 70% das empresas são de capital nacional ou majoritário nacional. O faturamento anual do setor é de US\$ 16,5 bilhões, correspondendo a 7% do PIB industrial e gerando 210.000 empregos diretos (MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2006).

Para o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2006) a pressão competitiva sobre as indústrias automotivas, exige menores custos e maior qualidade com controle rigoroso sobre as regulamentações de meio ambiente. As estratégias de sobrevivência e lucratividade mais tradicionais no segmento automotivo são os investimentos em tecnologia, o desenvolvimento de sistemas produtivos mais eficazes e a capacidade de fabricar e montar componentes com baixo custo.

A relação entre fabricantes de autopeças e montadoras costuma ser difícil. De um lado, há poucos grandes compradores, enquanto que de outro, há um grande número de pequenas e médias empresas, sem poder de influência na formação de preços. Embora o setor de autopeças esteja reagindo ao processo de abertura da economia e buscando qualificar-se tecnologicamente a expectativa é de que apenas um pequeno número de empresas deverá atingir a estrutura e nível tecnológico exigidos pelo *global sourcing* (terceirização que busca fornecedores em nível global, não apenas local), praticado pelas montadoras (MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2006).

Segundo o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2006), as tendências mundiais que o setor de autopeças brasileiro deverá acompanhar são as seguintes: o co-design, que é o desenvolvimento da engenharia básica do veículo, pela montadora, em conjunto com os fabricantes de autopeças; a desverticalização produtiva, que é a transferência para a indústria de autopeças de grande parte da fabricação e montagem de sub-conjuntos e, em certos casos, até do próprio veículo. Na montadora, a tendência será de fabricação de produtos de classe mundial.

2.3 A PRODUÇÃO ENXUTA

2.3.1 Visão geral da produção enxuta

Para que uma fábrica seja genuinamente enxuta ela precisa transferir, ao máximo, tarefas e responsabilidades para os trabalhadores que agregam valor ao produto e, deve possuir um sistema que detecte defeitos, assim que eles ocorram e que descubram a causa raiz desse. É promover um fluxo harmônico de materiais e informações, entre postos de trabalho e

operadores, para que se produza na quantidade e no momento certo (WOMACK; JONES, 1998).

A PE é um conjunto de princípios e práticas envolvidas desde a criação e a fabricação de um produto específico, da concepção à sua disponibilidade, passando pelo projeto; da venda inicial à entrega, registrado pedido e programação da produção, e da matéria-prima produzida distante e fora do alcance da empresa, até as mãos dos clientes. É uma aliança voluntária de todas as partes (SHAH; WARD, 2003).

De acordo com Ferreira (1988), um sistema é o conjunto de partes coordenadas entre si e que concorrem para um resultado de interesse comum. Os resultados positivos da aplicação do Sistema Toyota de Produção (STP), segundo Ghinato (1996) e Picchi (2003), decorrem muito mais da sinergia entre os diversos elementos do que do somatório das contribuições isoladas de cada um. São imprescindíveis a visão e interpretação sistêmica dessa filosofia.

Diferentes esquemas representam a estrutura do STP. A Figura 1 apresenta um modelo de estrutura, com seus dois pilares de sustentação, que são o *JIT* e a autonomação (*jidoka*), juntamente com outros componentes essenciais ao sistema.

O objetivo principal da PE é o ataque sistêmico a *muda*, uma palavra de origem japonesa que significa perda. São exemplos de *muda*, os excessos de tempo de *setup*, grandes inventários, trabalho em processo, defeitos em materiais e/ou produtos que requerem retrabalho ou consertos, áreas de trabalho desordenadas, superprodução, movimentos e transportes desnecessários de pessoas e de materiais e, sobretudo, tempos ociosos (HAMPSON, 1999; ROBINSON; SCHROEDER, 1992).

Ohno (1997), identificou sete tipos de perdas a serem focadas na Toyota: (a) a superprodução, que é a produção excessiva ou antecipada; (b) a espera, que são períodos de ociosidade de pessoas, máquinas, peças e informações; (c) o transporte, que é o excesso de movimentação de pessoas, peças e informações; (d) os processos inadequados, partes do processo que poderiam ser eliminados sem afetar as características e funções básicas do produto; (e) o inventário, quando existe armazenagem de produtos; (f) a movimentação, que é resultado do baixo desempenho ergonômico; e, (g) os defeitos.

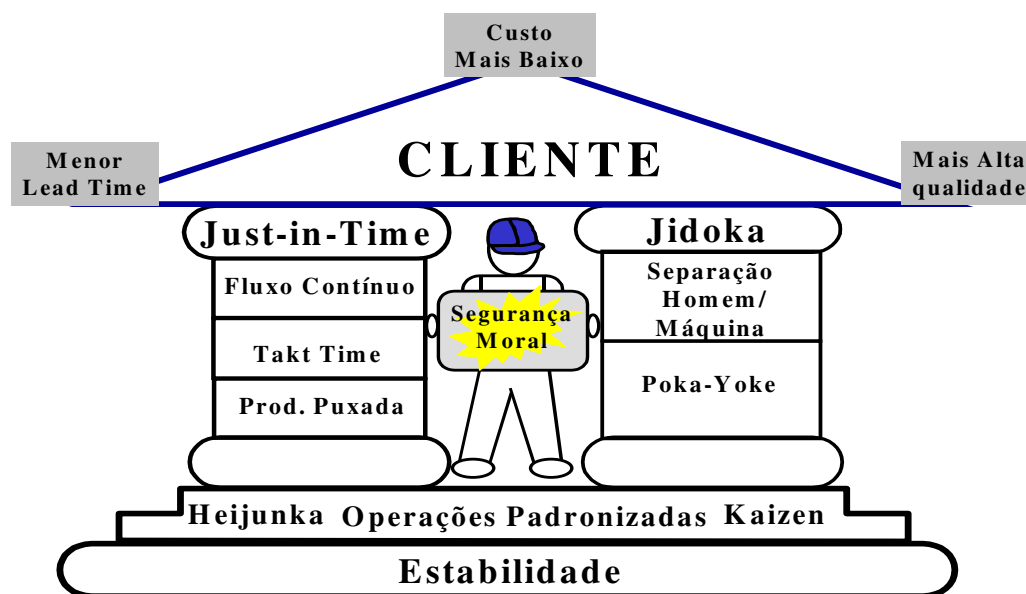


Figura 1 - A Estrutura do Sistema Toyota de Produção [Fonte: OHNO adaptado por GHINATO (2000)]

Para Shingo (1996), a PE pode ser aplicada em qualquer organização de qualquer país, tendo, contudo, que ser adaptada às características de cada situação. Segundo Ferro (2004), a disseminação da PE requer o enfrentamento de desafios peculiares, tais como a necessidade de mudança de uma cultura organizacional característica da produção em massa (por exemplo, autoritarismo e centralização do planejamento) para uma cultura organizacional enxuta.

2.3.2 Os princípios da produção enxuta

De acordo com Durán e Batocchio (2003) a terminologia e o escopo dos princípios e práticas de PE ainda estão longe de serem consensuais entre os acadêmicos e profissionais da indústria.

Com base em autores citados com bastante frequência na área de PE, bem como em estudos acerca de métodos de avaliação do nível de implementação da PE, foi construída uma tabela (Apêndice 1) de princípios adotados. Percebe-se que não existem maiores contradições entre os princípios apresentados, sendo que as diferenças principais residem na quantidade de princípios propostos bem como no seu grau de abrangência. Neste sentido, a proposta de

Liker (2005) é a que apresenta o maior número de princípios (catorze, embora exista sobreposição entre eles) e a proposta do Shingo *Prize* (1988) se caracteriza pela inclusão de aspectos ligados à cultura e a organização gerencial da empresa.

Nesta dissertação, são adotados como principal referência, os princípios estabelecidos por Womack e Jones (2004), em função do seu maior grau de abrangência. São eles:

Determinar valor: o valor é definido pelo cliente. O pensamento enxuto deve, portanto, começar com uma tentativa de definir precisamente o valor em termos de produtos, capacidades e preços específicos através do diálogo com clientes. As necessidades desses devem ser identificadas e satisfeitas, principalmente, em termos de flexibilidade, custo, tempo de entrega, qualidade e tempo de desenvolvimento do produto;

Definir a cadeia de valor: significa conhecer toda a cadeia produtiva, desde a matéria-prima até a entrega do produto final para o cliente. A análise da cadeia de valor mostra, via de regra, que ocorrem três tipos de ação ao longo de sua extensão: 1) etapas que criam valor; 2) etapas que não criam valor, mas são inevitáveis; 3) etapas adicionais que não criam valor, mas podem e devem ser evitadas. Sob esse enfoque é necessário, então, que se crie uma nova forma de pensar e agir sobre os relacionamentos entre as empresas. Deve-se, com isso, implementar a mudança de comportamento entre elas e, também, uma maior transparência quanto a todos os passos ao longo do fluxo de valor, para que cada participante possa verificar se as outras empresas estão se comportando de acordo com os princípios especificados;

Trabalho em fluxo: uma vez que o valor tenha sido especificado e a cadeia de valor totalmente mapeada pela empresa, as etapas que geram desperdícios devem ser eliminadas. Após isso, o próximo passo é fazer com que as etapas restantes, que criam valor, fluam. Para tanto, será necessária uma redefinição do trabalho entre os departamentos, permitindo maior interação entre diferentes partes do sistema. Isso sempre deverá estar focado no objetivo de criar valor e abordar as necessidades reais dos funcionários em cada ponto da cadeia, para que eles realmente possam fazer o valor fluir;

Produção puxada: a empresa deve deixar que o cliente puxe o produto, quando necessário, ou seja, a produção só deve ter início quando demandada pelo cliente. Para viabilizar isso, há necessidade, dentre outras ações, de reduzir o tamanho dos lotes e simplificar a programação da produção;

Busca pela perfeição: o objetivo é a melhoria contínua, sem fim, melhorando gradativamente todos os princípios anteriores. A perfeição deve ser buscada em toda a cadeia produtiva. Para tal, Flinchbaugh (2006) ressalta a importância de criar um aprendizado organizacional em todos os níveis e através de todas as atividades da organização. Dessa forma, a organização deve fornecer para as pessoas da organização, as ferramentas e a forma de pensar sistêmica com vistas a atingir os objetivos de todos os princípios.

2.3.3 As práticas enxutas

As práticas enxutas são definidas como qualquer elemento que operacionalize os princípios adotados. Elas devem ser um conjunto de ações planejadas, implementadas e avaliadas para viabilizarem as estratégias e metas definidas pela empresa. É comum encontrar na literatura, outras terminologias para as práticas enxutas, tais como: capacitadores (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004), ferramentas (BAMBER; DALE, 2000), métodos (SIMÃO; ALLIPRANDINI, 2004; OHNO, 1997), dentre outras.

Segundo Godinho Filho e Fernandes (2004), as práticas mais abordadas nos trabalhos acadêmicos sobre PE são o trabalho em equipes, o *kanban* e a tecnologia de grupo. Já as práticas menos abordadas são a utilização de medidas de desempenho enxutas e ações de gerenciamento visual. Percebe-se, nesse estudo, que normalmente as práticas estão, quase sempre, associadas a um só princípio. Por exemplo, o trabalho em equipes está associado ao princípio de desenvolvimento e capacitação de recursos humanos, o *kanban*, está associado ao princípio da produção puxada, a tecnologia de grupo, está associada ao trabalho em fluxo. Isso reforça a idéia apresentada anteriormente por Ghinato (1996) e Picchi (2003), acerca da necessidade de visão e interpretação sistêmica da PE.

As práticas enxutas adotadas nesse estudo são típicas da produção enxuta. São elas: autonomação (*jidoka*), balanceamento da produção, controle de qualidade zero defeitos, desenvolvimento de produto enxuto, flexibilização da mão-de-obra (*shojinka*), gerenciamento visual, integração da cadeia de fornecedores, *just-in-time* (produção puxada), manutenção produtiva total, mapeamento de fluxo de valor, melhoria contínua (*kaizen*), nivelamento da produção, operações padronizadas, tecnologia de grupo e troca rápida de ferramentas. Uma vez que tais práticas são amplamente discutidas na literatura, esse capítulo limita-se a

apresentar definições breves e objetivas das mesmas, com base em autores reconhecidos no tema PE.

2.3.3.1 Autonomiação (*jidoka*)

Segundo Ghinato (1996), autonomiação é uma expressão que pode ser entendida como máquinas dotadas de inteligência e toque humano. O objetivo principal da autonomiação é impedir a produção e a propagação de anormalidades no processo de produção. Quando detectada uma anormalidade, as máquinas ou operadores têm autonomia para paralisar a produção, de modo a tornar visível a anormalidade ao operador envolvido na atividade, aos outros operadores e ao supervisor. Isso provoca uma concentração de esforços para identificar a causa-raiz do problema e eliminá-la, sem que aconteça a propagação do problema. O *jidoka* é um dos pilares da PE juntamente com o *just-in-time* (OHNO, 1997).

Um dispositivo que auxilia na detecção de problemas, viabilizando a implementação da autonomiação, é o *poka-yoke* (dispositivo à prova de erros), definido no item 2.3.3.3 que define a prática de controle de qualidade zero defeitos.

A comunicação da parada da produção, com base no conceito de autonomiação, é usualmente feita por meio de *andons*, os quais são painéis luminosos que indicam as condições das estações de trabalho. Os *andons* devem estar posicionados em local de visibilidade de todos, facilitando assim a localização da estação de trabalho onde estão ocorrendo problemas e o gerenciamento visual (GHINATO, 1996).

De acordo com a conceitualização atribuída por Ohno (1997), percebe-se que a autonomiação está diretamente relacionada com a multifuncionalidade dos operadores, uma vez que a autonomia das máquinas para detectar problemas dispensa a presença do operador durante o processamento e o libera para realização de outras atividades durante esse período.

2.3.3.2 Balanceamento da produção

O balanceamento é um processo de alocação de trabalho, em estações, com vistas a distribuir a mesma quantidade de trabalho entre todos os operadores, com base diária ou por turno de trabalho (THOMOPOULOS, 1970).

Segundo Fullerton e MacWartters (2001), para obter um fluxo contínuo de produção é necessário que exista um perfeito balanceamento das operações dentro e entre as células ou linhas. Além disso, o balanceamento deve estar baseado no *takt-time* de produção, o qual é definido por Alvarez e Antunes Jr. (2001) como o ritmo de produção necessário para atender um determinado nível de demanda, dadas as restrições de capacidade da linha ou célula. O *takt-time* deve ser maior do que o tempo de ciclo da linha ou célula, sendo que esse é definido pelo tempo de operação da máquina/posto mais lento, o qual determina o ritmo máximo possível, mantidas as condições de produção (ALVAREZ; ANTUNES Jr., 2001; JINA *et al.*, 1997).

2.3.3.3 Controle de qualidade zero defeitos

Para Ahlström (1998), a busca do zero defeito está intimamente associada ao princípio da perfeição. Segundo Hancock e Zayko (1998), existem dois momentos principais em que os defeitos devem ser prevenidos: durante a produção do lote piloto depois do *setup* e durante o processo produtivo.

Segundo Söderquist e Motwani (1999) e Shingo (1996) para que sejam produzidos produtos livres de defeitos são necessários quatro elementos. O primeiro é a utilização de inspeção na fonte, que identifica os erros na origem (causa-raiz); o segundo é a utilização de uma inspeção 100% ou o mais próximo disso (independe de amostragens estatísticas); o terceiro trata da necessidade de redução do tempo decorrido entre a detecção do erro e a ação corretiva; e, por último, a utilização de dispositivos *poka-yokes*, os quais viabilizam o segundo e o terceiro elementos.

Os diferentes tipos de inspeção - sucessiva, auto-inspeção e inspeção na fonte - possibilitam a inspeção de 100% dos itens através de controle físico ou mecânico, quando da utilização de *poka-yokes*. Os *poka-yokes* corrigem os erros de duas maneiras: (a) através do método de

controle, quando os *poka-yokes* são ativados e a linha de processamento ou a máquina pára, proporcionando a correção do problema; e, (b) através do método de advertência, quando o *poka-yoke* é ativado e soa um alarme ou uma luz é acesa com objetivo de alertar o operador. O que define qual método utilizar é a frequência com que ocorrem os erros e o fato de poderem ser corrigidos ou não (SHINGO, 1996). Segundo Ghinato (1996) a escolha pelo tipo de *poka-yoke* a ser utilizado deve levar em conta os problemas freqüentes. Os *poka-yokes* que param a produção são mais indicados para problemas de grande severidade. Para aqueles muito freqüentes e de pouca severidade os *poka-yokes* de advertência são melhores.

Segundo Ghinato (1996) e Inman (1994) a geração de produtos com defeito tem impacto direto no cliente, pois pode influenciar o preço de venda, comprometer as quantidades programadas a serem entregues e alterar prazos de entrega devido a paradas, recuperações, inspeções adicionais e fabricação complementar.

2.3.3.4 Desenvolvimento de produto enxuto

O desenvolvimento *lean* de produto visa a eliminação de todo tipo de perda durante o projeto dos componentes do produto, sendo que essa atividade considera fortemente os requisitos do processo produtivo (cliente interno) e do cliente final. A estratégia de desenvolvimento de novos produtos, utilizando ferramentas *lean*, também visa à redução de *lead time* durante o próprio processo de desenvolvimento, bem como busca a redução do *lead time* da produção, sempre levando em conta o custo alvo estabelecido (ETI GROUP, 2006; MORGAN, 2005).

Segundo Battaglia, Picchi e Ferro (2006), o processo de desenvolvimento *lean* de produtos deve estar totalmente alinhado com a filosofia *lean* e com as práticas adotadas na empresa, quer seja na fábrica, na relação com clientes e fornecedores, como também na organização das ações internas e gestão dos fluxos de valor.

Segundo Ward (1998), os mais típicos desperdícios presentes nas atividades envolvidas com o processo de desenvolvimento de produto são os seguintes:

(a) a dispersão, que é decorrente de mudanças freqüentes no modo de fazer as coisas e acaba gerando desperdícios. Com isso, perde-se conhecimento e know-how adquiridos ao longo do tempo;

(b) a separação entre conhecimento, responsabilidade e autonomia de ação. De um lado, há gerentes com responsabilidades, mas que não entendem de projetos; bem como há especialistas e supervisores que determinam parâmetros para o projeto, mas não o executam. De outro lado, há operadores de CAD que determinam as formas, mas não conhecem a engenharia do produto e não tem responsabilidades sobre o desempenho do projeto;

(c) o desperdício decorrente da inadequação de decisões tomadas de forma precipitada, carente de dados corretos, de experimentações e de questionamentos adequados.

No processo de desenvolvimento *lean*, uma das grandes preocupações é a padronização. Isso visa reduzir a variabilidade dos processos de trabalho, sem prejudicar sua flexibilidade (GILMORE; PINE, 1997). Isso significa que os produtos devem atender as expectativas dos clientes de forma regular e ao menor custo possível. Padronizar não significa perder flexibilidade para atender expectativas dos clientes nem sujeitar os trabalhadores a rotinas monótonas e normas rígidas (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2006).

2.3.3.5 Flexibilização da mão-de-obra (*shojinka*)

Uma vez que a demanda de todos os tipos de produtos pode diminuir ou aumentar, a empresa deve ser capaz de reduzir ou aumentar a quantidade de operários em qualquer área de trabalho para adaptação às variações de demanda (MONDEN, 1997). Esta capacidade para atender a demanda é denominada de *shojinka*. Monden (1997) ressalta que a flexibilização da mão-de-obra só é viabilizada se o leiaute fabril for adequado e os operadores multifuncionais forem bem treinados.

A multifuncionalidade, conforme adotada na Toyota, é obtida a partir de um sistema de rotação de trabalho que gradativamente capacita os operadores a executarem um amplo rol de atividades. É necessário desenvolver uma força de trabalho capaz de suportar o aumento de responsabilidades decorrente da PE, proporcionando operadores com capacidade de identificarem e desenvolverem melhorias (GHINATO, 1996; BOYER, 1996).

A multifuncionalidade é tipicamente implementada com duas variações: (a) operação de múltiplas máquinas, onde o operador executa suas atividades em várias máquinas, mas não segue o fluxo de produção do produto; e, (b) operação de múltiplos processos, onde o

operador acompanha o fluxo de produção do produto. Segundo Shingo (1996), os ganhos com operadores capacitados para operar sistemas de múltiplos processos são bem maiores do que os ganhos obtidos pelo sistema de múltiplas máquinas. Uma das explicações para esse fato pode ser devido ao maior conhecimento adquirido, pelo operador, sobre todo o fluxo produtivo.

2.3.3.6 Gerenciamento visual

O gerenciamento visual objetiva a comunicação de informações sobre o status de processos de modo a não permitir margem para dúvidas na interpretação da informação, bem como a diminuição do tempo de *feedback* para as ações de controle do sistema (ALVAREZ; ANTUNES Jr., 2001).

De acordo com Formoso *et al.* (2002) há quatro formas básicas de implementação do gerenciamento visual: (a) uso de dispositivos visuais, tais como placas de sinalização e de segurança, indicadores de locais e locais de trânsito permitido ou proibido, controles visuais tais como faixas para demarcar local de descarregamento, armazenamento e bordas no piso; (b) 5S (organização, arrumação, limpeza, padronização e autodisciplina); (c) coleta e divulgação de indicadores de desempenho, principalmente os indicadores de processo; (d) remover obstáculos visuais que dificultem a comunicação entre operadores (por exemplo, remover ou realocar armários, colocar uma parede de vidro no lugar de uma parede de alvenaria).

Segundo Henderson e Larco (2000) a empresa enxuta é uma empresa “visual”, pois se caracteriza pela ampla disponibilidade das informações em formas de gráficos, tabelas, cartazes e qualquer outra forma que proporcione aos operadores visualizar as informações necessárias à sua área, tais como os objetivos, as vendas, os níveis de qualidade, inventários, treinamentos e progressos obtidos pelos operadores em treinamento.

2.3.3.7 Integração da cadeia de fornecedores

A PE prega um relacionamento pró-ativo entre fabricantes e fornecedores, em todas as áreas de interesse comum (SUZAKI, 1996; BRUCE *et al.*, 2004). Para Panizollo (1998), devido à

vulnerabilidade do sistema *lean* quando ocorrem perturbações e variações nas condições de trabalho planejadas, as parcerias entre comprador e fornecedor são essenciais. Segundo Phelps *et al.* (2004) a busca por relações de longo prazo deve envolver desde o nível logístico (pequenos lotes, regularidade e compromisso de entrega, inspeção de qualidade na fonte, contratos de qualidade assegurada) até o nível estratégico/tecnológico (união para projetos de novos produtos/tecnologias, *kanban* de fornecedores e a divisão de riscos e oportunidades).

A PE prima por uma gestão integrada de toda cadeia de fornecedores e tem como características principais a diminuição da base de fornecedores (menor número de fornecedores, mas com contratos de maior prazo), informações comerciais e de projeto compartilhadas e a redução dos custos de aquisição (SIMÃO; ALLIPRANDINI, 2004).

2.3.3.8 *Just-in-time* - JIT (produção puxada)

De acordo com White e Prybutok (2001) e Monden (1997) o *just-in-time* (JIT) é uma prática que auxilia a PE na produção das unidades necessárias, na quantidade e no tempo necessário. Para isso, tipicamente o processo subsequente retira as peças necessárias do processo precedente, na quantidade e tempo necessários. Assim, o processo precedente só produz as peças que foram retiradas (MONDEN, 1997). O consumidor atua como o único gatilho do movimento. Se uma requisição não é passada para trás pelo consumidor para o fornecedor, o fornecedor não é autorizado a produzir nada ou mover qualquer material (SLACK *et al.*, 1996).

Segundo Smalley (2007), existem três tipos básicos de sistemas puxados de produção: o sistema puxado com supermercado, o sistema puxado seqüencial e o sistema puxado misto (com elementos dos dois outros sistemas combinados). O que esses três sistemas têm em comum são alguns elementos técnicos importantes para que o sistema possa puxar. São eles: (a) produtos fluindo em pequenos lotes (se possível, criando fluxo unitário de produtos); (b) puxar os processos de acordo com o tempo *takt* (o que evita as perdas por superprodução); (c) sinalizar o reabastecimento através de cartões *kanban*; e, (d) nivelar o *mix* e a quantidade de produtos.

Para atender ao planejamento e controle da produção na lógica JIT, o *kanban*, palavra de origem japonesa que significa cartão ou sinal, é a ferramenta mais disseminada. O princípio

do *kanban* é sempre o mesmo: sua disponibilização normalmente em quadros junto aos postos de trabalho dispara o transporte, a produção ou o fornecimento. Slack *et al.* (1996) descrevem os tipos de *kanbans* mais comuns. O *kanban* de transporte avisa que o material em estoque pode ser retirado e enviado para o local destinado, o *kanban* de produção desencadeia a produção de itens recém consumidos e o *kanban* do fornecedor, é usado para a reposição de material ou componente produzido por fornecedor externo à planta.

2.3.3.9 Manutenção produtiva total

A manutenção produtiva total (MPT) é uma parceria entre todas as funções da organização, especialmente entre a produção e a manutenção, resultando em melhoria contínua para a qualidade dos produtos, operações eficientes, segurança e garantia de qualidade (BAMBER *et al.*, 1999; MAGGARD; RHYNE,1992).

Os objetivos da MPT são: a otimização do rendimento global dos equipamentos; um sistema de manutenção que considere toda a vida útil dos equipamentos; a obtenção do comprometimento de todos os departamentos na sua implementação; o envolvimento de todos os funcionários da empresa - da alta gerência até os operadores de chão-de-fábrica; e, tornar a MPT uma motivação gerencial, através do desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias implementadas por pequenos grupos a fim de que as máquinas e os equipamentos tenham um elevado grau de confiabilidade, garantindo a previsibilidade produtiva (ANTUNES Jr., 1998).

A MPT pode ser classificada quanto à centralização e quanto à finalidade (ANTUNES Jr., 1998):

(a) quanto à centralização: centralizada, quando as operações são planejadas e realizadas por equipes que atendem todos os setores da fábrica. O tipo descentralizado ocorre quando a fábrica é dividida em áreas e cada área possui uma equipe específica de manutenção;

(b) quanto à finalidade: pode ser corretiva ou de emergência, preventiva, sistêmica e preditiva. A manutenção corretiva é aquela que acontece sem planejamento, realizada quando ocorre uma pane em alguma máquina. A manutenção preventiva é aquela que acontece com planejamento para evitar parada de emergência, o que implica em inspeção periódica dos

equipamentos, lubrificação programada, substituição periódica de peças críticas, entre outras. A manutenção sistêmica é a evolução da manutenção preventiva, pois conta com gráficos de controle estatístico através dos registros históricos de manutenção. A manutenção preditiva é uma extensão da manutenção preventiva, pois propõe que cada máquina ou componente seja explorado do modo mais efetivo possível em relação a sua utilidade.

Nakajima (1988) *apud* AHMED *et al.* (2005) propõe um indicador para a medição do progresso do OEE (*overall equipment effectiveness*). Este indicador procura revelar todas as perdas resultantes das variabilidades que afetam o equipamento possibilitando avaliar sua real capacidade. O OEE é calculado através da multiplicação dos três indicadores listados a seguir nas equações 1, 2 e 3:

Equação 1 - índice de disponibilidade:

$$\frac{\text{tempo total planejado} - \text{as paradas programadas e não programadas}}{\text{tempo total planejado} - \text{as paradas programadas}}$$

Equação 2 - índice de performance operacional:

$$\frac{\text{tempo total de ciclo} \times \text{total de peças produzidas}}{\text{tempo total planejado} - \text{as paradas programadas e não programadas}}$$

Equação 3 - índice de qualidade do produto:

$$\frac{\text{total de peças produzidas} - \text{refugos e retrabalhos}}{\text{total de peças produzidas}}$$

Os valores definidos como de classe mundial para os resultados do OEE são: o índice de disponibilidade deve estar acima de 90%; o índice de performance operacional deve estar acima de 95%; o índice de qualidade do produto deve estar acima de 99%. Atingindo esses limites, o resultado do OEE dos equipamentos ficará em torno de 85%, o que é considerado satisfatório (NAKAJIMA, 1988 *apud* AHMED *et al.*, 2005).

2.3.3.10 Mapeamento do fluxo de valor

A prática de mapeamento de fluxo de valor (MFV) é, segundo Rother e Shook (1999), seguir o caminho percorrido por um produto, desde o pedido do consumidor, passando pelos

fornecedores, pela produção até a entrega. Durante esse processo, desenha-se a representação visual de cada etapa do processo e os fluxos de material e de informação. Com base nessas informações constroem-se dois mapas: primeiramente, o mapa do estado atual, mostrando o fluxo do processo existente e identificando as fontes de desperdícios; depois, monta-se o mapa do estado futuro onde o objetivo é aumentar a proporção de atividades que gerem valor ao longo do fluxo.

O desenho desses mapas facilita a análise dos processos de agregação de valor horizontalmente, rompendo com a perspectiva tradicional de examinar departamentos ou funções e dando ênfase nas atividades, ações e as conexões no sentido de criação e fluxo de valor, dos fornecedores até os clientes finais. Assim que o mapa do “estado futuro” torna-se realidade, o processo de mapeamento deve reiniciar, o que acaba desencadeando um processo de melhoria contínua (ROTHER; SHOOK, 1999).

O MFV é uma ferramenta que além de identificar o fluxo de valor pode determinar em que ponto o *kaizen* de fluxo ou de processo é apropriado (FERRO, 2005; LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).

2.3.3.11 Melhoria contínua (*kaizen*)

O *kaizen* está intimamente ligado ao princípio da perfeição. Existem três características essenciais do *Kaizen*: ele é contínuo, de fácil implementação, em contraste com outras iniciativas de reorganização ou inovação tecnológica e é participativo, permitindo o envolvimento e uso da inteligência da força de trabalho (BRUNET; NEW, 2003). Há dois níveis de *kaizen*: (a) *kaizen* de sistema ou de fluxo, dirigido aos gerentes, que tem impacto no fluxo total de valor e (b) *kaizen* de processo, dirigido a equipes de trabalho e líderes de equipe, que enfoca processos individuais (ROTHER; SHOOK, 1999).

A base da melhoria contínua está na participação de todos os trabalhadores. Em plantas enxutas, essa participação se dá tipicamente pelas atividades desenvolvidas em pequenos grupos (APG's). Segundo McIntosh (2001) e Imai (1994) toda melhoria obtida deve ser padronizada e implementada para, em seguida, dar início ao processo de novas melhorias e de novas padronizações.

2.3.3.12 Nivelamento da produção

O nivelamento da produção é a criação de uma programação nivelada de produção através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para corresponder à demanda em longo prazo (GHINATO, 2000).

Para a viabilização do nivelamento da produção, Coleman e Vaghefi (1994) enfatizam alguns requisitos importantes, tais como a flexibilidade do leiaute, que pode necessitar de pequenas adaptações, conforme o *mix* de produção, tempos reduzidos de *setup* e operadores multifuncionais para atender a necessidade imposta pelo *mix* de produtos. Assim, para atender ao nivelamento de um mercado diversificado é necessário o bom desempenho das práticas de troca rápida de ferramentas e manutenção produtiva total (SIMÃO; ALLIPRANDINI, 2004).

O nivelamento da produção também requer vendas niveladas. A Toyota aprendeu que é melhor manter os preços constantes e fabricar peças de reposição no mesmo ritmo dos pedidos do que promover ofertas especiais, com preços muito inferiores aos dos concorrentes. Tais ofertas acarretam a produção de peças com antecedência, pois é impossível prever qual será e demanda por esses produtos, o que provoca pedidos extras aos fornecedores e, muitas vezes, a devolução dessas peças pelas concessionárias (WOMACK; JONES, 2004).

2.3.3.13 Operações padronizadas

O sistema produtivo está sob controle quando existem padrões que são seguidos pelos funcionários e o nível de variabilidade é baixo. A redução da variabilidade é um dos objetivos da PE e esse só está assegurado quando todo trabalho apresenta conteúdo, seqüência, tempos e resultados padronizados e especificados (SPEAR; BOWEN, 1999).

A padronização das operações é a descrição minuciosa e de fácil acesso, de cada operação, para garantia de que cada operador responsável por executar uma atividade executará sempre da mesma forma, sem realizar ações e movimentos desnecessários, mantendo sempre a mesma qualidade e tempo de execução. Segundo Monden (1997), a operação padrão é constituída de três elementos: o tempo de ciclo, as rotinas de operação padrão e a quantidade padrão de material em processo. Imai (1996) ressalta que a exposição dos padrões junto aos postos de trabalho é uma aplicação da prática de gerenciamento visual, que reforça a idéia de

transparência na organização. Assim, o operador tem próximo de si a descrição da forma correta de execução de suas atividades.

Na Toyota, a padronização é uma ferramenta para medir como as coisas estão sendo feitas e uma referência para quando houver mudanças. Desde o primeiro dia de trabalho os operadores da Toyota são encorajados à mudança, mas esta só é implementada e mantida se superar o antigo padrão e, então, é designada de *kaizen* (SMALLEY, 2006).

2.3.3.14 Tecnologia de grupo

Ghinato (2000) afirma que para atender as necessidades da PE, deve-se converter os tradicionais leiautes funcionais (ou leiautes por processos) para células de manufatura compostas pelos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos.

Existem três passos necessários para a formação de leiaute. São eles: a formação de famílias de produtos e células de manufatura, o arranjo das máquinas ou das estações de trabalho dentro de cada célula (leiaute celular) e determinar a configuração da célula no chão-de-fábrica (HYER; BROWN, 1999; HASSAN, 1995).

Segundo Hassan (1995), desenvolver um sistema de tecnologia de grupo (TG) é uma tarefa prolongada e trabalhosa devido a um grande número de aspectos de projeto, da inter-relação de fatores que devem ser consideradas a das decisões que precisam ser feitas. Alguns passos para o desenvolvimento desse sistema são:

- (a) disposição de dados preliminares: matriz da relação máquina/partes, tipo de operações de manufatura, ciclo de vida de produtos;
- (b) determinação da adequação da manufatura de TG: a TG pode não ser adequada a todo tipo de ambiente de manufatura;
- (c) relacionamento com leiaute flexível: quando são esperadas variações no *mix* de produto e no volume de demanda, a flexibilidade pode ser incorporada a TG para responder a essas mudanças;

(d) identificação de fatores significantes: é preciso identificar fatores que impactam na célula, na formação das famílias e, conseqüentemente, no leiaute, para que possam ser articuladas as devidas soluções;

(e) metodologia para formação de famílias e células: uma metodologia deve ser adotada para a formação de famílias e células. Após a aplicação dessa, é possível a adequação dos procedimentos anteriormente adotados e que não obtiveram resultados positivos e puderam ser detectados;

(f) identificação da localização de máquinas gargalo: é necessária para a correta designação de cada máquina para os arranjos celulares constituídos.

A prática de tecnologia de grupo atende a PE quando ela passa por dois aspectos relevantes: primeiro, a existência de fluxo unitário de peças entre os postos de trabalho e, segundo, a flexibilidade para operar com diferentes tempos de ciclo (tamanho da equipe e número de produtos). Assim sendo, a prática de JIT encontra elementos importantes para seu desempenho quando o leiaute e os postos de trabalho apresentam os aspectos citados anteriormente (HAY, 1992).

2.3.3.15 Troca rápida de ferramentas

A TRF é uma prática que busca a redução nos tempos de *setup*, auxiliando, em conseqüência, no sucesso da produção em pequenos lotes, redução nos estoques intermediários e finais, bem como na redução dos *lead times* e fabricação de produtos defeituosos (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003; MONDEN, 1997).

Segundo Shingo (2000), existem dois tipos de operação de *setup*: o *setup* interno, correspondente a operações que só podem ser executadas quando a máquina estiver parada; o *setup* externo, correspondente a operações que podem ser concluídas enquanto a máquina está funcionando. O grande objetivo dessa classificação é indicar a possibilidade de transformar ao máximo os *setups* internos em *setups* externos. Quando é possível essa transformação, o ganho de tempo de máquina em funcionamento aumenta consideravelmente.

Diversas estratégias práticas para redução de *setups* externos e internos são apresentadas na literatura, tais como evitar o uso de parafusos e porcas de tamanhos diferentes, redução do

número de roscas, redução do número de orifícios e eliminação de ajustes desnecessários (MONDEN, 1997).

2.4 PRÁTICAS ASSOCIADAS À ESTABILIDADE BÁSICA

De acordo com Smalley (2006) a Toyota aprendeu que é necessário certo grau de estabilidade para a implementação de elementos enxutos mais sofisticados. Conforme aquele autor, estabilidade básica pode ser entendida como a previsibilidade e disponibilidade constante de mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos (4M). Segundo Kamada (2006) as diferenças entre o planejado e o executado demonstram a falta de estabilidade do processo. A Toyota considera o sistema produtivo estável quando consegue atingir, no mínimo, 95% do planejado (KAMADA, 2006).

Em termos de mão-de-obra, a estabilidade básica, na Toyota, é obtida através de um programa de treinamento industrial usado nos Estados Unidos durante a II Guerra Mundial, denominado treinamento dentro da indústria (TWI – *training within industry*). O treinamento é composto de três componentes: instruções de trabalho, métodos de trabalho e relações de trabalho (SMALLEY, 2006).

A estabilidade necessária às máquinas não implica na total disponibilidade das mesmas. É preciso saber a demanda dos clientes, a capacidade dos processos e a média atual de produção. Para a estabilidade básica dos métodos, é necessária a padronização. Elementos como o tempo, o conteúdo e seqüência das operações são definidos para o cálculo do ciclo operacional. A partir dessas definições, é possível a elaboração de documentos do trabalho padronizado (KAMADA, 2006).

O objetivo da estabilidade básica para os materiais é a redução dos desperdícios e do tempo entre o recebimento de um pedido até a sua entrega. Isso requer a diminuição dos estoques no fluxo de valor. Se houver instabilidade, será necessário um estoque maior em alguns pontos (KAMADA, 2006).

Embora na revisão bibliográfica não tenha sido encontrada associação direta entre práticas enxutas e seu impacto na estabilidade, considera-se que algumas práticas auxiliam diretamente na sua obtenção. Por exemplo, as práticas de flexibilização da mão-de-obra e

padronização de operações contribuem respectivamente para a estabilidade da mão-de-obra e métodos. Uma empresa que conta com operadores multifuncionais está melhor preparada para as possíveis flutuações de demanda, assim como uma boa implementação da padronização de operações facilita a aplicação de diferentes métodos de processamento, uma vez que as operações serão sempre as mesmas ou serão padronizadas toda vez que uma melhoria for obtida.

De modo similar, a manutenção produtiva total e a troca rápida de ferramentas contribuem para a estabilidade das máquinas. Com uma boa implementação da MPT e da TRF é possível aumentar a confiabilidade das máquinas, permitindo assim maior estabilidade. As práticas de integração da cadeia de suprimentos e o controle de qualidade zero defeitos contribuem para a estabilidade dos materiais, uma vez que mantidas as garantias de parcerias e de contratos de longo tempo com fornecedores, juntamente com qualidade assegurada, é possível aumentar a condição de estabilidade dos materiais.

2.5 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UMA CULTURA ORGANIZACIONAL ENXUTA

A cultura organizacional diz respeito a um sistema de significados comuns aos membros de uma organização. São esses aspectos que fazem da cultura um poderoso dispositivo para orientar e moldar o comportamento. A cultura de uma organização é a base para as percepções comuns que seus membros compartilham sobre como as coisas são feitas, sobre o modo como devem se comportar e sobre a própria organização. Esse conjunto de características valorizadas pela organização varia de empresa para empresa (ROBBINS, 2005; BECKER, 1982).

Robbins (2005) relata que pesquisas recentes sugerem a existência de sete características básicas que, em conjunto, captam a essência da cultura de uma organização. São elas:

1. Inovação e ousadia: indica o grau em que os funcionários são incentivados a serem inovadores e a correrem riscos;
2. Atenção ao detalhe: capta o grau de demonstração de precisão, análise e atenção aos detalhes por parte dos funcionários;

3. Busca de resultados: indica o grau em que a administração se concentra mais em resultados ou efeitos do que nas técnicas e processos utilizados para alcançar os objetivos;
4. Concentração nas pessoas: indica o quanto às decisões da administração levam em conta o efeito dos resultados sobre as pessoas da organização;
5. Orientação para a equipe: é a capacidade de desenvolvimento de atividades de trabalho em equipes ao invés de trabalhos individuais;
6. Agressividade: o grau em que as pessoas são mais agressivas e competitivas do que contemporizadoras;
7. Estabilidade: identificação do grau em que as atividades organizacionais enfatizam a manutenção do *status quo* em oposição ao crescimento.

Segundo Simão e Alliprandini (2004) o sucesso na implementação da produção enxuta também depende da existência de uma cultura organizacional alinhada com os princípios chave daquele sistema. De acordo com aqueles autores, as seguintes características são típicas de uma cultura enxuta: o trabalho em equipe, a solução de problemas por meio de um método científico, a organização como um sistema, a necessidade de delegar autoridade aos níveis hierárquicos mais baixos, ênfase na inovação e o olhar sobre toda a cadeia de fornecedores e não somente sobre a empresa.

Mann (2005) discute as diferenças culturais entre a produção em massa e a produção enxuta, resumindo sua percepção na Figura 2.

ATRIBUTOS CULTURAIS	CULTURA DA PRODUÇÃO EM MASSA	CULTURA DA PRODUÇÃO ENXUTA
Práticas de inventário	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciadas por sistema de computadores - Pedidos por previsão - Mantidas em containers grandes - Movidas por caminhão guindaste - Entrega por escorregador ou tubulação, utilizando guindaste 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciada visualmente - Pedidos para reposição - Armazenagem em <i>racks</i> ou grades FIFO - Mantidas em containers no ponto de uso - Entregas por carrinho de mão
Status da produção	<ul style="list-style-type: none"> - Checagem no final do turno, começo do próximo turno ou no fim da semana - Checagem pelo supervisor ou gerentes de nível mais alto 	<ul style="list-style-type: none"> - Checagem por líderes de times várias vezes por hora - Checagem por supervisores quatro ou mais vezes por turno - Checagem atualizada por todos envolvidos em uma seqüência de revisões diárias do desempenho do dia anterior
Melhoria do processo	<ul style="list-style-type: none"> - Feita por times do projeto técnico, tanto em mudanças específicas como em mudanças em projetos já existentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotineiramente, são iniciadas por qualquer pessoa, incluindo operadores - Encoraja todos a sugerir melhorias e a se envolver na implementação - Melhorias acontecem o tempo todo, continuamente

Figura 2 - Diferenças culturais visíveis entre a produção em massa e a produção enxuta [Fonte: Mann (2005)]

2.6 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DE PE

2.6.1 Prêmio Shingo - Shingo Prize (1988)

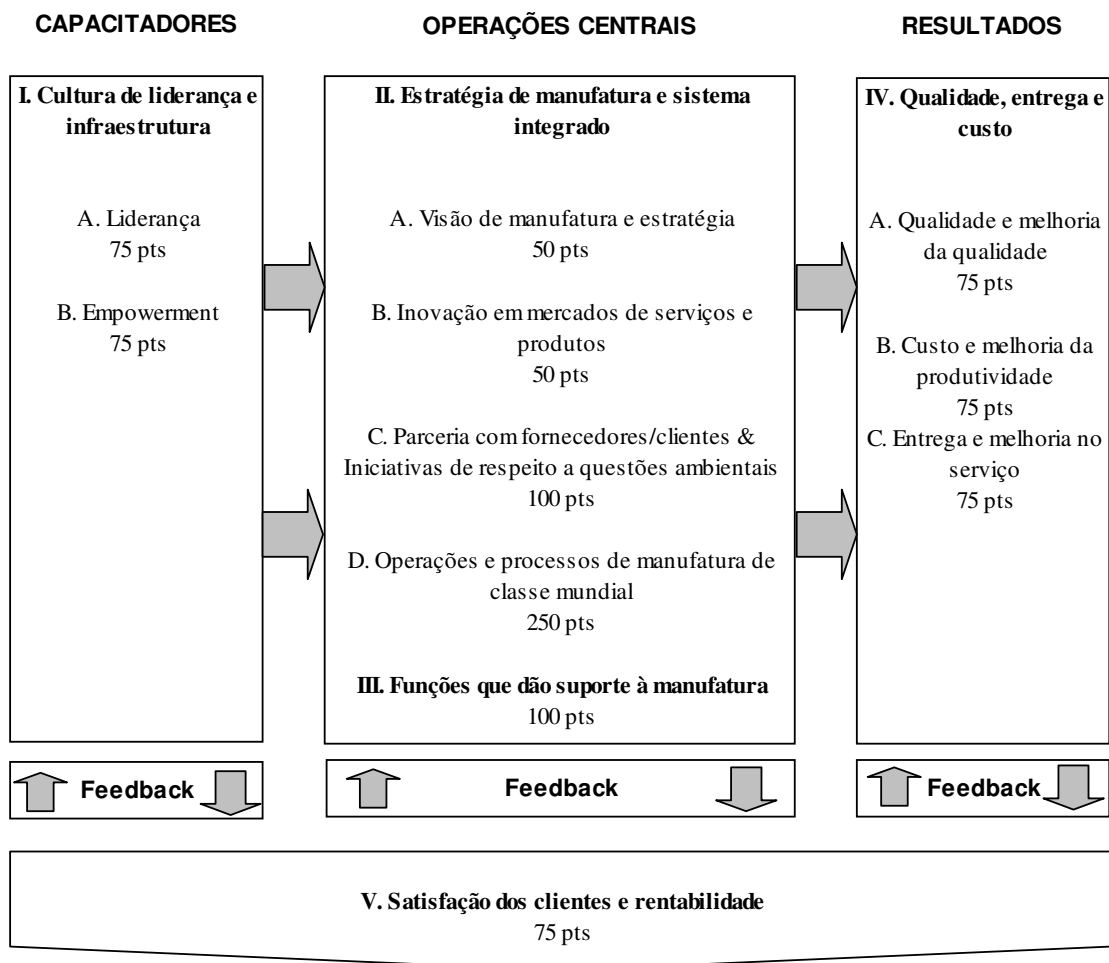
Conforme já citado no capítulo 1, o Shingo Prize foi estabelecido em 1988, nos Estados Unidos, na Utah State University, para promover a implementação de conceitos de manufatura enxuta e reconhecer organizações nos Estados Unidos, Canadá e México, que atingiram o *status* de manufatura de classe mundial. O prêmio também está aberto a empresas do setor público dos Estados Unidos e a pesquisadores de todo o mundo. A comissão de avaliadores do prêmio é constituída por representantes de empresas, organizações profissionais e instituições acadêmicas. Os membros destas comissões são escolhidos com base em suas especialidades e disposição para endossar e promover os princípios e a missão do Shingo Prize.

A avaliação do prêmio Shingo é composta de onze elementos agrupados em cinco princípios (Figura 3). As empresas que desejam concorrer ao prêmio devem apresentar evidências

correspondentes à aplicação dos princípios da manufatura enxuta por um período mínimo de três anos. Os examinadores avaliam as empresas com base em duas dimensões principais: estratégia e desenvolvimento (princípios I, II e III) e resultados (princípios IV e V). A pontuação máxima obtida, por empresa, é de mil pontos.

Na dimensão de Estratégia e Desenvolvimento, a pontuação é baseada em diversos critérios, tais como: aplicação prática da visão de perda como qualquer atividade que não agrega valor e na prevenção como único caminho; a ênfase atribuída, pela organização, às atividades que agregam valor; a existência de objetivos focados em melhoria contínua e na obtenção da manufatura de classe mundial; o uso sistemático de ferramentas, técnicas e tecnologias apropriadas para cada iniciativa de melhoria; a demonstração de cooperação e integração entre empregados e o empenho destes em todos os níveis.

Para cada critério, o Prêmio Shingo estabelece uma série de enunciados que servem de base para a avaliação. A Figura 4 apresenta os enunciados cuja comprovada existência permite a empresa o ganho máximo e mínimo dos pontos no item estratégia e desenvolvimento (100% a 80% e 40% a 20%). É importante salientar que no material pesquisado a respeito do Prêmio Shingo, não fica claro como é decidido qual o percentual exato de pontuação a ser atribuído dentro de cada grande faixa de pontuação.



Resultado da empresa

Total de pontos: 1000

Figura 3 - Estrutura dos elementos que compõem o Prêmio Shingo [Fonte: Shingo Prize (1988)]

Estratégia & Desenvolvimento	
100% - 80%	<ul style="list-style-type: none"> Foco estratégico forte em processos de alto valor agregado; Aplicação de prevenção de perdas é tão importante que pode ser considerada exemplo de melhor prática; Uso integrado e claro de recursos humanos e técnicas apropriadas aos hábitos e a cultura da empresa para solução de problemas.
Estratégia & Desenvolvimento	
40% - 20%	<ul style="list-style-type: none"> Falta de foco estratégico, reage somente às questões do dia-a-dia; Mínima aplicação de prevenção de perdas; Falta de evidências de uso integrado e claro dos recursos humanos e de técnicas apropriadas aos hábitos e a cultura da empresa para solução de problemas.

Figura 4 - Itens avaliados na dimensão estratégia e desenvolvimento de organizações [Fonte: Shingo Prize (1988)]

Na dimensão de resultados, a pontuação é baseada em diversos critérios, tais como: a demonstração de tendência de melhoria em cada área chave; o nível de desempenho em cada área chave; a escolha e uso de medidas apropriadas para cada objetivo específico.

A Figura 5 apresenta os enunciados cuja comprovada existência permite a empresa o ganho máximo e mínimo dos pontos no item resultados (100% a 80% e 40% a 20%).

Resultados	
100% - 80%	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente tendência em melhorias em áreas estratégicas chave e dentro dos projetos de prevenção de perdas; • Níveis altos e previsíveis de desempenho os quais atingem programas baseados em objetivos estabelecidos; • Escolha criativa de indicadores apropriados com demonstrada validade; • Evidência de impregnação, rotina de retorno de resultados a aqueles responsáveis pela melhoria.
Resultados	
40% - 20%	<ul style="list-style-type: none"> • Não aparente tendência de melhorias em áreas estratégicas chave, resultados não específicos sobre prevenção de perdas; • Níveis de desempenho baixos ou não previsíveis; • Seleção e uso insuficiente de medidas; • Não evidência de uma sistemática de feedback dos resultados.

Figura 5 - Itens avaliados na dimensão de resultados de organizações [Fonte: Shingo Prize (1988)]

2.6.2 Karlsson e Ahlström (1996)

O método de Karlsson e Ahlström (1996) permite avaliar a aplicação da PE em todas as áreas da empresa. O método desses autores pressupõe uma estrutura teórica da PE desenvolvida com base em estudos de caso realizados pelos mesmos junto a diversas empresas que vinham implementando a PE. Os princípios adotados pelos autores são os seguintes: eliminação de perdas, melhoria contínua, zero defeitos, *just-in-time*, puxar ao invés de empurrar, grupos multifuncionais, descentralização de responsabilidades, funções integradas e sistema de informação vertical. A Figura 6 demonstra a estrutura de PE adotada por Karlsson e Ahlström (1996).

Para cada princípio, o método apresenta um conjunto de indicadores que permitem avaliar a extensão pela qual o mesmo é adotado. A Figura 7 apresenta um fragmento do método referente ao princípio da eliminação das perdas.

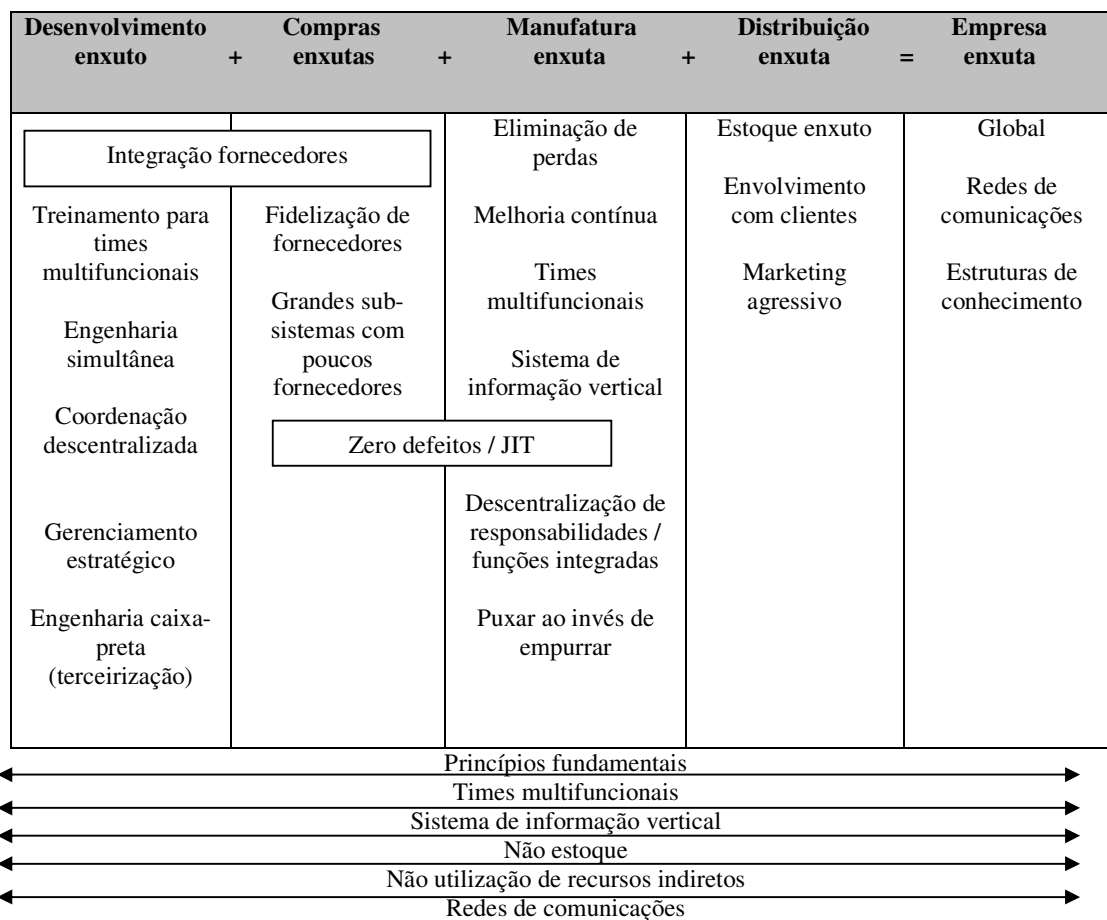


Figura 6 - Conceitualização da PE [Fonte: Karlsson e Ahlström (1996)]





Indicadores	Eliminação de perdas	Lean
Trabalho em andamento (WIP)	Valor do WIP em relação às vendas	
Pequenos lotes	Tempo corrido de produção entre <i>setups</i>	
Tempo de <i>setup</i>	Tempo de <i>setup</i>	
Tempo de máquina parada	Número de horas que as máquinas ficam paradas devido ao mau funcionamento em relação ao tempo total	

Figura 7 - Fragmento do método de avaliação dos indicadores do princípio Eliminação de perdas [Fonte: Karlsson e Ahlström (1996)]

2.6.3 *Lean enterprise model* - LEM (1998)

O *Lean enterprise model* - LEM (1998) tem como base um método de referência desenvolvido por meio de *surveys*, estudos de caso e outras atividades de pesquisa, realizados na indústria aeronáutica norte-americana. Esse método auxilia as empresas na melhor compreensão da implementação enxuta nos seus processos, mostrando onde direcionar esforços e oferecendo valores de *benchmarking* que podem ser confrontados com os da empresa.

Segundo Durán e Batocchio (2003), o LEM é composto de três partes principais: um método estrutural, onde estão resumidas as práticas da empresa e seus indicadores associados; um manual que oferece conteúdo detalhado e completo da estrutura do método; e, um software.

A Figura 8 resume a estrutura do método. São seis princípios: (a) agilidade na mudança; (b) minimização do desperdício; (c) organização; (d) relacionamento efetivo entre os componentes da cadeia de valor; (e) melhoria contínua; e, (f) qualidade na primeira tentativa; atrelados a quatro níveis de medidas de desempenho, que são: o nível I que está relacionado com o tempo de fluxo, com o ciclo operacional, com o tempo de ciclo de desenvolvimento de produto e o tempo de entrega realizada no mês; o nível II que está relacionado com a satisfação dos acionistas, com a melhoria contínua nos custos e nos preços e nas entregas; o nível III que está relacionado com a utilização de recursos, com giro de inventário e na relação produção/empregados; e, o nível IV que está relacionado com a qualidade, com a taxa de refugo e retrabalho, com mudanças, início e as fases do projeto.

Os princípios de LEM medem, nos quatro níveis descritos anteriormente, doze elementos, denominados de práticas prioritárias. São elas: (1) identificar e otimizar os fluxos dentro da empresa; (2) assegurar um fluxo de informações sem interrupções; (3) otimizar a utilização da capacidade da mão-de-obra; (4) permitir a tomada de decisões nos níveis mais baixos da hierarquia; (5) implementar projeto de produto e processos de maneira integrada; (6) desenvolver relacionamentos baseados na confiança e na parceria; (7) focalizar permanentemente o cliente; (8) promover lideranças e facilitadores para os princípios da manufatura enxuta em todos os níveis; (9) manter uma cultura de melhoria contínua dos

processos; (10) nutrir um ambiente de aprendizado constante; (11) assegurar que os processos se tornem maduros e consistentes; e, (12) maximizar a estabilidade dos processos, mesmo em ambiente mutável.

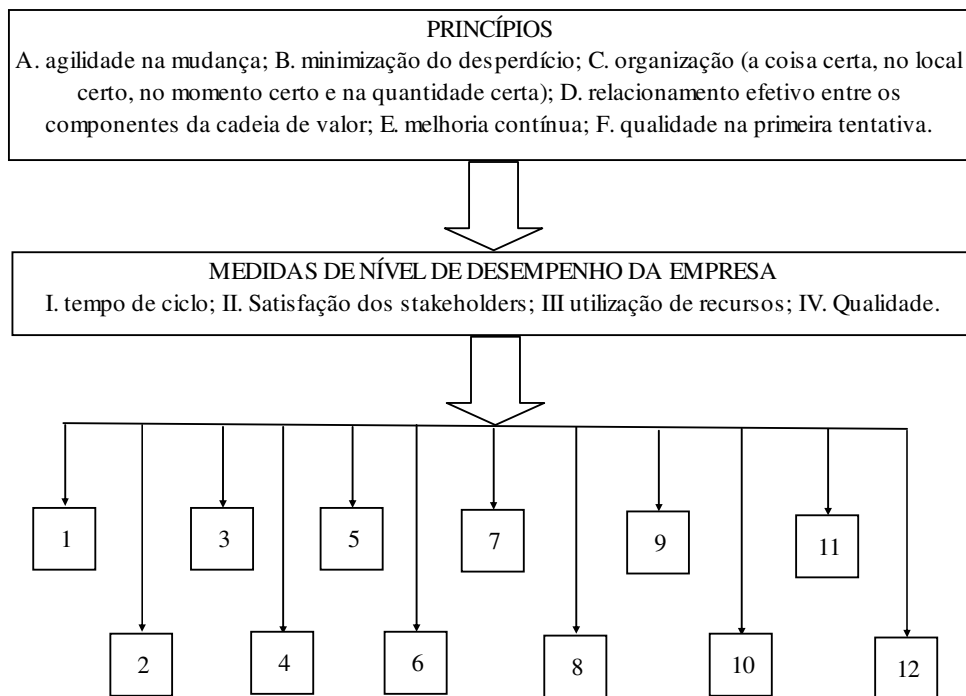


Figura 8 - Fragmento da estrutura do método LEM (1998) [Fonte: Durán e Batocchio (2003)]

Abrindo uma destas caixas, exemplificaremos as métricas e os indicadores que devem ser utilizadas para sua avaliação de uma prática. Prática nº 10: nutrir um ambiente de aprendizagem constante (Figura 9).

10. Nutrir um ambiente de aprendizado constante	
<i>“prover o crescimento e desenvolvimento da organização e dos indivíduos como suporte para atender aos objetivos da empresa enxuta”</i>	
Métricas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Uso do sistema de lições aprendidas (nível I); • Horas treinamento/operadores (níveis II e III); • Provisão de programas de treinamento aos fornecedores (nível II) 	
Capacitadores práticos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Capturar, comunicar e aplicar o conhecimento gerado por experiência (auxilia nas práticas 2,3,4,9 e 10); • Desempenho em <i>benchmarking</i> (auxilia nas práticas 9,10 e 11); • Prover o intercâmbio de conhecimento a partir e dentro da rede de fornecedores (auxilia nas práticas 1,6,9,10 e 11). 	

Figura 9 - Prática nº 10 (Nutrir um ambiente de aprendizado constante) do método LEM (1998) [Fonte: Durán e Batocchio (2003)]

2.6.4 Normas SAE J4000, J4001 e RR003 (1999)

A SAE Brasil, foi criada em 1991, por executivos da indústria automotiva e dirigentes da SAE *International*. É uma associação sem fins lucrativos composta por mais de 4 mil associados, entre estudantes, engenheiros, técnicos e executivos da área de Engenharia, relacionados à indústria da mobilidade (terrestre, naval, aérea e aeroespacial) e que objetiva o desenvolvimento, o intercâmbio e a difusão de informações entre os profissionais ligados à tecnologia da mobilidade (SAE BRASIL, 2006).

A SAE *Internacional* é considerada uma das principais fontes de normas e padrões relativos aos setores automotivo e espacial, com mais de 5 mil normas geradas, com mais de 85 mil profissionais, espalhados por 93 países, que se reúnem constantemente para a troca de informações e idéias para o avanço da engenharia da mobilidade (SAE INTERNATIONAL, 2006).

A norma SAE J4000, J4001 e RR003 (1999) é um instrumento desenvolvido pela Sociedade de Engenheiros Automotivos dos EUA, composto por três documentos. Os dois primeiros são documentos fundamentais da norma. O primeiro é a norma J4000, composta por um conjunto de elementos, divididos em áreas que atingem clientes e fornecedores, que um sistema de manufatura deve apresentar para ser considerado enxuto. O segundo, a norma J4001, explica o método de medição das conformidades dos elementos e pode ser aplicada parcial ou integralmente, para avaliação de alguns ou de todos os elementos. O terceiro, a SAE RR003, é a norma que apresenta exemplos de conversão para as melhores práticas, de empresas do setor automobilístico (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, 1999).

A norma SAE J4001 pode ser aplicada integralmente, visando um diagnóstico da empresa e seu grau de aderência ao programa *lean* ou parcialmente, visando avaliar algum elemento isoladamente (VERGNA; MAESTRELLI, 2005). São seis elementos avaliados através de cinquenta e dois requisitos, conforme Figura 10.

Os níveis de implementação de componentes propostos pela norma SAE J4000 são os níveis 0, 1, 2 e 3, conforme descrição na Figura 11.

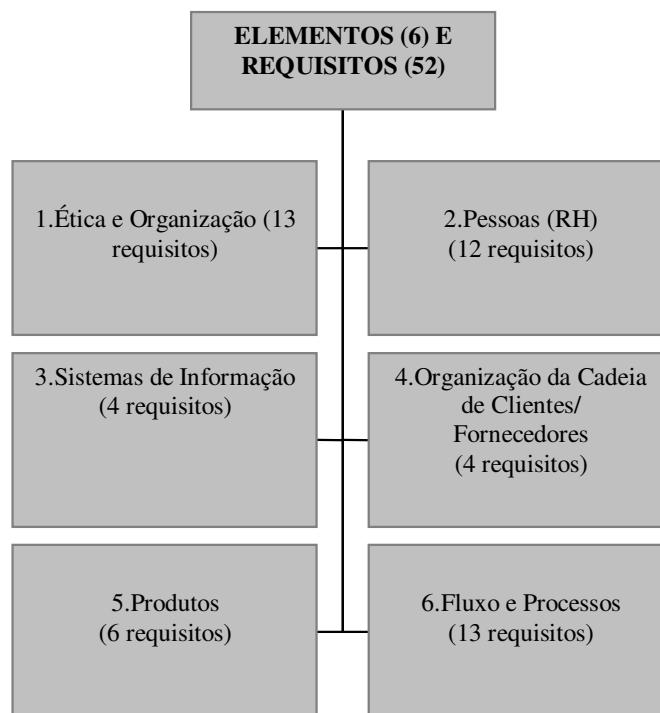


Figura 10 - Elementos e requisitos da norma SAE J4000 (1999) [Maestrelli (2001)]

NÍVEIS			
L0	L1	L2	L3
O componente não está completamente implementado ou existem grandes inconsistências na sua implementação	O componente está implementado, mas existem pequenas inconsistências em sua implementação	O componente está implementado e com resultados efetivos	O componente está efetivamente implementado e apresentou melhorias de resultados durante o último ano

Figura 11 - Níveis de implementação de componentes da norma SAE J4000 [Fonte: Society of Automotive Engineers (1999)]

Na Figura 12 apresenta-se um fragmento da estrutura dos elementos, dos itens avaliados, da pontuação obtida (conforme Figura 12) e da análise da pontuação.

A atribuição de notas para cada elemento, conforme proposto na norma J4001, é ilustrada adotando como exemplo o elemento nº 1 (ética e organização), no seu item 1.1.:

1.1. : “A ferramenta básica utilizada pela empresa para atingir seus objetivos estratégicos é a melhoria contínua através da implementação dos métodos e operações enxutas.”

L0 - A metodologia *Lean* não faz parte da filosofia organizacional da empresa.

L1 - As vantagens e benefícios das técnicas *lean* são reconhecidas, mas não são prioritárias.

L2 - O atingimento dos objetivos estratégicos da organização depende do sucesso do seu programa *Lean*, que é parte de seu planejamento operacional.

L3 - L2 mais evidências de melhorias de execução, ocorridas nos últimos 12 meses.

ELEMENTO 1					
ÉTICA E ORGANIZAÇÃO					
DESCRIÇÃO DO ÍTEM AVALIADO	PONTUAÇÃO OBTIDA				ANÁLISE DA PONTUAÇÃO
	L0	L1	L2	L3	
1.1. : “A ferramenta básica utilizada pela empresa para atingir seus objetivos estratégicos é a melhoria contínua através da implementação dos métodos e operações enxutas.”					
1.2. : “Formas estruturadas de desdobramento da política da empresa são usadas para planejar as ações de desenvolvimento do padrão de organização enxuta.”					
1.3. : “As metas e objetivos são claramente definidos e devem ser efetivamente comunicados a todos os membros da organização.”					
TOTAIS OBTIDOS					

Figura 12 - Fragmento da estrutura da Norma J4000 [Fonte: Society of Automotive Engineers (1999)]

As normas SAE J4001 (1999) apresentam uma série de itens considerados pré-requisitos para a implementação da PE. Para o elemento 1 (Ética e Organização), são considerados pré-requisitos, os itens 1.9 - deve existir um clima organizacional não punitivo, orientado por resultados e focado nos processos; 1.11 - deve existir uma política efetiva para disponibilizar pessoal necessário, de modo a suportar as necessidades do programa e permitir sua evolução; 1.12 - nenhum empregado deve sentir-se ameaçado ou coagido a participar dos programas *lean* na organização.

Para o elemento 2 (Pessoas - RH), são considerados pré-requisitos, os itens 2.6 - o trabalho e a política de pessoal (RH) estão em consonância com as necessidades do programa *lean*; 2.10 - a tomada de decisões e as ações são de responsabilidade da equipe do nível correspondente; 2.11 - a gerência não se sobrepõe às decisões e ações das equipes, quando tomadas dentro do seu nível de responsabilidade; 2.12 - as decisões e ações tomadas pelas equipes devem ser apoiadas com os recursos necessários para sua correta implementação (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, 1999).

Para o elemento 3 (Sistemas de Informação), é considerado pré-requisito, o item 3.2 - o conhecimento é compartilhado por toda a organização é o único pré-requisito para a implementação. Isso significa que para a avaliação desses itens é necessário que os pré-requisitos estejam atendidos, pois o não atendimento destes indica a impossibilidade de existência dos outros. Os elementos restantes (4, 5 e 6) não apresentam restrições, ou seja, eles podem ser avaliados sem a necessidade da comprovação de determinados requisitos prévios.

2.6.5 Método proposto por Sánchez e Pérez (2001)

Sánchez e Pérez (2001) apresentam um *checklist* de seis princípios enxutos associados a trinta e seis indicadores de desempenho. Os princípios são: eliminação de atividades que não agregam valor, melhoria contínua, grupos multifuncionais, produção e entrega *just-in-time*, integração com fornecedores e sistema de informação flexível.

Na Figura 13 está um fragmento da estrutura apresentada por Sánchez e Pérez (2001), para o princípio de produção e entrega *just-in-time*.

Produção e entrega JIT	Definição	Mudança
P1	Lead time dos pedidos dos clientes	↓
P2	% de partes entregues JIT pelos fornecedores	↑
P3	Nível de integração entre entrega dos fornecedores e o sistema de informação da empresa	↑
P4	% de partes entregues JIT entre seções na linha de produção	↑
P5	Produção e entrega de pequenos lotes	↑

Figura 13 - Fragmento do método de avaliação dos indicadores do princípio JIT [Fonte: Sánchez e Pérez (2001)]

O *checklist* proposto por Sánchez e Pérez (2001) foi testado em 107 empresas, acima de 50 funcionários, de máquinas industriais e automotivas da Espanha (região de Aragon), com base em entrevistas realizadas durante o primeiro trimestre de 2000. Em mais de oitenta por cento das empresas estudadas, os indicadores mais utilizados eram o tempo necessário para *setup*, a

porcentagem de procedimentos documentados na empresa e o valor de produtos e materiais defeituosos em relação às vendas. Os indicadores menos utilizados eram o número de decisões que os operadores podiam tomar sem consultar seu supervisor, a porcentagem de partes co-projetadas com os fornecedores e a porcentagem de líderes de grupos que são eleitos por seus próprios colaboradores. Dos princípios enxutos estabelecidos por Sánchez e Pérez (2001), os que apresentaram os melhores desempenhos foram a eliminação de atividades que não agregam valor e a melhoria contínua; sendo que a integração com fornecedores obteve o pior desempenho. As setas representam a orientação de melhoria que o indicador precisa para alcançar a mudança.

Quanto à relação dos indicadores com o porte das empresas, as autoras concluíram que as grandes empresas utilizavam um maior número de indicadores do que as pequenas empresas. A explicação encontrada foi o fato de que alguns elementos enxutos – sistema de informação flexível ou produção *just-in-time* – requerem maiores investimentos que nem sempre são possíveis em empresas de menor porte.

Em relação à importância dos indicadores, os entrevistados nas empresas apontaram os seguintes como prioritários: rotação de inventário, lead time dos pedidos dos clientes e a porcentagem de procedimentos documentados na empresa. Os indicadores considerados menos importantes foram o tempo médio de contratos com os fornecedores mais importantes, o número de decisões que os operadores podem executar sem controle do supervisor e a porcentagem de líderes de grupos que são eleitos por seus próprios colaboradores.

2.6.6 Método proposto por Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)

Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005) apresentam um conjunto de quarenta e quatro indicadores que permitem medir a evolução do desempenho da produção, de modo semelhante à proposta de Sánchez e Pérez (2001). Esses indicadores estão atrelados a doze princípios da PE, de acordo com o grau de abrangência de cada um, de acordo com a Figura 14.

Alguns exemplos de indicadores para cada nível de abrangência são os seguintes: (a) cadeia de suprimentos - *lead time* dos pedidos dos clientes, percentual das peças entregues *just-in-time* pelos fornecedores, percentual de peças e componentes projetados em parceria com os

fornecedores; (b) empresa - percentual de peças comuns nos produtos da empresa, valor do estoque em processo em relação ao valor das vendas, giro anual de estoque, número de sugestões dos empregados; e, (c) chão de fábrica - quantidade de tempo necessário para alterações na linha de produção (tempo de *setup*), tamanho dos lotes de produção, quantidade de estoque em processo/tempo de fila, tempo de fluxo médio.

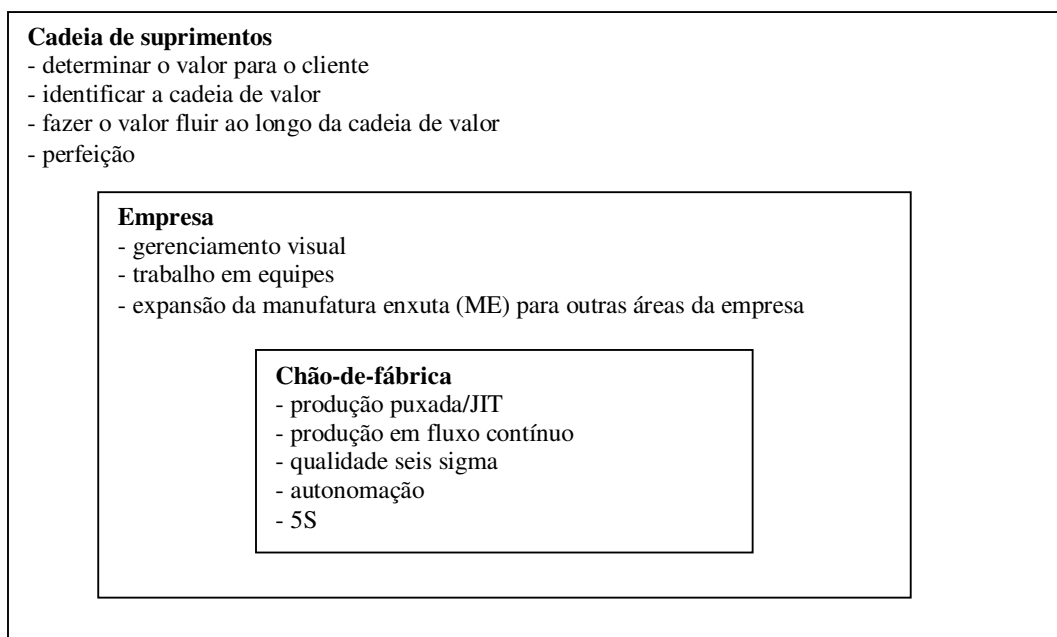


Figura 14 - Princípios enxutos relacionados às três abordagens da ME [Fonte: Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)]

2.7 RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE CADA MÉTODO

A Figura 15 resume as principais características de cada método apresentado neste capítulo.

CARACTERIZAÇÃO DOS MÉTODOS	Shingo Prize (1988)	Karlsson e Ahlström	Lean Enterprise Model	Normas SAE (1999)	Sánchez e Pérez (2001)	Fernandes, Godinho Filho e

		(1996)	(1998)			Dias (2005)
Avalia a relação da PE com a estratégia da empresa?	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
Inclui princípios da PE? (Quantos?)	Sim (5)	Sim (9)	Sim (6)	Sim (6)	Sim (6)	Sim (12)
Inclui práticas da PE? (Quantas?)	Sim (9)	Não	Sim (12)	Não	Não	Não
Avalia o desempenho de cada prática?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Inclui indicadores? (Quantos?)	Sim (97)	Sim (57)	Sim (60)	Sim (52)	Sim (36)	Sim (44)
Estabelece níveis de desempenho para a PE?	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
Inclui avaliação da adequação da cultura organizacional à PE?	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
Avalia a percepção do pessoal (interno e/ou externos) envolvido na implementação?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Abrangência: CF – chão de fábrica; A – Administração; CS – Cadeia suprimentos	CF, A e CS	CF	CF, A e CS	CF, A e CS	CF e CS	CF, A e CS

Figura 15 - Caracterização dos métodos de avaliação do nível de implementação da PE

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

Segundo a Figura 15, percebe-se que os métodos Shingo Prize (1988), *Lean Enterprise Model* (1998) e as Normas SAE (1999) são os métodos que tendem a levar em conta os aspectos tácitos da produção enxuta refletidos na sua cultura organizacional. De acordo com diversos autores (MANN, 2005; WOMACK; JONES, 2004; SPEAR; BOWEN, 1999), tais aspectos são essenciais para a sustentabilidade e aprofundamento do sistema enxuto.

Todos os métodos estudados explicitam os princípios de PE adotados como referência. Com base no Apêndice A percebe-se que o JIT e a Eliminação de perdas são os princípios mais adotados, seguidos de Melhoria contínua e o princípio de Puxar. Quanto às práticas enxutas, os métodos Shingo Prize (1988) e o *Lean Enterprise Model* (1998) são os dois métodos que incluem, assim denominadas pelos autores, práticas enxutas, muito embora não sejam as práticas adotadas neste estudo e as mais comumente encontradas na literatura pertinente (por exemplo, cultura de liderança e infra-estrutura, estratégias de manufatura e sistemas integrados, funções que dão suporte à manufatura, permitir a tomada de decisões nos níveis mais baixos da hierarquia, desenvolver relacionamentos baseados na confiança e na parceria e nutrir um ambiente de aprendizado constante). Quanto à avaliação de implementação da PE

de acordo com o grau de abrangência, percebe-se que os métodos de Karlsson e Ahlström (1996) e de Sánchez e Pérez (2001) não abrangem todas as áreas da organização para essa avaliação.

O Shingo *Prize* (1988) e as normas SAE J4000 e J4001 (1999), são os métodos que estabelecem níveis de desempenho para a PE. O Shingo *Prize* (1988) estabelece níveis que estão representados por faixas percentuais que determinam o nível de implementação da PE na empresa, conforme Figuras 4 e 5, do item 2.6 - métodos de avaliação de nível de implementação de PE. As normas SAE J4000 e J4001 (1999) estabelecem níveis que estão representados por uma escala de 0 à 3, conforme Figura 11, do item 2.6 - métodos de avaliação de nível de implementação de PE.

Outro aspecto a ressaltar é a desconsideração, pelos métodos, da percepção de pessoas, internas ou externas à empresa, que participaram ou participam da implementação e sustentação da PE. Em particular, essa é uma lacuna importante, uma vez que, especialmente, entrevistas com funcionários e gerentes, bem como a observação real do trabalho no chão-de-fábrica, permitiriam uma avaliação mais confiável acerca do trabalho e dos padrões imaginados pelos diretores e gerentes e as possíveis distorções de como, de fato, são executados. Além disso, os métodos estudados não indicam a forma de seleção dos indicadores mais adequados para as empresas.

2.8 MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SOB A PERSPECTIVA DA PE

Segundo Hudson *et al.* (2001) e Hronec (1994) medidas de desempenho são as quantificações de quão bem as atividades de um processo ou seu *output* atingem uma meta específica. São sinais vitais da organização que devem interligar estratégias, recursos e processos.

Cardoza e Carpinetti (2005) e Neely *et al.* (1997) apontam algumas características do processo de medição de desempenho nos sistemas de produção enxuta. São elas: os indicadores de desempenho criados a partir das atividades que agregam valor permitem monitorar constantemente os resultados individuais de cada um dos processos e os resultados globais do fluxo de valor; os indicadores de desempenho enxuto permitem analisar e avaliar a situação atual da empresa, possibilitando, com isso, diagnosticar e direcionar as ferramentas

de melhoria contínua para as áreas que apresentam resultados insatisfatórios; e, esse sistema de indicadores determina as fontes de variação permitindo identificar e eliminar desperdícios.

Para Maskell (1999) as empresas enfrentam dilemas no período de implementação enxuta: progressos visíveis, mas que não eram identificados pelos indicadores tradicionais utilizados, como por exemplo, o custo do produto. Muitas vezes, a causa pela desistência da implementação ocorre exatamente por esse aspecto. Entretanto, Maskell (2000) alerta para alguns problemas que certamente as empresas irão enfrentar quando da implementação enxuta: (a) identificação dos benefícios financeiros obtidos com a PE; (b) melhor entendimento sobre o custo dos produtos; (c) estabelecimento de novos indicadores de desempenho; (d) necessidade de métodos contábeis simples e com poucos desperdícios; (e) um novo modo de tomar decisões; e, (f) foco em adicionar valor para o cliente.

Esse capítulo apresenta características gerais sobre o setor de autopeças e de sua importância para a economia brasileira e mundial. Apresenta, também, os princípios adotados pelos principais autores na área de PE. Define os princípios adotados para esse trabalho, assim como as práticas típicas adotadas, todas elas com ênfase na aplicação operacional das mesmas e entre elas. Analisa os métodos de avaliação de nível de implementação de PE e faz uma tabela resumo sobre componentes que devem estar presentes em métodos que avaliam aspectos ligados a PE.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Para responder a questão principal de pesquisa (como avaliar o desempenho de práticas da produção enxuta?), foi necessário um estudo, dentro de uma empresa, com o objetivo de avaliar o desempenho e analisar as situações envolvidas em uma situação real, durante o processo de implementação enxuta. O estudo de caso permite essa investigação, pois preserva as características holísticas e significativas dos acontecimentos da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Nos estudos de caso, geralmente, são utilizadas observações diretas dos acontecimentos, análise de documentos e entrevistas com as pessoas envolvidas no estudo (YIN, 2005). Outra justificativa para a adoção do estudo de caso é o fato de que, para atingir os objetivos da pesquisa, não seria necessário qualquer tipo de intervenção na empresa estudada, sendo apenas requisitada a colaboração dos membros da empresa no sentido de disponibilizar dados e tempo para entrevistas.

No estudo de caso realizado nessa dissertação utilizou-se o tipo mais comum de amostra não probabilista, denominada intencional. Nessa, o pesquisador está interessado nas opiniões e ações de determinados elementos da população, mas não representativos dela em termos estatísticos. O pesquisador se dirige a aqueles que, segundo seu entender, pela função desempenhada, cargo ocupado ou prestígio social exercem as funções necessárias à obtenção de informações que auxiliem a pesquisa (LAKATOS; MARCONI, 2003, 2002).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A Figura 16 apresenta esquematicamente o delineamento da pesquisa. Os tempos aproximados necessários para realizar cada uma das etapas foram de três meses para a elaboração da versão preliminar do método ADPPE, de seis meses para o estudo de caso e de três meses para a elaboração da versão final.

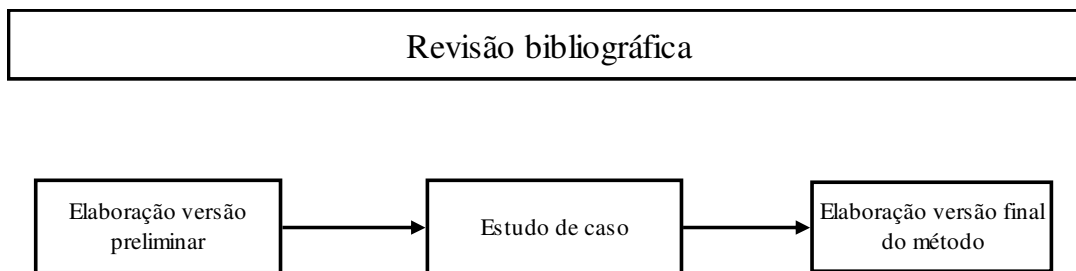


Figura 16 - Delineamento da pesquisa

A elaboração da versão preliminar do método ADPPE ocorreu com base na revisão bibliográfica, apresentada no capítulo 2, a qual permitiu o aprofundamento do conhecimento sobre o assunto. Foram pesquisados estudos clássicos acerca do assunto, sendo alguns desenvolvidos pelos próprios idealizadores do Sistema Toyota de Produção.

Na elaboração da versão preliminar do método ADPPE constavam alguns dos elementos que mais adiante foram mantidos na sua versão final, tais como: (a) a realização de entrevistas estruturadas com gerentes e operadores, tendo em vista identificar suas percepções acerca dos pontos fortes e fracos da PE na empresa, bem como compreender seu histórico de implementação; (b) o preenchimento de um *checklist* acerca de típicas práticas enxutas, o qual deveria ser preenchido por gerentes de diversas áreas; (c) a análise de indicadores de desempenho existentes na empresa e que refletissem a implementação da PE.

Com base na versão preliminar, buscou-se uma empresa para realizar um estudo de caso para testar e aperfeiçoar a mesma. Foi escolhida uma fabricante de eixos para a indústria automobilística, visto que as empresas da cadeia automotiva têm sido grandes utilizadores dos conceitos da PE (NAZARENO, 2003).

Além disso, a escolha foi facilitada tendo em vista contatos pessoais entre um dos gerentes envolvidos no estudo e professores do PPGE/PPGEP/UFRGS. Antes de iniciar o estudo de caso, foi realizada uma visita à empresa para apresentação de um plano de trabalho e um cronograma, sendo também definido quem seria o principal contato da pesquisadora na empresa. O membro da empresa designado foi o gerente do setor de manutenção, membro do grupo de trabalho que vem coordenando a implementação da produção enxuta.

Durante as visitas à empresa para aplicação da versão preliminar do método, identificou-se à necessidade de incorporação de outros elementos ao mesmo. Na versão final, a qual teve todas as suas etapas aplicadas no estudo de caso, os principais elementos incorporados foram

os seguintes: (a) análise da relação entre as metas estratégicas e a implementação enxuta na empresa; (b) avaliação de aspectos culturais e organizacionais relativos à PE por meio da avaliação do grau de aderência às normas SAE J4000 e J4001 – isso foi necessário uma vez que o *checklist* utilizado não possui itens acerca desses aspectos; e, (c) a proposição de uma classificação qualitativa de nível de desempenho operacional das práticas da produção enxuta na empresa.

3.3 ESTUDO DE CASO

3.3.1 Breve descrição da empresa, dos produtos e dos processos

A empresa que serviu de base para o estudo de caso é uma multinacional de grande porte com 1440 funcionários nas duas plantas de manufatura do Rio Grande do Sul, uma em Porto Alegre (onde foi realizado o estudo de caso) e outra na cidade de Charqueadas.

Ainda há um escritório de vendas e assistência técnica em São Paulo e dois centros de distribuição, um em Betim/MG e o outro em São José dos Pinhais/PR, buscando proximidade com os principais clientes, que são as montadoras instaladas naquelas regiões do Brasil (VW, Fiat, Ford, GM, PSA, Renault, Honda, Toyota, Daimler-Chrysler). No mercado externo, são atendidas montadoras localizadas na Argentina (Renault, Fiat, Ford, GM e Peugeot), bem como empresas fornecedoras de sub-sistemas no Uruguai, na Colômbia e na Austrália.

Por exigência dos clientes, a empresa atende às normas exigidas pelo mercado automobilístico de ISO 9001 (sistema de gestão da qualidade em ambientes de produção – *Quality Management*) e ISO14001 (normas de gestão do ambiente em ambientes de produção), QS 9000 - *Quality System* (define a essência das expectativas de qualidade da Chrysler, Ford, General Motors, dos fabricantes de veículos de transporte de carga e de outras empresas signatárias), SA 8000 - *Social Accountability* (norma internacional de avaliação da responsabilidade social que existe para empresas fornecedoras e vendedoras) e ISO/TS 16949 - *Technical Specification* (especificação técnica ISO que alinha os atuais requisitos de sistemas de qualidade automotivos com os parâmetros da indústria automobilística global). A empresa também participa ativamente de atividades promovidas pelo Programa Gaúcho de Qualidade e Produtividade (PGQP).

O produto que a empresa comercializa são as juntas homocinéticas (Figura 17), também conhecidas como semi-eixos. A função dessa peça nos carros é transmitir o torque dado pelo motor para as rodas do carro. A configuração do produto varia de cliente para cliente dependendo da aplicação. A oferta de produtos é tanto para veículos pequenos com tração dianteira, como para os mais sofisticados, com tração total. São eles: eixos homocinéticos articulados, eixos transmissores, dispositivos de detecção de torque e de velocidade, sistemas controlados eletronicamente, dispositivos de fixação selecionáveis e engrenagens.



Figura 17 - Semi-eixo homocinético

A fábrica está organizada da seguinte forma: unidade de montagem composta por onze células responsáveis pela montagem final dos eixos homocinéticos; unidade de manufatura de junta fixa, composta por sete células responsáveis pela fabricação da ponta de eixo e sub-montagem da junta fixa; unidade de manufatura de junta deslizante, com duas linhas responsáveis pela fabricação de tulipas, monoblocos, anel externo V (AEV) e HSVL e sub-montagem de juntas deslizantes; e, unidade de manufatura de componentes (*layout* por processo), responsável pela fabricação de gaiolas, tripeças, anel interno R (AIR) e anel interno V (AIV). Atualmente, 80% da área produtiva da fábrica está estruturada em células de manufatura.

3.3.2 Visão geral do método ADPPE

A Figura 18 mostra a estrutura da versão final do método ADPPE:

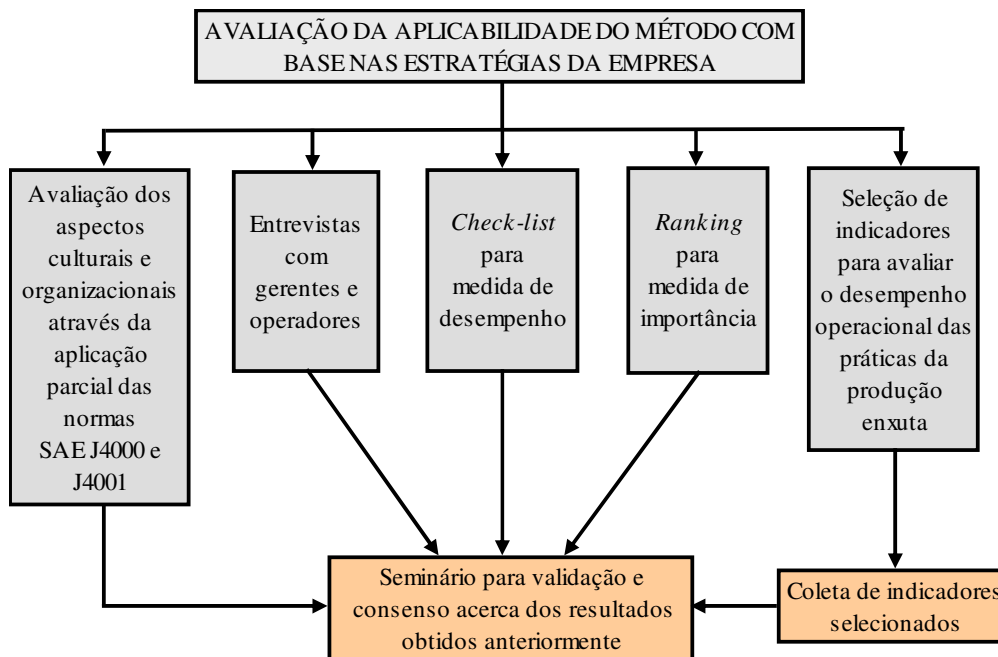


Figura 18 - Estrutura das etapas da versão final do método ADPPE

Legenda: Etapas realizadas
 Etapa não realizada

É importante ressaltar que não existe uma seqüência rígida de aplicação das etapas do método ADPPE. Entretanto, a primeira etapa do método é um pré-requisito para todas as etapas seguintes, uma vez que caso a empresa não tenha metas estratégicas consistentes com a produção enxuta a aplicação do método não faz sentido. As etapas que estão no segundo nível do método podem ser executadas simultaneamente, desde que os responsáveis pela aplicação do método tenham disponibilidade de tempo para tanto. As etapas de coleta de indicadores selecionados e a de seminário para validação e consenso dos resultados estão em outra cor porque não houve a possibilidade de realização dessas etapas.

3.3.2.1 Avaliação da aplicabilidade do método com base nas estratégias da empresa

Essa etapa tem a função de avaliar a aplicabilidade do método. Consiste na análise das estratégias da empresa em relação à mentalidade enxuta e na identificação explícita da PE como mecanismo para o atingimento das estratégias definidas pela empresa.

3.3.2.1 Avaliação dos aspectos culturais e organizacionais através da aplicação das normas SAE J4000 e J4001 (1999)

Essa etapa do método ADPPE analisa aspectos culturais e organizacionais com o objetivo de avaliar a aderência desses em relação aos princípios enxutos. A inclusão desses aspectos no método foi necessária uma vez que, conforme discutido no capítulo 2, uma empresa não se torna enxuta por meio da simples aplicação de práticas, sendo necessário que os princípios e a filosofia enxuta estejam fortemente integrados à cultura organizacional e a estrutura gerencial da empresa. Entretanto, essa análise apresenta algumas dificuldades, uma vez que a literatura ainda não define com precisão o que é uma cultura organizacional *lean*.

Deste modo, as normas SAE foram escolhidas como ferramentas de avaliação dos aspectos culturais e organizacionais pela forte característica de gestão que elas apresentam. Os elementos avaliados dizem respeito à ética e organização, aos recursos humanos, aos sistemas de informação, a organização da cadeia de clientes e fornecedores, ao produto e aos fluxos e processos. No estudo de caso, as normas foram enviadas, por *e-mail*, ao gerente de produção e ao de manutenção, visto que esses eram os que estavam mais comprometidos com a pesquisa. Idealmente, essa avaliação deveria também ser realizada pela direção da empresa.

3.3.2.2 Entrevistas com gerentes e operadores

Os objetivos desta etapa são estabelecer um panorama inicial acerca das práticas enxutas nos diversos setores da empresa, identificar percepções acerca dos pontos fortes e fracos do processo de implementação, bem como conhecer o histórico desse processo. A Figura 19 mostra a área de trabalho dos gerentes entrevistados e o tempo de atuação destes na empresa.

Embora fosse enriquecedor entrevistar gerentes de outras áreas (RH, Contabilidade, Logística) isso não foi possível por falta de disponibilidade dos mesmos para atender a pesquisadora. As entrevistas foram realizadas ao longo de um período de cinco semanas e tiveram, em média, duração de uma hora. A análise das entrevistas foi realizada a partir da identificação de palavras-chave e do número de repetições das mesmas. As entrevistas foram fundamentais para dar suporte à análise de todas as etapas do método. Os roteiros das entrevistas são apresentados no Apêndice B.

ÁREA	TEMPO EMPRESA
Vendas	15 anos
Administrativa	12 anos
PCP	12 anos
Qualidade	11 anos
Manutenção	10 anos
Compras	9 anos
Produção	3,5 anos

Figura 19 - Área de trabalho e tempo de empresa dos entrevistados

A proposta inicial do estudo de caso era entrevistar também os operadores. Entretanto, assim como ocorreu com alguns gerentes, isso não foi possível pela falta de disponibilidade dos mesmos. Essas entrevistas seriam comparadas com as percepções dos gerentes, sendo úteis para avaliar tanto as práticas enxutas quanto os aspectos culturais, principalmente.

3.3.2.3 Aplicação de um *checklist* para avaliar o desempenho operacional das práticas enxutas de acordo com a percepção dos gerentes

O *checklist* (CL) constitui uma das principais ferramentas do método ADPPE e proporciona um indicador quantitativo acerca da aderência do sistema produtivo da empresa a típicas práticas enxutas.

O CL originou-se da ferramenta desenvolvida no estudo de Ferreira (2006) para avaliação preliminar da implementação da PE. Esse autor desenvolveu o CL no contexto de um estudo para avaliação dos impactos da PE sobre as condições de trabalho. O estudo de caso foi realizado em um fabricante de máquinas agrícolas o qual, desde 2001, vem adotando a PE como filosofia de produção em nível corporativo.

No trabalho que deu origem ao CL, essa ferramenta foi preenchida pelo próprio pesquisador, de acordo com a sua percepção, com base em observações do processo produtivo e com base em entrevistas com 15 gerentes de diversas áreas. Essa abordagem é diferente da utilizada no presente trabalho, onde os participantes receberam e enviaram o CL por e-mail à pesquisadora.

O CL foi preenchido individualmente pelos gerentes responsáveis pelas seguintes áreas: manutenção, produção, vendas, compras, PCP, engenharia de produto e o gerente geral de todas as áreas. Os mesmos foram solicitados a responder de acordo com a realidade de toda a

empresa e não de setores específicos. O CL utilizado no método ADPPE utiliza as práticas que constam no Capítulo 2, de revisão bibliográfica, incluindo mais duas práticas – desenvolvimento de produto enxuto e mapeamento do fluxo de valor.

Um fragmento do CL é apresentado na Figura 20, sendo que sua apresentação integral preenchida pode ser encontrada no Apêndice C.

		MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
1	AUTONOMAÇÃO						
1.1	As máquinas são dotadas de dispositivos que detectam anormalidades (Ex.: peças defeituosas, quebra de máquina, etc.)?						
1.2	As máquinas param automaticamente quando alguma anormalidade é detectada?						
TOTAL							

Figura 20 - Fragmento do CL na seção relativa a prática de autonomia [Fonte: Ferreira (2006)]

Há seis possibilidades de avaliação: NA - não se aplica, para itens que, em virtude das características da empresa, não encontram aplicação; NE - não existe, para itens que não estão sendo aplicados, mas que, devido às características da empresa, podem ser aplicados; MFR – aplicação muito fraca; FR – aplicação fraca; FO – aplicação forte e MFO – aplicação muito forte. Para análise dos resultados, foram atribuídos pesos aos itens aplicáveis, da seguinte forma: MFR: peso 2,5; FR: peso 5,0; FO: peso 7,5; MFO: peso 10, para obtenção de uma grandeza numérica, com o objetivo de facilitar as discussões. A coluna NE e NA apresenta o número de vezes em que a prática foi considerada inexistente ou não aplicável. Onde n é o número de aplicações de cada possibilidade de MFO, FO, FR e MFR.

$$\text{Equação 4 - } \text{NOTA} = \frac{(n^{\circ}\text{MFO} \times 10 + n^{\circ}\text{FO} \times 7,5 + n^{\circ}\text{FR} \times 5,0 + n^{\circ}\text{MFR} \times 2,5)}{\Sigma n^{\circ}}$$

Outra análise feita em relação às práticas enxutas adotadas é relativa ao grau de abrangência das mesmas (Figura 21), o qual segundo Godinho Filho e Fernandes (2004) pode ser o chão-de-fábrica (CF), a cadeia de suprimentos (CS) ou outras áreas (OA), que se refere às práticas enxutas relativas às áreas de projeto, recursos humanos, contabilidade/custos, e outros. Das práticas apresentadas no *checklist*, treze têm foco no chão-de-fábrica, uma tem foco na cadeia de suprimentos e outra tem foco em outras áreas da empresa.

PRÁTICAS ENXUTAS	ABRANGÊNCIA
Autonomação	CF
Balanceamento da produção	CF
Controle de qualidade zero defeitos	CF
Desenvolvimento de produto enxuto	OA
Flexibilização da mão-de-obra	CF
Gerenciamento visual	CF
Integração da cadeia de fornecedores	CS
<i>Just-in-time</i>	CF
Manutenção produtiva total	CF
Mapeamento de fluxo de valor	CF
Melhoria contínua	CF
Nivelamento da produção	CF
Operações padronizadas	CF
Tecnologia de grupo	CF
Troca rápida de ferramentas	CF

Figura 21 - Grau de abrangência das práticas enxuta do CL

3.3.2.4 Elaboração de um *ranking* para avaliar a importância estratégica das práticas enxutas de acordo com a percepção dos gerentes

A elaboração de um *ranking* de importância das práticas que constam no CL se fez necessária para relativizar o desempenho atribuído a elas. No estudo de caso, a lista com as quinze práticas foi enviada, por e-mail, a cada um dos sete gerentes entrevistados. Eles deveriam distribuir um total de 1000 pontos entre as práticas, de acordo com a importância que essas apresentavam para a empresa, conforme fragmento na Figura 22, e Figura na íntegra no Apêndice D. De forma a manter uma mesma escala para as avaliações de desempenho e importância, os resultados dessa última avaliação foram posteriormente divididos por 10. Com base nas respostas de três gerentes (geral, produção e manutenção) elaborou-se o *ranking* de importância por meio do cálculo de médias para cada prática. O tempo necessário para esta etapa foi de duas semanas.

FAVOR PREENCHER A COLUNA AO LADO DE CADA PRÁTICA DE ACORDO COM O GRAU DE IMPORTÂNCIA DA MESMA (PESO)	
Autonomação	
Balanceamento da produção	
SOMA TOTAL MÁXIMA EM PONTOS	1000

Figura 22 - Fragmento do *ranking* para determinação de importância das práticas do CL

A Figura 23 foi adotada como modelo para apresentar os resultados do CL e do *ranking* das práticas enxutas, sendo que a quarta coluna à direita representa a diferença entre as posições atribuídas para desempenho e importância, facilitando a visualização de quais práticas

apresentam maiores discrepâncias entre os critérios analisados. A análise qualitativa desta etapa também levou em conta a comparação entre as importâncias atribuídas pelos gerentes e o fato de que Monden (1997) e Ohno (1997) consideram o *just-in-time* e a automação como os pilares da produção enxuta. Atenção especial também foi dedicada à importância atribuída às práticas associadas à obtenção da estabilidade básica.

PRÁTICAS ENXUTAS	Desempenho	Importância	Diferença	Desvio Padrão	Coefficiente de variação
Automação					
Balanceamento da produção					
Controle de qualidade zero defeitos					

Figura 23 - Fragmento do quadro de relação entre o desempenho e a importância das práticas

Foi realizado seminário para validação e consenso dos resultados das entrevistas, do CL e do *ranking*. Houve a participação dos gerentes: geral, de manutenção, de produção e de um novo gerente que estava chegando à empresa há pouco tempo e que tinha interesse de assistir aos resultados e participar do debate, juntamente com a pesquisadora, um bolsista e o orientador.

3.3.2.6 Seleção de indicadores para avaliar o desempenho operacional das práticas da produção enxuta

Esta etapa do método ADPPE compreende a seleção de indicadores de desempenho para complementar a análise realizada por meio do *checklist*. A proposta do método é que, para cada uma das práticas definidas no CL, seja identificado ao menos um indicador representativo do desempenho da referida prática.

Conforme objetivo específico determinado no primeiro capítulo, uma matriz de indicadores foi elaborada pela pesquisadora, com base nos indicadores propostos nos estudos de Sánchez e Pérez (2001) e de Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005), bem como na análise dos indicadores já existentes na empresa (Figura 24). A matriz completa com as práticas enxutas e os indicadores está no Apêndice E, que apresenta uma lista de 100 indicadores de referência.

PRÁTICAS		INDICADOR EM NÍVEL	INDICADOR EM NÍVEL
----------	--	--------------------	--------------------

	*	OPERA- CIONAL	GERENCIAL
1. Autonomia			
1. Percentual de máquinas com dispositivos que detectam anormalidades	>	X	
2. Percentual de máquinas que param automaticamente toda vez que detectam anormalidades	>	X	
3. Percentual de funcionários com autonomia para parar a máquina quando detectada alguma anormalidades	>	X	X

Figura 24 - Fragmento da matriz de relação das práticas do CL e indicadores de desempenho

Idealmente deveria ter havido o envolvimento dos representantes da empresa na escolha dos indicadores. Não foi possível coletar resultados desses indicadores na empresa em função do desejo da empresa em manter sigilo acerca desses dados. Os passos seguidos para seleção desses indicadores foram:

- 1º - Fazer o levantamento dos indicadores utilizados pela empresa;
- 2º - Montar uma matriz de associação entre esses indicadores e as práticas;
- 3º - Analisar quais as associações fortes e fracas existentes entre indicadores e práticas;
- 4º - Buscar na matriz de referência os indicadores que tenham forte associação com as práticas implementadas;
- 5º - As práticas devem ter pelo menos um indicador de nível operacional e um de nível gerencial que represente o desempenho das mesmas;
- 6º - Os indicadores escolhidos devem atender aos aspectos de clareza, objetividade e facilidade de aplicação.

3.3.2.5 Coleta de indicadores selecionados

Essa etapa do método envolve a coleta das informações necessárias para o cálculo dos indicadores selecionados na etapa anterior. Embora essa etapa seja fundamental para complementar a análise com ênfase qualitativa realizada nas etapas anteriores, a mesma não foi realizada no estudo de caso.

3.3.2.8 Seminário para validação e consenso acerca dos resultados

De posse dos resultados da aplicação das normas SAE J4000 e J4001, das entrevistas, bem como da tabulação dos resultados de desempenho e importância das práticas do CL e da seleção e coleta de indicadores, a realização de um seminário se faz necessária para discussão desses resultados. A proposta do método ADPPE é que nesse seminário se chegue a um consenso acerca dos resultados levantados até o momento e de que, se necessário, sejam direcionados esforços para elementos apontados na discussão. Essa etapa também não foi realizada no estudo de caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo trata dos resultados obtidos através da aplicação do método ADPPE. A apresentação é feita conforme a estrutura do método de pesquisa apresentada no capítulo anterior

4.1 AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO MÉTODO ADPPE COM BASE NAS ESTRATÉGIAS DA EMPRESA

A missão da empresa estudada é expressa da seguinte forma: *...projetar e produzir produtos para a indústria automobilística com o melhor nível de serviço aos clientes. Fazendo isto, criaremos valor para acionistas e clientes.*

Já os valores propagados pela empresa são os seguintes:

1. Clientes e qualidade: fornecer produtos e serviços excelentes para superar as expectativas dos clientes; ser o melhor da classe em termos de valor, através da qualidade, tecnologia, rapidez, desempenho e inovação; convidar os fornecedores para ser parte integrante da capacidade da empresa em servir os clientes.
2. Empresa e inovação: incentivar o espírito de grupo na empresa; desenvolver vantagens por gerenciar riscos, sendo inovador e tendo iniciativa; agir com rapidez nos assuntos referentes a processos.
3. Pessoas: inspirar desempenho excelente, em grupos ou em indivíduos, e reconhecer e, de forma correta, premiar quando atingido; encorajar os empregados no uso de seu potencial para benefício próprio e da empresa; incentivar individualmente ou em grupo uma cultura de *empowerment* e de responsabilidade; dividir conhecimento e melhores práticas para estimular a criação de novas oportunidades de negócios; proporcionar igual oportunidade independente de sexo, orientação sexual, incapacidade, religião ou etnia; fornecer um ambiente de trabalho seguro.
4. Comunidade, ambiente e ética empresarial: agir com integridade o tempo todo, cumprir a legislação aplicada em qualquer lugar onde a empresa opera; manter padrão de bom

controle da corporação; desempenhar papel de salvaguardar o ambiente; contribuir positivamente com as comunidades nas quais a empresa opera.

A partir de 2002, foi iniciado, dentro da empresa, um projeto de implementação da filosofia *lean*. As linhas de trabalho deste projeto englobavam reforma de máquinas, aumento de capacidade de alguns equipamentos, análise de viabilidade de automação de equipamentos, melhorias nos processos, tempos de ciclo e leiaute. Em 2004, a produção enxuta foi adotada como um padrão mundial, pré-definido pela matriz do exterior, para todo o seu grupo.

De acordo com o que foi exposto, percebe-se que os princípios de Womack e Jones (2004), adotados nesse estudo, podem contribuir para que a missão e valores da empresa sejam disseminados. O princípio de valor está presente nos aspectos que dizem respeito à criação de valor para o cliente e ao atendimento às suas expectativas.

O princípio de fluxo de valor, que se refere à extensão do princípio de valor ao longo da cadeia de suprimentos, está caracterizado pela atenção despendida, pela empresa, ao desempenho e a integração com seus fornecedores e clientes. O princípio da perfeição está caracterizado pela busca incessante da empresa em alcançar a excelência. Já os princípios de fluxo e de puxar não são explícitos na missão e valores.

As metas estratégicas da empresa até o ano de 2010 também foram identificadas, sendo as seguintes: (a) ampliar liderança e conquistar aumento de 25% dos pedidos de mercado; (b) em relação à qualidade, obter zero PPM, 100% na qualidade do serviço fornecido e obter premiações de reconhecimento de qualidade de todos os clientes; (c) comportamento com integridade, avaliado por meio de pesquisas de satisfação dos funcionários, rotatividade da mão-de-obra e tempo de recrutamento; (d) proteção ao meio ambiente e utilização de recursos; (e) duplicar OPIC (*overseas private investment corporation*) de forma sustentável até 2010; (f) meta de 0% para os indicadores AFR, ASR e SIR (*accident frequency rate, accident severity rate and severity incident rate*). Não foram disponibilizadas à pesquisadora informações acerca dos meios utilizados para a obtenção dessas metas.

Apesar da PE não aparecer de forma explícita na missão e valores da empresa, assim como também não nas metas estratégicas, a aplicabilidade do método é possível uma vez que, conforme citado, a PE foi recentemente adotada como filosofia de produção por iniciativa da

matriz do exterior. Entretanto, uma possível limitação para que a PE seja de fato aprofundada na empresa, diz respeito ao fato de que até o momento ela não possui concorrentes no seu segmento de mercado no Brasil, o que acaba reduzindo as pressões por melhorias.

4.2 AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS CULTURAIS E ORGANIZACIONAIS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS NORMAS SAE J4000 E J4001 (1999)

De posse dos resultados da percepção de dois gerentes, foi feita uma reunião para discussão dos resultados. Os pontos considerados divergentes entre eles foram discutidos e argumentados, possibilitando um resultado final de consenso, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da aplicação das normas SAE J4001 (1999)

GERENTES	NÍVEIS			
	L0	L1	L2	L3
	O componente não está completamente implementado ou existem grandes inconsistências na sua implementação	O componente está implementado, mas existem pequenas inconsistências em sua implementação	O componente está implementado e com resultados efetivos	O componente está efetivamente implementado e apresentou melhorias de resultados durante o último ano
Percentagem	15%	42%	42%	0%

A Figura 25 mostra os pontos fortes e os pontos fracos mais importantes, de cada elemento, que foram percebidos pelos gerentes participantes da pesquisa, na avaliação das normas SAE J4001 (1999).

A análise dessa Figura, em que pesem o caráter subjetivo das questões e o fato das respostas terem sido dadas por gerentes envolvidos na implementação, indica que dentro de cada elemento avaliado, a cultura enxuta ainda não apresenta uniformidade de implementação. Isso fica claro, por exemplo, na avaliação do item 2 (pessoas).

ELEMENTO	PONTOS FORTES – NÍVEL 2	PONTOS FRACOS – NÍVEL 1	PONTOS MUITO FRACOS – NÍVEL 0
1. Ética e organização	<ul style="list-style-type: none"> - A ferramenta básica para atingir objetivos estratégicos é a melhoria contínua - Clima organizacional não punitivo, orientado por resultados e focado 	<ul style="list-style-type: none"> - As metas e objetivos são claramente definidos e comunicados a todos os membros da organização - A alta gerência deve envolver-se direta e constantemente com o 	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de incentivo são utilizados para recompensar os progressos obtidos

	nos processos	pessoal responsável pelas práticas do programa	
2. Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> - O treinamento deve incluir as ferramentas e modelos do programa e os indicadores de desempenho para sua avaliação, em todos os níveis da organização - A gerência não deve se sobrepor às decisões e ações das equipes, dentro de suas responsabilidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Devem ser providos recursos e tempo adequado para treinamento - A organização deve estruturar-se segundo a lógica do fluxo de valor, ao longo do negócio 	
3. Sistema de informação	<ul style="list-style-type: none"> - Informações e dados operacionais devem ser disponibilizados aos membros da organização - A coleta e utilização dos dados e informações são de responsabilidade das pessoas diretamente envolvidas 		<ul style="list-style-type: none"> - O conhecimento deve ser compartilhado por todos - O sistema operacional financeiro deve estar estruturado para apresentar os resultados e progressos do programa
4. Organização cadeia/fornecedor		<ul style="list-style-type: none"> - Clientes e fornecedores devem participar dos processos de desenvolvimento de produtos/processos/projetos desde suas fases iniciais - Devem existir benefícios mútuos para que clientes e fornecedores trabalhem em grupo, na busca por melhorias de desempenho e redução de custos 	
5. Produto	<ul style="list-style-type: none"> - Custo, desempenho e especificações dos atributos envolvidos nos produtos e processos devem ser claros, possíveis de serem medidos e devem estar definidos em acordo com todas as partes envolvidas - Deve-se garantir acesso ao conhecimento disponível e compartilhar informações durante as atividades das equipes de produto/processos/projetos 	<ul style="list-style-type: none"> - O projeto do produto e o desenvolvimento dos processos devem ser realizados pelas equipes de trabalho, com representantes de todas as partes envolvidas - O projeto do produto e o desenvolvimento dos processos devem ser conduzidos de acordo com o ciclo de vida do produto, e os princípios de DFM / DFA e consistentes com o programa <i>Lean</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - O <i>lead time</i> para desenvolvimento de processos e projeto de produtos deve ser constantemente avaliado e mostrar-se continuamente sendo reduzido
ELEMENTO	PONTOS FORTES – NÍVEL 2	PONTOS FRACOS – NÍVEL 1	PONTOS MUITO FRACOS – NÍVEL 0
6. Fluxo e processo	<ul style="list-style-type: none"> - O local de trabalho deve ser limpo, bem organizado e regularmente auditado, em relação ao padrão definido pela prática do 5S - A manutenção preventiva deve ser utilizada, com atividades 	<ul style="list-style-type: none"> - Ações preventivas, usando metodologias estruturadas para solução de problemas, são realizadas e documentadas, sempre quando ocorrerem não conformidades - O arranjo físico dos 	<ul style="list-style-type: none"> - O fluxo de valor é mapeado e os produtos são fisicamente separados, de acordo com os roteiros de fabricação e o seu fluxo de processo - O fluxo produtivo se

	de manutenção prescritas, conduzidas com frequência planejada, e para todos os equipamentos	equipamentos deve requerer fluxo sincronizado e contínuo de material, contínuos esforços para redução das distâncias percorridas pelos produtos e melhorias de fluxo	inicia somente a partir da emissão da ordem de fabricação; o processo ocorre pelo <i>takt-time</i> , em quantidades unitárias e de acordo com a solicitação dos clientes
--	---	--	--

Figura 25 - Resultado de pontos fortes e fracos percebidos pela aplicação das normas SAE J4001 (1999)

Embora o conteúdo dos treinamentos preze pela incorporação de princípios e ferramentas *lean*, os respondentes indicaram que não há recursos e tempo adequado para treinamento. Deste modo, aparentemente as intenções de avanço em direção a uma cultura *lean* estão claras, porém ainda estão longe de serem amplamente colocadas em prática. Em reforço a essa percepção, diversos itens com estreita relação com o nível operacional (por exemplo, produção com base no *takt-time*, controle de *lead times* e mapeamento de fluxo de valor) apresentaram desempenho fraco ou muito fraco. Em parte, tais deficiências podem ser devidas ao fato da filosofia *lean* ser uma iniciativa recente. Contudo, outro forte motivo parece estar ligado ao pouco envolvimento da alta gerência, conforme indicado na Figura anterior.

4.3 ENTREVISTAS COM GERENTES

A Figura 26 mostra o resumo das entrevistas realizadas, os pontos fortes, fracos e as metas apontadas pelos gerentes entrevistados, com os resultados que obtiveram consenso.

Cabe ressaltar que alguns itens foram relatados tanto na relação dos pontos fortes como dos pontos fracos (Figura 27). Isso pode ser decorrência das diferentes percepções dos entrevistados sobre um mesmo tema. Por exemplo, a melhora no desempenho das entregas e a qualidade são vistas como pontos fortes pelo gerente da qualidade, porém na percepção de outros gerentes (vendas, produção e administrativo) esse ainda é um ponto sensível dentro da empresa. Em particular, esses outros gerentes entendem que, embora tenha havido um aumento significativo de contratos de qualidade assegurada com fornecedores, a empresa deseja que esse número aumente.

RESULTADOS DAS ENTREVISTAS		
PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS	METAS FUTURAS
<ul style="list-style-type: none"> a utilização do mapeamento de fluxo de valor, que deu visibilidade às ineficiências; a realização de eventos <i>kaizen</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> a resistência à mudança; o descrédito dos operadores em relação à PE; a falta de trabalho sinérgico entre as áreas; descomprometimento da gerência; faltam recursos financeiros para implementar as iniciativas enxutas; a falta de flexibilidade para se adequar às variações da demanda; a existência de estoques altos entre os processos; o elevado tempo de <i>setup</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> manter a eficiência de 85%; manter mercados brasileiros e internacionais; foco no trabalho, envolvendo treinamento de pessoal; <i>lean office</i>; maioria dos fornecedores com qualidade assegurada. manutenção – 2% do tempo total de eficiência de máquinas; a busca por resultados sustentáveis; mudança cultural; mudanças nos métodos de trabalho; integração sistêmica; rotina da qualidade;

Figura 26 - Resultados das entrevistas com gerentes da empresa (assuntos em que houve consenso entre os entrevistados).

RESULTADOS DAS ENTREVISTAS	
PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
<ul style="list-style-type: none"> o atingimento da meta de eficiência de máquinas (85%), que tinha um prazo estipulado de dois anos para sua obtenção; a melhoria no desempenho de entrega, que é em parte decorrente da melhoria na eficiência; a melhoria da qualidade; a melhoria contínua com os fornecedores. 	<ul style="list-style-type: none"> má qualidade em alguns produtos; número reduzido de contratos de qualidade assegurada com fornecedores; o fraco desempenho em termos de cumprimento do prazo das entregas; a pouca confiabilidade das máquinas;

Figura 27 - Resultados das entrevistas com gerentes da empresa (assuntos em que não houve consenso entre os entrevistados).

Além disso, uma tendência crítica maior foi observada em relação às questões referentes à área específica de cada um. Assim, o gerente responsável pela qualidade, por exemplo, foi muito mais rigoroso nas questões relativas à qualidade do que os gerentes das outras áreas.

Algumas justificativas para os pontos fracos foram esclarecidas durante as entrevistas. Por exemplo, o descrédito dos operadores em relação a PE é devido ao grande número de programas de melhorias que ocorreram no decorrer dos últimos 20 anos e que não prosseguiram na sua implementação e nem atingiram os resultados prometidos. Em relação à eficiência das máquinas, embora a maioria tenha atingido os 85% planejados, ainda há insatisfação a esse respeito em função do recebimento de várias máquinas antigas de uma planta dos EUA. Tais máquinas têm estado de conservação precário, o que tem

sobrecarregado os operadores de manutenção e impedido que a meta de eficiência seja atingida nas mesmas.

Quanto às metas futuras, definidas pelos entrevistados, percebe-se a preocupação de assegurar os resultados obtidos até o momento, buscar incessantemente os resultados almejados e trazer para a empresa uma visão sistêmica entre as áreas.

4.4 APLICAÇÃO DO *CHECKLIST* PARA AVALIAR DESEMPENHO OPERACIONAL E ELABORAÇÃO DO *RANKING* DE IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DAS PRÁTICAS ENXUTAS

Essas duas etapas são discutidas em conjunto devido a necessidade de analisar o resultado do desempenho e da importância atribuída às práticas da PE. A Figura 30 apresenta os resultados do *checklist* e do *ranking*, considerando as médias das percepções dos gerentes.

Na Tabela 2, as diferenças que apresentam sinal negativo correspondem às práticas em que o desempenho percebido é maior do que a importância atribuída. Já nas diferenças positivas, a importância atribuída é superior ao desempenho percebido. O desvio padrão e o coeficiente de variação de cada prática foram calculados de acordo com a nota atribuída ao desempenho das mesmas. As práticas que apresentaram maiores variabilidades nas notas foram às práticas de Nivelamento da produção e a Integração com a cadeia de fornecedores.

As diferenças existentes entre as posições em termos de desempenho e importância de cada prática, de acordo com o *checklist* e o *ranking* elaborado pelos gerentes, são apresentadas na Tabela 2:

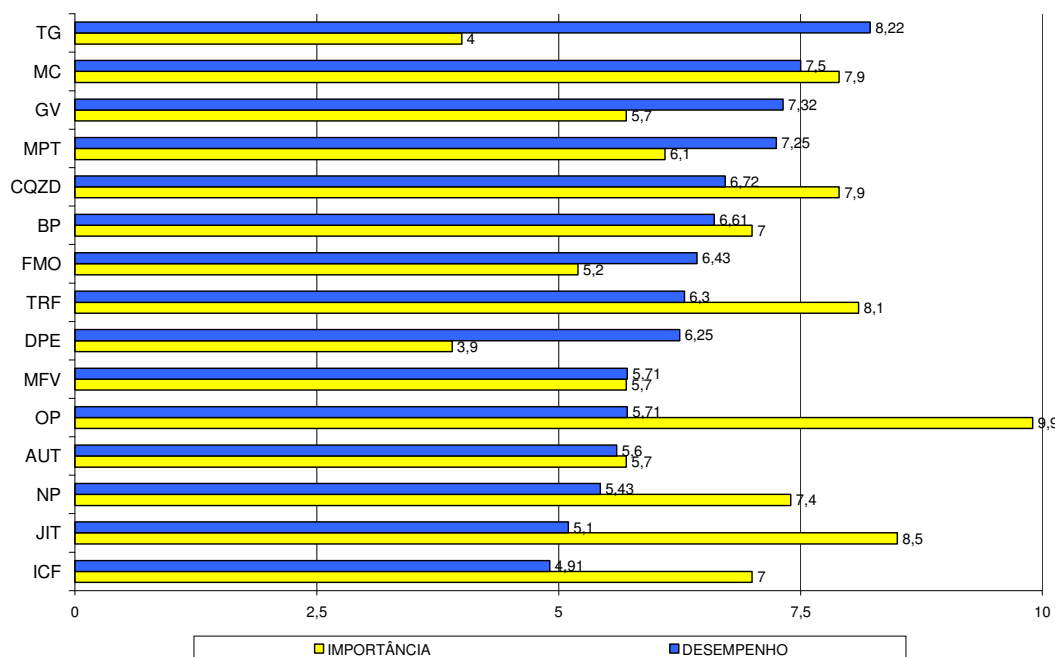


Figura 28 - Relação entre o desempenho e a importância das práticas enxutas do CL

Legenda: TG – Tecnologia de grupo; MC – Melhoria contínua; GV – Gerenciamento visual; MPT – Manutenção produtiva total; CQZD – Controle de qualidade zero defeitos; BP – Balanceamento da produção; FMO – Flexibilização da mão-de-obra; TRF – Troca rápida de ferramentas; DPE – Desenvolvimento de produto enxuto; MFV – Mapeamento do fluxo de valor; OP – Operações padronizadas; AUT – Autonomia; NP – Nivelamento da produção; JIT – *Just-in-time*; ICF – Integração da cadeia de fornecedores.

As práticas que podem dar sustentação à estabilidade básica, demonstraram uma atribuição de importância bastante significativa para os gerentes: a Padronização das operações ficou em 1º lugar, a Troca rápida de ferramentas em 3º, o Controle de qualidade zero defeitos em 4º, a Integração da cadeia de fornecedores em 6º, a Manutenção produtiva total em 7º, o Gerenciamento visual em 8º e a Flexibilização da mão-de-obra em 9º lugar.

Os resultados dos desempenhos apresentados são coerentes com os indicativos de que a estabilidade básica ainda foi atingida, visto que esta viabilizaria a implementação do JIT e da autonomia. As práticas indicadas como necessárias à estabilidade básica precisam ser focadas e trabalhadas com ênfase para que o processo de implementação enxuta possa ser aprofundado.

Tabela 2- Posições relativas em termos de desempenho e importância das práticas do CL

PRÁTICAS ENXUTAS	Desempenho	Importância	Diferença	Desvio Padrão	Coefficiente de variação
Tecnologia de grupo	1°	10°	-9	0,95	11,61
*Gerenciamento visual	3°	8°	-5	1,65	22,51
*Manutenção produtiva total	4°	7°	-3	1,23	16,98
Desenvolvimento de produto enxuto	9°	11°	-2	1,44	23,09
*Flexibilização da mão-de-obra	7°	9°	-2	1,15	17,87
Melhoria contínua	2°	4°	-2	0,68	9,05
Balanceamento da produção	6°	6°	0	1,19	18,00
*Controle de qualidade zero defeitos	5°	4°	1	0,76	11,35
Mapeamento do fluxo de valor	10°	8°	2	1,22	21,35
Autonomação	11°	8°	3	1,91	34,10
*Troca rápida de ferramenta	8°	3°	5	1,96	31,06
Nivelamento da produção	12°	5°	7	3,31	60,96
*Integração da cadeia de fornecedores	14°	6°	8	2,83	57,61
*Operações padronizadas	10°	1°	10	2,04	35,67
<i>Just-in-time</i>	13°	2°	11	1,76	34,55

Nota: * Práticas associadas à estabilidade básica

Na Tabela 3, está a representação percentual das notas atribuídas pelos gerentes a as práticas do CL (são 581 respostas no total). No Apêndice C é apresentada a distribuição percentual das notas atribuídas para cada elemento do CL

Tabela 3 - Tabela de resultados do desempenho dos elementos das práticas enxutas do CL

	MFO NOTAS > 7,6	FO - NOTAS ENTRE 7,5 e 5,1	FR - NOTAS ENTRE 5,0 e 2,6	MFR NOTAS < 2,5	NE	NA
PERCENTUAL DOS ELEMENTOS DAS PRÁTICAS	14,3%	42,5%	25,1%	13,6%	3,3%	1,2%

Para melhor compreensão da Figura 28 e da Tabela 2, a partir do item 4.4.1 até o 4.4.15, são discutidos os resultados individuais em relação a cada prática.

4.4.1 Autonomação

A prática de autonomação obteve um desempenho de 5,6 (11° em desempenho e 8° em importância). Apesar dessa nota pertencer a um desempenho forte, de acordo com os pesos

determinados pelo CL, considera-se que, por ser essa uma das práticas consideradas pilar na estrutura da produção enxuta, ela deveria ser percebida tanto como sendo uma prática de maior importância quanto apresentar um desempenho superior. Além disso, o fato de grande parte do processo produtivo ser composto por operações de usinagem (há centenas de máquinas na empresa com essa finalidade), reforça a necessidade e aplicabilidade do conceito de autonomia. Esse conceito também ainda não era claro para um dos gerentes entrevistados, que confundiu o mesmo com o conceito de automação.

4.4.2 Balanceamento da produção

A prática de balanceamento da produção obteve um desempenho referente a 6,61 (6º em desempenho e 6º em importância). Nesse caso, o equilíbrio apresentado entre esses fatores representa boa implementação da prática. Na prática de balanceamento da produção, o CL é composto por dois elementos que se referem ao balanceamento dos tempos de ciclo entre os postos de trabalho e entre as linhas ou células.

4.4.3 Controle de qualidade zero defeitos

A prática de controle de qualidade zero defeitos obteve um desempenho de 6,72 pontos (5º em desempenho e 4º em importância). O CQZD é entendido nessa dissertação como uma das práticas que possibilita a estabilidade básica para a previsibilidade e a disponibilidade de um dos 4 Ms – os materiais. Segundo os entrevistados, essa prática vem sendo implementada na empresa desde a década de 80.

Elementos do CL que apresentaram fraco desempenho dentro dessa prática referem-se à identificação e o controle das causas-raiz dos problemas e ao índice de retrabalho fora da linha. Além disso, observações no chão-de-fábrica e conversas informais com operadores indicaram que ainda é muito freqüente a necessidade de inspeções manuais feitas em 100% dos itens em seguida ao processamento. Embora isso contribua para a qualidade, inspeções são atividades que não agregam valor e que, na medida do possível, deveriam ser realizadas por meio de *poka-yokes* incorporados às máquinas.

4.4.4 Desenvolvimento de produto enxuto

A prática de desenvolvimento de produto enxuto obteve um desempenho de 6,25 pontos (9º em desempenho e 11º em importância). Dentro dessa prática, apresentaram bom desempenho os elementos referentes à simplificação do projeto para redução de tempo e custo nas operações de montagem e a utilização de componentes e métodos padronizados. Entretanto, é importante ressaltar que a maioria dos projetos de produtos é desenvolvida na matriz inglesa, o que pode justificar a pouca importância atribuída a essa prática. Um dos gerentes salientou a necessidade de que o desenvolvimento de produtos fosse realizado também na planta estudada, o que resultaria em maior padronização e redução de custos, assim como facilitaria o envolvimento de outras áreas.

4.4.5 Flexibilização da mão-de-obra

A prática de flexibilização da mão-de-obra obteve um desempenho de 6,43 pontos. (7º em desempenho e 9º em importância). A diferença entre esses fatores é relativamente baixa, mas demonstra que para a previsibilidade e disponibilidade do elemento mão-de-obra, para a estabilidade básica, essa prática precisa melhorar bastante

Os elementos de multifuncionalidade do tipo operação de múltiplas máquinas e de múltiplos processos apresentaram bom desempenho. O elemento percebido com desempenho fraco (nota 5,0) se refere ao índice de operadores multifuncionais (0 – 25%). Esse baixo índice implica em dificuldades para realocação da mão-de-obra em função de variações de demanda e limita a possibilidade de trabalho em equipe.

4.4.6 Gerenciamento visual

A prática de gerenciamento visual obteve um desempenho de 7,32 pontos (3º em desempenho e 8º em importância). Essa diferença maior entre esses fatores pode ser atribuída ao fato de existir uma boa implementação da prática de gerenciamento visual, o que acaba sendo percebido como menos preocupante ou menos importante para os gerentes, frente a outras implementações mais inconsistentes. Essa boa implementação permite uma boa possibilidade de estabilidade básica para um outro elemento dos 4 Ms – o método.

Percebe-se que os seis elementos que analisam essa prática indicam forte desempenho. Esses elementos referem-se à visibilidade e compreensão do fluxo do início ao fim do processo, a existência de sinais, controles, garantias e indicadores visuais bem disseminados, bem como a utilização do 5S.

4.4.7 Integração da cadeia de fornecedores

A prática de integração da cadeia de fornecedores obteve um desempenho de 4,91 pontos (14º em desempenho e 6º em importância). De acordo com as entrevistas realizadas a prática de integração da cadeia de fornecedores encontra-se em fase de expansão. Ainda é reduzido o número de fornecedores que trabalham com qualidade assegurada e que possuem processos produtivos enxutos. Segundo um dos gerentes, que inclusive considera essa uma das metas da empresa, é necessário aumentar o número de parcerias e de integrações com os fornecedores da empresa.

Pontos sensíveis dessa prática são as entregas de pequenos lotes e em períodos mais curtos e os dispositivos para puxar entregas dos fornecedores externos (cartões *kanban*). A prática de integração da cadeia de fornecedores ajuda de maneira significativa na obtenção de estabilidade básica para os materiais.

4.4.8 *Just-in-time*

A prática de *just-in-time* obteve um desempenho de 5,1 pontos (13º em desempenho e 2º em importância). A diferença entre esses fatores pode ser decorrente de um maior conhecimento, dentre o grupo de respondentes, da prática JIT. Outra observação pertinente é que, justamente as práticas consideradas os pilares da PE obtiveram desempenhos muito ruins. O desempenho dessa prática só não foi pior do que a prática de integração da cadeia de fornecedores. Esse fato demonstra que para a implementação do JIT é necessária maior estabilidade nos 4Ms, para que a produção faça as unidades necessárias, na quantidade e no tempo necessário. Se essa prática ainda apresenta inconsistências em sua implementação isso significa que ainda existem muitas perdas no processo produtivo da empresa.

Percebe-se que os elementos que indicam forte desempenho tratam do conhecimento do *lead time* de produção de cada produto e o conhecimento e a padronização dos tempos de ciclo de todos os postos, linhas ou células.

A prática de *just-in-time* obteve 6 elementos do *checklist* com resultado NA (não se aplica) e 12 elementos com resultado NE (não existe). Foi a única prática que apresentou essas possibilidades de resposta e que pode justificar, em parte, o desempenho ruim da mesma.

Os elementos que obtiveram NA (em virtude das características da empresa não encontram aplicação) são, em linhas gerais e com igual importância, os elementos que se referem ao planejamento de produtos que devem ser mantidos em estoque de produtos acabados e dos que devem ser produzidos apenas sob encomenda e os que se referem ao *kanban* (uso, informações, painéis porta-*kanbans*, produção de acordo com indicação de *kanban*, redução do número de *kanbans*).

Os elementos que obtiveram NE (não são aplicados, mas de acordo com as características da empresa podem ser aplicados) são, em linhas gerais e por ordem de importância, os elementos que se referem ao *kanban*, quanto à redução do número, existência de painéis porta-*kanbans*, produção puxada, prioridade de produção, informações e tempos de ciclo das linhas ou células menores ou iguais que os respectivos *takt-times*.

4.4.9 Manutenção produtiva total

A prática de manutenção produtiva total obteve um desempenho de 7,25 pontos (4º em desempenho e 7º em importância). A diferença existente entre esses fatores pode ser justificada uma vez que essa prática apresenta um período de implementação, na empresa, maior do que outras práticas (desde a década de 80).

Percebe-se que o elemento que indica um desempenho forte trata da utilização da manutenção preventiva ao invés da corretiva. Os elementos que indicam fraco desempenho são os elementos que tratam da existência de manutenção sistêmica (baseada em dados estatísticos sobre quebras) e da existência de manutenção preditiva e autônoma. Os funcionários, embora treinados para detectar anormalidades, ainda estão aquém das necessidades de manutenção autônoma requeridas pelos processos produtivos da empresa. Outro fator importante é que

essa prática é importante para a obtenção da estabilidade básica do elemento máquina dos 4 Ms.

4.4.10 Mapeamento de fluxo de valor

A prática de mapeamento de fluxo de valor obteve um desempenho de 5,71 pontos (10º em desempenho e 8º em importância). Percebe-se que o único elemento do CL analisado apresenta fraco desempenho. Esse elemento refere-se à periodicidade de realização do mapeamento do fluxo de valor e à atualização dos mapas do estado atual e do estado futuro. Esse fato pode ser justificado uma vez que essa prática já foi utilizada na empresa. Atualmente, as áreas administrativas estão sendo mapeadas, mas percebe-se que a prática não está sendo bem utilizada uma vez que, segundo Rother e Shook (1999), há a necessidade de periodicidade e de atualizações nos mapeamentos, para a análise constante de processos de agregação de valor.

4.4.11 Melhoria contínua

A prática de melhoria contínua obteve um desempenho de 7,5 pontos (2º em desempenho e 4º em importância). Percebe-se que na percepção dos gerentes os fatores de desempenho e importância estão com uma boa implementação. Isso pode se justificar pelos acontecimentos recentes e contínuos de eventos *kaizen* por toda a empresa.

Os três elementos do CL que avaliam essa prática indicam forte desempenho. O elemento que trata da padronização das melhorias realizadas, chega a apresentar uma leve tendência ao fraco. Os elementos referentes à existência de atividades em pequenos grupos e da periodicidade na ocorrência de *kaizens workshops* apresentam bom desempenho.

4.4.12 Nivelamento da produção

A prática de nivelamento da produção obteve um desempenho de 5,43 pontos (12º em desempenho e 5º em importância). Os elementos que indicam um desempenho forte referem-se à existência de programação semanal nivelada de produção e ao nivelamento tanto das quantidades quanto dos tipos de produtos.

4.4.13 Operações padronizadas

A prática de operações padronizadas obteve um desempenho de 5,71 pontos (10º em desempenho e 1º em importância). Percebe-se um desempenho muito fraco e uma forte importância na percepção dos gerentes, principalmente, devido ao caráter produtivo do setor metal-mecânico. O que pode ser considerado nesse resultado é a declaração de um dos gerentes que relatou que embora as operações sejam padronizadas e todos os equipamentos possuam suas rotinas de operação-padrão nem sempre estas são preenchidas diariamente e a cada turno pelos operadores. Acaba que possíveis melhorias feitas não são registradas, não são passadas aos outros operadores e, muitas vezes, cada operador acaba executando a mesma tarefa de diferentes maneiras.

Percebe-se que o elemento com desempenho forte se refere à existência de folhas de operação-padrão. Os outros elementos indicam fraco desempenho e tratam da existência de rotinas-padrão para todas as atividades a serem executadas, aos itens que constam nas folhas de operação-padrão, na revisão periódica das mesmas e na definição de um nível mínimo de estoque em processamento (quantidade-padrão) em cada posto. Segundo Imai (1996) a exposição dos padrões junto aos postos de trabalho dá idéia de transparência da empresa.

A prática de operações padronizadas contribui tanto para a estabilidade básica da mão-de-obra como para os métodos. Portanto, a estabilidade básica para esses elementos é comprometida em função desses resultados.

4.4.14 Tecnologia de grupo

A prática de tecnologia de grupo obteve um desempenho de 8,22 pontos (1º em desempenho e 10º em importância). Percebe-se um desempenho forte e uma fraca importância. Percebe-se que o bom desempenho dessa prática é pelo tempo de implementação da mesma e a disseminação desse conceito por toda a empresa.

O único elemento que indica um fraco desempenho é referente à existência de fluxo unitário de peças entre os postos de trabalho. Esse item ainda não foi obtido no processo produtivo da empresa, o que segundo Hay (1992) pode acarretar prejuízos à implementação do JIT.

4.4.15 Troca rápida de ferramentas

A prática de troca rápida de ferramentas obteve um desempenho de 6,3 pontos (8º em desempenho e 3º em importância). Percebe-se que esse desempenho foi obtido, pelo fato dessa prática ter sido implementada desde a década de 80. O caráter produtivo do setor é um elemento importante a ser considerado e a possibilidade de estabilidade básica em máquinas e métodos com uma boa implementação dessa prática é outro ponto importante.

Não existem elementos apresentando diferenças muito grandes entre si. Os elementos com tendência mais forte são a disponibilidade de ferramentas, dispositivos de fixação e materiais próximos à máquina, na preparação externa, identificação clara do que é *setup* interno e externo e medidas para evitar o uso de parafusos e porcas de tamanhos diferentes, assim como a redução do número de roscas, do número de orifícios e a eliminação de ajustes desnecessários. Técnicas de redução de tempos de *setup* também estão implementadas desde a década de 80.

4.5 SELEÇÃO E COLETA DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS ENXUTAS

A empresa estudada adota sete principais indicadores de desempenho para avaliar o desempenho de seu sistema produtivo, conforme apresentado abaixo:

- (a) FSU (*floor space utilization*): vendas / área construída (excluindo área utilizada pelo *staff*) – Indicador destinado prioritariamente a proporcionar *feedback* ao nível gerencial;
- (b) OEE (*overall equipment efficiency*): % disponibilidade X % performance X % qualidade - Indicador destinado tanto para dar *feedback* ao nível gerencial quanto operacional;
- (c) DSA (*delivery schedule achievement*): (nº entregas planejadas – nº de entregas fora do prazo ou quantidades erradas / nº de entregas planejadas) X 100% - Indicador em nível gerencial;
- (d) PP (*people productivity*): (tempo homem X peças produzidas / horas trabalhadas) X 100% - Indicador destinado tanto para dar *feedback* ao nível gerencial quanto operacional; em nível operacional;

(e) ST (*stock turn*): total de vendas dos últimos 12 meses / estoque total no final do período - Indicador em nível gerencial;

(f) NRFT (*not right first time*): (nº de peças sucateadas e retrabalhadas / nº de peças vendidas) X 1.000.000 - Indicador destinado tanto para dar *feedback* ao nível gerencial quanto operacional;

(g) VAPP (*value added per person*): é o resultado das vendas dividido pelo número total de funcionários - Indicador em nível gerencial.

A partir desses indicadores, verificou-se a necessidade de analisar qual seria a relação existente entre esses e as práticas que formam o CL. A Tabela 4 foi enviada aos gerentes para preenchimento. Apenas dois gerentes retornaram o quadro com as respostas, o gerente de produção e o gerente de manutenção.

Percebe-se, pela Tabela 4, que, em maior ou menor grau, todas as práticas têm associação com os indicadores. As práticas que apresentaram relação mais fraca com os indicadores da empresa são a melhoria contínua, a tecnologia de grupo, a troca rápida de ferramentas e o balanceamento da produção. Considera-se necessária a seleção de outros indicadores para a avaliação de desempenho dessas práticas. Essa mesma seleção deve acontecer com outras práticas que não apresentam, no mínimo, um indicador de nível operacional e gerencial com grau forte de associação (Figura 29). Tal seleção foi realizada pela pesquisadora com base na lista de indicadores disponível no Apêndice E.

Analisando esses resultados, é possível observar algumas inconsistências nas respostas obtidas por parte dos gerentes. A prática de autonomia, por exemplo, foi avaliada como tendo fraca relação com o indicador OEE, embora máquinas automatizadas possuam dispositivos para detecção de defeitos durante o processamento. . Similarmente, a prática de manutenção produtiva total apresenta essas inconsistências, na medida em que foi atribuída uma fraca relação desta com o indicador OEE. Sem uma boa implementação dessa prática, os resultados de disponibilidade, performance e qualidade ficam significativamente comprometidos.

Tabela 4- Relação entre os indicadores globais da empresa e as práticas do CL

Indicadores empresa/ Práticas do CL	FSU	OEE	VAPP	PP	NRFT	DSA	ST	TOTAL
Autonomia	0	0	0	2	1	2	2	7
Balanceamento da produção	0	1	0	0	2	0	2	5
Controle de Qualidade Zero Defeitos	0	2	1	2	1	2	2	10
Desenvolvimento de produto enxuto	2	0	1	2	2	0	2	9
Flexibilização da mão-de-obra	2	1	0	2	2	0	0	7
Gerenciamento visual	2	1	1	2	2	1	2	11
Integração da cadeia de fornecedores	2	2	2	2	0	0	0	8
<i>Just-in-time</i>	2	2	1	2	0	1	1	9
Manutenção produtiva total	2	0	0	2	2	1	0	7
Mapeamento de fluxo de valor	1	2	0	1	1	0	2	7
Melhoria contínua	1	0	0	0	1	0	1	3
Nivelamento da produção	1	0	2	1	1	1	2	8
Operações padronizadas	2	0	0	2	2	1	0	7
Tecnologia de grupo	1	0	0	1	1	0	1	4
Troca rápida de ferramentas	0	1	0	0	1	1	1	4

Legenda: 0 (fraca relação), 1 (média relação), 2 (forte relação)

Uma vez que os sete indicadores disponíveis na empresa não forneciam feedback ao nível gerencial e ao operacional acerca do desempenho de todas as práticas do CL, foi necessário selecionar alguns indicadores complementares com base na matriz de referência do Apêndice E. A Figura 29 apresenta os indicadores finais selecionados pela pesquisadora.

PRÁTICAS	INDICADOR EM NÍVEL OPERACIONAL	INDICADOR EM NÍVEL GERENCIAL
Autonomia	- Percentual de máquinas com dispositivos que detectam anormalidades - PP	- DSA, ST
Balanceamento da produção	- Utilização do <i>takt-time</i> como referência na produção - Nível mínimo de estoque entre os postos de trabalho	- ST
Controle de	- Identificação e controle de defeitos na	- DSA

qualidade zero defeitos	causa-raiz	
Desenvolvimento de produto enxuto	- Percentual de co-projetos entre fornecedores e a empresa	- Grau de customização dos produtos
Flexibilização da mão-de-obra	- Número de treinamentos dado aos operadores durante o ano	- FSU
Gerenciamento visual	- Percentual de indicadores visuais de segurança - Percentual de utilização de <i>poka yokes</i>	- FSU, ST
Integração da cadeia de fornecedores	- Número de sugestões feitas pelos fornecedores	- Tempo de duração dos contratos com os principais fornecedores - VAPP
<i>Just-in-time</i>	- Previsão de demanda para a produção	- DSA
Manutenção produtiva total	- Percentual de parada de máquina - Percentual de manutenção preventiva sobre o tempo total para a manutenção	- FSU
Mapeamento de fluxo de valor	- Número de mapeamentos anuais realizados na empresa	- Disseminação da eliminação de atividades valor-zero
Melhoria contínua	- FSU, NRFT	- Percentual de sugestões dadas pelos operadores durante o ano - Número de operadores satisfeitos com suas atividades
Nivelamento da produção	- Percentual de produtos com tempos de ciclo conhecidos	- VAPP, ST
Operações padronizadas	- Percentual de operações padronizadas para produtos da mesma família - Disponibilidade dessas rotinas para os operadores	- FSU
Tecnologia de grupo	- Percentual de fluxo unitário entre postos de trabalho	- FSU, ST
Troca rápida de ferramentas	- Tempo de <i>setup</i> - Redução de <i>lead time</i> de produção	- DSA, ST

Figura 29 - Indicador de desempenho para cada prática enxuta do CL

5 CONCLUSÕES

Tendo em vista atingir o objetivo principal deste estudo, o método proposto apresentou-se adequado para a avaliação do desempenho operacional das práticas enxutas contempladas no *checklist*, de acordo com a percepção das pessoas envolvidas na pesquisa. De acordo com o método proposto, reitera-se a necessidade de que a produção enxuta esteja, integralmente, alinhada às estratégias da empresa. Esse alinhamento deixa claro o quanto a empresa está comprometida com a implementação enxuta e com as mudanças culturais e organizacionais decorrentes dessa implementação. A utilização de entrevistas para identificar percepções acerca dos pontos fortes e fracos do processo de implementação é importante mesmo quando o método for aplicado por membros internos da empresa. Salienta-se, também, a necessidade de estender as entrevistas a todas as áreas da empresa, aos líderes de produção e, principalmente, aos operadores, visto que esses são os que mais sofrem os impactos pela adoção das práticas enxutas.

Para o preenchimento do CL, o que se pôde perceber é que os gerentes foram muito mais rigorosos com o desempenho de suas áreas de atuação, do que com as outras áreas. Já em relação ao *ranking*, a importância maior foi dada à área de atuação de cada um.

Outra observação pertinente é que, justamente as práticas consideradas os pilares da PE obtiveram desempenhos baixos, conforme a percepção dos gerentes. A prática de automação obteve um desempenho de 5,6 e o JIT obteve um desempenho de 5,1. O desempenho da prática de automação pode ser justificado pela falta de dispositivos para detecção de erros incorporados às máquinas e pela falta de treinamento para que os operadores parem a linha ao detectar anormalidades. Já em relação à prática JIT, o fraco desempenho pode ser devido ao desempenho insatisfatório de outras práticas que têm forte impacto na mesma, tais como a integração da cadeia de fornecedores (nota 4,91) e a troca rápida de ferramentas (nota 6,3).

Quanto à seleção final dos indicadores, para a pesquisa, essa foi realizada pela pesquisadora, embora idealmente devesse ter havido envolvimento dos representantes da empresa. Cabe ressaltar que, como passo inicial para a seleção dos indicadores, devem ser verificados quais são os indicadores já existentes na empresa, bem como uma avaliação acerca do grau de associação desses com as práticas enxutas adotadas. Uma vez que seja constatado que os

indicadores existentes não permitam avaliar todas as práticas enxutas do CL, o método ADPPE propõe que indicadores complementares sejam selecionados em uma matriz de referência com 100 indicadores, compilados a partir da revisão da literatura. No estudo de caso, a empresa possuía sete indicadores, tendo sido necessário selecionar 24 indicadores complementares que proporcionassem feedback aos níveis gerenciais e operacionais da empresa.

Em relação aos métodos para avaliação do nível de implantação da PE analisados na revisão bibliográfica, o método ADPPE avança na medida em que inclui mecanismos para avaliar práticas operacionais da PE que não são objeto de avaliação direta pelos demais métodos.

5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A constatação de que a análise de outros elementos pode gerar mais e abrangentes trabalhos faz com que sugestões para novos estudos sejam ressaltadas. No caso do método ADPPE, sugere-se:

- a) um maior número de aplicações em diferentes cenários, preferencialmente em organizações de diferentes setores industriais e com diferentes níveis de maturidade da PE;
- b) a inclusão da avaliação dos impactos financeiros, nos resultados da empresa, durante o período de implementação das práticas enxutas;
- c) a incorporação de elementos para uma avaliação mais aprofundada do quanto à cultura organizacional é enxuta.

REFERÊNCIAS

- AHLSTRÖM, P. Sequences in the Implementation of Lean Production. **European Management Journal**. v. 16, n. 3, 1998.
- AHMED, S.; HASSAN, M.; TAHA, Z. TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 11, n. 1, p. 19 – 42, 2005.
- ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. Takt-time: conceitos e contextualização dentro do sistema toyota de produção. **Gestão e Produção**. v. 8, n. 1, p. 1 – 18, 2001.
- ANTUNES JR., J. A. V. Manutenção produtiva total: uma análise crítica a partir de sua inserção no sistema Toyota de produção. **Anais do 18º ENEGEP**, 21 a 25 de setembro, Niterói, 1998.
- BAMBER, C. J.; SHARP, J. M.; HIDES, M. T. Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 5, n. 3, p. 162 – 181, 1999.
- BAMBER, L.; DALE, B. G. Lean Production: a study of application in a traditional manufacturing environment. **Production Planning e Control**. v. 11, n. 3, p. 291 – 298, 2000.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL – BNDES. Disponível em: www.bndes.gov.br. Acessado em 14/09/2006.
- BATTAGLIA, F. **Indicadores que enganam**. Disponível em: http://www.lean.org.br/bases.php?interno=comunidade_artigos. Acessado em 25/11/2006.
- BATTAGLIA, F.; PICCHI, F.; FERRO, J.R. **Desenvolvimento Lean de Produtos**. Resumo baseado nos trabalhos de Allen Ward. Lean Institute Brasil, 2006.
- BECKER, H. S. Culture: A sociological view. **Yale Review**. p. 513-527, 1982.
- BILLESBACH, T. J. Applying lean production principles to a process facility. **Production and Inventory Management Journal**. v. 35, n. 3, 1994.
- BOYER, K. K. An assessment of managerial commitment to lean production. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 16, n. 9, p. 48 – 59, 1996.
- BRUCE, M.; DALY, L.; TOWERS, N. Lean or agile – A solution for supply chain management in the textiles and clothing industry? **International Journal of Operations & Production Management**. v. 24, n. 2, p. 151 – 170, 2004.
- BRUNET, A. P.; NEW, S. Kaizen in Japan: an empirical study. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 23, n. 12, p. 1426 – 1446, 2003.
- BUXEY, G. Globalisation and manufacturing strategy in the TCF industry. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 25, n. 2, p. 100 – 113, 2005

CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. **Revista produção on line**. v. 5, n. 2. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, Brasil, junho 2005.

COLEMAN, B. J.; VAGHEFI, M. R. Heijunka (?): A key to the Toyota Production System. **Production and Inventory Management Journal**. v. 35, n. 4, p. 31 – 35, 1994.

CUSUMANO, M. A. The limits of “lean”. **Sloan Management Review**. Summer, 1994.

DURAN, O.; BATOCCHIO, A. Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. **Revista Produção Online**, v. 3, n. 2, jun 2003.

DURÁN, O. **Método de intervención para empresas industriales según la norma SAE J4000 de la manufactura esbelta**. Escuela de Ingeniería Mecánica, FAC. de Ingeniería Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2003.

ETI GROUP. **Lean Design**. Disponível em <http://cpd.ogi.edu/LeanDesign.pdf>. Acessado em 16/10/2006.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M.; DIAS, F. T. Proposta de um método baseado em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos a manufatura enxuta. **XXV Encontro Nacional de Engenharias de Produção**. Porto Alegre, RS, 29 out a 01 de nov de 2005.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. 1ª ed. 3ª impressão. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1988.

FERREIRA, C. F. **Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

FERRO, J. R. Prefácio original. In: WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor**. Disponível em: http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_07 . Acessado em 22/08/2005.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v.10, n.2, p.163-181, ago. 2003.

FORMOSO, C. T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. An exploratory study of the applicability of process transparency in construction sites. **Journal of Construction Research**. v. 3, n. 01, 2002.

FULLERTON, R. R.; MACWATTERS, C. S. The production performance benefits from JIT implementation. **Journal of Operations Management**, v. 19, p. 81-96, 2001.

GHINATO, P. Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Almeida & Souza (org.). **Produção e Competitividade: aplicações e inovações**. Pernambuco: Editora UFPE, 2000. p. 31-59.

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

GILMORE, J. H.; PINE, B. J. The four faces of mass customization. **Harvard Business Review**. v. 75, n. 1, p. 91 – 102, 1997.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura Enxuta: Uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Revista Gestão e Produção**, v. 11, n. 1, jan-abr. 2004.

HAMPSON, I. Lean Production and the Toyota Production System – or, the case of the forgotten production concepts. **Economic and Industrial Democracy**. v. 20, p. 369 – 391, 1999.

HANCOCK, W. M.; ZAYKO, M. J. Lean Production: implementation problems. **IIE Solutions**. v. 30, n. 6, p. 38-45, 1998.

HASSAN, M. M. D. Layout design in group technology manufacturing. **International Journal of production economics**. V. 38, p. 173-188, 1995.

HAY, E. J. **Just-in-time: um exame dos novos conceitos de produção**. São Paulo: Maltese – Editorial Norma, 1992.

HENDERSON, B. A.; LARCO, J. L. **Lean Transformation**. Richmond, Virgínia: The Oaklea Press, 2000.

HONSHA ASSOCIATES. Disponível em: <www.lean.org.br/summit2006_programacao.php> - 92k - Acessado em 23/10/2006.

HRONEC, S. M. **Sinais Vitais: usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custos para traçar a rota para o futuro de sua empresa**. São Paulo: Makron Books, 1994. 256 p.

HUDSON, M.; SMART, P.; BOURNE, M. Theory and practice in SME performance measurement systems. **International Journal of Operations and Production Management**. v. 21, n. 08, p. 1096 – 1115, 2001.

HYER, N. L.; BROWN, K. A. The discipline of real cells. **Journal of Operations Management**. v. 17, p. 557 – 574, 1999.

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

IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: IMAM, 1994.

INMAN, R. A. The impact of lot-size reduction on quality. **Production and Inventory Management Journal**. v. 35, n. 1, 1994.

JAMES-MOORE, S. M.; GIBBONS, A. Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 17, n. 9, 1997.

JINA, J.; BHATTACHARYA, A. K.; WALTON, A. D. Applying lean principles for high production variety and low volumes: some issues and propositions. **Logistics Information Management**. v. 10, n. 1, p. 5 – 13, 1997.

KAMADA, S. **Estabilidade na Produção da Toyota do Brasil**. Disponível em: http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_44. Acessado em: 23/09/2006.

KARLSSON, C.; AHLSTRÖM P. Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations and Production Management**. v. 16, 1996.

KATAYAMA, H.; BENNETT, D. Agility, adaptability and leanness: a comparison of concepts and a study of practice. **International Journal of Production Economics**. v. 60-61, p. 43-51, 1999.

KATAYAMA, H.; BENNETT, D. Lean production in a changing competitive world: a Japanese perspective. **International Journal of Operations and Production Management**. v. 16, n. 2, p. 8-22, 1996.

KIPPENBERGER, T. Apply lean thinking to a value stream to create a lean enterprise. **The Antidote**. v. 8, 1997.

LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

_____ **Técnicas de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LEAN ENTERPRISE MODEL - LEM (1998). LAI, Lean Aerospace Initiative. Disponível em: <http://web.mit.edu/lean/>. Acessado em 06/07/2005.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. Compilado pelo Lean Enterprise Institute. Editado por Chet Marchwinski e John Shook, 2003.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em: <http://www.lean.org.br/>
Acessado em 21/11/2006.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

MAGGARD, B. N.; RHYNE, D. M. Total productive maintenance: a timely integration of production and maintenance. **Production and Inventory Management Journal**. v. 33, n. 4, 1992.

MAESTRELLI, N. C. **Lean production – Organização enxuta**. Apresentação de trabalho da Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção – FEMP, Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP. XI Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva - SIMEA, 2001.

MANN, D. **Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions**. New York: Productivity Press, 2005.

MATTAR, F. N.; AQUINO, P. A produção enxuta no Brasil – o caso Ford. **Anais do 2º SEMEAD** 21 e 22 de outubro de 1997.

McINTOSH, R. I.; CULLEY, S. J.; MILEHAM, A. R.; OWEN, G. W. Changeover improvement: A maintenance perspective. **International Journal of Production Economics**. n. 73, p. 153-163, 2001.

MASKELL, B. H.; BAGGALEY, B. **Practical Lean Accounting: a proven system for measuring and managing the lean enterprise**. New York: Productivity Press, 2003.

MASKELL, B. H. Lean accounting for lean manufacturers. **Manufacturing Engineering**. v. 125, n. 06, 2000.

MASKELL, B. H. Performance measures for world class manufacturing. **Management Accounting**. v. 67, n. 05, 1999.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/publicacoes/desProducao/anu_Estatistico.php. Acessado em: 08/07/2006.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: an integrated approach to just-in-time**. 3ª edição. Norcross, Georgia: Engineering and Management Press, 1997.

MORGAN, J. Applying Lean Principles to Product Development. **SAE International**. Disponível em < <http://www.sae.org> > Acesso em 24/04/2005.

NAZARENO, R. R. Proposta de um método para a concepção, desenvolvimento, implementação e monitoramento de um sistema de produção enxuta. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

NEELY, A.; RICHARDS, H.; MILLS, J.; PLATTS, K.; BOURNE, M. Designing performance measures: a structured approach. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 17, n. 11, p.1131-1152, 1997.

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

OLIVEIRA, L. L.; LEITE FILHO, G. A. **Estudos dos fatores que determinam a não aplicação do princípio da entidade pelos empresários do ramo de autopeças da cidade de Montes Claros (MG)**, Disponível em: www.congressoeac.locaweb.com.br/artigos62006/40.pdf. Acessado em: 21/04/2006.

PANIZOLLO, R. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. **International Journal of Production Economics**. n. 55, p. 223-240, 1998.

PASA, G. S. Uma abordagem para avaliar a consistência teórica de sistemas produtivos, Tese de doutorado – PGEP/UFRGS, Porto Alegre, 2004.

PHELPS, T.; SMITH, M.; HOENES, T. Building a lean supply chain. **Manufacturing Engineering**. v. 132, n. 5, 2004.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do lean thinking na construção. **Ambiente construído**. Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7 – 23, 2003.

PLAUT, J. Industrial management for sustaining the environment. **Technology in Society**. n. 22, 2000.

ROBBINS, S. P. **Administração: mudanças e perspectivas**. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

ROBINSON, A. G.; SCHROEDER, D. M. Detecting and eliminating invisible waste. **Production and Inventory Management Journal**. v. 33, n. 4, p. 37-42, 1992.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios**. The lean enterprise institute. Brookline, Massachusetts, EUA, 1999.

SAE BRASIL. Disponível em: http://www.saebrasil.org.br/imprensa/descritivo_basico.htm
Acessado em: 25/08/2006.

SAE INTERNATIONAL. Disponível em: <http://www.sae.org/technical/papers/>. Acessado em: 25/08/2006.

SÁNCHEZ, M. A. & PÉREZ, M. P. Lean Indicators and Manufacturing Strategies. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 21, n. 11, p.1433-1451, 2001.

SHAH, R.; WARD, P. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**. v. 21, p. 129 – 149, 2003.

SHINGO PRIZE. **Recognizing Business Excellence in the United States, Canadá and México**: Application Guidelines, 1988. Disponível em: <http://www.shingoprize.org/> Acessado em: 22/08/2005.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de produção**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SIMÃO, L. A. P. M.; ALLIPRANDINI, 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, 1996.

SMALLEY, A. **Basic stability is basic to lean manufacturing success**. Disponível em: http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_20. Acessado em 07/06/2006.

SMALLEY, A. **Conectando a montagem aos processos em lotes através de sistemas puxados básicos**. Disponível em: http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_34. Acessado em: 14/02/2007. Tradução: Diogo Kosaka.

SMALLEY, A. **TPS versus lean and the law of unintended consequences**. Disponível em: http://www.superfactory.com/articles/smalley_tps_vs_lean.htm. Acessado em 12/04/2006.

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

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

SÖDERQUIST, K.; MOTWANI, J. Quality issues in lean production implementation: a case study of a French automotive supplier. **Total Quality Management**. v. 10, n. 8, 1999.

SORIANO-MEIER, H. & FORRESTER, P. L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing System**. Vol. 13, n. 2, p.104-110. Bradford, 2002.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**. September-October, 1999.

SUZAKI, K. **Novos desafios da manufatura: técnicas para melhoria contínua**. Revisor técnico Marcos da Rosa Pádua. Tradução Feres Sabag. São Paulo: IMAM, 1996.

THOMOPOULOS, N. T. Mixed model line balancing with smoothed station assignments. **Management Science**. v. 16, n. 9, may, 1970.

VERGNA, R. A.; MAESTRELLI, N. C. **Avaliação do grau de aderência ao padrão “lean operation” de uma empresa através das normas SAE J4000 e SAE J4001**. XII Simpep, Bauru, SP, 7 a 9 novembro, 2005.

WARD, A. Another Look at How Toyota Integrates Product Development. **Harvard Business Review**, v76, n.4, Jul-Aug, p.36-50, 1998.

WARNECKE, H. J.; HÜSER, M. Lean Production. **International Journal of Production Economics**. v. 41, p. 37 – 43, 1995.

WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. The relationship between JIT practices and type of production system. **The International Journal of Management Science**. Omega 29, 2001.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

_____. From lean production to the lean enterprise. **Harvard Business Review**. n. 72, p. 93-105, 1994.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 3. ed, 212 p., 2005.

AUTORES E PRINCÍPIOS ENXUTOS	FERNANDES, GODINHO FILHO e DIAS (2005)	LJIKER (2005)	WOMACK e JONES (2004)	SORIANO-MEIER e FORRESTER (2002)	SANCHEZ e PEREZ (2001)	HENDERSON e LARCO (2000)	LEAN ENTERPRISE MODEL (1998)	JAMES-MOORE e GIBBONS (1997)	MONDEN (1997)	OHNO (1997)	KARLSSON e AHLSTROM (1996)	SHINGO PRIZE (1988)
longo prazo, em detrimento às de curto prazo, se necessário.												
Nivelar a carga de trabalho em todo o fluxo produtivo		X								X		
Identificação e resolução de problemas		X										
Buscar tecnologia confiável e completamente testada		X										
Gerenciar através de líderes que compreendem, apoiam e vivem de acordo com os princípios		X										
Desenvolver pessoas e equipes que sigam a filosofia		X										
Buscar a origem dos problemas para melhor entendê-los		X										
Tomar decisões baseadas em uma compreensão ampla das opções e com consenso de todos		X										
Buscar sempre a aprendizagem através da melhoria contínua		X										
Kanban						X						
Kaizen						X						
Mapeamento de fluxo de valor						X						
Redução <i>setup</i>						X						
Agilidade na mudança							X					
Organização							X					
Relacionamento efetivo com os componentes da cadeia de valor							X					
Qualidade na primeira tentativa							X					
Flexibilidade								X				
Controle de processos								X				
Pessoas								X				
Otimização								X				

Nota: Os estudos em negrito correspondem a estudos que tratam da avaliação do nível de implementação da PE

APÊNDICE B - Roteiros das entrevistas

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA ENTREVISTA COM GERENTE GERAL:

1. Como a PE chegou na sua empresa, há quanto tempo e por quais motivos?
2. Qual a relação da PE com a estratégia da empresa?
3. Como foi discutida a apresentação e a implementação da PE na sua empresa? Há um plano global de implementação?
4. Quais práticas enxutas foram implantadas na empresa e como foram escolhidas?
5. Como foi o período de implementação das práticas da PE na sua empresa e como foram implantadas?
6. Quais as pessoas que se envolveram nessa implementação e como foram escolhidas?
7. Qual foi a reação das pessoas quando da implementação da PE na sua empresa?
8. Como se dá o acompanhamento dessas implementações? Quais os indicadores de desempenho utilizados? Como foram definidos esses indicadores?
9. Quais as principais dificuldades e resultados positivos obtidos até agora?
10. Foi feito benchmarking com outras empresas do setor?
11. A implementação contou com o apoio de consultoria externa?
12. O pessoal interno recebeu algum curso de treinamento/capacitação em produção enxuta?
13. Quais são os procedimentos para envolver a força de trabalho no processo de implementação da produção enxuta?
14. Como tem sido a implementação da produção enxuta fora do chão-de-fábrica (áreas administrativas, desenvolvimento de produto, relações com clientes e fornecedores, etc.)?

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA ENTREVISTA COM SUPERVISORES DE MANUTENÇÃO:

1. Como a PE chegou no seu setor e há quanto tempo?
2. Como foi discutida a apresentação e a implementação da PE no seu setor?
3. Quais as pessoas que se envolveram nessa implementação?
4. Qual foi a reação das pessoas, quando da implementação da PE?
5. Como se dá o acompanhamento dessas implementações? Quais os indicadores utilizados?
6. Quais os resultados positivos alcançados depois da implementação? Quais foram os maiores obstáculos?
7. O pessoal deste recebeu algum curso de treinamento/capacitação em produção enxuta?
8. Qual tipo de manutenção utilizada na empresa (corretiva, preventiva, preditiva ou detectiva)? Como são determinadas, de acordo com o tipo de maquinário (operação, tempo de operação, vida útil da máquina)?
9. A manutenção obedece a um cronograma? Como é definido?
10. Porcentagem de manutenção autônoma? Porcentagem de treinamento de operadores?
11. Resultados e obstáculos da implementação deste tipo de manutenção.
12. Como se dá a integração do pessoal da TRF e da manutenção?

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA ENTREVISTA COM SUPERVISORES DE PCP:

1. Como a PE chegou no seu setor e há quanto tempo?
2. Como foi discutida a apresentação e a implementação da PE no seu setor?
3. Quais as pessoas que se envolveram nessa implementação?
4. Qual foi a reação das pessoas, quando da implementação da PE?
5. Como se dá o acompanhamento dessas implementações? Quais os indicadores utilizados para avaliar eficiência e eficácia?
6. Quais os resultados positivos alcançados depois da implementação? Quais foram os maiores obstáculos?
7. O pessoal deste recebeu algum curso de treinamento/capacitação em produção enxuta?
8. Como é feita a programação diária da produção?
9. Como é definida a política de estoques? Quais produtos são feitos sob encomenda e para quais existe supermercado de produtos acabados?
10. Qual o grau de variação de demanda? Como são feitas as programações a partir da demanda existente? Existe algum tipo de manobra que possa ser feita para ajustar a demanda aos processos produtivos?
11. Qual a importância da padronização das operações para este setor?

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA ENTREVISTA COM SUPERVISORES DE VENDAS:

1. Como a PE chegou no seu setor e há quanto tempo?
2. Como foi discutida a apresentação e a implementação da PE no seu setor?
3. Quais as pessoas que se envolveram nessa implementação?
4. Qual foi a reação das pessoas, quando da implementação da PE?
5. Como se dá o acompanhamento dessas implementações? Quais os indicadores utilizados?
6. Quais os resultados positivos alcançados depois da implementação? Quais foram os maiores obstáculos?
7. O pessoal deste recebeu algum curso de treinamento/capacitação em produção enxuta?
8. Existe uma demanda estável de produtos?
9. Como é a relação do depto de vendas com o PCP, para previsão de entregas?
10. Trabalha com demanda estável?
11. Como trabalha as vendas quando a demanda não é estável?
12. Existe tentativa de negociação junto ao mercado sobre o que ela pode oferecer?
13. Quais são os principais horizontes de previsão de vendas? Essas previsões são compatíveis com os lead times de aquisição de matérias-primas e componentes?
14. Há indicadores de acerto das previsões?
15. Tem algum indicador que demonstre o nível de satisfação dos clientes em relação a entrega dentro dos prazos estipulados?
16. Qual a sinergia existente entre vendas, PCP e Desenvolvimento do Produto?

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA ENTREVISTA COM SUPERVISORES DE COMPRAS:

1. Como a PE chegou no seu setor e há quanto tempo?
2. Como foi discutida a apresentação e a implementação da PE no seu setor?
2. Quais as pessoas que se envolveram nessa implementação?
3. Qual foi a reação das pessoas, quando da implementação da PE?
4. Como se dá o acompanhamento dessas implementações? Quais os indicadores utilizados?
5. Quais os resultados positivos alcançados depois da implementação? Quais foram os maiores obstáculos?
6. O pessoal deste recebeu algum curso de treinamento/capacitação em produção enxuta?
7. As compras são planejadas a partir dos relatórios das vendas?
8. Qual o nível de integração deste setor com o de vendas?
9. Levantamento de preços, compra e entrega X lead time de produção
10. Número de fornecedores por item? Tempo médio de contrato?
11. Pedidos executados por rede? Número de fornecedores que estabelecem pedidos por rede?
12. Os principais fornecedores tem planos de CQZD para assegurar a qualidade de seus produtos?
13. Existem entregas em pequenos lotes e em espaços curtos de tempo, conforme a necessidade da empresa?
14. Existem cartões Kanban de fornecedores? Com quantos?
15. Política de parceria com fornecedores?
16. A empresa faz desenvolvimento de produto, com compras e fornecedores?

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA ENTREVISTA COM SUPERVISORES DE QUALIDADE:

1. Como a PE chegou no seu setor e há quanto tempo?
2. Como foi discutida a apresentação e a implementação da PE no seu setor?
3. Quais as pessoas que se envolveram nessa implementação?
4. Qual foi a reação das pessoas, quando da implementação da PE?
5. Como se dá o acompanhamento dessas implementações? Quais os indicadores utilizados?
6. Quais os resultados positivos alcançados depois da implementação? Quais foram os maiores obstáculos?
7. O pessoal deste recebeu algum curso de treinamento/capacitação em produção enxuta?
8. Como são definidos os padrões de qualidade? Como são difundidos dentro da fábrica?
9. Existem operadores que só trabalham na qualidade?
10. Como é repassada a responsabilidade para cada operador quanto a qualidade de suas operações?
11. Existe a preocupação com a causa-raíz dos problemas encontrados? Como são investigadas? Quais causas principais?
12. É feita utilização de inspeção na fonte?
13. Qual a porcentagem de retrabalho, dentro e fora da linha?
14. Existem auditorias de qualidade nos postos de trabalho? Como são feitas? Documentação? ISO?
15. Qual a porcentagem de inspeção de qualidade nas peças?

16. Como é feita a implementação dos poka yokes (onde, tipo)?
17. Existem *poka yokes* para parar as máquinas ou somente para adverti-las?
18. Frequência de acontecimentos de qualidade (workshop, *kaizen*, APG (atividade em pequenos grupos)?
19. Como é inspecionada a qualidade das MP recebidas dos fornecedores? Qual procedimento no caso de defeituosos?
20. As melhorias realizadas são sempre padronizadas?

ROTEIRO DE PERGUNTAS PARA ENTREVISTA COM OPERADORES:

1. Quando você ouviu falar pela primeira vez em produção Enxuta?
2. Como a PE chegou na sua empresa e há quanto tempo?
3. Como foi discutida a apresentação e a implementação da PE na sua empresa?
4. Como você conceituaria a Produção Enxuta?
5. Quais seriam os princípios e as práticas enxutas utilizados em sua empresa e quais as que você considera mais importantes e quais as que apresentam melhor desempenho?
6. Como foi o período de implementação de princípios e práticas da PE na sua empresa e como foram implantadas?
7. Como se dá o acompanhamento dessas implementações?
8. O seu setor já obteve algum resultado depois da implementação? Quais foram?
9. O pessoal interno recebeu algum curso de treinamento/capacitação em produção enxuta?
10. Você sabe se existem planos futuros para implementação de novas práticas?

APÊNDICE C - Checklist de típicas práticas enxutas

		MFO	FO	FR	MFR	NE	NA	NOTA
1	AUTONOMAÇÃO							
1.1	As máquinas são dotadas de dispositivos que detectam anormalidades (Ex.: peças defeituosas, quebra de máquina, etc.)	3,57%	7,14%	10,71%	3,57%	-	-	6,07
1.2	As máquinas param automaticamente quando alguma anormalidade é detectada	-	7,14%	14,29%	3,57%	-	-	5,36
1.3	Os funcionários têm autonomia de paralisar a linha quando alguma anormalidade é detectada	3,57%	14,29%	3,57%	3,57%	-	-	6,79
1.4	Há painéis sinalizadores para indicar os postos paralisados (Ex.: painéis andon)	3,57%	3,57%	10,71%	3,57%	3,57%	-	5,0
TOTAL		10,71%	32,14%	39,28%	14,30%	3,57%	-	5,6
2	BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO							
2.1	Os tempos de ciclo dos diversos postos são balanceados?	-	28,58%	21,4%	-	-	-	6,43
2.2	Os tempos de ciclo das linhas ou células são balanceados?	-	35,7%	14,32%	-	-	-	6,79
TOTAL		-	64,28%	35,72%	-	-	-	6,61
3	CONTROLE DE QUALIDADE ZERO DEFEITOS							
3.1	Há identificação e controle de causas-raiz de defeitos (causa-raiz é o problema que deu início ao encadeamento de acontecimentos que gerou, por exemplo, a quebra de uma máquina ou a produção de uma peça defeituosa)?	-	4,29%	5,73%	-	-	-	6,07
3.2	Há baixo índice de retrabalho fora da linha?	-	2,86%	4,3%	2,85%	-	-	5,0
3.3	Existe documentação sobre qualidade?	2,86%	5,72%	1,43%	-	-	-	7,86
3.4	Existem procedimentos de auditorias nos postos de trabalho?	1,43%	7,1%	1,43%	-	-	-	7,5

3.5	É usada preferencialmente inspeção na fonte (identificar e manter sob controle os erros geradores de defeitos) ao invés de inspeção informativa (ocorre o defeito e todas as informações ao seu respeito são transmitidas ao responsável para que medidas sejam tomadas)?	-	7,1%	2,86%	-	-	-	6,79
3.6	Existem indicadores de processo e resultados relativos à qualidade? Citar os principais:	-	10,1%	-	-	-	-	7,5
3.7	São frequentes as combinações de <i>poka-yoke</i> + inspeção na fonte + ação imediata?	-	7,1%	2,86%	-	-	-	6,79
3.8	Há inspeção de qualidade em 100% dos itens fabricados ou montados?	1,43%	4,29%	2,86%	1,43%	-	-	6,43
3.9	São usados <i>poka-yoke</i> com função de regulagem pelo método de controle (dispositivos que param a linha quando alguma anormalidade é detectada)?	-	5,72%	4,3%	-	-	-	6,43
3.10	São usados <i>poka-yoke</i> com função de regulagem pelo método da advertência (dispositivos que apenas sinalizam quando alguma anormalidade é detectada)?	-	5,72%	2,86%	-	-	1,43%	5,71
TOTAL		5,72%	60,0%	28,57%	4,28%	-	1,43%	6,72
4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ENXUTO								
4.1	O projeto proporciona simplificação do produto, permitindo redução de tempo e custo nas operações de montagem?	-	28,55%	21,43%	-	-	-	6,43
4.2	O projeto busca usar componentes e métodos padronizados?	-	28,55%	14,28%	7,19%	-	-	6,07
TOTAL		-	57,1%	35,71%	7,19%	-	-	6,25
5 FLEXIBILIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA								
5.1	Existe multifuncionalidade do tipo operação de múltiplas máquinas, ou seja, o operador é capaz e operar diversas máquinas?	-	30,0%	5,0%	-	-	-	7,14
5.3	O índice de funcionários multifuncionais (IM) está entre: 0 e 25% (fraco); 26,1 e 50% (moderado); 50,1 e 75% (forte); 75,1 e 100% (muito forte)?	-	5,0%	20,0%	5,0%	-	-	5,0

TOTAL		-	65,0%	25,0%	10,0%	-	-	6,43
6 GERENCIAMENTO VISUAL								
6.1	O fluxo dos processos é visível e compreensível do início ao fim?	2,39%	7,14%	4,76%	2,38%	-	-	6,43
6.2	Existem, bem disseminados, indicadores visuais tais como placas de segurança, indicadores de locais e locais de trânsito permitido ou proibido?	4,75%	7,14%	4,76%	-	-	-	7,5
6.3	Existem, bem disseminados, sinais visuais tais como quadros de ritmo de produção?	4,75%	9,54%	2,38%	-	-	-	7,86
6.4	Existem, bem disseminados, controles visuais tais como faixas para demarcar local de descarregamento, armazenamento e bordas no piso?	2,39%	11,9%	2,38%	-	-	-	7,5
6.5	Existem, bem disseminadas, garantias visuais (equivalentes aos <i>poka-yokes</i> que adotam o método de controle)?	2,39%	11,9%	-	2,38%	-	-	7,14
6.6	Existe a aplicação de ferramentas que enfocam a ação contínua na organização, arrumação, limpeza, padronização e disciplina como forma de mudar a maneira como as pessoas encaram seu trabalho e o que fazem como, por exemplo, 5S?	2,39%	11,9%	2,38%	-	-	-	7,5
TOTAL		19,05%	59,52%	16,66%	4,77%	-	-	7,32
7 INTEGRAÇÃO DA CADEIA DE FORNECEDORES								
	Os fornecedores fazem entregas em pequenos lotes e em curtas periodicidades (Ex.: diariamente)? Estime a periodicidade de entrega de alguns fornecedores-chave:	3,7%	7,42%	7,42%	7,4%	-	-	5,71
	Há dispositivos para puxar entregas dos fornecedores externos (Ex.: <i>kanbans</i> de fornecedores)?	-	7,42%	3,7%	14,8%	-	-	4,29
	Os dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores externos contêm informação sobre o que é pedido, em que momento deve chegar (dia e hora), em que quantidade e onde armazenar?	3,7%	3,7%	3,7%	14,8%	-	-	4,64

	Os fornecedores-chave adotam técnicas típicas de CQZD que asseguram a qualidade de seus produtos?	7,42%	-	3,7%	7,4%	3,7%	-	5,0
TOTAL		14,82%	18,52%	18,52%	44,44%	3,7%	-	4,91
8	JUST-IN-TIME							
8.1	Há planejamento de produtos que devem ser mantidos em estoque de produtos acabados e dos que devem ser produzidos apenas sob encomenda?	0,86%	2,58%	1,74%	-	-	0,87%	6,07
8.2	É adotada uma fórmula para dimensionar supermercados (ou estoques tipo FIFO) de produtos acabados e semi-processados, a qual considere no mínimo os seguintes parâmetros: demanda média diária, variação da demanda, coeficiente de segurança, lead time de reposição?	0,86%	0,86%	0,86%	3,36%	-	-	4,64
8.3	A entrega de produtos acabados aos clientes finais é realizada dentro do prazo prometido?	-	1,74%	2,58%	1,74%	-	-	5,0
8.4	Existe baixa variabilidade nos <i>lead times</i> de produção, garantindo maior confiabilidade da capacidade de produção e prazos de entrega (<i>lead time</i> ou tempo de atravessamento é o tempo decorrido entre o pedido efetuado pelo cliente até a entrega do produto a)?	-	2,58%	0,86%	2,58%	-	-	5,0
8.5	Os <i>lead times</i> de produção de cada produto são conhecidos?	2,58%	2,58%	-	0,86%	-	-	7,86
8.6	Os tempos de espera entre as atividades consecutivas são baixos?	-	2,58%	2,58%	0,86%	-	-	5,71
8.7	O <i>takt-time</i> de cada produto é conhecido (<i>takt-time</i> é o tempo necessário para produzir um componente ou um produto completo baseado na demanda do cliente, ou seja, é o tempo total disponível para produzir-se uma peça, dividido pelo número demandado de peça)?	0,86%	1,74%	2,58%	0,86%	-	-	6,07
8.8	Os tempos de ciclo de todos os postos, linhas ou células, são conhecidos e padronizados (tempo de	3,43%	1,74%	0,86%	-	-	-	8,57

	ciclo é o tempo decorrido entre o início e o término da fabricação de uma peça ou execução de uma atividade)?							
8.9	A soma dos tempos de ciclo das linhas ou células são menores ou iguais aos respectivos <i>takt-times</i> ?	1,74%	0,86%	1,74%	0,86%	0,86%	-	5,71
8.10	Há dispositivos para puxar a produção entre células ou linhas (Ex.: cartões <i>kanban</i> ou FIFO)?	1,74%	-	0,86%	1,74%	1,74%	-	4,29
8.11	Havendo uso de cartões <i>kanban</i> ou similar, os mesmos contêm informação sobre o que foi produzido, em que momento, em que quantidade, onde armazenar o que foi produzido, a seqüência de produção e a indicação da operação anterior e posterior?	-	1,74%	0,86%	1,74%	0,86%	0,87%	3,57
8.12	Há painéis porta- <i>kanbans</i> ou dispositivos informatizados indicando a entrada de matérias-primas e saídas de produtos processados?	0,86%	0,86%	0,86%	1,74%	1,74%	-	3,93
8.13	Os painéis porta- <i>kanbans</i> ou <i>kanbans</i> informatizados indicam as prioridades de fabricação?	-	0,85%	0,86%	2,58%	0,86%	0,86%	2,86
8.14	Na interação dos diversos processos de fabricação dos produtos, o processo subsequente retira do processo precedente os itens de sua necessidade apenas nas quantidades e no tempo necessário?	-	-	2,58%	1,74%	0,86%	0,86%	2,86
8.15	Os processos só produzem o que é indicado no <i>kanban</i> de produção?	-	0,85%	0,86%	1,74%	0,86%	0,86%	2,92
8.16	Os itens defeituosos não seguem para o processo seguinte? A linha ou célula é paralisada caso ocorra algum defeito?	-	0,85%	3,46%	1,74%	-	-	4,64
8.17	O número de <i>kanbans</i> é periodicamente reduzido? Estime a periodicidade de redução do número de <i>kanbans</i> : _____ Quando foi a última redução?	-	-	-	0,86%	2,56%	0,86%	0,5
TOTAL		12,93%	22,41%	24,14%	25,0%	10,34%	5,18%	5,1
9 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL								
9.1	Há preferência pela manutenção preventiva (de	3,24%	8,05%	-	-	-	-	8,21

	forma programada) em vez de manutenção corretiva (atuar somente em quebras ou paradas de máquinas)?							
9.2	Existe manutenção sistêmica (similar a preventiva, porém baseada em dados estatísticos sobre quebras)?	1,61%	1,62%	6,45%	1,62%	-	-	5,71
9.3	Existe manutenção preditiva (tipo caracterizado por estudos sobre cada componente de uma máquina)?	-	4,83%	4,83%	1,62%	-	-	5,71
9.4	Existe manutenção autônoma, ou seja, os operadores são capacitados a executar a manutenção preventiva básica de suas máquinas (inspeção diária, lubrificações e limpezas)?	1,62%	3,25%	6,45%	-	-	-	6,43
9.5	Os funcionários são treinados para detectar anormalidades nas máquinas e equipamentos que usam em seu trabalho?	3,24%	3,25%	4,83%	-	-	-	7,14
9.6	Existe programação para a execução de manutenção?	3,24%	6,45%	1,62%	-	-	-	7,86
9.7	O índice de disponibilidade operacional das máquinas (tempo total disponível para o funcionamento, menos o tempo em que a máquina realmente funciona, dividido pelo tempo total disponível para o funcionamento, vezes 100%) está entre: está entre: 0 e 50% (muito fraco); 50,1 e 70% (fraco); 70,1 e 90 (forte); 90,1 e 100% (muito forte)?	3,24%	6,45%	-	-	-	-	8,33
9.8	Existem listas de verificações para verificações?	3,24%	8,05%	-	-	-	-	8,21
9.9	Existem programas de 5S para as áreas de manutenção?	1,62%	8,05%	1,62%	-	-	-	7,5
TOTAL		20,96%	50,0%	25,8%	3,24%	-	-	7,25
10	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR							
	O mapeamento do fluxo de valor é periodicamente realizado, sendo atualizados os mapas do estado atual e mapa do estado futuro (mapear o fluxo de valor é a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e, cuidadosamente desenha-se	-	28,57%	71,43%	-	-	-	5,71

	uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação)							
TOTAL		-	28,57%	71,43%	-	-	-	5,71
11 MELHORIA CONTÍNUA								
11.1	Existem atividades em pequenos grupos (APGs)? Quais os principais assuntos tratados nas APGs?	4,76%	28,57%	-	-	-	-	7,86
11.2	Periodicamente, ocorrem <i>kaizens workshops</i> (eventos caracterizados por trabalho intensivo, <i>brainstorming</i> e envolvimento de equipes, geralmente de 4 a 5 dias de duração, onde os membros tentam alcançar o máximo de melhoria de uma atividade ou processo)?	4,76%	28,57%	-	-	-	-	7,86
11.3	As melhorias realizadas são sempre padronizadas?	-	23,82%	9,52%	-	-	-	6,79
TOTAL		9,52%	80,96%	9,52%	-	-	-	7,5
12 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO								
12.1	Considerando um horizonte de uma semana, existe uma programação nivelada de produção através do sequenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo?	2,85%	11,44%	-	2,86%	2,85%	-	6,07
12.2	Considerando um horizonte de 7 a 30 dias, existe uma programação nivelada de produção (sequenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo)?	2,85%	5,7%	5,71%	2,86%	2,85%	-	5,36
12.3	Considerando um horizonte de 30 a 180 dias, existe uma programação nivelada de produção (sequenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo)?	2,86%	5,7%	-	8,56%	2,86%	-	4,64
12.4	Existe uma programação nivelada de produção referindo-se tanto às quantidades quanto aos tipos de produtos?	2,86%	8,56%	2,86%	2,86%	2,86%	-	5,71
12.5	Inexistem variações grandes e rápidas no <i>mix</i> de modelos e níveis de demanda?	2,86%	5,7%	5,71%	2,86%	2,86%	-	5,36
TOTAL		14,28%	37,16%	14,28%	20,0%	14,28%	-	5,43
13 OPERAÇÕES PADRONIZADAS								
13.1	Existem rotinas-padrão para todas as atividades a serem executadas (rotinas-padrão são procedimentos escritos	2,86%	2,86%	8,58%	5,71%	-	-	5,36

	que descrevem o conteúdo, tempos, movimentos e resultados de cada atividade)?							
13.2	Existem folhas de operação-padrão (folhas de operação-padrão são documentos que contêm as seqüências de operações a serem realizadas permitindo a repetição do ciclo ao longo do tempo)?	8,58%	5,71%	5,71%	-	-	-	7,86
13.3	As folhas de operação-padrão apresentam a quantidade de material em processamento, pontos de checagem de qualidade, o <i>takt-time</i> , tempo de ciclo e rotina padrão?	-	5,71%	11,42%	2,85%	-	-	5,36
13.4	As folhas de operação-padrão são periodicamente revisadas e comunicadas aos usuários? Estimar a periodicidade:	2,86%	2,86%	8,58%	5,71%	-	-	5,36
13.5	Há definição do nível mínimo de estoque em processamento (quantidade-padrão) em cada posto?	-	5,71%	5,71%	8,58%	-	-	4,64
TOTAL		14,3%	22,85%	40,0%	22,85%	-	-	5,71
14 TECNOLOGIA DE GRUPO								
14.4	Há dedicação dos recursos (equipamentos ou pessoas) para a fabricação de famílias de produtos que possuem processos semelhantes?	9,52%	7,15%	-	-	-	-	8,93
14.2	O arranjo físico dos postos de trabalho permite um fluxo sincronizado e contínuo de material com a formação mínima (preferencialmente sem) de estoques intermediários?	7,15%	9,52%	-	-	-	-	8,57
14.3	Existe proximidade física entre a execução das atividades, permitindo que os operadores estejam próximos o bastante para transferir materiais facilmente e possam realizar as operações multifuncionais?	7,15%	9,52%	-	-	-	-	8,57
14.4	O número de operadores em cada posto de trabalho não excede a 8 pessoas?	11,91%	4,76%	-	-	-	-	9,29
14.5	O <i>layout</i> facilita curtos deslocamentos para realizar operações multifuncionais (tipicamente <i>layout</i> em "U")	11,91%	4,76%	-	-	-	-	9,29
14.6	Há fluxo unitário de peças	-	4,76%	4,76%	7,13%	-	-	4,64

	entre os postos de trabalho?							
TOTAL		47,64%	40,47%	4,76%	7,13%	-	-	8,22
15 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS								
15.1	Existem padrões escritos que identificam e separam claramente atividades de <i>setup</i> interno e externo (<i>setup</i> externo são aquelas atividades que podem ser executadas enquanto a máquina está funcionando e <i>setup</i> interno são aquelas atividades que só podem ser executadas enquanto a máquina está parada)?	2,08%	6,25%	4,16%	2,08%	-	-	6,43
15.2	Quando os equipamentos estão parados, os operadores nunca os deixam para executar qualquer parte da troca externa de ferramenta?	-	4,17%	6,27%	2,08%	-	-	5,42
15.3	Na preparação externa, as ferramentas, dispositivos de fixação e os materiais estão organizados próximos à máquina?	2,08%	8,33%	4,16%	-	-	-	7,14
15.4	Na preparação interna, somente a remoção e a colocação de ferramentas são feitas?	-	6,25%	6,26%	2,08%	-	-	5,71
15.5	São estudadas, freqüentemente, medidas para evitar o uso de parafusos e porcas de tamanhos diferentes, redução do número de roscas, redução do número de orifícios e eliminação de ajustes desnecessários?	2,09%	6,25%	4,16%	2,08%	-	-	6,43
15.6	Existe espaço suficiente ao redor das máquinas para facilitar a movimentação dos operadores durante os <i>setups</i> ?	-	8,33%	4,16%	2,09%	-	-	6,07
15.7	Inexiste a necessidade de levantar peças pesadas manualmente durante as trocas?	2,09%	6,25%	4,16%	2,09%	-	-	6,43
TOTAL		8,34%	45,83%	33,33%	12,5%	-	-	6,3

APÊNDICE D - Ranking para determinação de importância das práticas do CL

Favor preencher a coluna ao lado de cada prática de acordo com o grau de importância da mesma (peso)	
<i>JUST-IN-TIME</i>	
TECNOLOGIA DE GRUPO	
INTEGRAÇÃO DA CADEIA DE FORNECEDORES	
AUTONOMAÇÃO	
OPERAÇÕES PADRONIZADAS	
NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO	
BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO	
FLEXIBILIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA	
CONTROLE DA QUALIDADE ZERO DEFEITOS	
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	
TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS	
GERENCIAMENTO VISUAL	
MELHORIA CONTÍNUA	
MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ENXUTO	
SOMA TOTAL MÁXIMA = 1.000 PONTOS	1000

APÊNDICE E - Matriz de relação de práticas típicas da produção enxuta e indicadores de desempenho

PRÁTICAS	*	INDICADOR EM NÍVEL OPERACIONAL	INDICADOR EM NÍVEL GERENCIAL
1. Autonomia			
1. Percentual de máquinas com dispositivos que detectam anormalidades	>	X	
2. Percentual de máquinas que param automaticamente toda vez que detectam anormalidades	>	X	
3. Percentual de funcionários com autonomia para parar a máquina quando detectada alguma anormalidades	>	X	X
4. Percentual de decisões que podem ser tomadas pelo operador sem o controle de um supervisor	>	X	X
5. Número de <i>andons</i> instalados	>	X	
2. Balanceamento da produção:			
1. Percentual de produtos com tempos de ciclo conhecidos	>	X	
2. Utilização do <i>tak-time</i> como referência na produção	>	X	
3. Percentual de utilização da capacidade de produção	>	X	X
4. Nível de estoque entre os postos de trabalho	<	X	
3. Controle de qualidade zero defeitos:			
1. Identificação e controle de defeitos na causa-raiz	>	X	
2. Utilização dos 5W 2H para a resolução de problemas	>		X
3. Percentual de inspeções realizadas por meio de controle autônomo de defeitos	>	X	
4. Percentual de peças defeituosas corrigidas pelo operador no local de trabalho	>	X	
5. Percentual de peças defeituosas que necessitam retrabalho do operador, fora da linha	<		X
6. Média de tempo de máquinas paradas por mal funcionamento	<	X	X
7. Percentual de pessoas dedicadas ao CQZD	>		X
8. Trabalho integrado com o pessoal da troca rápida de ferramenta	>		X
4. Desenvolvimento de produto enxuto:			
1. Grau de customização dos produtos	>	X	
2. Percentual de componentes padronizados que fazem parte da mesma família de produtos	>	X	
3. Percentual de componentes padronizados que fazem parte de diferentes famílias de produtos	>	X	
4. Percentual de componentes desenvolvidos com a participação de pessoas de outras áreas da empresa	>		X
5. Percentual de co-projetos entre fornecedores e a empresa	>		X
6. Percentual de produtos com possibilidade de reciclagem	>		X
7. Número de sugestões feitas pelos fornecedores	>		X
8. Integração de aspectos funcionais entre projetos	>		X
9. Percentual de projetos voltados para a gestão ambiental	>		X

5. Flexibilização da mão-de-obra:			
1. Número de treinamentos a que os operadores são submetidos antes da contratação	>		X
2. Número de treinamentos dado aos operadores durante o ano	>		X
3. Incentivo financeiro ou premiação pelo grau de flexibilidade	>		X
4. Percentual de operadores que fazem rotação nas atividades operacionais	>	X	
6. Gerenciamento visual:			
1. Percentual de indicadores visuais de segurança	>	X	
2. Percentual de indicadores visuais de produção	>	X	
3. Percentual de utilização de <i>poka yokes</i>	>	X	
4. Percentual de operadores que discutem e elaboram indicadores visuais	>		X
5. Percentual de implementação dos indicadores elaborados pelos operadores	>		X
6. Número de <i>andons</i> instalados	>	X	
7. Integração da cadeia de fornecedores:			
1. Tempo de duração dos contratos com os principais fornecedores	>		X
2. Número de visitas mensais de técnicos enviados pelos fornecedores à empresa	>		X
3. Número de visitas mensais de técnicos da empresa aos fornecedores	>		X
4. Percentual de co-projetos entre fornecedores e a empresa	>		X
5. Número de sugestões feitas pelos fornecedores	>		X
8. Just-in-time:			
1. Previsão de demanda para a produção	>	X	
2. Percentual de espera entre postos de trabalho no processo produtivo	<	X	
3. Percentual de atrasos na entrega de pedidos para clientes finais	<	X	X
4. Número de dispositivos utilizados para puxar a produção	>	X	
5. Percentual de fornecedores com entrega JIT	>	X	X
6. Nível de integração entre fornecedores e o sistema de informação da empresa	>		X
7. Percentual de componentes entregues na linha de produção	>	X	
9. Manutenção produtiva total:			
1. Percentual de manutenção corretiva	<		X
2. Percentual de manutenção preventiva	>	X	
3. Percentual de manutenção preventiva sobre o tempo total para a manutenção	>		X
4. Percentual de manutenção preditiva	>	X	
5. Percentual de manutenção autônoma	>	X	
6. Média de tempo utilizado para treinamento com manutenção	>		X
7. Número de programações de manutenção mensal	>		X
10. Mapeamento de fluxo de valor:			
1. Número de mapeamentos anuais realizados na empresa	>		X
2. Número de famílias de produtos mapeados	>		X
3. Disseminação da eliminação de atividades valor-zero	>	X	
11. Melhoria contínua:			

1.	Percentual de sugestões dadas pelos operadores durante o ano	>		X
2.	Percentual de idéias revisadas e aprovadas pelo nível operacional da empresa que são implantadas	>		X
3.	Percentual da economia e/ou benefícios derivados das sugestões dos operadores	>		X
4.	Número de encontros entre operadores e líderes para avaliação e análise do processo produtivo como um todo	>		X
5.	Número de encontros entre operadores e líderes com a participação da alta gerência	>		X
6.	Incentivo financeiro ou premiação pelo reconhecimento das melhores idéias	>		X
7.	Percentual de co-projetos entre fornecedores e a empresa	>		X
8.	Percentual de sugestões dadas pelos fornecedores durante o ano	>		X
9.	Número de operadores satisfeitos com suas atividades	>		X
12. Nivelamento da produção:				
1.	Percentual de produtos com tempos de ciclo conhecidos	>	X	
2.	Utilização do <i>takt-time</i> como referência na produção	>	X	
3.	Percentual de utilização da capacidade de produção	>	X	
4.	Índice de resultado entre o planejado e o executado	<	X	X
5.	Percentual de programação da produção de acordo com a demanda	>	X	
6.	Percentual de atrasos na entrega de pedidos para clientes finais	<		X
13. Operações padronizadas:				
1.	Percentual de operações padronizadas para produtos da mesma família	>	X	
2.	Percentual de componentes padronizados que fazem parte de diferentes famílias de produtos	>	X	
3.	Utilização de rotinas-padrão para as operações	>	X	
4.	Disponibilidade dessas rotinas para os operadores	>	X	
5.	Percentual de atualização das rotinas-padrão	<	X	X
14. Tecnologia de grupo:				
1.	Percentual de fluxo unitário entre postos de trabalho	>	X	
2.	Percentual de flexibilização para operar com diferentes tempos de ciclo	>	X	
3.	Percentual de famílias de produtos	>	X	
15. Troca rápida de ferramenta:				
1.	Percentual de redução de tempo de setup	>	X	
2.	Percentual de redução de tempo de runup	>	X	
3.	Redução no tamanho de lote produtivo	>	X	
4.	Redução de lead time de produção	>	X	
5.	Grau de customização dos produtos	>	X	
6.	Número de treinamentos a que os operadores são submetidos para executarem essa prática	>		X

* Legenda: A variável > indica que quanto maior a referência do indicador melhor será o desempenho da prática, a variável < indica que quanto menor a referência do indicador melhor será o desempenho da prática.