

# A perspectiva brasileira dos métodos científicos de avaliação da Manufatura Enxuta

## *The Brazilian perspective of scientific assessment methods of Lean Manufacturing*

**Olga Maria Formigoni Carvalho Walter**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, PPGE/UFSC  
Caixa Postal 476, 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil  
olgaformigoni@gmail.com

**Dalvio Ferrari Tubino**

Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, PPGE/UFSC  
Caixa Postal 476, 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil  
tubino@deps.ufsc.br

### Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar os métodos científicos de avaliação da Manufatura Enxuta (ME) no contexto da pesquisa brasileira, identificando suas principais características e oportunidades no desenvolvimento de novos métodos. A partir de uma revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros de Engenharia de Produção identificaram-se 8 artigos, distribuídos em 6 diferentes periódicos entre o período de 2003 a 2008. Os resultados demonstram que: as práticas da ME mais utilizadas pelos métodos são Manutenção Produtiva Total, Integração de fornecedores, Flexibilidade da mão de obra, Programas de Melhoria Contínua e Troca rápida de ferramentas; a abordagem metodológica mais utilizada é o estudo de caso; metade dos métodos se baseia em outros métodos de avaliação da ME já existentes e; a maioria dos métodos é desenvolvida para avaliação do chão de fábrica. Finalmente, são apresentadas algumas implicações para pesquisas futuras.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta, método de avaliação, implantação.

### Abstract

This article aims to present the scientific assessment methods of Lean Manufacturing (LM) in the context of Brazilian research, identifying its main features and opportunities in developing new methods. From a review in major Brazilian journals of Production Engineering, 8 articles were identified, distributed in six different journals between 2003 and 2008. The results show that: the most used practice of assessment methods of LM are Total Productive Maintenance, Integration of suppliers, Multifunctional Teams, Continuous Improvement Programs and Quick-changeover techniques; the research methodology most used is case study; half methods based on other methods of LM assessment; most methods are developed to assess LM on the shop floor. Finally, we present some implications for future research.

**Key words:** Lean Manufacturing, assessment method, implementation.

## 1. Introdução

A implantação da Manufatura Enxuta (ME) sempre chamou a atenção dos pesquisadores, inclusive nas fases iniciais de sua aplicação como nas décadas de 80 e 90 (Celley *et al.*, 1986; Im e Lee, 1989; Gilbert, 1990; Safayeni e Purdy, 1991; Ramarapu *et al.*, 1995; Ahlström, 1998; White *et al.*, 1999)

predominando também interesse na última década (Fullerton e McWatters, 2001; Crute *et al.*, 2003; Achanga *et al.*, 2006; Matson e Matson, 2007; Sim e Rogers, 2009; Chakravorty, 2010; Singh *et al.*, 2010).

Neste sentido faz-se necessário estudar as ferramentas existentes para análise da implantação da ME, o que vêm se repercutindo com maior intensidade na literatura internacional na última década (Sánchez e Pérez, 2001; Soriano-Meier e Forrester, 2002; Doolen e Hacker, 2005), inclusive em pesquisas recentes (Shah e Ward, 2007; Wan e Chen, 2008; Gurumurthy e Kodali, 2009). Assim através destes métodos é possível identificar os pontos críticos de sua aplicação que necessitam de maior intervenção.

Por meio da pesquisa bibliográfica conduzida neste estudo detalhada na próxima seção, evidenciou-se que no Brasil, ainda não existe um estudo que aborde como está o andamento das pesquisas em termos de desenvolvimento de métodos de avaliação da ME. Assim este artigo tem como objetivo preencher esta lacuna, apresentando os métodos científicos de avaliação da ME no contexto da pesquisa brasileira identificando suas principais características e oportunidades de novos desdobramentos para pesquisas futuras.

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: partindo-se da introdução aqui apresentada, segue-se para a seção 2 onde são detalhados os procedimentos metodológicos adotados e a forma de classificação utilizada para extrair as principais características dos artigos analisados. Na terceira seção são descritos os métodos de avaliação da ME identificados no contexto da pesquisa brasileira. Na quarta seção procede-se a análise dos artigos identificados. Na quinta seção são expostas as conclusões, onde se sugerem e analisam-se implicações e perspectivas para pesquisas futuras.

## **2. Metodologia**

Esse trabalho pode ser caracterizado como teórico conceitual, mais especificamente voltado à busca e revisão da literatura sobre métodos de avaliação da ME no contexto da pesquisa brasileira. É um estudo exploratório, que se constitui em fonte secundária (Medeiros, 2007; Gil, 2010).

As revisões da literatura apresentam-se como atividade importante para identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa em determinada área do conhecimento (Noronha e Ferreira, 2000), além de permitirem a cobertura de uma gama de fenômenos geralmente mais ampla do que aquela que poderia ser pesquisada diretamente (Gil, 2010). Além disso, as revisões permitem a identificação de perspectivas para pesquisas futuras, contribuindo com sugestões de idéias para o desenvolvimento de novos projetos de pesquisa (Noronha e Ferreira, 2000). Outra contribuição é a transferência de informação do pesquisador para seus pares, conforme atestam algumas pesquisas realizadas sobre o uso das revisões da literatura (Sayers *et al.*, 1990; Butkovich, 1996).

Para identificar, localizar e adquirir as publicações de interesse, foram consultados os principais periódicos brasileiros da área de Engenharia de Produção indexados, os quais dispõem de identificador Qualis, que representam periódicos com estratificação de qualidade de produção intelectual, reconhecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Dessa forma a abrangência da revisão da literatura desta pesquisa limita-se a dados publicados nacionalmente, não se estendendo a periódicos internacionais, uma vez que tem como finalidade identificar o perfil dos métodos de avaliação da ME publicados e praticados no Brasil.

Na consulta dos periódicos, utilizaram-se, como palavras chave, os seguintes termos: Manufatura Enxuta, Produção Enxuta, *Lean*, *Lean Production* e *Lean Manufacturing*. Realizou-se a busca tanto pelo *title* quanto pelo *abstract*, sem restrição ao período de publicação. Cabe ressaltar que foram excluídos da análise artigos que avaliavam uma prática isolada da ME como *kanban* ou Troca Rápidas de Ferramentas, por exemplo.

## 2.1 Sistema de Classificação para as publicações analisadas

Esta seção destina-se a apresentação de um sistema de classificação resultante do referencial teórico analisado. Através desta classificação será possível identificar as principais características e o perfil dos trabalhos publicados. As características básicas das publicações analisadas serão identificadas mediante os elementos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Elementos da classificação do referencial bibliográfico analisado.

Elemento	Aspecto Considerado	Codificação
1. Práticas da ME	Práticas características da ME presentes no método de avaliação desenvolvido	Ver codificação disposta na Tabela 2
2. Abordagem metodológica	Tipo de metodologia científica empregada	Teórico Conceitual (TC), Experimentos (E), Modelagem (M), Simulação (SI), <i>Survey</i> (SU), Estudo de Caso (EC) e Pesquisa-Ação (PA).
3. Forma de avaliação	Se predomina a abordagem qualitativa ou quantitativa	Qualitativa (QUALI) ou quantitativa (QUANT)
4. Base em outra forma de avaliação da ME	Se o método de avaliação da ME desenvolvido baseia-se ou não em outra forma de avaliação da ME anteriormente publicada	Baseado em outra forma de avaliação (BAS) e não baseado em outra forma de avaliação (NBAS)
5. Abrangência	Refere-se basicamente ao nível de avaliação da ME que está focado o método	Chão de fábrica (CDF), empresa toda (EMP) e cadeia de suprimentos (CDS)
6. Pesquisadores	Quantidade de pesquisadores da publicação e sua afiliação	Quantidade e afiliação: Indústria (IND) ou Universidade (UNI)
7. Método coleta de dados	Descrição do tipo de coleta de dados utilizado, mesmo quando tratar-se de pesquisas conceituais	Questionário (QUE), entrevista (ENT), análise documental (DOC), dados bibliográficos (DBI) e observação (OBS)
8. Apoio financeiro	Se a pesquisa realizada recebeu algum suporte financeiro em sua condução	Identifica presença ou ausência utilizando indicadores Sim (S) e Não (N). Cabe ressaltar que ausência não se refere necessariamente à inexistência desta característica no método de avaliação da ME, uma vez que estes elementos são caracterizados mediante as evidências mencionadas na própria publicação analisada.
9. Instrumento de coleta de dados	Se o método publicado apresenta o instrumento de coleta de dados	
10. Aplicado	Se o método de avaliação da ME desenvolvido foi ou não aplicado	

A análise das práticas da ME presentes nos métodos desenvolvidos basearam-se em referências clássicas como Monden (1984), Womack e Jones (1992), Womack *et al.* (1992), Takahashi e Osada (1993), Imai (1994), Shingo (1996, 2000), Ohno (1997), Tubino (1999), Rother e Harris (2002) e Liker (2005).

Considerando que os artigos revisados apresentaram várias terminologias para as práticas enxutas, optou-se por condensar estes conceitos, unificando-os através de uma única prática. Por exemplo, *Heijunka* foi incorporado à prática “Nivelamento da Produção” e Instrução de trabalho foi incorporado à prática “Rotinas e operações padronizadas”. A Tabela 2 apresenta a codificação proposta para a unificação dos conceitos associados a cada uma das práticas enxutas.

Tabela 2: Práticas da Manufatura Enxuta enfatizadas na revisão de literatura analisada.

Código	Práticas da Manufatura Enxuta
1	Produção puxada, <i>Kanban</i> e <i>JIT</i>
2	Fluxo contínuo e Agregação de valor
3	Gestão visual e Comunicação
4	Programas de melhorias contínua, Automação, 5S e Ferramentas da Qualidade
5	Rotinas e operações padronizadas, Instrução de trabalho, Tempo de ciclo e <i>Takt time</i>
6	Giro de estoque, Redução dos tamanhos do lote, Redução dos tempos de <i>setup</i> e Troca rápida de ferramentas (TRF)
7	Manutenção produtiva total (MPT)
8	Mapeamento de fluxo de valor (MFV)
9	Integração de fornecedores
10	Projeto e desenvolvimento de produto flexível
11	Treinamento de funcionários, Trabalho em equipes, Polivalência e Flexibilidade da mão de obra
12	Nivelamento da produção, Balanceamento da produção e <i>Heijunka</i>
13	Tecnologia de grupo

Seguindo-se a discussão dos elementos da Tabela 1 apresentados para a classificação das publicações, quanto à abordagem metodológica, os artigos foram classificados de acordo com a proposta de Filippini (1997) e Berto e Nakano (2000). Assim para cada uma das abordagens foram criadas as siglas estabelecidas na Tabela 1.

A forma de avaliação (elemento 3 da Tabela 1) diz respeito à abordagem do método analisado para avaliar a ME: qualitativa quando são apenas descritas as condições da implantação da ME mediante as percepções dos pesquisadores e quantitativa quando apresenta determinada classificação, grau ou escala numérica.

Também foi verificado se o método de avaliação baseia-se em outro método de avaliação da ME publicado anteriormente, ou se o método é fruto do trabalho dos autores do artigo analisado. O elemento abrangência trata do alcance de avaliação do método proposto, ou seja, se o método é destinado exclusivamente a avaliar situações específicas de manufatura, ou se estende a demais áreas da empresa.

A identificação do tipo de coleta de dados utilizados pelos métodos é útil, pois através dela é possível identificar as vantagens e desvantagens em relação a seu uso, inclusive gerar idéias de instrumentos de coleta para elaboração de novos métodos de avaliação da ME. No elemento que se refere ao método de

coleta de dados, tanto para as pesquisas empíricas quanto para as pesquisas conceituais consideram-se questionário, entrevistas, análise documental e dados bibliográficos.

Avaliar a quantidade de pesquisadores e sua afiliação também é uma forma adotada para melhor identificar o perfil da pesquisa brasileira, considerando que nem sempre os pesquisadores são pessoas ligadas à indústria na qual a pesquisa é realizada. Através dos três últimos elementos (Apoio financeiro, Instrumento de Coleta de Dados, Aplicado) buscou-se apenas identificar sua presença ou ausência no método analisado.

Uma vez estabelecida a linha metodológica deste trabalho, bem como a classificação a ser utilizada para os métodos de avaliação da ME analisados, o tópico seguinte apresenta os modelos de avaliação da ME identificados.

### 3. Métodos científicos brasileiros de avaliação da ME identificados

Com a conclusão da busca bibliográfica, segundo os critérios de busca previamente descritos na Seção 2, foram identificados oito artigos sobre avaliação de ME, distribuídos em seis diferentes periódicos entre o período de 2003 a 2008. Sendo que sete deles caracterizam-se como métodos e um deles realiza uma análise entre dois métodos (não nacionais) disponíveis na literatura.

Verificou-se que dos seis periódicos identificados, cinco deles apresentavam apenas um artigo sobre avaliação da ME e um deles apresenta três artigos. A Tabela 3 apresenta os seis periódicos onde foram identificadas as publicações.

Tabela 3: Periódicos e suas respectivas quantidades de publicações de avaliação da Manufatura Enxuta.

Periódico	Qualis	2003	2005	2006	2008	Total
Rev. Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional	B3		1			1
Ciência & Tecnologia	B5			1		1
Gestão & Produção	B2				1	1
Gestão Industrial	B5				1	1
GEPROS	B5				1	1
Produção Online	B3	1	1		1	3
<b>Total</b>		1	2	1	4	<b>8</b>

Uma hipótese, ainda sem comprovação, para ausência de publicações no início da década de 2000 seria talvez pelo fato de que, nessa época, no Brasil, a maioria das pesquisas estaria em etapas iniciais de desenvolvimento e as empresas ainda estavam em fase inicial de implantação da ME, sem resultados relevantes para o desenvolvimento e conseqüentemente para a publicação de um método de avaliação da implantação da ME. Na sequência serão apresentados os principais modelos de avaliação da ME, focando-se no elemento 4 da Tabela 1.

#### 3.1 Métodos de avaliação da ME que se baseiam em outros métodos de avaliação da ME

Dias *et al.* (2008) desenvolveram uma metodologia para aplicação do seu método, porém baseiam seu instrumento de coleta nos indicadores de Karlsson e Ahlström (1996) e Sánchez e Pérez (2001).

Já Duran e Batocchio (2003), Lucato *et al.* (2006) e Nogueira e Saurin (2008) utilizam como base do seu método as normas SAE J4000 e SAE J4001 que foram desenvolvidas pela Society of Automotive Engineers (SAE) para avaliar as operações enxutas implantadas nas organizações. A norma SAE J4000 identifica as melhores práticas na implantação das operações enxutas em uma empresa de manufatura e a SAE J4001 fornece instruções para avaliar os níveis de conformidade com a norma SAE J4000 (SAE J4000, 1999a; SAE J4001, 1999b).

### 3.1.1 Método de Duran e Batocchio (2003)

Duran e Batocchio (2003) apresentam uma análise das semelhanças e principais diferenças das normas SAE J4000 e SAE J4001 em conjunto com o modelo do *Lean Enterprise Model* (LEM), verificando também sua viabilidade de utilização em empresas de médio e pequeno porte. Os autores constataam que as ferramentas analisadas não apresentam grandes novidades visto que se baseiam nos princípios e ferramentas utilizadas pelo Sistema Toyota de Produção.

### 3.1.2 Método de Lucato *et al.* (2006)

Utilizando princípios da álgebra vetorial, este método propõe inicialmente uma grandeza, denominada "grau de enxugamento", que procura medir o grau de implantação de um determinado elemento das normas SAE J4000 e SAE J4001, possibilitando também definir uma grandeza capaz de medir o grau de execução dos princípios de uma operação enxuta para uma empresa.

Os autores afirmam que as normas não definem uma forma de medir o grau de implementação das práticas enxuta para um elemento específico ou para uma empresa como um todo, em função de cada elemento da norma ser subdividido e avaliado pela atribuição de níveis (nível 0 a nível 3), o que também impossibilita realizar uma comparação relativa entre os graus de execução das práticas da gestão enxuta em empresas diferentes. Para contornar essa limitação, os autores sugerem uma grandeza que permita medir o grau de efetivação de um elemento específico da norma e também da empresa como um todo.

A medida do "grau de enxugamento" de um elemento genérico "e" da norma é obtida dividindo-se a somatória dos pontos conseguidos na avaliação dos componentes desse elemento pelo número máximo de pontos possíveis a essa mesma avaliação, conforme Equação 1:

$$g_e = \frac{\sum \text{dos pontos obtidos na avaliação dos componentes do elemento "e"}}{\sum \text{dos pontos máximos possíveis para os componentes do elemento "e"}} \quad (1)$$

Onde g representa o grau de enxugamento da empresa;  $g_e$  representa o grau de enxugamento dos elementos e p representa o número de elementos considerados. Assim se encontrado  $g_e = 0,333$  indica que

cerca de 1/3 das melhores práticas do elemento, sugeridas pela norma SAE J4000, estão implantadas na empresa avaliada.

Para se determinar o grau de enxugamento da empresa toda, basta estabelecer a média aritmética entre os graus de enxugamento de cada um dos elementos da norma considerados na avaliação, de acordo com a Equação 2:

$$g = \Sigma(g_e/p) \quad (2)$$

### 3.1.3 Método de Nogueira e Saurin (2008)

Nogueira e Saurin (2008) apresentam uma proposta de avaliação das práticas da ME, de acordo com a percepção dos envolvidos com a implantação enxuta, realizada em uma empresa metal mecânica de grande porte, baseando-se em práticas da ME observadas na literatura e nas normas SAE J4000 e SAE J4001.

O método foi aplicado em uma empresa de grande porte que vem adotando a ME como filosofia de produção a nível corporativo. O método é composto por 8 etapas e consistem em:

- (i) Avaliar a aplicabilidade da proposta com base nas estratégias da empresa;
- (ii) Avaliar os aspectos culturais e organizacionais através da aplicação das normas SAE J4000 e J4001;
- (iii) Entrevistar gerentes e operadores para estabelecer um panorama inicial acerca das práticas enxutas nos diversos setores da empresa;
- (iv) Aplicar um *checklist* para avaliar o desempenho das práticas enxutas conforme percepção dos gerentes das áreas de: manutenção, produção, vendas, compras, PCP, engenharia de produto e administrativo;
- (v) Elaboração de um *ranking* para avaliar a importância estratégica das práticas enxutas de acordo com a percepção dos gerentes, onde estes distribuem 1000 pontos entre as práticas. Com base nas respostas de três gerentes (administrativo, produção e manutenção) elabora-se o *ranking* de importância por meio do cálculo de médias para cada prática;
- (vi) Seleção de indicadores para proporcionar *feedback* tanto a nível gerencial quanto operacional das práticas da ME que complementam a análise realizada por meio do *checklist* da etapa anterior;
- (vii) Coleta de indicadores selecionados e;
- (viii) Seminário para validação e consenso acerca dos resultados coletados nas etapas anteriores.

A avaliação das práticas do *checklist* é semelhante ao do método de Saurin e Ferreira (2008), sendo atribuído um peso específico para cada resposta, e posteriormente calculado uma nota.

### **3.1.4 Método de Dias et al. (2008)**

Esta metodologia foi aplicada em uma grande empresa do setor de fabricação de equipamentos e instrumentos médico hospitalares.

Dias et al. (2008) apresentam uma metodologia baseada em indicadores de desempenho, para a avaliação da implantação da ME baseada em três características: objetivos (os indicadores escolhidos devem medir a evolução da empresa nos objetivos de desempenho da produção priorizados pela empresa), abrangência (chão de fábrica, empresa ou cadeia de suprimentos) e grau de implantação dos princípios (princípios já implantados para dados reais ou que serão implantados para dados simulados).

A metodologia para a escolha de indicadores para a ME é um algoritmo com cinco passos que analisam as três características citadas anteriormente. O detalhamento de cada passo a é descrito a seguir:

- (i) Identificar o objetivo principal a ser focado pela ME: objetivos de desempenho que são prioritários com relação à implementação da ME, se visa a melhoria da qualidade ou produtividade, ou ambos;
- (ii) Definir a abrangência e o grau de implantação dos princípios da ME: são definidos os indicadores a serem utilizados dependendo da abrangência dos princípios implantados ou a serem implantados (chão de fábrica, empresa ou cadeia de suprimentos) e do grau de implantação (princípios já implantados – dados reais ou que serão implantados – dados simulados).
- (iii) Definir os indicadores a serem utilizados, de acordo com a situação, definida no passo (ii);
- (iv) Calcular os valores dos indicadores: após serem definidos os indicadores a serem utilizados em função dos objetivos, abrangência e grau de implantação, devem ser calculados os valores destes indicadores;
- (v) Análise dos indicadores: os resultados são analisados para avaliar a implantação da ME verificando se a ME está realmente contribuindo (ou irá contribuir) para a melhoria da competitividade da empresa.

### **3.2 Métodos de avaliação da ME que não se baseiam em outros métodos de avaliação da ME**

Cardoza e Carpinetti (2005), Dos Reis e Barros (2005), Do Valle et al. (2008) e Saurin e Ferreira (2008) são as publicações que propõem um método de avaliação da ME sem basear-se em outros métodos. Seus trabalhos serão descritos na sequência.

#### **3.2.1 Método de Cardoza e Carpinetti (2005)**

Cardoza e Carpinetti (2005) reúnem e discutem um conjunto de indicadores de desempenho para avaliar a ME que foram selecionados basicamente através de entrevistas com os participantes dos projetos de ME, membros do grupo do Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA) da Escola de Engenharia de São Carlos e demais publicações sobre esses projetos.



Os indicadores de desempenho coletados, que são utilizados pelos fabricantes de máquinas agrícolas em seus projetos de ME foram criados pelas próprias pessoas que participaram do projeto de ME nas empresas, de acordo com sua experiência prática sem levar em consideração algum procedimento sistemático. Estes indicadores são apresentados na Tabela 4:

Tabela 4: Indicadores de desempenho do sistema da Manufatura Enxuta (Cardoza e Carpinetti, 2005).

Indicador	Fórmula
Índice de entrega ao cliente fornecedor	Número de pedidos entregues/num. de pedidos solicitados
Índice de atrasos do cliente-fornecedor	Número de dias que o fornecedor está em atraso
Itens comerciais faltando na linha de produção	Número de itens comerciais em atraso na linha de produção
Causas das paradas da linha de produção	Para cada parada é descrita a causa da interrupção da produção
Avaliação do <i>lead time</i> da total de montagem	<i>Lead time</i> anterior de montagem de máquinas e <i>lead time</i> atual de montagem de máquinas
Movimentação na montagem final	Movimentação atual e movimentação antes do projeto
Giro de estoque	Compra de materiais/quantidade no estoque
Utilização de horas disponíveis de mão de obra	Horas disponíveis no mês/horas necessárias para montagem de máquina no mês
Avaliação do número de componentes carregados por dia	Número de componentes expedidos por dia
Número de produtos montados acima do tempo <i>pitch</i>	Número de produtos montados dentro do tempo <i>pitch</i>
Eficiência do setor "gargalo"	Produtos acabados/programação da produção diária
Atendimento de cartões	Contagem de cada um dos tipos de cartões
Número de itens no vermelho x <i>milk run</i>	Número de cartões no vermelho do <i>milk run</i> e o número de cartões total no vermelho

Os autores concluem que os indicadores utilizados para avaliar a ME podem ser classificados em dois tipos: (i) Estratégicos ou de projeto: informam como as novas práticas são utilizadas pelas pessoas e quais são os efeitos do projeto enxuto nos indicadores financeiros e; (ii) Operacionais ou de processo: são indicadores de controle para mensurar a eficiência e eficácia dos processos individuais.

### 3.2.2 Método de Dos Reis e Barros (2005)

Dos Reis e Barros (2005) apresentam um sistema de avaliação da implantação da ME utilizando indicadores integrados ao plano de negócio da empresa. Estes indicadores foram aplicados em uma das plantas de uma montadora de automóveis tanto antes quanto depois da implantação da ME.

A montadora desenvolveu um sistema denominado *Global Manufacturing System* (GMS) formado por cinco princípios: Melhoria Contínua, Comprometimento das pessoas, Padronização, Qualidade e Curto *lead time* com trinta três elementos associados a estes princípios. Porém a valiação da ME restringiu ao princípio Melhoria Contínua, especificamente nas categorias de Segurança, Qualidade, Custos, Capacidade de Resposta e Desenvolvimento de Pessoas. Estas categorias, e seus respectivos indicadores são apresentados na Tabela 5:

Tabela 5: Categorias e indicadores do Global Manufacturing System (Fonte: Dos Reis e Barros, 2005).

Categorias	Indicadores	Unidades e Caracterização
Segurança	NA	Quantidade de acidentes
	NEAR MISS	Quantidade de situações de quase acidente
Qualidade	GCA	Quantidade de defeitos por veículo produzido
	DIRECT RUN	Percentual de veículos produzidos sem reprocesso
Capacidade de Resposta	PRODUTIVIDADE	Unidade / homem x Mês
	DOWN TIME	Percentual do tempo de linha de produção parada
Custos	MAT. DIRETO	R\$ por unidade
	SCRAP	R\$ por unidade
Desenvolvimento de Pessoas	ABSENTEÍSMO	Percentual de ausências diárias sobre o efetivo
	PMC	Quantidade de processos de melhorias realizadas

A metodologia segue basicamente três etapas: avaliar o nível de comprometimento das pessoas em todas as fases do processo, incluindo desde a diretoria até o nível operacional; Geração de um gráfico de acompanhamento (calibração) dos dez indicadores da Tabela 5 e suas análises amostrais que evidenciam a tendência do processo e; Testes de hipóteses para avaliar os resultados amostrais do processo.

### 3.2.3 Método de Do Valle et al. (2008)

O método de Do Valle et al. (2008) resultado do trabalho de doutorado de Andrade (2006) denominado *Benchmarking* Enxuto (BME), é utilizado para diagnosticar o estado atual do sistema produtivo. Este método foi aplicado via estudo de caso, em uma empresa metal mecânica fabricante de cabines, toldos e plataformas agrícolas. Outras aplicações deste método podem ser encontradas em Tubino et al. (2008) e Silva et al. (2008).

O método possui basicamente três etapas: Preparação, Investigação e Interpretação. A primeira etapa estabelece as condições necessárias, em termos de formação das pessoas como, por exemplo, treinamento na ferramenta de coleta de dados do método. Esta equipe, que deve ser composta por pessoas das diferentes áreas que interagem com a etapa produtiva avaliada, formarão o Grupo de Investigação da Manufatura Enxuta (GIME) e estarão sob a responsabilidade de um líder; Na segunda etapa procede-se à investigação dos 37 indicadores relacionados às variáveis propostas pelo método (demanda, produto, planejamento e controle da produção (PCP) e chão de fábrica) via aplicação do questionário que se divide entre indicadores de práticas e *performance*; Na última fase, ocorre o tratamento dos dados, a partir do cálculo dos índices de prática e *performance* levantados para cada uma das quatro variáveis analisadas. Nesta fase, utilizam-se três tipos básicos de gráficos: o de práticas versus *performance*, o gráfico tipo radar e o de barras.

O gráfico de práticas versus *performance* informa o posicionamento da avaliação, de acordo com os índices obtidos através das variáveis pesquisadas. O eixo das abscissas representa o índice de práticas e o eixo das ordenadas representa o índice de *performance*. Este gráfico é dividido em quatro quadrantes, onde se alterna o posicionamento entre práticas e *performance*.

O gráfico tipo radar posiciona o processo em relação aos padrões de excelência propostos da ME, em termos de práticas e *performance* em cada uma das quatro variáveis de pesquisa estudadas. O padrão de

excelência é representado quando se atinge 100% (polígono externo do gráfico em todos os indicadores de práticas e *performance*) e o valor de 60% representa um marco de desempenho mínimo com relação a utilização de ferramentas e conceitos da ME.

Através do gráfico de barras os indicadores de práticas e *performance* são apresentados em conjunto, respeitando a relação de causa e efeito existente entre eles. Finalmente, todo este material é documentado e apresentado para o GIME no sentido de formatar um diagnóstico final.

### **3.2.4 Método de Saurin e Ferreira (2008)**

O método apresentado por Saurin e Ferreira (2008) tem como objetivo avaliar qualitativamente a implantação da ME. Esta metodologia foi aplicada em um fabricante multinacional de máquinas agrícolas que vem adotando a ME por mais de sete anos, tendo iniciado sua implantação no ano de 2001.

Para avaliar a ME utilizam um conjunto de doze práticas típicas da ME: produção puxada e fluxo contínuo, integração da cadeia de fornecedores, nivelamento da produção, balanceamento da produção, operações padronizadas, flexibilidade da mão de obra, controle da qualidade zero defeitos, manutenção produtiva total, troca rápida de ferramentas, gerenciamento visual, melhoria contínua e mapeamento do fluxo de valor. Com base nas práticas selecionadas, foi desenvolvida uma lista de verificação, composta por oitenta e oito itens.

Cada item da lista de verificação ainda possui uma classificação quanto sua aplicação: não se aplica (NA); não existe (NE), correspondendo a itens que não estão sendo aplicados, mas que, devido às características da empresa, poderiam ser adotados; aplicação muito fraca (MFR); aplicação fraca (FR); aplicação forte (FO); e aplicação muito forte (MFO). Cada possibilidade de resposta da lista de verificação possui um peso diferenciado que compõem a equação que calcula a nota de cada prática.

Aliado a lista de verificação, como fonte de evidência o método ainda utiliza observações diretas do trabalho na linha de montagem, análise de relatórios de auditorias internas, indicadores de desempenho, padrões de produção, entrevistas com operadores chaves da linha de montagem e discussão de seus resultados com um grupo maior de operadores, entrevistas individuais com gerentes e supervisores de diversas áreas e níveis hierárquicos diferentes da empresa que possuem atividades relacionadas com as doze práticas da ME do método.

## **4 Análise dos métodos brasileiros de avaliação da Manufatura Enxuta**

A classificação, quanto aos dez elementos da Tabela 1 apresentadas na Seção 2.1, é mostrada na Tabela 6, onde os artigos estão dispostos em ordem alfabética.

Tabela 6: Característica dos artigos que avaliam a implantação da Manufatura Enxuta.

Referências	Características dos Métodos**									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Cardoza e Carpinetti (2005)	6, 9	*	QUANT	NBAS	CDF	2, UNI	ENT	N	S	S
Dias <i>et al.</i> (2008)	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11	EC	QUALI	BAS	CDF, EMP, CDS	3, UNI	DOC, ENT	N	S	S
Do Valle <i>et al.</i> (2008)	2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12	EC	QUANT	NBAS	CDF	5, UNI	QUE, ENT	N	S	S
Dos Reis e Barros (2005)	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12	*	QUANT	NBAS	CDF	1 UNI 1 IND	QUE	N	N	S
Duran e Battochio (2003)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	TC	QUALI	BAS	CDF	2, UNI	DBI	N	S	N
Lucato <i>et al.</i> (2006)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	TC	QUANT	BAS	CDF, EMP	3, UNI	DBI	N	S	N
Nogueira e Saurin (2008)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	EC	QUANT	BAS	CDF	2, UNI	QUE, ENT, OBS	N	S	S
Saurin e Ferreira (2008)	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12	EC	QUALI	NBAS	CDF	2, UNI	QUE, ENT, OBS, DOC	N	S	S

\* Aspecto não mencionado ou não identificado no artigo.

\*\* (1) Práticas e ferramentas da ME enfatizada pelo método; (2) Abordagem Metodológica; (3) Forma de Avaliação; (4) Base em outra avaliação da ME; (5) Abrangência; (6) Quantidade e afiliação dos pesquisadores; (7) Método coleta de dados; (8) Apoio financeiro; (9) Apresenta instrumento de coleta de dados; (10) Método aplicado..

As práticas da ME da Tabela 6 são tratadas pelos seus códigos de acordo com o sistema de classificação proposto na Tabela 2. Com exceção da prática Tecnologia de Grupo que aparece apenas em um único método, todas as práticas aparecem em pelo menos na metade dos métodos. Destaque para as práticas Programas de melhoria contínua, Automação, 5S, Ferramentas da Qualidade, Giro de estoque, Redução dos tamanhos do lote, Manutenção produtiva total Integração de fornecedores, Treinamento de funcionários, Trabalho em equipes, polivalência e Flexibilidade da mão de obra que são utilizadas em 87,5% dos métodos.

O estudo de caso foi a abordagem metodológica predominante nos artigos identificados. A abordagem teórico conceitual foi constatada em 2 artigos (Duran e Battochio, 2003; Lucato *et al.*, 2006) e dentre os 8 artigos, 2 não informaram o tipo de metodologia utilizada (Cardoza e Carpinetti, 2005; Dos Reis e Barros, 2005).

Quanto ao emprego da abordagem quantitativa ou qualitativa apresentada pelo método na geração do diagnóstico da avaliação da ME, houve predominância na abordagem quantitativa (três publicações classificadas como qualitativa e cinco como quantitativa).

Quatro artigos (Cardoza e Carpinetti, 2005; Dos Reis e Barros, 2005; Do Valle *et al.*, 2008; Nogueira e Saurin, 2008) propõem um método de avaliação da ME sem basear-se em outros métodos já desenvolvidos anteriormente. No entanto, Duran e Battochio (2003), Lucato *et al.* (2006) e Nogueira e Saurin (2008) utilizam como base do seu método de avaliação da ME as normas SAE J4000 e SAE J4001.

Diferentemente de Dias *et al.* (2008) que baseiam seu instrumento de coleta de dados nos indicadores propostos por Karlsson e Ahlström (1996) e Sánchez e Pérez (2001).

Foram identificados apenas dois métodos que avaliam a ME além da extensão da manufatura (Dias *et al.*, 2008; Lucato *et al.* 2006). Cardoza e Carpinetti (2005) e Dos Reis e Barros (2005) apresentam indicadores relacionados ao tema, porém isso não é suficiente para caracterizá-los com abrangência a cadeia de suprimentos. Da mesma forma, Saurin e Ferreira (2008) apresentam um item em seu instrumento de coleta que introduz apenas conceitos de entrega puxada realizada pelos fornecedores.

Em relação ao número de pesquisadores, em média, existem dois autores por artigo (média de 2,6). Dos oito artigos identificados, cinco deles são compostos por dois autores, dois artigos por três autores e apenas um artigo possui cinco autores. Isso indica que os estudos são realizados, na maioria dos casos, em pequenas equipes.

Apenas um artigo possui autor que não é da área acadêmica, demais autores são afiliados a universidades. Isto pode significar que as empresas divulgam pouco seus estudos, até mesmo por questões estratégicas e competitivas. Outra percepção a considerar, é que a escassez de estudos sistemáticos na área conduzidos por empresas conjectura-se como uma lacuna entre o que busca a academia e o que preocupa as empresas.

Quanto ao método de coleta de dados, predominou a utilização de entrevistas em 5 das 8 publicações. Em seguida, o questionário, utilizado em 4 das 8 publicações. O menos utilizado foi a análise documental. Dados bibliográficos estavam presentes em dois dos métodos caracterizados como teórico conceitual. O uso de observações esteve explícito apenas em dois dos métodos. Esse é um fator que surpreende, pois esta técnica de coleta, de acordo com as características da abordagem metodológica estudo de caso (Yin, 2010), deveria estar presente em todos os artigos que a utilizaram. Também era de se esperar que a análise documental estivesse presente em maior proporção, uma vez que vários métodos de avaliação da ME referem-se a indicadores existentes nas empresas de aplicação.

Sobre o apoio financeiro, nenhum dos artigos identificados indicou algum tipo de suporte. Deste modo, aparentemente, a maioria das pesquisas são realizadas com recursos próprios, ou recursos já disponíveis nas universidades, pressupondo-se que não houve financiamento específico para a pesquisa.

A maioria dos métodos apresentou o instrumento de coleta de dados utilizado para avaliar a ME, exceto Dos Reis e Barros (2005), que apresentaram parcialmente o questionário aplicado. Cabe ressaltar que um dos métodos que se baseia em métodos já publicados anteriormente (Nogueira e Saurin, 2008), não apresentou com rigor o instrumento em que se baseou, apenas realizou uma breve introdução.

Com relação à aplicação do método, apenas dois deles não foram aplicados na prática (Duran e Battochio, 2003; Lucato *et al.*, 2006). Dentre estes métodos, um deles era uma análise entre dois métodos de avaliação da ME já publicados anteriormente, e o outro foi aplicado apenas através de um exemplo didático para melhor explicar sua utilização.

## 5 Conclusões e Considerações Finais

Este artigo procurou identificar o perfil dos métodos de avaliação da ME, baseando-se em publicações nos principais periódicos brasileiros de Engenharia de Produção reconhecidos pela CAPES. Esta pesquisa resultou em oito publicações, dentre as quais sete delas são consideradas métodos de avaliação da ME e uma delas é uma comparação entre dois métodos (não nacionais) disponíveis na literatura. Dentre as considerações obtidas via análise das publicações de acordo com a classificação da Tabela 6, vale ainda destacar:

Quanto às práticas da ME mais comumente encontradas nos métodos de avaliação, práticas características desta estratégia de produção como *Kanban*, Produção puxada, JIT, Fluxo contínuo, não foram as mais utilizadas, apesar de estarem presentes em mais da metade dos métodos identificados. Isso sugere uma leve tendência de alteração da abrangência de avaliação da ME em tratar além destes assuntos, aspectos relacionados aos fornecedores, por exemplo. Outro fator a destacar é a ausência das ferramentas *Pokayoke*, *Jidoka*, Andon, satisfação do trabalho e *layout* celular que não foram mencionadas em nenhuma das publicações.

A predominância de artigos empíricos, utilizando a abordagem metodológica estudo de caso era de se esperar, visto que os métodos de avaliação da ME normalmente são desenvolvidos para efetivamente avaliar a implantação da ME. Estes resultados corroboram com os de Berto e Nakano (2000) e Miguel (2007), os quais afirmam que o estudo de caso é uma das abordagens metodológicas mais utilizadas na área de engenharia de produção e gestão de operações no Brasil.

Um fator que chama atenção é a questão da maioria dos métodos apresentarem o instrumento de coleta de dados para avaliar a ME, mesmo que parcialmente como no caso de Dos Reis e Barros (2005). Isso indica que de modo geral os pesquisadores estão querendo difundir cada vez mais suas pesquisas, compartilhando-as de maneira completa, não se restringindo apenas a apresentar resultados parciais de suas publicações.

Metade das publicações analisadas propõe um método de avaliação da ME baseando-se em outros métodos já desenvolvidos anteriormente. Isso sugere que ainda há possibilidades para os pesquisadores explorar este tema com mais criatividade, desenvolvendo novos métodos que possam melhor diagnosticar o resultado da utilização da ME.

A pequena quantidade de publicações identificadas sobre métodos de avaliação da ME, leva a considerar uma lacuna a ser explorada. Assim, diversos aspectos relacionados à análise dos métodos analisados podem ser sugeridos, apontando algumas perspectivas para trabalhos futuros como as destacadas a seguir:

Quanto ao desenvolvimento de métodos de avaliação da ME:

- Explorar melhor o desenvolvimento de métodos específicos que avaliem os princípios enxutos para cada área da empresa: manufatura, logística, áreas administrativas, etc.

- Expandir o aspecto de avaliação da ME para além de suas práticas e ferramentas tradicionais, considerando, por exemplo, os recursos humanos que têm fortes impactos, tanto positivos como negativos no processo de implantação da ME (Womack e Jones, 1992; Liker, 2005, Achanga *et al.*, 2006).
- Desenvolver métodos que sejam capazes de expressar (avaliar) ganhos monetários com a implantação da ME em diferentes áreas da empresa;
- Propor mais rigor no treinamento e utilização de novos métodos a serem desenvolvidos, para que sua aplicação não se restrinja somente aos pesquisadores que os desenvolveram, e;
- Desenvolver métodos que possam ser reaplicados as empresas já avaliadas, que possuam indicadores que permitam avaliar e comparar sua evolução rumo a ME.

Quanto à continuidade desta pesquisa:

- Melhor expor os benefícios da aplicação de um método quando comparado aos outros;
- Utilizar a abordagem metodológica *survey* através da aplicação dos métodos de avaliação da ME para obter um *framework* de como anda sua implantação em determinadas região do país, ou de acordo com o porte da empresa, por exemplo. O que poderia corroborar com outras pesquisas (Sánchez e Pérez, 2001; Shah e Ward, 2003; Doolen e Hacker, 2005), as quais identificaram que grandes empresas têm mais recursos e uma ampla gama de conhecimentos dentro de suas organizações e consequentemente estão mais propensas a implantar uma maior variedade ou um número maior de práticas enxutas, e;
- Expandir o escopo da revisão da literatura desta pesquisa, incluindo periódicos internacionais para ampliar a perspectiva dos métodos de avaliação da ME.

## Referências

- ANDRADE, G.J.P.O. 2006. *Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da Manufatura Enxuta na indústria têxtil*. Florianópolis, SC. Tese de Doutorado. UFSC, 297 p.
- ACHANGA, P.; SHEHAB, E.; ROY, R.; NELDER, G. 2006. Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, **17**(4):460-471. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380610662889>
- AHLSTRÖM, P. 1998. Sequences in the implementation of lean production. *European Management Journal*, **16**(3):327-334. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-2373\(98\)00009-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-2373(98)00009-7)
- BERTO, R.M.V.S.; NAKANO, D.N. 2000. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Produção*, **9**(2):65-76. Disponível em: <http://www.revistaproducao.net/arquivos/websites/32/v09n2a05.pdf>. Acesso em: 19/03/2011.

- BUTKOVICH, N.J. 1996. Resheling study of review literature in the physical science. *Library Resources*, **40**(2):139-144. Disponível em: <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=EJ528088>. Acesso em: 19/03/2011.
- CARDOZA, E.; CARPINETTI, L.C.R. 2005. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. *Produção Online*, **5**(2). Disponível em: <http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/338/433>. Acesso em: 19/03/2011.
- CELLEY, A.F.; CLEGG, W.H.; SMITH, A.W.; VONDEREMBSE, M.A. 1986. Implementation of JIT in the United States. *Journal of Purchasing and Materials Management*, **22**(9-15).
- CHAKRAVORTY, S.S. 2010. An implementation model for lean programmes. *European Journal of Industrial Engineering*, **4**(2):228-248. <http://dx.doi.org/10.1504/EJIE.2010.031079>
- CRUTE, V.; WARD, Y.; BROWN, S.; GRAVES, A. 2003. Implementing Lean in aerospace-challenging the assumptions and understanding the challenges. *Technovation*, **23**(12):917-928. [http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0166-4972\(03\)00081-6](http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0166-4972(03)00081-6)
- DIAS, T.F.; FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M. 2008. Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implantação da Manufatura Enxuta: proposta e estudo de caso. *Gestão Industrial*, **4**(2):104-122. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/revistagi/article/download/22/19>. Acesso em: 22/01/2011.
- DOOLEN, T.L.; HACKER, M.E. 2005. A review of lean assessment in organizations: an exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. *Journal of manufacturing Systems*, **24**(1):55-67. [http://dx.doi.org/10.1016/S0278-6125\(05\)80007-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-6125(05)80007-X)
- DO VALLE, A.C.R.; DAL FORNO, A.J.; TUBINO, D.F.; AVILA, J.P.; PEREIRA, F.A. 2008. Aplicação do método Benchmarking Enxuto em uma empresa metal mecânica. *GEPROS*, **3**(4):11-27. Disponível em: <http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewArticle/501>. Acesso em: 12/01/2011.
- DOS REIS, A.C.C.; BARROS, J.G.M. 2005. Avaliação dos resultados da implementação do Sistema Global de Manufatura em uma planta da General Motors do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, **1**(1):20-33. Disponível em: <http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/viewArticle/79>. Acesso em: 12/01/2011.
- DURAN, O.; BATOCCHIO, A. 2003. Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. *Produção Online*, **3**(3). Disponível em: <http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/619/657>. Acesso em: 11/01/2011.
- FILIPPINI, R. 1997. Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. *International Journal of Operations and Production Management*, **17**(7):655-670. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579710175583>
- FULLERTON, R.R.; MCWATTERS, C.S. 2001. The production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, **19**(1):81-96. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00051-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00051-6)
- GIL, A.C. 2010. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed., São Paulo, Atlas, 185 p.



- GILBERT, J.P. 1990. The state of JIT implementation and development in the USA. *International Journal of Production Research*, **28**(6):1099-1109. <http://dx.doi.org/10.1080/00207549008942778>
- GURUMURTHY, A.; KODALI, R. 2009. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. *Benchmarking: An International Journal*, **16**(2):274-308. <http://dx.doi.org/10.1108/14635770910948268>
- IM, J.H.; LEE, S.M. 1989. Implementation of just-in-time systems in US manufacturing firms. *International Journal of Operations and Production Management*, **9**(1):5-14. <http://dx.doi.org/10.1108/EUM0000000001213>
- IMAI, M. 1994. *Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo*. 5ª ed., São Paulo, IMAM, 235 p.
- KARLSSON, C.; AHLSTRÖM, P. 1996. Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations and Production Management*, **16**(2):21-41. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579610109820>
- LIKER, J.K. 2005. *O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre, Bookman, 316 p.
- LUCATO, W.C.; MAESTRELLI, N.C.; VIEIRA JÚNIOR, M. 2006. Determinação do Grau de Enxugamento de uma Empresa: uma proposta conceitual. *Ciência & Tecnologia*, **12**(24):25-38. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/editora/revistaspdf/rct24art03.pdf>. Acesso em: 15/01/2011.
- MATSON, J.E.; MATSON, J.O. 2007. Just-in-time implementation issues among automotive suppliers in the southern USA. *Supply Chain Management: An International Journal*, **12**(6):432-443. <http://dx.doi.org/10.1108/13598540710826362>
- MEDEIROS, J.B. 2007. *Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas*. 9ª ed., São Paulo, Atlas, 306 p.
- MIGUEL, P.A.C. 2007. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, **17**(1):216-229. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v17n1/14.pdf>. Acesso em: 08/08/2010.
- MONDEN, Y. 1984. *Sistema Toyota de Produção*. São Paulo, IMAM.
- NOGUEIRA, M.G.S.; SAURIN, T.A. 2008. Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico. *Produção Online*, **8**(2). Disponível em: <http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/115/180>. Acesso em: 05/02/2011.
- NORONHA, D.P.; FERREIRA, S.M.S.P. 2000. Revisões da Literatura. In: B.S. CAMPELLO; B.V. CENDÓN; J.M. KREMER, *Fontes de Informação para Pesquisadores e Profissionais*. Belo Horizonte, UFMG, p. 191-198.
- OHNO, T. 1997. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre, Bookman, 147 p.
- RAMARAPU, N.K.; MEHRA, S.; FROLICK, M.N. 1995. A comparative analysis and review of JIT "implementation" research. *International Journal of Operations and Production Management*, **15**(1):38-49. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579510077188>

- ROTHER, M.; HARRIS, H. 2002. *Criando Fluxo Contínuo. Um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção*. São Paulo, Lean Institute Brasil, 103 p.
- SAFAYENI, F.; PURDY, L. 1991. A behavioral case study of Just-in-Time implementation. *Journal of Operations Management*, **10**(2):213-228. [http://dx.doi.org/10.1016/0272-6963\(91\)90023-Q](http://dx.doi.org/10.1016/0272-6963(91)90023-Q)
- SÁNCHEZ, M.A.; PÉREZ, M.P. 2001. Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, **21**(11):1433-1451. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570110407436>
- SAURIN, T.A.; FERREIRA, C.F. 2008. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. *Gestão & Produção*, **15**(3):449-462. Disponível em: [http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/383\\_avaliacao\\_qualitativa\\_da\\_implantacao\\_da\\_pe.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/383_avaliacao_qualitativa_da_implantacao_da_pe.pdf). Acesso em: 15/12/2010.
- SAYERS, M.; JOICE, J.; BAWDEN, D. 1990. Retrieval of Biomedical Reviews: a Comparative Evaluation of Online Databases for Reviews of Drug Therapy. *Journal of Information Science*, **16**(5):321-325. <http://dx.doi.org/10.1177/016555159001600506>
- SHAH, R.; WARD P.T. 2007. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, **25**(4):785-805. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- SHAH, R.; WARD, P.T. 2003. Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, **21**(2):129-149. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- SHINGO, S. 2000. *Sistema de troca rápida de ferramenta. Uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre, Bookman, 327 p.
- SHINGO, S. 1996. *O sistema Toyota de produção. Do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre, Bookman, 291 p.
- SILVA, G.G.M.P.; TUBINO, D.F.; ANDRADE, G.J.P.O.; SILVA, A.S.F.; SEIBEL, S. 2008. Benchmarking Enxuto: uma análise das aplicações do método de diagnóstico da manufatura enxuta. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15, Bauru, 2008. *Anais...* Bauru, UNESP.
- SIM, K.L.; ROGERS, J.W. 2009. Implementing lean production systems: barriers to change. *Management Research News*, **32**(1):37-49. <http://dx.doi.org/10.1108/01409170910922014>
- SINGH, B.; GARG, S.K.; SHARMA, S.K.; GREWAL, C. 2010. Lean implementation and its benefits to production industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, **1**(2):157-168. <http://dx.doi.org/10.1108/20401461011049520>
- SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. 1999a. SAE J4000. Identification and measurement of best practice and implementation of lean operation.
- SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. 1999b. SAE J4001. Implementation of lean operation user manual.
- SORIANO-MEIER, H.; FORRESTER, P.L. 2002. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. *Integrated Manufacturing Systems*, **13**(2):104-109. <http://dx.doi.org/10.1108/09576060210415437>

- TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. 1993. *TPM/MPT. Manutenção Produtiva Total*. São Paulo, IMAM, 322 p.
- TUBINO, D.F. 1999. *Sistemas de Produção: entendendo a produtividade no chão de fábrica*. Porto Alegre, Bookman, 134 p.
- TUBINO, D.F.; SILVA, G.G.M.P.; ANDRADE, G.J.P.O.; HORNBURG, S.; OLIVEIRA, L.M. 2008. Benchmarking Enxuto: um método de auxílio à implantação da manufatura enxuta. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 28, Rio de Janeiro, 2008. *Anais...* Rio de Janeiro.
- WAN, H.; CHEN, F.F. 2008. A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. *International Journal of Production Research*, **46**(23):6567-6584. <http://dx.doi.org/10.1080/00207540802230058>
- WHITE, R.E.; PEARSON, J.N.; WILSON, J.R. 1999. JIT manufacturing: a survey of implementations in small and large US manufacturers. *Management Science*, **45**(1):1-15. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.45.1.1>
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. 1992. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro, Campus, 347 p.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. 1992. *A Mentalidade Enxuta nas empresas*. Rio de Janeiro, Campus, 427 p.
- YIN, R.K. 2010. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 4ª ed., São Paulo, Bookman, 248 p.

Submissão: 18/04/2011  
Aceite: 18/06/2011