

**NA DIREÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA ATRAVÉS DA J4000  
E O LEM.**

Orlando Duran  
Faculdade da Engenharia e Arquitetura  
Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo (RS)  
Fax 054 3168211  
[duan@upf.tche.br](mailto:duan@upf.tche.br)

Antonio Batocchio  
Departamento de Engenharia de Fabricação  
Faculdade de Engenharia Mecânica  
UNICAMP  
[batocchi@fem.unicamp.br](mailto:batocchi@fem.unicamp.br)

# **NA DIRECÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA ATRAVÉS DA J4000 E O LEM.**

Orlando Duran<sup>1</sup> e Antonio Batocchio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculdade da Engenharia e Arquitetura  
Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo (RS)  
Fax 054 3168211  
[duran@upf.tche.br](mailto:duran@upf.tche.br)

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Fabricação  
Faculdade de Engenharia Mecânica  
UNICAMP  
[batocchi@fem.unicamp.br](mailto:batocchi@fem.unicamp.br)

## **RESUMO**

O conceito de manufatura enxuta se encontra no topo das discussões acadêmicas e no ambiente industrial há anos, desde o surgimento do Sistema Toyota de Produção. Entretanto, poucas são as iniciativas estruturadas ou padronizadas que auxiliam na tarefa de implantar os conceitos dessa filosofia. Este artigo discute a utilização de duas ferramentas estruturadas que visam a transformação de sistemas produtivos segundo os conceitos de manufatura enxuta. Estas ferramentas são a norma J4000 e o Modelo para a Empresa Enxuta (Lean Enterprise Model, LEM). A J4000 é um instrumento desenvolvido no bojo da SAE (sociedade de engenheiros automotivos) e que se compõe de um conjunto de características desejáveis para um sistema de manufatura, colocando-o na categoria de "empresa enxuta". Esta norma está composta de dois documentos fundamentais. O primeiro documento, a J4000 lista os critérios pelos quais a manufatura enxuta poderá ser alcançada, o segundo documento, a J4001, esclarece as formas de medição da conformidade a esses critérios. O modelo LEM pode ser considerado um modelo de referência para a avaliação de características de uma empresa, setor ou projeto, sendo que estas características podem ser avaliadas através de

indicadores de desempenho. Como já foi dito, este artigo apresenta a utilização destas ferramentas em processos de reestruturação de sistemas de manufatura, analisa suas semelhanças e principais diferenças e por último verifica a viabilidade de utilização em empresas de médio e pequeno porte.

*Palavras chave: Manufatura Enxuta, J4000, Medidas de Desempenho*

## **TOWARD A LEAN MANUFACTURING THROUGH J4000 STANDARD AND LEAN ENTERPRISE MODEL**

### **ABSTRACT**

This paper discusses the utilization of structured tools in programs that aim at transforming production systems according the lean manufacturing principles. These tools are J4000 standard and the Lean Enterprise Model. J4000, that was created under the SAE initiative, can be depicted in a set of desired characteristics that any production system must have for attaining the Lean Enterprise status. The standard is deployed into two main documents. The first, J4000, is a tool to identify best practice in the implementation of lean operation in a manufacturing organization. J4001, the second part of the standard, provides instruction for evaluating levels of compliance to SAE J4000. The LEM model is a systematic framework for assessing leanness of operations within an organization, department or a project. The assessment is structured through the application of a set of performance metrics. The analysis presented in this paper points to discussion of application of both tools, compares differences and similarities, and finally, introduces feasibility of application within small and medium size firms.

*Keywords: Lean Manufacturing, J4000, Performance Measures*

### **INTRODUÇÃO**

Amplios segmentos da indústria mundial estão submetidos a um clima de competição acirrada. Os mercados globalizados trouxeram o desafio para perto de muitas empresas que até alguns anos atrás tinham uma posição confortável no mercado. Fruto desta competição surgiu uma série de medidas para tornar as

empresas mais competitivas e melhor preparadas para enfrentar seus adversários no mercado. As armas, são os conhecidos fatores críticos de sucesso, tais como custo, qualidade, flexibilidade, serviço e produtividade. O campo de batalha onde se travam hoje esses enfrentamentos está semeado de estratégias, metodologias e filosofias que tentam levar às empresas até patamares mais altos de eficiência e competitividade.

Dentre as metodologias e filosofias que se destacam no âmbito industrial e acadêmico, se encontra a Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*), um conjunto de recomendações e princípios que as empresas industriais devem seguir com o intuito de se tornarem mais enxutas e ágeis e, portanto, para se potencializarem no tempo perante a atual dinâmica do mercado (Womack e Jones, 1992).

Nos últimos anos a Manufatura Enxuta tem ocupado um lugar de destaque nas pesquisas e trabalhos acadêmicos e são inúmeros os trabalhos que versam sobre ela e que relatam implantações em empresas de diversos ramos da indústria. Fator comum destes trabalhos é o alto caráter de especificidade das implantações sem apresentar propostas estruturadas nem metodologias aplicáveis de uma forma geral em outras empresas.

## **MANUFATURA ENXUTA**

Após a Segunda Guerra, no Japão surgiu a necessidade da indústria começar a fabricar maior variedade de produtos em menores séries. Isso não era possível a partir dos conceitos do sistema de produção seriada introduzido pelo Henry Ford no começo do século vinte. Assim nasce o ohnismo, nome devido ao seu criador, Taiichi Ohno, que junto com Eiji Toyoda estabeleceram uma série de princípios voltados à redução de desperdício. A esta filosofia possuiu chamar de Just in Time (Schonberger, 1994).

Por outro lado, antes da Segunda Grande Guerra na Toyota Motor Company, que era uma empresa que fabricava teares, surgia uma tecnologia que seria fundamental para a mudança da companhia. Nos equipamentos que a Toyota fabricava existia um dispositivo que permitia que este parasse de funcionar se algum defeito acontecia. Ohno aplicou este princípio nas linhas de montagem e posteriormente o expandiu a toda a fábrica, mesmo em situações de trabalho e operações onde não existiam equipamentos automáticos. A esta aplicação se chamou

de “automação” (Schonberger, 1994). A união dos elementos mencionados chama-se hoje Manufatura Enxuta. Embora a origem do termo não seja mais matéria de discussão, os conceitos nos quais esta filosofia se fundamenta estão longe de ser consenso entre acadêmicos, pesquisadores e profissionais da indústria. Vê-se algumas descrições e definições para o termo. Para Cusumano (1994), os princípios da manufatura enxuta são: produção Just in Time, estoques em processos minimizados, concentração geográfica da montagem e da produção de componentes, produção “puxada”, produção nivelada, *set ups* curtos, padronização do trabalho, equipamentos a prova de falhas, operadores multifuncionais e uma melhoria incremental e contínua dos processos.

Womack e Jones (1998) estabelecem o chamado “pensamento enxuto” que se baseia em cinco princípios: o princípio do valor, a partir do qual se determina o quanto o cliente está disposto a pagar por um dado bem, e em função desta informação são extraídos os custos alvos para o mesmo (*target costs*). O princípio da cadeia de valor, entendendo-se esta cadeia como o conjunto de operações destinadas à fabricação de um item, desde as matérias primas até a entrega e colocação final do produto. Esta cadeia deve estar composta apenas por atividades que adicionam valor ao produto, e portanto, livre de desperdício. O princípio do fluxo, que indica que qualquer detenção do fluxo dos materiais na direção do produto acabado deve ser entendida como perda. Estas paradas e alterações do fluxo darão origem aos inventários em processo, atrasos, refugos etc. O princípio da produção puxada, de maneira a garantir que nada seja feito na fábrica sem ser necessário para uma outra atividade posterior ou para o cliente final. E o princípio final, o do perfeito, que prega que todo fabricante que deseja atingir o nível de enxuto deve posicionar seus objetivos na perfeição. Perfeição entendida como zero defeito, no combate às causas dos problemas, dos atrasos, na redução dos inventários, da variabilidade ou seja nada que o leve ao desperdício.

Do ponto de vista de implementações e aplicações industriais, e como já foi comentado anteriormente, são variados os enfoques e interpretações que são atribuídos à Manufatura Enxuta, na *Boeing* (Boeing, 2003), por exemplo, o foco principal está no esforço para a contínua eliminação de desperdício nos processos de negócio da companhia. Ao implementar os princípios na manufatura enxuta, a

*Boeing* pretende estabelecer mudanças em áreas funcionais e em processos de negócios, para promover a eficiência, qualidade e segurança, eliminando movimentos e inventários desnecessários, economizando tempo e promovendo uma melhoria na moral dos seus funcionários. A *Boeing* baseia sua implantação em três princípios fundamentais (Boeing, 2003): o ritmo de produção, segundo este princípio enxuto não significa fazer as coisas mais rápido, mas fazê-las no ritmo certo, e o ritmo certo é o ditado pelo cliente. Este ritmo é expresso pelo Takt Time (Batocchio e Nucci, 2000). O segundo princípio aponta à redução do tamanho do lote; a manufatura enxuta pode ser considerada como oposta à manufatura em lotes, onde se produzem um conjunto de itens iguais para posteriormente transportá-los à próxima estação de trabalho, ou amontoá-los numa fila. O lema na *Boeing* é o fluxo de peças em lotes unitários. O terceiro princípio, já foi comentado, é o da produção puxada.

Um relato interessante de implementações dos conceitos da Manufatura Enxuta é o apresentado por Mattar e Aquino (1997). Nesse relato pode-se apreciar um comparativo entre a Ford do Brasil antes e após o estabelecimento dos preceitos da Manufatura Enxuta. Entre os fatores que podem ser salientados se encontram o surgimento de grupos de trabalhos com estrutura matricial, fato que aponta a um maior entrosamento e participação de todas as áreas da empresa. No chão de fábrica se detectou um significativo aumento das horas de treinamento, bem como percebeu-se uma elevação do poder de decisão e autonomia ao longo da estrutura organizacional. Também ocorreu uma marcada redução no número de fornecedores. Do ponto de vista da qualidade, a Ford dos EUA desenvolveu uma técnica para resolução de problemas de qualidade por equipes (TOPS - *Team Oriented Problem Solving*). Em matéria de flexibilidade no programa da montadora, foi desenvolvido o sistema de programação chamado ILVS - *In Line Vehicle Sequence* que permite uma grande adequação entre a demanda e a montagem através da substituição de modelos programados na linha de montagem. Finalmente as premissas do JIT japonês passaram a ser utilizadas por completo na Ford do Brasil, sendo que o ponto mais relevante pode ser considerado o da redução dos estoques de três a cinco dias para umas poucas horas de duração.

Como pode ser apreciado nestes concisos exemplos não existe um padrão nas implantações dos conceitos de Manufatura Enxuta, apenas algumas semelhanças e pouco pode ser aproveitado de experiências passadas por empresas que já viveram estes processos. O que fica claro sim, é a grande quantidade de benefícios que podem ser obtidos através de iniciativas desta natureza. Para reforçar ainda mais a diferença existente entre os preceitos da Manufatura Tradicional e os da Manufatura Enxuta, a tabela I mostra uma comparação resumida entre estes enfoques.

Tabela I. Comparação entre a Manufatura Tradicional e a Manufatura Enxuta

	Manufatura Tradicional	Manufatura Enxuta
Programação	Previsão / empurrar	Pedido do Cliente / puxar
Produção	Estoque	Sob pedido
Lead Time	Longo	Curto
Tamanho de Lote	Grande (filas)	Pequeno
Lay out	Funcional	Produto / Fluxo
Empowerment	Baixo	Alto
Giro de Inventário	Baixo < 7 giros	Alto > 10 giros
Flexibilidade	Baixa	Alta
Custos	Altos e crescentes	Baixos e decrescentes

Fonte: BATOCCHIO E FRANCO, 2000.

## **O MODELO DA EMPRESA ENXUTA**

O modelo LEM, *Lean Enterprise Model*, é um modelo de referência que tem como objetivo apresentar e disseminar os resultados das pesquisas realizadas no escopo da *Lean Aircraft Initiative* (LAI, 2003). Em essência, é um conjunto de valores de referência extraídos das práticas de diversas empresas através de estudos de casos, análises e outras atividades de investigação. O LEM pode ser considerado como uma ferramenta para a avaliação de características e desempenho de uma empresa, setor ou projeto, sendo que estas características podem ser avaliadas através de indicadores de desempenho que poderão ser confrontados com um valor de referência fornecido pelo próprio modelo LEM. Estes indicadores permitem, através de comparações diretas de dados, realizar estudos de benchmarking para encaminhar iniciativas de melhorias.

O LEM é composto de três partes principais (LAI, 2003): um diagrama resumo que fornece a visão do topo da hierarquia do modelo onde se encontram sumarizadas

as práticas da empresa e seus indicadores de desempenho associados; um manual de referência que fornece o conteúdo detalhado e completo da estrutura do modelo, e um software que combina técnicas de hipertexto e filtros avançados para acessar os diversos níveis de informação do modelo.

Na figura 1 pode ser visto o nível superior do modelo e sua arquitetura. Observe que o modelo nasce de um conjunto de princípios: agilidade na mudança, minimização do desperdício, organização (a coisa certa, no local certo, no momento certo e na quantidade certa), relacionamento efetivo entre os componentes da cadeia de valor, melhoria contínua e qualidade na primeira tentativa.

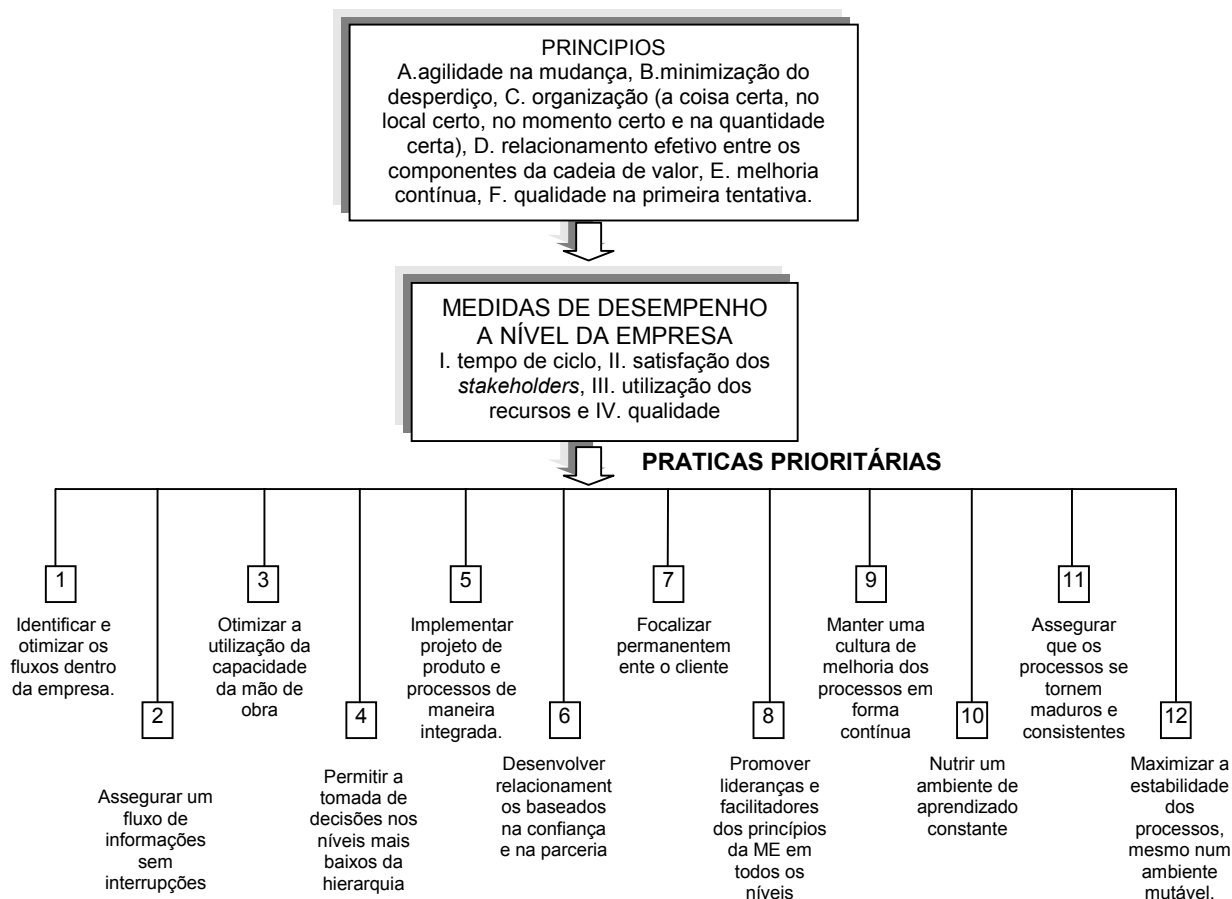


Fig. 1.- Arquitetura do nível superior do LEM (LAI, 2003)

Num nível inferior, sob os princípios, se encontram os indicadores de desempenho de nível da empresa, estes são o tempo de ciclo, satisfação dos acionistas, utilização dos recursos e qualidade. A seguir, no nível imediatamente



inferior se encontram as chamadas 12 práticas prioritárias. Estas práticas são listadas a seguir:

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 ME em todos os níveis
9. Manter uma cultura de melhoria dos processos em forma contínua
10. Nutrir um ambiente de aprendizado constante
11. Assegurar que os processos se tornem maduros e consistentes
12. Maximizar a estabilidade dos processos, mesmo num ambiente mutável.

Para cada uma destas práticas prioritárias, existe no modelo uma definição que permite entender melhor o significado de cada uma delas, bem como se identifica um conjunto de indicadores de desempenho que permitem a quantificação do nível de desenvolvimento da empresa, ou sistema em análise, em função do princípio em avaliação. Veja por exemplo a prática prioritária número três: Otimizar a utilização da capacidade da mão de obra. A referência para esta prática diz: “Garanta que o pessoal devidamente treinado estará disponível no momento, e no local onde seja necessário”. Os dois indicadores de desempenho associados a esta prática são:

- Horas de Treinamento / funcionário
- Output / funcionário.

Estes indicadores apresentarão o nível de desempenho tido como *benchmark* para o tipo de empresa sob análise. Através dessa comparação será possível, de forma concreta, a medição do desempenho e o direcionamento das melhorias na empresa na busca de um patamar superior em relação aos preceitos da manufatura enxuta.

O LEM também associa, a cada medida de desempenho, uma medida de desempenho do nível imediatamente superior, ou seja, no nível da empresa. No caso do exemplo comentado acima, os dois indicadores de desempenho estão associados ao indicador “utilização dos recursos”. Como já foi comentado, o modelo também

fornece, nesse nível, dados de empresas líderes nos seus segmentos para o usuário poder realizar avaliações e estabelecer referenciais de desempenho (*benchmarking*).

Para facilitar o encaminhamento de iniciativas para melhoria do desempenho em cada uma das práticas prioritárias o modelo LEM adiciona aos indicadores de desempenho sugeridos, um conjunto de sugestões chamadas de melhores práticas que sintetizam ou recomendam quais as ações que devem ser implementadas de maneira a permitir uma melhora no desempenho segundo cada categoria de prática prioritária. Assim, e continuando com o exemplo anterior, as ações sugeridas pelo modelo para o caso de garantir a disponibilidade do pessoal no momento e local necessários serão :

- Estabelecimento de um plano de desenvolvimento do pessoal
- Garantia da manutenção, certificação e elevação de certas capacidades do pessoal
- Análise das capacidades da força de trabalho do ponto de vista da amplitude e profundidade das habilidades e conhecimentos necessários.
- Ampliação das capacidades com o intuito de tornar a força de trabalho mais flexível.

## **A NORMA J4000**

A J4000 é um instrumento desenvolvido no bojo da SAE (Sociedade de Engenheiros Automotivos) e que se compõe de um conjunto de características que um sistema de manufatura deve possuir para atingir a categoria de "empresa enxuta" (SAE, J4000). Esta norma está composta de dois documentos fundamentais. O primeiro documento, a J4000 lista os critérios pelos quais a manufatura enxuta poderá ser alcançada, o segundo documento, a J4001, esclarece as formas de medição da conformidade a esses critérios.

Segundo a Norma J4000, o processo de implementação dos conceitos da Manufatura Enxuta consiste na eliminação do desperdício que possa existir ao longo da cadeia de valor da organização.

Na seção principal, a norma está composta de 52 elementos que ajudam na avaliação parcial ou integral de um ou mais requerimentos para uma implementação correta dos princípios da Manufatura Enxuta. Estes elementos estão divididos em 6 seções incluindo áreas que atingem e se superpõem com os clientes e fornecedores da empresa. As seções recebem pesos relativos para nortear de uma forma mais clara os

processos de implementação. A seguir, na tabela II, se vê as seções e os pesos recomendados pela norma.

Tabela II. Seções contidas na SAE J4000 e os pesos relativos dados a elas.

Elemento 4	Administração / Responsabilidade	25 %	
Elemento 5	Pessoal	25 %	
Elemento 6	Informação	}	25 % (em conjunto)
Elemento 7	Fornecedor/ Organização/Cliente		
Elemento 8	Produto		
Elemento 9	Processo / Fluxo	25 %	

A cada um dos elementos mencionados se associa uma escala de medição do nível de implementação. Esta escala orienta a comparação do nível de satisfação do componente em função das melhores práticas aplicadas na indústria para o mencionado componente. A escala é mostrada na Tabela III.

Tabela III. Escala para medir o nível de satisfação em comparação com as melhores práticas

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

Para exemplificar a utilização desta poderosa ferramenta, analisar-se-á apenas um componente. O componente selecionado pertence à seção 9, Processo / Fluxo.

**Componente 9.4.** *A cadeia de valor está integralmente mapeada, e os produtos fisicamente classificados em função de semelhanças nos seus processos e fluxos.*

- L0 A cadeia de valor não está definida ou não foi registrada
- L1 A cadeia de valor está parcialmente mapeada ou não existem agrupamentos de produtos baseados em semelhanças nos processos
- L2 A cadeia de valor está completamente caracterizada e em correspondência às listas de materiais e folhas de processos. Os agrupamentos de produtos baseados em semelhanças de processo foram implementados.
- L3 L2 mais sinais claros de melhorias e refinamentos nos últimos 12 meses

Um documento anexo à Norma é o SAE RR003 onde se encontram exemplos de melhores práticas em empresas do setor automotivo e que podem usar de

referência ou base de comparação para guiar os processos de implementação da Manufatura Enxuta.

Como já foi dito, este artigo discute a utilização destas ferramentas em processos de reestruturação de sistemas de manufatura, analisa suas semelhanças e principais diferenças, isto será feito na próxima seção.

## **FATORES DE DESEMPENHO IDENTIFICADOS PELA J4000**

Como comentado anteriormente, a norma está composta de 52 elementos que ajudam na avaliação parcial ou integral de um ou mais aspectos da Manufatura Enxuta. Estes elementos se encontram classificados em seis categorias que ajudam a estruturar as dimensões nas quais a empresa deve encaminhar diagnósticos e iniciativas de melhoria para adequar-se aos princípios da manufatura enxuta. Estas áreas são: Administração / Responsabilidade, Pessoal, Informação, Fornecedor/Organização/Cliente, Produto, Processo / Fluxo. Cada um dos elementos pode ser visto como um vetor de desempenho em si, mas poderá ser subdividido ou desdobrado em índices mais específicos de acordo com o tipo de empresa e os objetivos perseguidos por esta. Além disso, e em linhas gerais, cada vetor de desempenho pode ser associado a um ou mais ferramentas modernas da gestão industrial bem como a algumas metodologias ou filosofias em voga nos últimos anos. Nos próximos parágrafos serão comentados os fatores de desempenho associados a cada um das categorias e far-se-á comentários ao final de cada subseção a aplicação destas filosofias/metodologias para promover o desempenho para cada um desses vetores. Foram mantidos os números de referência utilizados na norma.

### **4. Administração/ Responsabilidade**

#### **4.1. Progresso nas Implantações dos Princípios de Manufatura Enxuta**

#### **4.2. Desdobramento das Políticas Enxutas a través de uma estrutura de índices qualitativos e quantitativos**

#### **4.3. Definição de Metas e plena comunicação das mesmas**

#### **4.4. Conscientização e treinamento nos princípios da Manufatura Enxuta**

#### **4.5. Compromisso da alta gerência no processos de implantação dos princípios enxutos**

- 4.6.Verificação do desempenho em função das metas em todos os níveis da estrutura
- 4.7.Plano de Incentivos pelos progressos obtidos na implantação dos princípios enxutos
- 4.8.Sistema Quantitativo de Indicadores de Desempenho segundo os princípios da Manufatura Enxuta
- 4.9.Existência de uma atmosfera orientada ao desempenho com uma visão orientada aos processos
- 4.10. Contato e envolvimento entre a alta gerência e a força de trabalho no sentido de enaltecer as práticas ditadas pelos princípios da Manufatura Enxuta
- 4.11. Clima estimulante e de incentivo na consecução das metas estabelecidas pelas políticas enxutas, primando a estabilidade e participação dos indivíduos.
- 4.12. Visão a meio e longo prazo na escolha das ações e iniciativas por parte da organização, ao invés de medidas de curto prazo e explosivas.

Pela análise desses fatores de sucesso que a norma classifica sob a categoria de Administração/Responsabilidade, pode-se concluir que um dos requisitos fundamentais é o reconhecimento e envolvimento da direção e alta gerência no processo. Poderia se dizer que a primeira iniciativa tomada pela organização, e principalmente pelo mais altos níveis hierárquicos da empresa, deveria ser o estabelecimento de um mecanismo de planejamento estratégico que incorpore os conceitos da manufatura enxuta e os dissemine pela organização como um todo. Este planejamento deve ser complementado com um acompanhamento das ações e dos resultados obtidos. De certa forma, esta ação de acompanhamento deve fomentar a colaboração de todos os envolvidos e premiar segundo critérios claros, conhecidos e estabelecidos os avanços e sucessos obtidos pela organização.

## 5. Pessoal

- 5.1.Disponibilidade de uma estrutura para treinamento e facilidade para os empregados serem treinados
- 5.2.Programas de treinamento voltados para os conceitos e ferramentas da Manufatura Enxuta em todos os níveis da organização

5.3.Os treinamentos são documentados e certificação é redigida para os participantes. Existe uma agenda detalhada dos módulos desses treinamentos que é amplamente divulgada.

5.4.A estrutura da organização é desenhada de acordo com os conceitos da cadeia de valor

5.5.Participação de funcionário dentro da sua área de competência na implantação dos conceitos da manufatura enxuta

5.6.Políticas de Recursos Humanos que favoreçam o estabelecimento dos conceitos da Manufatura Enxuta.

5.7.Equipes de implantação e seguimento das ações voltadas à aplicação dos conceitos da manufatura enxuta são definidas, bem como as linhas de autoridade estão claramente estabelecidas.

5.8.Encoraja-se a participação de funcionários em coletividades e agrupamentos dentro da organização que trabalhem pela melhoria contínua.

5.9.Mensurabilidade dos resultados obtidos pelos agrupamentos nos seus esforços pela melhoria contínua.

5.10. Autonomia para que as autoridades de cada um desses agrupamentos ou equipes de trabalho possam decidir e agir em função dos suas necessidades.

5.11. Essa autonomia é reconhecida e sustentada pelos níveis hierárquicos superiores.

5.12. A direção e alta gerência está comprometida com as decisões dos agrupamentos e o compromisso com seus encaminhamentos deve expressar-se através da cessão dos recursos necessários e apropriados a estes encaminhamentos.

Os fatores relacionados sob a categoria identificada como a do Pessoal, pode-se observar que deve existir um esforço superior para a participação de todos na organização. Este esforço deve estar retratado através da democratização da tomada de decisões, de uma maior autonomia, formação de equipes interdisciplinares, treinamento e garantia dos recursos para as ações dessas equipes.

## 6. Informação

6.1. Informação correta, oportuna está disponível para toda a organização segundo necessidade.

6.2. O conhecimento é compartilhado através da estrutura organizacional

6.3. Há uma espécie de descentralização da informação localizando-a próxima aos usuários de diferentes coleções de dados.

6.4. O sistema de informações operacionais e financeiras está estruturado de maneira a medir e reportar os avanços em matéria dos conceitos da Manufatura Enxuta.

Os sistemas de informação devem garantir o acesso seguro e estruturado à informação útil para cada uma das iniciativas em função dos conceitos da manufatura enxuta. Esta informação deve facilitar a análise de situações sob estudo e principalmente deve possibilitar o acompanhamento do desempenho através das iniciativas tomadas pelas equipes.

## 7. Fornecedor/ Organização/ Cliente

7.1. Participação na origem de fornecedores e clientes no processo de desenvolvimento de produtos e processos.

7.2. Clientes e Fornecedores contam com representantes apropriados nas equipes de desenvolvimento de produtos e processos.

7.3. Clientes e Fornecedores participam de revisões contínuas no progresso na área de desenvolvimento e alteração de produtos e processos.

7.4. Incentivos efetivos são definidos para a obtenção, por parte de clientes e fornecedores, de ganhos no desempenho e diminuições nos custos de produtos e processos.

Parceria, é a palavra que pode resumir todos os fatores indicados pela norma para a dimensão Fornecedor / Organização/ Cliente. O envolvimento de Clientes e Fornecedores em áreas tais como desenvolvimento de produtos, o estabelecimento de parcerias duradouras, reconhecidamente, pode ser a chave do sucesso a médio prazo, segundo os conceitos da manufatura enxuta.

## 8. Produto

8.1.Desenvolvimento integrado de produtos, com a participação de todas as áreas funcionais da empresa, bem como outros agentes tais como clientes, fornecedores, instituições do terceiro setor, etc.

8.2.O custo, desempenho e outros atributos estão claramente especificados e são compartilhados por todos os participantes do processo de desenvolvimento dos produtos.

8.3.Os princípios do gerenciamento do ciclo de vida, especificamente ferramentas DFX, são aplicados no processo de desenvolvimento de novos produtos.

8.4.Os parâmetros de capacidades de processo e do projeto de produto estão definidos de maneira a tornar-se robustos e passam a ser tratados como *benchmarks* pela organização.

8.5.A estrutura de desenvolvimento de produtos deve assegurar a permanência e continuidade do conhecimento sobre os mecanismos ligados a esta atividade, bem como as decisões tomadas no passado devem ser documentadas e estar disponíveis ao uso por todos os membros das equipes.

8.6.Os tempos de ciclo para a atividade de desenvolvimento de novos produtos devem ser medidos e esforço contínuo deve ser desenvolvido para estes tempos encurtar-se ao longo dos períodos.

Aqui poderiam se identificar duas metodologias chaves para a implantação dos conceitos de manufatura enxuta na área de produto. A primeira é a aplicação das ferramentas ligadas à gestão do ciclo de vida de produto, tais como as ferramentas DFX, tais como Projeto para Fabricação (DFM, *Design for Manufacturing*), Projeto para Montagem (DFA, *Design for Assembly*), Custeio Alvo (*Target Costing*). A segunda é tida mais como uma filosofia, isto é a Engenharia Simultânea, ou o Desenvolvimento Integrado de Produto, que tenta, em poucas palavras, reunir em equipes multidisciplinares competências específicas para o desenvolvimento de novos produtos, com o intuito de reduzir, principalmente, o tempo de lançamento destes novos produtos ao mercado e o custo associado a esta tarefa (*Time to Market*).



## 9. Processo / Fluxo

9.1.As áreas de trabalho estão organizadas e limpas e são auditadas com regularidade.

9.2.Sistema efetivo de manutenção preventiva.

9.3.As estruturas de materiais para cada produto ou submontagem estão corretamente catalogadas.

9.4.A cadeia de valor está integralmente mapeada, e os produtos fisicamente classificados em função de semelhanças nos seus processos e fluxos.

9.5.A produção é ritmada com as demandas dos consumidores.

9.6.Controles visuais são utilizados na produção

9.7.Os processos estão sob controle, bem como a variabilidade dos mesmos é reduzida continuamente.

9.8.Ações preventivas são desenvolvidas de maneira a reduzir ou evitar as não conformidades nos produtos ou nos processos.

9.9.Fluxo de produção sincronizado com o ritmo ditado pela demanda.

9.10. Redução do tamanho do lote e minimização do tamanho dos lotes.

9.11. Configuração do chão de fábrica em consonância com a orientação aos processos e esforços para encurtamentos dos fluxos.

9.12. Padronização dos métodos de trabalho é promovida e divulgada ao longo dos fluxos, com o intuito de balancear as cargas de trabalho dos operadores, minimizar a variabilidade e eliminar desperdício.

9.13. Exame regular e contínuo das cadeias de valor ao longo da organização são encaminhados visando a melhoria contínua das mesmas.

Provavelmente nesta última categoria se encontra a maior parte das ferramentas que hoje se conhecem na área da engenharia industrial ou de produção. A orientação ao fluxo e a sincronia com as necessidades dos clientes, dita uma série de metodologias ou ferramentas utilizáveis nas iniciativas vinculadas à Manufatura Enxuta. Pode-se citar aqui a análise da cadeia de valor, a produção puxada, a redução dos tempos de set-up, a utilização de controles visuais da produção, a manutenção preditiva, controle estatístico de processo e a padronização das operações.

## **MEDIÇÃO DE DESEMPENHO E A MANUFATURA ENXUTA**

Pode-se concluir que as duas ferramentas principalmente tentam representar os princípios da Manufatura Enxuta através de um conjunto de medidas de desempenho para direcionar os esforços de melhoria contínua. Segundo Maestrelli et alli. (2002) a norma SAE J4000 é considerada uma norma de desempenho, pois não indica “o que fazer”, mas sim “como fazer”. Desta forma, confrontando-se algumas características dos sistemas de medição de desempenho com os principais elementos e diretrizes dos dois instrumentos analisados. Para tal usa-se como referencial as características desejáveis que um sistema de medição de desempenho deve possuir.

Um Sistema de Medição de Desempenho deve considerar o fato que os métodos contábeis tradicionais não são mais relevantes em termos da manufatura moderna, pois estes estruturam e apresentam a informação orientando-se para questões de valorização de inventários e cálculos de custos e lucros. As medidas financeiras têm importância relativa para a firma, principalmente para fins tributários e dos acionistas, e conseqüentemente não devem ser usadas como único meio para administrar uma organização. Isto se deve principalmente a que as medidas financeiras retardam a demonstração de uma eventual deterioração em um fator crítico de sucesso. Isto pode acarretar ameaças para toda a organização (Tubino e Danni, 1997). As medidas de desempenho devem cumprir uma série de requisitos, Hudson et alli.(2001) baseando-se numa exaustiva revisão na literatura feita por Neely et alli.(1997), listaram sete características que todo sistema de medição de desempenho deveria possuir. Esta lista é mostrada a seguir:

- a) Devem estar diretamente relacionados com a estratégia da empresa;
- b) Claramente definidas e com um propósito específico;
- c) Devem ser relevantes e fáceis de manter;
- d) Devem ser simples de usar e entender;
- e) Retroalimentam rapidamente todos os níveis da organização;
- f) Devem providenciar uma ligação entre a estratégia e as operações;
- g) Junto com monitorar as operações devem fomentar a melhoria.

Para garantir o cumprimento destes requisitos torna-se necessária uma metodologia formal para a implementação de Sistemas de Medição de Desempenho (SMDs). Diversos exemplos de metodologias têm sido relatadas na literatura entre as que pode-se destacar, (Durán e Batocchio, 1997a, 1997b, Bittitci, 1995, Durán , 2001). Outros autores destacam também que, além de existir a necessidade de um mecanismo formal de definição de um SMD, este deve ser analisado periodicamente para garantir sua viabilidade ao longo do tempo, principalmente considerando os pontos c) e e) da lista mencionada anteriormente. Com o objetivo de estruturar essas características, Hudson et alli. (2001) definiram uma tipologia que sintetiza os elementos que permitem avaliar sistemas de Medição de Desempenho. A tipologia contém três tipos de elementos básicos, a saber:

- Requerimentos para o processo de desenvolvimento de Sistemas de Medição de Desempenho (SMD)
- Características para as medidas de desempenho
- Dimensões de desempenho que devem ser abordadas pelos SMDs

Usar-se-á esta tipologia para avaliar as duas ferramentas descritas na seção anterior. Do ponto de vista do processo de desenvolvimento de um SMD a tipologia sugere que quatro elementos devem estar convenientemente definidos durante o processo de desenvolvimentos de um SMD, a saber: ponto de entrada, ou seja, o estado inicial ou situação onde se desenvolverá o SMD, principalmente no que tange às deficiências e possibilidades de melhoria. Desse ponto de vista, se julga que as duas ferramentas descritas podem ser utilizadas como base para diagnosticar uma situação atual, determinando pontos críticos e potenciais para melhoria. O segundo ponto, é a participação e o envolvimento. Desse ponto de vista nenhum dos dois instrumentos explicitam a necessidade de envolvimento da alta gerência ou pelo menos, listam quais deveriam ser os envolvidos na aplicação e utilização destes. Uma outra questão considerada na tipologia, é a questão do tempo. Aqui nenhum dos dois instrumentos menciona prazos, nem questões referidas ao planejamento do projeto de implantação das medidas. Nesse sentido, se pode considerar que os dois instrumentos são de caráter estático por não colocar as fases de aplicação numa escala temporal. Apesar de que, nos comentários e recomendações, ambos os

instrumentos esclarecem que esses estão inseridos em processos permanentes de melhoria contínua, ou seja, reconhecem a aplicação dos instrumentos num contexto temporal e cíclico.

Com respeito ao segundo elemento da tipologia, o das características dos sistemas de medição de desempenho, pode-se argumentar que embora nenhum dos dois instrumentos, na forma como são apresentados, deixem transparecer algumas dessas características, nota-se que ambos, em função das suas estruturas, fomentam a sua aplicação de acordo com os preceitos declarados na tipologia de Hudson et alli. (2001).

O terceiro elemento da tipologia define as dimensões de desempenho para as quais a medição de desempenho deve acontecer. Essas dimensões são: qualidade, flexibilidade, tempo, finanças, satisfação do cliente e recursos humanos. Na tabela IV pode ser verificado como cada instrumento classifica algum dos seus elementos em cada uma das dimensões de desempenho definidas na tipologia. No caso do modelo LEM, foram considerados tanto os princípios, bem como as medidas de desempenho no nível da empresa e as práticas prioritárias, de forma a ser mais genérico na análise das dimensões abordadas pelo modelo. Por esta razão, na linha correspondente ao Modelo LEM, se mesclam algarismos romanos, arábicos e letras, representando respectivamente os princípios, as medidas e as práticas.

Tabela IV. Elementos dos dois instrumentos e sua classificação em função das dimensões de desempenho da Tipologia de Hudson et alli. (2001)

	Qualidade	Flexibilidade	Tempo	Finanças	Satisfação	RH
LEM	B, IV, F, 9	A,4,3,5	I, 11,12	--	D,II, 7,6	8,10,4,3
J4000	8		9	--	7	4,5

Em cada célula foram identificados os elementos de cada metodologia referidos pelos códigos utilizados nos próprios instrumentos. Percebe-se que do ponto de vista da LEM, as chamadas práticas prioritárias referentes ao fluxo de processo e de informações (números 1 e 2) e referentes à integração entre o projeto de produto e processo não se encaixam dentre as dimensões definidas pela tipologia.

## **DISCUSSÃO E COMPARAÇÃO DOS INSTRUMENTOS**

As ferramentas apresentadas nas seções anteriores surgem como resposta para as dificuldades que são encontradas pelas empresas que se envolvem em processos de reestruturação e implantação segundo os conceitos da manufatura enxuta. Essas dificuldades são em função da carência de ferramentas estruturadas de análise, marcos referenciais e instrumentos de avaliação apropriados e universais para sustentar estes processos de reestruturação. Neste sentido as duas iniciativas podem ser consideradas positivas na tentativa de fornecer à comunidade industrial e acadêmica um pano de fundo para estabelecer procedimentos de implantação estruturados e objetivos.

As semelhanças são evidentes, os princípios subjacentes em ambas ferramentas apontam claramente a fatores de redução de desperdício, encurtamento dos ciclos de vida dos produtos através de maior integração com fornecedores e clientes, uma maior flexibilidade e uma organização baseada em elementos tais como integração, multifuncionalidade e uma moral elevada entre seus funcionários. Neste sentido, nenhuma das duas ferramentas apresenta grandes novidades ao enunciar seus princípios, que dito de uma forma mais direta, não se afastam significativamente dos princípios do Sistema Toyota de Produção.

Confrontados esses instrumentos com a tipologia proposta por Hudson et alli.(2001) chamam a atenção alguns aspectos interessantes, principalmente no que tange às dimensões de desempenho abordadas por ambos os instrumentos. O primeiro aspecto que chamou a atenção dos autores deste artigo, é a ausência de medidas de desempenho que abordem diretamente a dimensão financeira. Acredita-se que isto seja uma reação as constatações feitas no passado no sentido de que as medidas financeiras não ofereceriam por si só um meio de administração estratégica operacional suficiente para obter resultados competitivos e atingir a excelência nas operações. Uma segunda constatação chamou a atenção dos autores, ambos os instrumentos mencionam dentre seus componentes ou elementos a questão da informação e do seu correto fluxo. Isto não é explicitamente mencionado na tipologia de Hudson et alli.(2001) como uma das dimensões de desempenho que deveriam ser consideradas dentro de um SMD. Entretanto, considerando o estado das organizações

que baseiam, em grande medida, seu sucesso no correto tratamentos dos seus dados, principalmente dos seus clientes, produtos e processos, a dimensão Informação deveria fazer parte dos elementos incorporados a um SMD.

Finalmente, o aspecto que deve ser destacado é a tentativa de estruturar esses princípios e quantificar o progresso da empresa na busca da excelência nos mesmos. Assim, as escalas e indicadores de desempenho são reconhecidamente instrumentos motivadores e facilitam o entendimento por toda a organização dos princípios já mencionados. Com a criação destes instrumentos fica em aberto o desafio para as empresas utilizá-los de maneira direta ou com modificações e adaptações para deflagrar os processos de melhoria em busca da excelência nas operações.

## REFERÊNCIAS

BATOCCHIO, A., G. N. FRANCO. Manufatura Enxuta como Estratégia para o Ganho de Competitiva. Anais do VIII Congresso Nacional de Ingeniería Mecánica, Valparaíso, Chile, novembro, 2000.

BOEING, site: **Improving Our Production System em** <http://www.boeing.com/commercial/initiatives/> **extraído em 5 de maio de 2003**

BITITCI, U.S., Modelling of performance measurement systems in manufacturing enterprises. International Journal of Production Economics, Vol.42, p. 137-147. 1995

CUSUMANO, M. The limits of lean, Sloan Management Review, Vol.35, No.4, pp.27-32, 1994.

DURÁN, O Sistemática para Medição de Desempenho em Áreas Desenvolvimento de Produtos. 3º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produtos (em CD ROM), Florianópolis, SC, 25-27 de setembro de 2001

DURÁN, O. e BATOCCHIO, A, Methodologies for Definition and Evaluation of Performance Measurement Systems. IFAC/IFIP Conference on Management and Control of Production and Logistics. August, , Campinas (SP) Brazil.p 686 – 690. 1997a

DURÁN, O. e BATOCCHIO, A Object Oriented Modelling for a Performance Measurement System for Small Enterprises. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International FAIM Conference, Middlesbrough, England.p.842-849. 1997b

LAI, Lean Aerospace Initiative, em <http://web.mit.edu/lean/> extraído em 5 de maio de 2003.

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

MAESTRELLI, N.C., SIMON, AT, BATOCCHIO, A. A Manufatura Enxuta e sua aplicação aos processos de conformação dos metais. Revista Máquinas e Metais, Abril, 2002

NEELY, A. , RICHARDS, H., MILLS, J., PLATTS, K., BOURNE, M. Designing performance measurement: a structured approach”, International Journal of Operations and Production Management, vol. 17, No.11, pp.1131-1152, 1997

HUDSON, M; SMART, P; BOURNE, M 'Theory and Practice in SME Performance Measurement Systems', International Journal of Operations and Production Management, vol. 21, No. 8, pp.1096-1115, 2001

SAE J4000 *Identification and Measurement of Best Practice in Implementation of Lean Operation*

SAE J4001 *Implementation of Lean Operation User Manual*

SCHONBERGER, R. J. Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições sobre a Simplicidade. São Paulo: Pioneira,1984.

TUBINO D.F. e DANNI, T.S., Uma proposta de sistema de avaliação operacional no ambiente just-in-Time. Máquinas e Metais, Julho, pp. 120-130.1997

WOMACK, J, D. JONES, “*A mentalidade enxuta nas empresas*”, Rio de Janeiro: Campus 1992.