

**José Lourenço Junior**

**O CONCEITO DE PRODUÇÃO ENXUTA  
APLICADO A UMA INDÚSTRIA DE MANUFATURA  
NÃO SERIADA:  
Uma Proposta Metodológica de Implantação**

Dissertação apresentada para obtenção do  
Título de Mestre pelo Curso de Pós-graduação  
em Administração de Empresas do  
Departamento de Economia, Ciências Contábeis,  
Administração e Secretariado da Universidade  
de Taubaté

Área de Concentração: Gestão Empresarial

Orientador: Prof. Dr. José Glenio Medeiros de  
Barros

**Taubaté – SP**

**2002**

JOSÉ LOURENÇO JUNIOR

O CONCEITO DE PRODUÇÃO ENXUTA APLICADO A UMA INDÚSTRIA DE  
MANUFATURA NÃO SERIADA: Uma Proposta Metodológica de Implantação

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ, TAUBATÉ, SP

Data: 06/04/2002

Resultado: aprovado

**COMISSÃO JULGADORA**

Prof. Dr. José Glenio Medeiros de Barros    UNITAU

Prof. Dr. Cyro Alves Borges Junior            UERJ

Prof. Dr. José Luis Gomes da Silva            UNITAU

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Zeca (in memoriam) e Doracy, responsáveis por tudo de bom que a vida tem me proporcionado.

E a minha esposa, Simone, companheira inseparável, cúmplice e a base da minha vida e das minhas realizações.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Paulo Sérgio Moure dos Reis pelo estímulo e incentivo na decisão pela realização deste mestrado e a cada uma de suas etapas e, acima de tudo, pela mais autêntica e dignificante amizade.

À Furukawa Industrial S.A. – Produtos Elétricos, nas pessoas de Hiroyuki Doi e Vagner Nóbrega, pelos conhecimentos adquiridos e a possibilidade de compartilhar-los neste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Glenio Medeiros de Barros por sua efetiva contribuição na estruturação e consolidação desta dissertação de mestrado.

Aos colegas mestrados, em particular, ao Fábio Soares Duarte, José Manoel Quinquiolo, Lincoln Egydio Lopes, Paulo Aurélio Santos e Paulo Roberto A. de Almeida, pelo companheirismo e estímulo em todos os momentos.

Aos meus filhos Nathalia e Neto e a minha esposa Simone, pelas horas que deles foram subtraídas do convívio familiar, durante todo o transcorrer deste mestrado.

Ao Grande Arquiteto do Universo, por ter-me dado saúde, força e vontade.

LOURENÇO Junior, José. O conceito de produção **enxuta aplicado a uma indústria de manufatura não seriada: uma proposta metodológica de implantação**. 2002. 126f. Dissertação (Mestrado, Pós-graduação em Administração de Empresas) – Departamento de Economia, Ciências Contábeis, Administração e Secretariado, Universidade de Taubaté, Taubaté.

## RESUMO

O conceito de Produção Enxuta sempre esteve associado à indústria de produção seriada, muito embora suas técnicas e metodologias possam, reconhecidamente, ser aplicadas a outros tipos de sistemas produtivos.

Neste contexto, descreve-se na presente dissertação uma proposta metodológica de aplicação da filosofia de Produção Enxuta a uma indústria do tipo não seriada. Tal aplicação difere da utilização usual associada à manufatura seriada, utilizada pelas montadoras de automóveis e fabricante de autopeças, como fartamente encontrado na literatura. A elaboração da metodologia foi possível a partir da análise dos aspectos particulares da produção não seriada em comparação aos da indústria seriada, notadamente quanto à adoção das técnicas e ferramentas próprias da administração da manufatura conforme os conceitos da Produção Enxuta.

A metodologia proposta foi testada em uma indústria fabricante de condutores elétricos não seriado e com elevada diversidade de produtos. Os resultados do trabalho demonstram a exequibilidade da adoção do conceito a uma outra realidade da indústria de manufatura, confirmando a viabilidade do modelo proposto, adaptado do conceito enxuto e de suas técnicas e ferramentas.

## **ABSTRACT**

The lean production concept applied in the non serial manufacture industry:  
a methodological proposal of implantation

The lean production concept was always associated to serial production, very away your techniques and methodologies can, thankfully, to be applied the other types of productive systems.

In this context, the present dissertation describe a methodological proposal of application of the lean production philosophy to the industry of the type non serial. Such application differs of the usual use associated to the serial manufacture, mainly in relation to the assemblers of automobiles and autoparts manufacturer, as wide found in the literature. The elaboration of the methodology was possible starting from the analysis of the peculiar aspects of the non serial production in comparison with the of the serial industry, especially as the adoption of the techniques and own tools of the administration of the manufacture according to the concepts of the lean production.

The proposed methodology was tested in a non serial manufacturing of electrical conductors and with high diversity of products. The results of the work demonstrate that is possible the adoption of the concept to another reality of manufacture industry, and it confirm the viability of the proposed model adapting the lean concept and your techniques and tools.

# SUMÁRIO

RESUMO .....	05
ABSTRACT .....	06
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	13
1.1 A Produção Enxuta: Considerações Gerais .....	13
1.2 Exposição da Natureza do Problema .....	15
1.3 Objetivo da Dissertação .....	16
1.4 Justificativa da Pesquisa .....	17
1.5 Motivação à Pesquisa .....	19
1.6 Limitações da Pesquisa .....	20
1.7 Organização da Dissertação .....	20
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	22
2.1 O Sistema de Produção Enxuta .....	22
2.1.1 Da Produção em Massa para a Produção Enxuta: Uma Nova Filosofia ...	22
2.1.2 O “Pensamento” Enxuto: Fundamento da Nova Filosofia de Produção ....	26
2.1.3 O Conceito de Valor: a Base do “Pensamento” Enxuto .....	29
2.1.4 <i>Muri, Muda, Mura</i> : Lógica da Produção Enxuta .....	30
2.1.5 Os Desperdícios Clássicos dos Processos Produtivos .....	31
2.1.6 O <i>Just-In-Time</i> , a Qualidade e a Produção Enxuta .....	32
2.1.7 O <i>Kanban</i> no Sistema Toyota de Produção .....	34
2.1.8 <i>Jidoka</i> : Pilar de Sustentação da Produção Enxuta .....	37
2.1.9 Técnicas e Ferramentas da Produção Enxuta .....	38

2.1.10	Resumo das Características da Produção Enxuta .....	40
2.2	A Caracterização da Produção Não Seriada e Suas Particularidades na Adoção do Conceito de Produção Enxuta .....	41
2.2.1	Os Diferentes Tipos de Processos de Produção .....	42
2.2.2	A Produção Não Seriada e as Limitações do Conceito de Produção Enxuta.....	43
3	PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA .....	46
3.1	Os Oito Componentes da Metodologia .....	46
3.2	Componente (i): Adoção do Conceito de “Enxuto” .....	48
3.3	Componente (ii): Liderança e Participação .....	53
3.4	Componente (iii): Gerenciamento Visual.....	55
3.5	Componente (iv): Produção Puxada .....	59
3.6	Componente (v): Qualidade na Fonte .....	64
3.7	Componente (vi): Melhoramentos Contínuos.....	66
3.8	Componente (vii): Redução do <i>Lead-Time</i> .....	69
3.9	Componente (viii): Controle e Redução de Custos .....	73
4	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA A UMA INDÚSTRIA DE MANUFATURA NÃO SERIADA .....	77
4.1	Descrição do Ambiente Industrial Pesquisado .....	77
4.2	Diferenças entre os tipos de produção da indústria estudada nesta dissertação e o típico da indústria automobilística e de autopeças .....	79
4.3	O Perfil da Empresa .....	82
4.4	Aplicação do componente metodológico (i): o conceito de “enxuto” .....	84
4.5	Aplicação do componente metodológico (ii): liderança e participação .....	87
4.6	Aplicação do componente metodológico (iii): gerenciamento visual.....	91
4.7	Aplicação do componente metodológico (iv): produção puxada .....	92



4.8	Aplicação do componente metodológico (v): qualidade na fonte.....	98
4.9	Aplicação do componente metodológico (vi): melhoramentos contínuos .....	100
4.10	Aplicação do componente metodológico (vii): redução do <i>lead-time</i> .....	103
4.11	Aplicação do componente metodológico (viii): controle e redução de custos.....	106
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	108
5.1	Resultados auferidos na matriz japonesa .....	108
5.2	Resultados auferidos na planta industrial brasileira .....	109
6	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	116
6.1	Conclusões associadas à metodologia proposta .....	116
6.2	Conclusões associadas à aplicação prática da metodologia proposta.....	117
6.3	Cuidados na aplicação da metodologia proposta.....	117
6.4	Acerca do objetivo .....	118
6.5	Sugestões para trabalhos futuros .....	118
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	119
	APÊNDICE – Glossário.....	123

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	– Produção artesanal versus produção em massa.....	23
<b>Tabela 2</b>	– Produção em massa versus produção enxuta.....	25
<b>Tabela 3</b>	– Diferenças em as fábricas de Framingham e Takaoka, constatadas pelo grupo de pesquisadores do MIT .....	25
<b>Tabela 4</b>	– Definições da nova filosofia de produção .....	27
<b>Tabela 5</b>	– <i>Kanban</i> : funções e regras .....	36
<b>Tabela 6</b>	– Tabela 6 – Principais técnicas e ferramentas industriais aplicáveis à Produção Enxuta.....	39
<b>Tabela 7</b>	– Produção em massa versus Produção Enxuta .....	40
<b>Tabela 8</b>	– Comparação quanto a aplicação entre o <i>Just-in-Time</i> e o MRP II ...	44
<b>Tabela 9</b>	– Gerenciamento visual.....	59
<b>Tabela 10</b>	– Ações para a redução do <i>Lead-Time</i> .....	73
<b>Tabela 11</b>	– Comparação entre o ambiente das empresas automobilísticas e de autopeças e o ambiente industrial pesquisado .....	82
<b>Tabela 12</b>	– Metas definidas pelo “Movimento NF” na matriz japonesa para o primeiro triênio 1985/1987.....	85
<b>Tabela 13</b>	– Encontro técnico de APG .....	101
<b>Tabela 14</b>	– Metas do Programa NF na fábrica em Lorena (SP).....	106
<b>Tabela 15</b>	– Metas e resultados do “Movimento NF” na <i>The Furukawa Electric Co. Ltd.</i> .....	109
<b>Tabela 16</b>	– Metas e resultados do Programa NF na fábrica Lorena (SP) da <i>Furukawa</i> .....	110

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	– Giros anuais de estoque nos segmentos automotivo e industrial nos Estados Unidos .....	18
<b>Figura 2</b>	– Linha do tempo .....	29
<b>Figura 3</b>	– Exemplo de <i>kanban</i> .....	35
<b>Figura 4</b>	– Síntese da Produção Enxuta.....	49
<b>Figura 5</b>	– Ciclo de redução do <i>lead-time</i> .....	50
<b>Figura 6</b>	– Gerenciamento visual: exemplos.....	57
<b>Figura 7</b>	– Círculo vicioso do <i>muda</i> .....	58
<b>Figura 8</b>	– Produção em massa: lotes grandes, empurrados e planejamento individuais .....	61
<b>Figura 9</b>	– Produção Enxuta: lotes pequenos e puxados.....	61
<b>Figura 10</b>	– Custos das melhorias.....	67
<b>Figura 11</b>	– Visibilidade dos problemas e o <i>kaizen</i> .....	68
<b>Figura 12</b>	– Redução do tamanho dos lotes e a redução do <i>lead-time</i> .....	71
<b>Figura 13</b>	– <i>Lay-out</i> da fábrica.....	80
<b>Figura 14</b>	– O Sistema de produção NF .....	86
<b>Figura 15</b>	– Operação multifuncional: <i>job rotation</i> .....	89
<b>Figura 16</b>	– Quadro horário de programação e cartões <i>kanban</i> .....	94
<b>Figura 17</b>	– Delimitação dos estoques intermediários por marcação no piso .....	96
<b>Figura 18</b>	– Quadro <i>kanban</i> para montagem de carretéis de madeira.....	97
<b>Figura 19</b>	– Programação de máquinas antes e depois da adoção do conceito de Produção Enxuta.....	105

<b>Figura 20</b> – Quadro funcional.....	113
<b>Figura 21</b> – Número de funcionários para operar uma trançadeira do tipo tubular .....	114
<b>Figura 22</b> – Quantidade de produtos acabados produzida por funcionário direto .....	115

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Produção Enxuta: Considerações Gerais

Cada vez mais o gerenciamento vem se tornando o fator diferencial e decisivo nos processos de produção. Isso em muito decorre do fato de que os tradicionais fatores de produção – terra, mão-de-obra e o dinheiro – já não mais garantem, em razão de sua mobilidade, vantagem competitiva (DRUCKER, 1992). Sobre tal idéia, Campos (1996) escreveu:

... estamos vivenciando no Brasil uma experiência formidável: empresas que mudam sua cara e que sobrevivem galhardamente à mudanças impensáveis, escolas públicas inertes e decadentes que adquirem nova vida e batem recorde de desempenho apesar do desprezo de alguns de nossos políticos, hospitais que sobrevivem honrosamente à falta de recursos, pequenos sítiantes que dobram sua renda no espaço de um ano etc.

Numa época de competição industrial extremada, a busca por tecnologias inovadoras de gerenciamento, e em particular, de gerenciamento da produção, passou a se constituir fator de sobrevivência para a indústria, na medida em que as melhorias tornam-se, cada vez mais, intuitivamente difíceis de serem alcançadas. A indústria automobilística, em particular a japonesa, tem influenciado significativamente esta área, principalmente em função de profundas mudanças nas técnicas de administração da manufatura pelas quais continuam passando as empresas industriais em geral (WOMACK, 1992).

Ao término da Segunda Grande Guerra, os japoneses iniciaram a produção de veículos de passeio e logo se depararam com restrições específicas de seu limitado mercado interno, o que inviabilizava a utilização dos então consagrados conceitos de produção em massa amplamente utilizados com sucesso pelos ocidentais. As empresas que conseguiram sobreviver à guerra enfrentaram grandes dificuldades no período posterior. Tinham como meta, entre outras, a diminuição no número de empregados e, sendo assim, não pensavam em abrir novas vagas; pelo contrário, demissões pareciam iminentes. Em contraposição, a força de trabalho nativa do Japão

se organizou formando sindicatos fortes que exigiam maiores garantias. Desta forma, a estabilidade no emprego surgiu naturalmente (ARAI, 1989). Diferentemente do que ocorre com frequência na produção em massa, as empresas japonesas da época não podiam demitir e, a economia do país devastada pela guerra, não dispunha de recursos para realizar os altos investimentos necessários para a implantação da produção em massa.

Sob este contexto de dificuldades e limitações, a empresa automobilística japonesa *Toyota Motor Company* idealizou e implantou novos métodos de produção e administração, batizados como Sistema Toyota de Produção. Tais métodos possibilitaram a produção simultânea de variados modelos em pequena escala, melhorando a qualidade e reduzindo os custos. A palavra chave então passou a ser “MUDA” (pronuncia-se *mudá* em japonês), o que em síntese representava tudo aquilo que não agregava valor aos olhos do cliente, devendo, portanto, ser eliminado. O resto da história é a conhecida ascensão e liderança japonesa no mercado de automóveis e a consagração daquele país como potência econômica mundial já nos anos 70.

O fenômeno, exaustivamente estudado por vários especialistas, pesquisadores e empresas do ocidente, evidenciou a utilização de um conjunto de novas técnicas e metodologias de produção. Num estudo do *Massachusetts Institute of Technology*, que consumiu cinco milhões de dólares em cinco anos de pesquisas, abrangendo 14 países, aquele sistema de produção, concebido predominantemente na Toyota, recebeu a denominação em inglês de “*lean manufacturing*”, tendo sido traduzido para o português como Produção Enxuta (do sentido original: produção “sem gorduras” / “desprovida de supérfluos”) (WOMACK, 1992).

Assim, por duas vezes no mesmo século a indústria automobilística foi determinante acerca de nossas noções fundamentais de como produzir bens. Primeiro, quando a produção artesanal foi substituída pela produção em massa e, depois, quando um novo conjunto de técnicas de administração da manufatura, experimentadas pioneiramente na indústria japonesa, conduziu a mudança da produção em massa para a Produção Enxuta (WOMACK, 1992).

## 1.2 Exposição da Natureza do Problema

Em sintonia ao apresentado acerca da questão do gerenciamento, a introdução de metodologias capazes de maximizar resultados é uma necessidade imposta pelo mercado. Indiferente ao tipo de empreendimento industrial, a possibilidade da utilização da conceituação desenvolvida para dar forma à Produção Enxuta poder-se-á constituir no diferencial competitivo.

Apesar do consenso entre autores e especialistas (SCHONBERGER, 1988; SHINOHARA, 1988; WOMACK, 1996) acerca da aplicabilidade da Produção Enxuta em qualquer tipo de empresa, a base referencial disponível na literatura sobre Produção Enxuta é predominantemente focada nos casos dos processos produtivos seriados da indústria automobilística. Outros renomados pesquisadores como Alford *et al* (2000) e Cusumano (1994), também discutem os limites da aplicação do conceito da Produção Enxuta. Questionam, em particular, a adoção do conceito em ambientes industriais de elevada diversidade de produtos, como os típicos dos sistemas não seriados. Sem uma conclusão a tal questionamento ou ainda sem referências bibliográficas específicas, o problema que se apresenta resume-se nas seguintes questões:

- O conceito da Produção Enxuta é aplicável a ambientes de elevada diversidade de produtos como aqueles típicos da produção não seriada?
- Se aplicável, quais as customizações necessárias em relação aos casos disponíveis na literatura acerca da implantação em sistemas seriados?

A fim de satisfazer tais questões, o presente trabalho parte de uma revisão bibliográfica desenvolvida de forma a obter uma visão crítica acerca do conceito da Produção Enxuta. Constituindo-se assim, em embasamento teórico para a apresentação de uma proposta metodológica de implantação num ambiente industrial de manufatura não seriada. Toda a revisão considera, fundamentalmente, “o que” é o conceito de Produção Enxuta.

Por outro lado, “o como” fazer, considerando o ambiente da manufatura não seriada, é exatamente o problema a ser tratado nesta Dissertação, por ocasião da proposição do modelo de implantação em ambientes não seriados. A propósito deste problema, é natural que determinados pressupostos devam ser observados, quais sejam:

- a adoção de conceitos desta natureza deve ser conduzida no sentido *top-down*, isto é, deve ter o patrocínio institucional da alta administração;
- programas de implantação do tipo “receita de bolo” não funcionam: o que deu certo numa determinada empresa poderá tornar-se na fórmula do fracasso em outra;
- o êxito de programas deste tipo é diretamente proporcional à consideração e incorporação das peculiaridades e, principalmente, da cultura organizacional específica;
- experiências anteriores fracassadas representam obstáculos à implantação;
- uma metodologia de implantação adequada às especificidades da empresa eleva a taxa de sucesso e reduz o tempo de implantação.

Pelo exposto, o atendimento ao problema apresentado deve incluir a padronização de ações que norteiem a implantação do conceito de Produção Enxuta, considerando as especificidades próprias do ambiente da manufatura não seriada. Apesar de ser único cada processo de implantação, é possível e desejável a generalização, desde que contemplando-se sempre a cultura organizacional de cada caso específico.

A partir da contextualização referente a natureza do problema, pode-se agora externar mais claramente a finalidade da presente dissertação de mestrado.

### **1.3 Objetivo da Dissertação**

O objetivo deste trabalho é o de apresentar uma proposta metodológica para a implantação do conceito da Produção Enxuta à indústria de manufatura não seriada, diferentemente da aplicação clássica em indústrias seriadas como as de montagem de automóveis e fabricação de auto-peças.

Esta metodologia foi testada numa indústria fabricante de condutores elétricos e os resultados, apresentados nesta Dissertação, comprovaram a viabilidade da adoção do conceito num ambiente industrial de produção intermitente não seriado com elevada diversidade de produtos.



#### 1.4 Justificativa da Pesquisa

Como já mencionado, a metodologia proposta está suportada pela abordagem teórica obtida na revisão da literatura e na própria experiência do autor na condução de um programa de implantação do conceito de Produção Enxuta. Porém, é o exemplo real de implantação da proposta metodológica, apresentado nesta Dissertação, que torna possível uma análise mais detalhada. É este, segundo Godoy (1995), o procedimento preferido quando o pesquisador busca respostas às questões “como” e “porque”, principalmente quando é pequena a possibilidade de controle sobre os eventos estudados e ainda quando o foco é a análise a partir do contexto real.

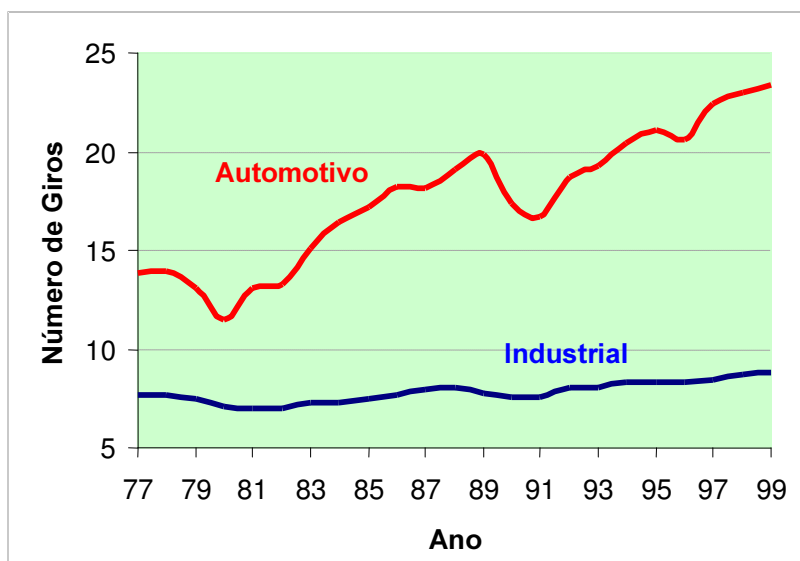
O estudo da experiência de utilização da metodologia que está sendo proposta, busca o entendimento das variáveis envolvidas numa realidade cuja complexidade torna difícil a compreensão através de outros métodos. Como método qualitativo, o estudo de caso constitui-se numa importante modalidade de pesquisa em ciências de caráter administrativo (GODOY, 1995; DONAIRE, 1997). A presente Dissertação está, portanto, estruturada no tipo “proposição de planos ou sistemas”, conforme definido por Roesch (1996). Ainda conforme a mesma pesquisadora, neste tipo de pesquisa a proposta é a de apresentar soluções para os problemas já diagnosticados na organização pela aplicação ou adaptação de soluções.

Assim, o estudo apresenta características peculiares e específicas da adoção do conceito ao propor uma metodologia aplicada à indústria de manufatura não seriada, a despeito da predominância dos casos estudados na indústria de produção em série, notadamente a automobilística. Por si só, sobre este enfoque, o estudo reúne aspectos de ineditismo da pesquisa.

A relevância do estudo da aplicabilidade do conceito no ambiente de produção não seriada, objeto da presente Dissertação, evidencia-se através de outros trabalhos de pesquisa. Pode-se, como citado anteriormente, referenciar o trabalho de Alford *et al* (2000) onde os autores apresentam o problema de que uma maior variedade de produtos promovida pela customização, referindo-se à indústria automobilística, implicaria em maiores custos e complexidade de manufatura. Os autores discutem acerca do desconhecimento sobre como um sistema de manufatura baseado na Produção Enxuta responderia a este desafio. Concluem que uma efetiva abordagem deve ser desenvolvida de forma a suportar decisões no tocante as iniciativas de

customização e conseqüente incremento da variedade a fim de prevenir elevação de custos e complexidade. Outra semelhante opinião é oferecida por Cusumano (1994), principalmente acerca da questão associada à elevada diversificação de produtos, ao discutir os limites e restrições na aplicação do conceito da Produção Enxuta.

Um outro aspecto pode ser inferido pela análise da Figura 1. Nela são apresentadas as curvas referentes ao número de giros anuais do estoque em empresas manufatureiras do segmento automobilístico em relação aos demais segmentos. É evidente o incremento nos últimos anos do número de giros – ou a redução de estoques – na indústria de automóveis. A causa deste comportamento pode ser justificada pelo crescente número de empresas do setor de automóveis que vêm utilizando, em parte ou no todo, o conceito de Produção Enxuta. Aqui também, além da já comentada predominância de referências bibliográficas focadas na indústria automobilística, constata-se a incipiência dos demais setores industriais na utilização do conceito.



FONTE: US Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. In: WOMACK, James P. Palestra *Lean Thinking for Motown: The Next Lean Leap*. *Automotive News World Congress*. Janeiro de 2000, Detroit, MI. Anais. *Lean Institute*.

Figura 1 – Giros anuais de estoque nos segmentos automotivo e industrial nos Estados Unidos

Por fim, uma outra justificativa para o presente trabalho refere-se a própria questão da competitividade e sobrevivência das organizações industriais. Uma ilustração desta necessidade é o próprio estudo de caso apresentado, onde é descrita a aplicação da proposta metodológica defendida nesta Dissertação. Nele, descreve-se

uma típica indústria de transformação cujo produto tem características de uma *commodity*. Com o preço fortemente definido pelo mercado global e esgotados os recursos tradicionais para melhoria da produtividade e redução dos custos de operação, a empresa via-se às voltas com sérias ameaças a sua sobrevivência. Agravando a situação, concorria um ambiente onde seus competidores detinham (e detém) a exploração da matéria prima principal. A saída, como discutido no Capítulo 4 desta Dissertação, foi a busca de soluções não convencionais de melhoria de performance, no caso, a adoção do conceito da Produção Enxuta.

Assim, a idealização de um modelo de implantação do conceito para o ambiente não seriado, usualmente pouco tratado na literatura disponível, vem a justificar a pesquisa. O presente trabalho deverá contribuir para a expansão destes conhecimentos a outro segmento da indústria, possibilitando aferir sua aplicação e os já consagrados resultados em produtividade, qualidade e na geração de valor agregado.

### **1.5 Motivação à Pesquisa**

A principal motivação se justifica pelo fato do autor ter trabalhado na indústria de manufatura seriada, tanto em montadoras de veículos como em fabricante de autopeças, e na de manufatura não seriada, e por ter sido, quando neste último tipo, responsável pela absorção e multiplicação dos conceitos da Produção Enxuta. Por cerca de dez anos, atuou na implantação destes conceitos diretamente ligado à matriz japonesa e em contato com especialistas treinados na própria Toyota.

O desafio que se apresentou foi o de conseguir a prospecção de uma base referencial sólida e a generalização necessária a formatação do modelo de implantação aquele ambiente industrial específico, próprio da pesquisa científica e capaz de servir como base para a expansão deste conhecimento a um outro segmento de manufatura.

## **1.6 Limitações da Pesquisa**

O presente trabalho limitou-se a proposição de uma metodologia e sua verificação prática através da implantação real numa dada indústria não seriada. A ambientação industrial da implantação estudada possui características peculiares ao seu segmento específico: o de fabricação de condutores elétricos destinados a transmissão e distribuição de energia. Por este motivo, os resultados observados devem ter sua análise restrita ao ambiente industrial estudado, a despeito do inequívoco êxito da implantação no caso apresentado.

Considerados os aspectos do ineditismo da contribuição, da singularidade do ambiente industrial explorado especificamente neste trabalho, do leque de possibilidades que se apresentam no tocante as indústrias não seriadas nos mais variados segmentos da manufatura, entendemos que a metodologia apresentada neste trabalho deve estar contida no campo de uma proposta a ser mais amplamente aferida através da ampliação do universo de aplicação.

## **1.7 Organização da Dissertação**

Esta Dissertação acha-se estruturada através de seis capítulos principais. O Capítulo 1 introduz a presente Dissertação, expondo a natureza do problema tratado, o objetivo da mesma, a justificativa, a motivação e os limites da pesquisa.

O segundo Capítulo consiste em uma revisão da literatura. Divide-se em: (i) no conceito de Produção Enxuta propriamente dito e, (ii) numa descrição da especificidade da produção não seriada quanto à adoção do referido conceito.

O terceiro Capítulo refere-se a proposição metodológica para a implantação do conceito de Produção Enxuta em indústrias não seriadas. A proposição divide-se, para efeito da presente dissertação, em oito componentes metodológicos. Neste capítulo são evidenciadas as diferenças entre os sistemas de processamento tipicamente constatados nas indústrias montadoras de veículos e fabricantes de autopeças, e o da indústria objeto da pesquisa desenvolvida nesta dissertação.

No Capítulo 4 é apresentado, através de um caso real, a aplicação da metodologia em uma indústria fabricante de condutores elétricos, portanto, de regime não seriado e com elevada variedade de produtos.

O Capítulo 5 apresenta e discute os resultados constatados na aplicação da metodologia proposta.

Por último, o Capítulo 6 apresenta a conclusão desta Dissertação sob as ótica da metodologia proposta e de sua aplicação a um caso real. Este último Capítulo, conclui ainda acerca do objetivo originalmente estabelecido para a presente Dissertação, define cuidados na aplicação da metodologia proposta e recomenda estudos futuros.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Coerentemente ao objetivo da Dissertação de propor uma metodologia de implantação dos conceitos de Produção Enxuta a uma indústria de produção não seriada, realiza-se no presente capítulo uma análise crítica dos conceitos e abordagens mais relevantes para a construção do embasamento teórico necessário a composição da referida metodologia.

### **2.1 O Sistema de Produção Enxuta**

Descreve-se a seguir os aspectos mais importantes da criação do conceito de Produção Enxuta e sua evolução, desde o entendimento como um menu de novas técnicas de manufatura até o de um novo sistema de produção. Também, é descrito acerca da essência do conceito – a eliminação de todo e qualquer desperdício – e sobre os seus dois pilares, o *just-in-time* e o *jidoka*.

#### **2.1.1 Da produção em massa para a Produção Enxuta: uma nova filosofia**

A transformação da produção artesanal, por séculos liderada pela Europa, em produção em massa foi conduzida pelos americanos por Henry Ford (*Ford Motor Company*) e Alfred Sloan (*General Motors*) após a Primeira Grande Guerra. O ponto chave da produção em massa é a consistente intercambialidade das peças na linha de montagem e sua facilidade de ajuste, cuja idealização alterou nossas noções mais fundamentais de como produzir bens, tanto quanto o nosso comportamento sócio-econômico. Os ganhos da produção em massa fizeram-se notar (veja a Tabela 1), determinando o vetor de orientação da indústria automobilística por mais de meio

século, sendo adotada em quase toda atividade industrial na Europa e América do Norte (WOMACK, 1992).

Tabela 1 – Produção artesanal versus produção em massa

Minutos necessários para montar:	Produção Artesanal Outono 1913	Produção em Massa Primavera 1914	Percentual da Redução do Esforço
Motor	594	226	62%
Gerador	20	5	75%
Eixo	150	26,5	83%
Componentes principais	750	93	88%

FONTE: WOMACK, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. A Máquina que Mudou o Mundo. p.17. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Os conceitos de produção em massa mantiveram-se absolutos por um longo período, até que uma nova filosofia de produção promovesse uma segunda grande transformação acerca de como produzir bens. Este novo conceito teve origem no Japão na década de 50 e evoluiu ao longo dos tempos, sendo adotada nos mais diversos países (CUSOMANO, 1989; OHNO, 1997 e SCHONBERGER, 1993).

Segundo Arai (1989), Womack (1992) e Ohno (1997) a mais proeminente aplicação desta nova filosofia se deu na *Toyota Motor Company*. Nos idos dos anos 40 quando a família *Toyoda*, fundadora da Empresa, resolveu ingressar na fabricação de veículos, deparou-se com uma série de problemas e desafios a serem contornados, quais sejam:

- um mercado doméstico limitado e demandando vasta variabilidade de produtos;
- a mão-de-obra nativa induzida pelas novas leis trabalhistas após a ocupação norte-americana, se organizou formando sindicatos fortes que exigiam maiores garantias: a estabilidade no emprego surgiu naturalmente;
- a expressiva presença de fabricantes de veículos do mundo ávidos por ingressarem no Japão, e por fim;
- a impossibilidade de aquisição de tecnologia ocidental num contexto de uma economia nacional arruinada pela guerra.

O Japão, cuja área territorial é de 372.480 km<sup>2</sup>, é dezoito vezes menor que o Brasil e uma vez e meia maior que o estado de São Paulo. O arquipélago japonês é

constituído por cumes de vulcões suboceânicos em constante atividade sísmica e sua área agriculturável é de apenas 15% de sua extensão territorial, não havendo petróleo, ferro, urânio, carvão etc (YOSHIMOTO, 1992). A combinação de escassos recursos materiais e elevada concentração humana, estimulou no Japão a necessidade de fazer as coisas a partir de pouco, evitando, portanto, qualquer desperdício.

Premida por tais circunstâncias, a Toyota desenvolveu o seu *Sistema Toyota de Produção* a partir da idéia central da eliminação de estoques e outros desperdícios. Isto pôde ser realizado graças ao desenvolvimento de técnicas e metodologias que favoreceram a utilização de pequenos lotes de produção, a redução dos tempos de preparação de máquinas, o auto controle da qualidade, a cooperação com fornecedores, além de outros aspectos (CUSOMANO, 1989; OHNO, 1997; SCHONBERGER, 1993 e WOMACK, 1992).

Outro fator a corroborar com o desenvolvimento desse novo sistema de produção foi a instilação dos conceitos da qualidade na indústria japonesa. Estes foram difundidos no Japão na década de 40, por iniciativa das forças de ocupação norte-americanas e sob a liderança de consultores como W. E. Deming, J. M. Juran e A. Feigenbaum. Incluiu-se aí desde os métodos estatísticos de garantia da qualidade até outros de abordagem ampla incluindo programas participativos como os círculos da qualidade e outras ferramentas de desenvolvimento empresarial.

Contudo, o Sistema Toyota de Produção só veio a atrair a atenção da indústria japonesa e mundial com a primeira crise do petróleo em 1973. O mundo já havia passado da fase em que a indústria vendia tudo o que produzisse, resultado do desequilíbrio entre oferta e demanda após a última Grande Guerra, evoluindo para um ambiente onde a disponibilidade não mais era vantagem competitiva. Até então, o principio da produção em massa onde o custo de um bem diminui drasticamente na proporção do aumento das quantidades produzidas, havia sido inteiramente comprovado (SCHONBERGER, 1993; OHNO, 1997). A rápida reação da indústria japonesa deu-se pela falta de alternativas: o Japão dependente de fontes energéticas e materiais, teve como única opção a melhor administração desses recursos.

Comparativamente, a Tabela 2 nos dá a medida dos resultados auferidos pelo conceito da Produção Enxuta. Ela deriva da pesquisa realizada pelo MIT – *Massachusetts Institute of Technology* em 1987 quando pôde-se comparar a fábrica da montadora General Motors de Framingham, Massachusetts - EUA, com a da Toyota em Takaoka, na Toyota City - Japão. Ambas as plantas industriais, na época



da pesquisa, tratavam-se de construções “maduras”: a da GM foi construída em 1948 e a da Toyota em 1966 (WOMACK, 1992).

Tabela 2 – Produção em massa versus Produção Enxuta

	GM Framingham	Toyota Takaoka
Horas de montagem por carros	40,7	18
Defeitos de montagem por 100 carros	130	45
Espaço de montagem por carro (m <sup>2</sup> )	0,75	0,45
Estoques de peças (média)	2 semana	2 horas

FONTE: WOMACK, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. A Máquina que Mudou o Mundo. p.71. 13<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

As observações entre Framingham e Takaoka são interessantes e importantes para o entendimento da lógica da Produção Enxuta. A Tabela 3 apresenta as observações realizadas pelo grupo da pesquisa do MIT e resume as principais diferenças entre as plantas.

Tabela 3 – Diferenças em as fábricas de Framingham e Takaoka, constatadas pelo grupo de pesquisadores do MIT

	GM Framingham	Toyota Takaoka
<b>Nos corredores</b>	Muitos trabalhadores indiretos	Praticamente inexistente
<b>Espaço na fábrica</b>	Vários espaços extras para reparos e estoques	Mínimo possível, evitando espaços para estoques e o contato face a face
<b>Controle da qualidade (detecção de peça defeituosa)</b>	Somente gerentes seniores podem parar a linha e, em muitas vezes ela estava parada por falta de materiais ou problemas com máquinas	Qualquer trabalhador pode puxar uma corda sobre a estação de trabalho e parar a linha, entretanto a linha quase não parava
<b>Final da linha</b>	Áreas de reparos presentes	Quase inexistente as áreas de reparos
<b>Estoques intermediários</b>	Dias	Minutos
<b>Moral da força de trabalho</b>	Ritmo mais rigoroso e sentido de finalidade	Ritmo menos rigoroso

FONTE: Compilação de dados pelo autor a partir da obra Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. A Máquina que Mudou o Mundo. 13<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Ainda a respeito da pesquisa do MIT, Womack (1992) faz o seguinte e eloqüente comentário acerca da filosofia enxuta versus a produção em massa:

Talvez a mais impressionante diferença entre a produção em massa e a Produção Enxuta resida em seus objetivos finais. Os produtores em massa estabelecem para si mesmos uma meta limitada – ‘bom o suficiente’ – que redundava numa quantidade tolerável de defeitos, um nível máximo de estoque aceitável e numa limitada variedade de produtos padronizados. Melhorar mais ainda – argumentam eles – custaria muito caro ou superaria a capacidade dos seres humanos.

### **2.1.2 O “pensamento” enxuto: fundamento da nova filosofia de produção**

É conhecido que esta nova filosofia tem sido nomeada e explicada sob diferentes termos, como por exemplo: Fabricação Classe Universal (SCHONBERGER, 1988), Excelência na Manufatura (HALL, 1988) ou Fabricação Superior (HARMON, 1991). Ao ser aplicada pelas empresas, atribuem-lhe nomes próprios como Manufatura de Fluxo Contínuo (IBM), Sistema de Estoque Mínimo (General Motors), MAN – Material as Need (Harley-Davidson), e outros.

Na opinião de Plenert (1990), a conceituação dessa filosofia de produção evoluiu através de três estágios. Inicialmente foi entendido como um conjunto de ferramentas como o *kanban* e os Círculos da Qualidade. Depois como uma metodologia de manufatura e, então, como uma filosofia geral de gerenciamento referida em muitos casos como nas denominações descritas no parágrafo anterior.

A evolução do conceito impõe-se tanto pelas características da nova abordagem como pela inovação baseada na engenharia, ao invés da inovação baseada na ciência. A aplicação prática desta nova filosofia iniciou-se e foi difundida sem qualquer base científica formal: visitas a fábricas, descrições de casos e consultorias têm sido os meios de transferência tecnológica. A nova filosofia de produção é conhecida como “Produção Enxuta” ou “Sistema Toyota de Produção”, constituindo-se no modelo adotado na Toyota e estruturado por Taiichi Ohno, vice-presidente da companhia na época. Contudo, várias são as definições da filosofia de Produção Enxuta como apresentado na Tabela 4, segundo diferentes autores.

Tabela 4 – Definições da nova filosofia de produção

O objetivo do sistema Toyota de Produção de acordo com Ohno (1997) é:	A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a idéia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida.
Filosofia básica do novo sistema de produção de acordo com o NPS Research Association (SHINOHARA, 1988) é:	A busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão-de-obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, como o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente. Eliminar todo desperdício através de esforços concentrados da administração, pesquisa e desenvolvimento, produção, distribuição e todos os departamentos da companhia.
As características organizacionais de uma fábrica enxuta de acordo com Womack (1992) são:	A de conferir o máximo número de funções e responsabilidades a todos os trabalhadores que adicionam valor ao produto na linha, e a adotar um sistema de tratamento de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de alcançar a sua causa raiz.

FONTE: compilação do autor a partir das referências citadas.

Conforme Cusomano (1989), Ohno (1997), Schonberger (1993) e Womack (1992) as principais características do sistema de Produção Enxuta são:

- a linha de produção é programada em função da demanda real de mercado, e não mais nas previsões de mercado feitas por estimativa ou planejamento;
- o ciclo de fabricação sempre sendo reduzido num processo de melhoria contínua: grande flexibilidade e tempos mínimos de preparação e trocas;
- autocontrole da qualidade;
- estoques reduzidos e tendendo a zero;
- fortalecimento do vínculo entre empregador e empregado baseado num clima de confiança e dependência mútua;
- relação com os fornecedores baseados na parceria de longo prazo.

A base do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do *muda*, palavra japonesa que significa desperdício ou tudo o que não agrega valor aos olhos do cliente. A sustentação do sistema se faz por um princípio de produção puxada que a Toyota chama de *just-in-time*, através do qual fabrica-se apenas as peças realmente necessárias, e por um outro princípio, que a Toyota chama de *jidoka*, em que máquinas automáticas capazes de interromper o fluxo de produção evitam que peças com defeito sigam adiante (OHNO, 1997; WOMACK, 1996). Tais princípios haviam

sido formulados por Sakichi Toyoda (fundador do grupo Toyota) e seu filho Kiichiro Toyoda nas décadas de 20 e 30. Entretanto, esses conceitos só foram operacionalizados e associados entre si por Taiichi Ohno no final dos anos 40 (WOMACK, 1996).

O conceito de *just-in-time* é o de fabricar e entregar produtos apenas e tão somente na quantidade e no tempo certo. Significa que, em um fluxo de fabricação os materiais e partes corretas necessárias ao processo são fornecidas no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. O *just-in-time* pode ser resumido como sendo “os três certos”: quantidade, qualidade e tempo (CUSOMANO, 1989; OHNO, 1997; SCHONBERGER, 1993 e WOMACK, 1992).

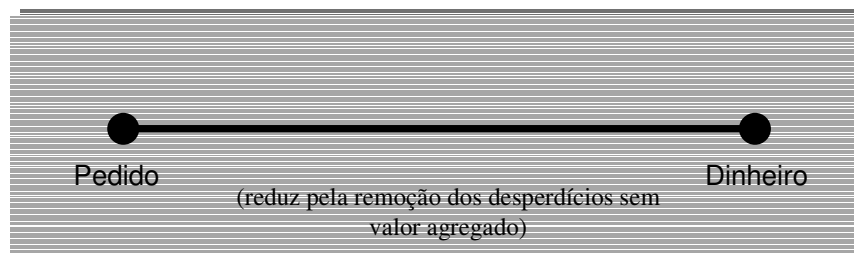
Já a expressão *jidoka* – ao qual alguns autores e tradutores utilizam o neologismo “autonomação” – significa máquinas que podem detectar pequenas anormalidades autonomamente de forma a evitar problemas e a conseqüente produção em massa de produtos defeituosos. Por isso, diferem das máquinas simplesmente automáticas que funcionam sozinhas uma vez que estejam ligadas. Uma condição primordial para produzir pelo Sistema Toyota de Produção é a total eliminação de desperdícios, de inconsistência, e de excessos. Portanto, é essencial que o equipamento pare imediatamente se houver qualquer possibilidade de defeitos (OHNO, 1997).

A esse respeito, interessante afirmação é feita por Feigenbaum (1986):

Nas empresas norte-americanas, as fábricas ‘ocultas’ chegam a corresponder, às vezes, de 15 a 40 por cento de sua capacidade total de produção. Por fábricas ‘ocultas’ entendo o pessoal ou equipamento destinado ao retrabalho das peças consideradas insatisfatórias, o retrabalho das devoluções do campo e o reexame das peças rejeitadas.

Uma forma de sintetizar o *pensamento enxuto* está representado pela Figura 2. O tempo transcorrido entre o pedido do cliente e o momento em que efetua o pagamento do bem produzido, é o que se denomina de linha do tempo.

A redução dessa linha do tempo e a remoção dos desperdícios que não agregam o valor, é a síntese do *pensamento enxuto*.



FONTE: BODEK, N. Prefácio. In: OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção, Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

Figura 2 – Linha do tempo

### 2.1.3 O conceito de *valor*: a base do pensamento enxuto

O ponto essencial para o *pensamento enxuto* é o valor, assim como o cliente final o reconhece. E só é significativo quando expresso em termos de um produto específico (um bem ou um serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico (WOMACK, 1996).

Poucas empresas promovem agressivamente essa definição de valor. As empresas aéreas e os construtores de aviões, por exemplo, baseiam seu conceito de valor em ativos extraordinariamente caros. Sejam eles sob a forma de grandes aviões, do conhecimento em engenharia, dos equipamentos, das instalações para fabricar aviões maiores ou ainda de enormes complexos aeroviários. O pensamento obsoleto, que gira em torno da eficiência, sugere que a melhor forma de utilizar esses ativos e essa tecnologia é colocar um número cada vez maior de passageiros em grandes aviões. Esse tipo de medição da eficiência, focalizado no avião e na rota – apenas dois entre os muitos elementos de toda a viagem – perde a visão do todo. E o que é muito pior do ponto de vista do valor para o passageiro: simplesmente não atende as suas necessidades. O resultado desse tipo de pensamento é o sofrimento dos passageiros (não é isso que entendem como valor!), a geração de menores lucros por parte dos fabricantes (porque as empresas aéreas não podem comprar novos aviões) e o fato de muitas das empresas aéreas estarem há quase uma década à beira da

falência nos Estados Unidos. A Europa e partes do leste asiático não ficam muito atrás (WOMACK, 1996).

Em suma, especificar o valor com precisão é o primeiro passo essencial no pensamento enxuto. Oferecer o bem ou o serviço errado da forma certa é *muda* / desperdício (JONES, 2001; WOMACK, 1996).

#### **2.1.4 *Muri, Muda, Mura*: Lógica da Produção Enxuta**

Alguns aspectos fundamentais da lógica da Produção Enxuta podem ser muito bem explicados através da máxima japonesa: evite *muri, muda, mura*. Os significados destas três palavras são explicados por Schonberger (1993), Ohno (1997) e Arai (1989):

- a) *Muri*: o procedimento da produção em massa de realizar compras ou a própria fabricação no processo anterior nas quantidades econômicas (economia de escala) é, na filosofia da Produção Enxuta, um claro exemplo de *muri*, isto é, “excesso ou despropósito”. Primeiro porque o conceito do lote econômico não contempla a questão da realimentação do sistema sobre os erros, e a conseqüente melhoria da qualidade. Depois porque o lote econômico toma o custo de preparação como um dado, enquanto que no conceito enxuto a idéia é a sua redução contínua. Desta forma o lote econômico ideal é o lote unitário.
- b) *Muda*: quer dizer “desperdício”. O pressuposto de aceitar determinada quantidade de componentes defeituosos como característica de determinado processo é claro exemplo de *muda*. A qualidade deve ser garantida na fonte e pelos próprios operadores (auto-controle) de forma a poder tomar medidas que evitem a reincidência de defeitos, e impeçam que peças defeituosas alcancem o processo seguinte.
- c) *Mura*: por fim quer dizer “inconsistência ou irregularidade” que, em contraposição ao princípio de sem manter estoques de segurança (na produção em massa), destinado a proteger uma unidade produtiva das eventuais irregularidades que ocorram na unidade anterior do fluxo de fabricação. No conceito da Produção Enxuta é exatamente o inverso: retirar os estoques de segurança para tornar visível as irregularidades – e então eliminá-las através da identificação das causas.

### 2.1.5 Os Desperdícios Clássicos dos Processos Produtivos

Na visão de Ohno (1997) a Produção Enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios:

1. Superprodução – produzir mais do que o necessário cria um incontável número de outros desperdícios: área de estoque, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos, escamoteamento de problemas operacionais e administrativos através de “estoques de segurança”;
2. Tempo de espera – quando o operário permanece ocioso assistindo uma máquina em operação. Ou quando o processo precedente não entrega seu produto na quantidade, qualidade e tempo certo;
3. Transporte – deslocamentos desnecessários ou estoques temporários, criando “passeios” de materiais, funcionários e equipamentos;
4. Com o processamento em si – quando defeitos ou limitações (capacidade) nos equipamentos estão presentes. O processo pára ou se desenvolve lentamente. Operações extras são introduzidas;
5. Movimentos desnecessários – acontece pela diferença entre trabalho e movimento. É a ação de quem realiza algum tipo de seleção ou procura peças sobre a bancada de trabalho. É o movimento que não agrega valor;
6. Estoques desnecessários – é o dinheiro “aprisionado” no sistema produtivo. Pode ser a “tranqüilidade” da fábrica ... todo remédio desnecessário deve ser evitado;
7. Produção de Defeitos – refere-se aos desperdícios com retrabalhos e perdas de materiais defeituosos.

Assim, no sistema de Produção Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema (OHNO, 1997).

### 2.1.6 O *Just-in-Time*, a Qualidade e a Produção Enxuta

Como já o apresentamos, o conceito de *just-in-time* pode ser simplificado como sendo “os três certos”: quantidade, qualidade e tempo. O ideal é a fabricação de cada uma das peças apenas no momento exato em que será utilizada no processo precedente. Para se obter a produção *just-in-time* empregam-se técnicas a fim de reduzir drasticamente os tempos e recursos necessários à preparação de máquinas, de forma a tornar econômica a produção em pequenos lotes. Os japoneses conseguiram reduzir o lote econômico aproximando-o do lote unitário (SCHONBERGER, 1993 e WOMACK, 1992).

Um outro termo correlato que pode designar o conceito é o de “produção sem estoques”. Pode parecer insignificante a economia obtida pela simples redução de estoques, até porque muitas empresas mantêm políticas de manutenção de estoques reduzidos. Entretanto, o que se verifica como principais vantagens da filosofia *just-in-time* são os efeitos drásticos na melhoria da qualidade e da produtividade. Schonberger (1993) descreveu com absoluta simplicidade e eficiência acerca desta constatação:

Digamos que um trabalhador faça determinada peça e a passe às mãos de um companheiro ao lado, cuja função seja ajustá-la a outra peça; mas o segundo trabalhador pode não conseguir o ajuste por causa de algum defeito na peça feita pelo colega. Esse segundo trabalhador quer completar sua cota, não lhe agradando interromper o serviço; de forma que de imediato ele diz isso ao colega. É fácil prever a atitude do primeiro trabalhador: procurará evitar um novo erro e eliminar o problema que o levou a fazer a peça com defeito.

Enquanto isso, a produção em massa preconiza enormes quantidades na expectativa de reduzir os custos unitários inerentes à preparação de máquinas. Conseqüentemente ao se utilizar de grandes lotes, as unidades defeituosas – o percentual não conforme “característico” do processo anterior – chegam até o processo seguinte. Numa analogia com o descrito anteriormente, o funcionário ao apanhar a peça com defeito simplesmente a abandonará numa caixa de refugos, apanhando outra em seguida. O que é pior: não reclama, escamoteando todo o desperdício de tempo e material.

O conceito da Produção Enxuta preconiza pois a substituição das técnicas estatísticas de controle da qualidade – nos lotes produzidos – pela inspeção unidade-a-unidade (inspeção 100%) logo após a fabricação de cada uma destas unidades. Em



outras palavras, o lote unitário prescinde de uma avaliação por amostragem e nesse caso a amostra é todo o lote ( $n = 1$ ). Tal procedimento só se torna possível pela utilização de conceitos como os dispositivos a prova de falha (*poka-yoke*, *fool-proofing* e *fail-safing* são outras denominações) e a *jidoka* (HIRANO, 1991), apresentados ainda neste capítulo.

Acerca desta lógica da Produção Enxuta e no tocante ao controle da qualidade Womack (1992) e Ohno (1997) atribuem importante papel ao que a Toyota denomina os “cinco porquês”. Trata-se de uma simples ferramenta a fim de identificar a causa raiz de um problema. Utiliza-se como o primeiro passo no sentido de evitar a reincidência do defeito: por de trás da “causa” de um problema está a *causa real*. Em cada caso, a fim de descobrir a causa real, o Sistema Toyota pergunta *por quê, por quê, por quê, por quê, por quê*. Do contrário, as medidas não podem ser tomadas e os problemas não serão verdadeiramente resolvidos.

Sobre a implantação específica do *just-in-time* (coerentemente à própria filosofia da Produção Enxuta) apresenta-se as opiniões de dois renomados pesquisadores. McLachlin (1997) aborda a questão de quais iniciativas gerenciais são necessárias para a implementação de uma manufatura *just-in-time*. Ele realizou um estudo de caso que envolveu seis fábricas. Concluiu que quatro iniciativas foram consideradas condições necessárias para que os elementos de fluxo e de qualidade, bem como para o envolvimento do pessoal, pudessem ocorrer: promoção da responsabilidade do funcionário, treinamento, promoção de times de trabalho e transparência da administração. Já as outras iniciativas não foram consideradas como uma condição necessária. Os resultados também revelaram que o envolvimento dos funcionários tem um papel fundamental na implementação do sistema *just-in-time*.

Já os pesquisadores Hancock et al. (1998), abordam em seu artigo os problemas enfrentados para a implementação: treinamento e educação dos funcionários, manutenção confiável dos equipamentos, rápida preparação de máquinas, zero defeito, redução do estoque em processo, necessidade de produção nivelada, redução do estoque de produtos acabados, resistência dos empregados, comunicação entre os níveis. Eles concluem que, ao se resolver esses problemas, a organização obterá o sucesso na implementação, podendo competir em desempenho com qualquer empresa do mundo.

### 2.1.7 O Kanban no Sistema Toyota de Produção

O *just-in-time* vem sendo muitas vezes impropriamente entendido como um sistema de entregas rápidas, chegando a dar nome a empresas transportadoras ávidas de encontrarem uma identificação com os jargões modernos da administração da produção. Outras vezes *just-in-time* é apenas um sistema de redução de estoques, numa negação às suas conseqüentes e maiores vantagens: os ganhos de qualidade e produtividade. Não é diferente com a palavra nipônica *kanban* que vem se tornando, por mais paradoxal que seja, um sinônimo de estoque.

*Kanban* é uma palavra japonesa que significa “cartão”, ou “placa”, ou, mais literalmente, “registro visível” (SCHONBERGER, 1993). Foi criado na Toyota por Taiichi Ohno a fim de operacionalizar o *just-in-time* (OHNO, 1997; YOSHIMOTO, 1992; SCHONBERGER, 1993). É basicamente uma forma simples e direta de comunicação, localizada sempre no ponto que se faz necessária.

Identificado durante muito tempo com o próprio “Sistema de Produção Toyota”, o *kanban* é agora entendido como um sistema que substitui com êxito, se adequadamente aplicado, as convencionais, e muitas vezes complexas, tarefas de controle do piso de fábrica (MONDEN, 1984). O *kanban* é um sistema simples e de fácil compreensão que utiliza princípios de visibilidade para garantir a eficiência da técnica de “puxar” a produção. Isto é, a fabricação de produtos somente nas quantidades e nos momentos certos.

Originalmente o *kanban* é em sua forma mais freqüente um cartão como o apresentado na Figura 3. Porém, dada sua conceituação, pode se usar qualquer tipo de sinal: mecânico, elétrico ou eletrônico. Pode ser dividido em três categorias (OHNO, 1997):

1. informação de coleta;
2. informação de transferência;
3. informação de produção.

KANBAN		Local
Usuário: MERCEDES-BENZ		SBC
Fornecedor: PLASCAR		
Part.: 694 BDC 70 70	Item:	ITEM
Descrição: PARACHQUE BANT	Descrição:	ITEM
Local de entrega: PE 41	Almoxarifado:	01
Quantidade:	Rua: "A"	Setor: 10
File: #	Bac: #	
Tipo de embalagem: ESPECIAL	Numero de cartões:	01/10
Qtde. de peças por embalagem: 04	Nº sequencial de fabricação:	

FONTE: Lima, Luiz S. P. Montagem de Caminhão e Chassi para Ônibus Mercedes-Benz. In: *Lean Summit 99 Brasil*. São Paulo: *Lean Institute*.

Figura 3 – Exemplo de *kanban*

O *kanban* carrega a informação vertical e lateralmente dentro da empresa e entre a empresa e seus fornecedores. No tradicional sistema da produção em massa, o processo envia continuamente produtos para a etapa seguinte, conforme os programas e planejamentos de produção. Por esta razão, pode-se acumular montanhas de peças de forma que os funcionários gastam seu tempo procurando espaço para estocagem e procurando peças ao invés de produzir. Diferentemente desta situação, com o *kanban*, as informações o quê, quando e quanto são estabelecidos apenas na necessidade dentro do conceito do *just-in-time*.

A primeira regra é que o processo subsequente vai para o precedente para buscar produtos e em seguida o precedente fabrica apenas o que foi retirado conforme informação obtida pelo uso do *kanban* (OHNO, 1997 e SCHONBERGER, 1993). A essa condição de que um processo inicial não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente e um processo posterior o solicite dá-se a denominação de *Produção Puxada* (WOMACK, 1996) ao contrário do tradicional conceito da produção em massa, onde cada processo “empurra” sua produção à etapa seguinte do fluxo.

A Tabela 5 apresenta interessantes considerações sobre as funções do *kanban* e as regras para sua utilização eficaz (OHNO, 1997).

Tabela 5 – *Kanban*: funções e regras

<b>Funções do <i>Kanban</i></b>	<b>Regras de Utilização</b>
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente
2. Fornecer informação sobre a produção	2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo <i>kanban</i>
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i>
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias	4. Serve para afixar um <i>kanban</i> às mercadorias
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz	5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos
6. Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques	6. Reduzir o número de <i>kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas

FONTE: OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção, Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. P.48.

Uma interessante pesquisa foi conduzida por Yang (1998) ao examinar duas diferentes políticas de gerenciamento da produção para um sistema de produção numa única máquina: o ponto de pedido e o *kanban*. Ele utilizou um modelo de simulação que levou em consideração três fatores: a variação da demanda, o tempo de preparação e a utilização da máquina. Com três níveis de variação de demanda (alta, média ou baixa), dois de tempo de preparação (alto ou baixo) e três níveis de utilização da máquina (baixo, médio e alto), foram examinados dezoito ambientes diferentes de manufatura.

Como resultado Yang (1998) encontrou que, para um nível de serviço de 90%, o *kanban* necessita de um estoque médio mais baixo comparativamente ao ponto de pedido, e que essa vantagem diminui com a redução da variação da demanda, do tempo de preparação e da utilização da máquina. Além disso ele acrescenta que com o *kanban* é mais simples encontrar diferentes níveis de serviço ao cliente

Em seu trabalho Billa et al. (1998) apresentam uma descrição sucinta do *kanban*, apoiada por relatos de casos de sucesso publicados em periódicos de renome internacional, e detalham o Sistema de Produção com Estoque Minimizado

desenvolvido pela *Mitsubish Eletric Company*, abrangendo: limpeza e arrumação, máquinas sempre em disponibilidade, qualidade, redução do tempo de ciclo de operação, operador polivalente, automação de baixo custo, produção em pequenos lotes e *kanban*. Eles concluem afirmando que esse é um sistema permanente de melhoria da produtividade e redução dos estoques.

### **2.1.8 *Jidoka*: Pilar de Sustentação da Produção Enxuta**

A Produção Enxuta, nos moldes da descrição feita por Taiichi Ohno quando descreveu o Sistema Toyota de Produção, tem, como já comentado, um outro pilar além do *just-in-time*. Trata-se do *Jidoka* ou “autonomação”, expressão adotada por alguns especialistas e tradutores a fim de não se confundir com automação (OHNO,1997; SHOOK 2001). O conceito origina-se de um tear inventado por Toyoda Sakichi fundador da *Toyota Motor Company*. O tear interrompia seu funcionamento se quaisquer dos fios que estavam sendo tecidos se rompesse. Um dispositivo que distinguia entre condições normais e anormais havia sido instalado no tear, impedindo a produção de defeitos. A “autonomação” desempenha duplo papel. Ela elimina a superprodução e evita a fabricação de defeituosos. Também muda o significado da gestão, isto é, não é mais necessário um operador assistindo, tal como um espectador, enquanto a máquina estiver funcionando “autonomamente”. Como resultado, um trabalhador pode atender diversas máquinas já que apenas quando a máquina pára devido a uma situação anormal é que ela recebe atenção humana.

Sob o aspecto da administração da produção no dia a dia, a consideração a ser feita acerca do trabalhador que “assiste” a máquina trabalhar é, além do óbvio desperdício de tempo relacionado ao período onde ele não está agregando valor ao produto que está sendo manufaturado, o fato de que anormalidades jamais serão corrigidas enquanto o trabalhador estiver tomando conta de uma máquina, vigiando para o caso de uma eventual anormalidade (OHNO, 1997).

A essa capacidade de julgar a conformidade do produto e paralisar automaticamente a produção de forma a permitir que a situação seja investigada, denominou-se como uma automação com um toque humano. Além do sentido tratado até aqui, Taiichi Ohno vai além ao estender o conceito de “autonomação” como um sistema de gestão autônomo de toda a empresa. Sobre isso, Ohno (1997) descreve

todo o esforço despendido na *Toyota* no sentido de idealizar e implantar um sistema capaz de, autonomamente, fazer julgamentos no nível mais baixo possível; por exemplo, quando parar a produção, que seqüência seguir na fabricação de peças, ou quando são necessárias horas extras para produzir a quantidade necessária. Ohno (1997), a fim de explicar acerca deste sistema de gestão autônomo, faz uma interessante analogia:

No corpo humano, o nervo autônomo nos faz salivar quando vemos uma comida saborosa, ... essas funções são desempenhadas inconscientemente sem qualquer orientação do cérebro. Na *Toyota* nós começamos a pensar sobre como instalar um sistema nervoso autônomo na nossa própria organização empresarial que crescia rapidamente, ... a construção de um mecanismo de sintonia fina na empresa de forma que a mudança não seja sentida como mudança, é como implantar um reflexo nervoso no corpo.

### **2.1.9 Técnicas e Ferramentas do Sistema de Produção Enxuta**

Como já descrito parcialmente, um conjunto de técnicas industriais foram desenvolvidas a fim de suportar a implementação da filosofia de Produção Enxuta. Estas técnicas têm sido objeto de extensos estudos e detalhamentos em numerosa literatura disponível. A fim de conferir um nivelamento mínimo no conhecimento destes dispositivos, subsidiando assim a explanação acerca do estudo a que se propõe esta dissertação, foi elaborada a Tabela 6 que se segue. Trata-se de uma lista de técnicas e ferramentas, próprias da Produção Enxuta, cada qual acompanhada de uma sintética descrição.

Tais técnicas e ferramentas da Produção Enxuta têm como base a implementação e manutenção de ambiente que privilegie a visibilidade seja dos desperdícios e oportunidades de melhoria, controle, padrões e parâmetros, operacionais, metas etc. A ferramenta conhecida por 5S ou *housekeeping* (ver a mesma Tabela 6) é tida como o ponto de partida para as demais (OSADA, 1992).

Tabela 6 – Principais técnicas e ferramentas industriais aplicáveis à Produção Enxuta

Técnica ou Ferramenta	Descrição Básica
5S	Ferramenta baseada em cinco palavras japonesas iniciadas pela letra “s” que significam: arrumação, ordenamento, limpeza, conservação e disciplina.
Andon	Palavra japonesa. Ferramenta destinada ao gerenciamento visual através de sinalização luminosa. O exemplo mais típico é um quadro luminoso indicador de parada de linha. Utiliza-se de um código de cores para indicar a natureza do problema, por exemplo, o verde quando as operações estão normais, a luz amarela para indicação de um ajuste a ser feito e o vermelho para indicar uma parada na linha.
APG	Sigla de “Atividade de Pequenos Grupos”. Modelo participativo de utilização de força tarefa. Constituído por operários de setores diferentes especialmente reunidos para o estudo, proposição e implantação de uma determinada melhoria necessária. Em inglês, “ <i>small groups activities</i> ”.
Fluxo Unitário	Processo produtivo cujos lotes são unitários, isto é, o tamanho do lote é de uma única unidade em fluxo contínuo. Outras denominações: em inglês “ <i>single-piece-flow</i> ”, em japonês “ <i>ikkō-nagashi</i> ”.
Gerenciamento Visual	Visibilidade garantida à mercadorias, ferramentas, estoque, procedimento de trabalho padrão e a toda organização, de forma a permitir a administração pela visão.
Inovação ou <i>kaikaku</i>	No tocante à Produção Enxuta, refere-se a melhoria que, ao contrário do <i>kaizen</i> , implica em grandes saltos quantitativos e muita energia despendida. Trata-se de mudanças radicais. Recebe, em japonês, a denominação de <i>kaikaku</i> .
Inspeção 100%	Conseqüência do fluxo (ou lote) unitário. Todas as unidades produzidas são inspecionadas, implicando na mudança de conceitos e de ferramentas utilizadas no controle da qualidade.
<i>Jidoka</i>	Palavra japonesa cujo significado é automação provida de recursos capazes de detectar anomalias no produto ou processo, permitindo a interrupção da fabricação.
<i>Just-in-Time</i>	Diz respeito à produção da quantidade certa, na qualidade certa e no momento certo. Além do que a produção “a tempo”, trata-se da produção “apenas-a-tempo”.
Kaizen	Melhoramento contínuo. Esforço de introdução de pequenas melhorias, continuamente, importando na participação ampla de todos os níveis da organização.
<i>Kanban</i>	Palavra japonesa. É uma ferramenta para a operacionalização e controle da produção “ <i>Just-in-Time</i> ”
Monomossu	Ferramenta destinada ao gerenciamento visual. Trata-se das identificações utilizadas como por exemplo, etiquetas, tabuletas, cartões etc destinados a quantificar, especificar ou destinar materiais, máquinas ou ferramentas. O crachá funcional utilizado pelos funcionários é um tipo de <i>monomossu</i> .
Operário Multifuncional	Diz-se do operário capacitado a operar máquinas diferentes e em vários processos. É o contrário do especialista.
Pequenos Lotes	Em contradição ao convencional da produção em massa, onde os volumes produzidos são feitos os maiores possíveis (ganho de escala), na Produção Enxuta são desejados os lotes cada vez menores. Idealmente o lote ideal é o unitário.
<i>Poka-Yoke</i>	Dispositivo à prova de falha. Dispositivos que acoplados à máquina, visam eliminar as falhas humanas. Está interligado à ferramenta “ <i>Jidoka</i> ”.
Quadro Operação Padrão	Ferramenta destinada ao gerenciamento visual dotada de três elementos: (I) tempo de ciclo, o tempo no qual uma atividade deve ser feita; (II) seqüência de trabalho, a seqüência das operações no fluxo e (III) estoque padrão, a quantidade de materiais necessária ao processo.
<i>Set-Up</i> Rápido	Refere-se ao tempo de preparação de máquina e troca de ferramentas de produção. Por necessidade do “ <i>Just-in-Time</i> ” exige-se tempos cada vez menores a fim da redução do tamanho dos lotes.

FONTE: Elaborado pelo autor

### 2.1.10 Resumo das Característica da Produção Enxuta

A Tabela 7 busca resumir as particularidades da Produção Enxuta em relação ao conceito tradicional da produção em massa. Apresenta algumas de suas características principais, as quais são inerentes a constituição da base teórica à proposição metodológica de implantação do conceito em um ambiente de fabricação não seriada e de elevada diversidade de produtos diferentes.

Tabela 7 – Produção em massa versus Produção Enxuta

<b>Produção em Massa</b>	<b>Produção Enxuta</b>
Grandes lotes são mais eficientes (quanto mais, melhor)	O tamanho ideal do lote é a necessidade (quanto menos, melhor)
Produção mais rápida é mais eficiente	Produção sincronizada é a mais eficiente (velocidade além do necessário é desperdício)
Estoques intermediários são necessários para maximizar o rendimento da máquina e mão-de-obra	Otimizações isoladas são péssimas (troca de um desperdício por outro)
Estoque traz segurança	Estoque de segurança é desperdício
Estoque uniformiza a produção	Estoque escamoteia os desperdícios e falhas

**Portanto, no sistema de Produção Enxuta:**

- Não há estoques para encobrir peças com defeito. Não é mantido estoque intermediário;
- Erros se houver, são descobertos e corrigidos na fonte. Abandona-se o controle estatístico após a produção;
- O retrabalho é feito pelo mesmo funcionário;
- Cada funcionário exige que não haja nenhum defeito nos materiais e peças da operação anterior;
- O empregado pode parar a linha para corrigir a qualidade. A responsabilidade pela qualidade não é do inspetor, mas do operador ou fornecedor;
- Padrões mensuráveis de qualidade, produtividade e gráficos causa-efeito são expostos e visíveis;
- As máquinas são verificadas todos os turnos/dias. Os operadores preenchem a lista de verificação;
- As máquinas são programadas para menos da capacidade total. Isto garante a programação diária e manutenção dedicada.



## **2.2 A Caracterização da Produção Não Seriada e Suas Particularidades na Adoção do Conceito de Produção Enxuta**

Descreve-se a seguir os tipos de produção mais comuns, além dos aspectos mais relevantes da produção não seriada e suas restrições a aplicação dos conceitos de Produção Enxuta.

### **2.2.1 Os Diferentes Tipos de Processos de Produção**

Pelo o que facilmente explica-se em função de suas origens, a filosofia da Produção Enxuta e a aplicação de todo o seu menu de técnicas e ferramentas industriais, encontra abundantes e valiosos exemplos que se passam na indústria montadora de automóveis e fabricante de autopeças. Para que se compreenda as limitações próprias a este segmento, e deste em relação aos demais, faz-se necessário a revisão dos diversos tipos de produção existentes.

Os sistemas de processamentos podem ser classificados em intermitente e contínuo. O intermitente sub classifica-se em “repetitivo em massa”, “repetitivo em lotes ou por projetos” ou “sob encomenda”. A complexidade das atividades de planejamento e controle da produção aumenta na proporção direta do distanciamento da produção contínua. Processos produtivos cujas características preponderem as de produção repetitiva, mormente em lotes e por projetos, apresentam elevado grau de complexidade se comparado com a produção contínua (TUBINO, 1997).

As indústrias de processamento contínuo, por exemplo, refinarias cujos produtos são líquidos, gasosos, laminados, peletizados etc, fluem continuamente, sem formar lotes. Este tipo de processamento produz em grandes quantidades, com demandas estáveis ou previsíveis, em sistemas rígidos de produção com tendência a automação. Por isso reduzem as inconsistências humanas e a necessidade de estoques de segurança (SCHONBERGER, 1993).

A intermitente repetitiva em massa dedica-se à produção de produtos padronizados em grande escala, adquirindo um maior grau de flexibilidade em relação à contínua. A intermitente repetitiva em lotes, processa lotes menores e uma maior variedade de produtos. Já o tipo sob encomenda trabalha sob especificação de clientes (TUBINO, 1997). Enquanto os produtos das indústrias contínuas, como no exemplo mencionado das refinarias, podem ser mensurados em parcelas fracionárias (litros, metros, quilogramas etc), os produtos dos demais tipos são contados em unidades discretas. Estas unidades possuem propriedades características (SCHONBERGER, 1993): sejam o fato de poderem ser produzidas, inspecionadas, armazenadas e contadas uma por vez, de dez por vez, em lotes ou em

qualquer outra quantidade; como também nos seus processos de fabricação, as unidades discretas podem formar filas e ser empurradas, ou empurrar-se.

O arranjo físico utilizado está fortemente ligado ao tipo de processamento, podendo ser (MARTINS, 2000; SLACK, 1997) por processo ou funcional, em linha, celular, por posição fixa ou ainda a combinação dos tipos anteriores. Um exemplo de arranjo por combinação, ao qual encontra correspondência no estudo real de aplicação da metodologia proposta nos capítulos subseqüentes desta Dissertação, está na possibilidade de áreas em seqüência utilizarem-se de máquinas do mesmo tipo (arranjo funcional) e estas áreas por sua vez serem arranjadas como em uma linha clássica. A combinação das características de arranjo misto poderia ser segundo Martins (2000):

- Flexibilidade para atender mudanças de mercado, o atendimento a produtos diversificados, e ainda quantidades variáveis ao longo do tempo – sendo estas características próprias do arranjo funcional, combinado com;
- Produção em grande quantidade, característica própria do arranjo em linha.

A filosofia da Produção Enxuta, coerente às suas origens japonesas, busca criar um sistema de produção por unidades discretas, típico do segmento automobilístico e de auto-peças, que se assemelhe ao máximo possível ao processamento contínuo, reduzindo-se assim a necessidades de complexos sistemas de planejamento e controle da produção (SCHONBERGER, 1993). Então, para a plena adoção da filosofia da Produção Enxuta lembrando-se que nos restringimos aqui à abordagem no tocante à manufatura, torna-se desejável um fluxo de produção uniforme e o mais suave possível. Observe-se que uma pequena variação na extremidade final do fluxo produtivo gera mudanças nas operações precedentes, que são amplificadas na proporção direta dos tamanhos dos lotes, tempos de preparação das máquinas e tempos de espera. Conforme nos indica Chase (1998), a maneira para evitar esse problema é a de fazer com que as perturbações no final do processo produtivo sejam tão pequenas quanto possível. Entretanto, demandas variáveis do mercado e uma ampla diversidade de produtos finais – características típicas da produção intermitente não seriada – ou ainda devido a atual necessidade mercadológica de customização de produtos (ALFORD, 2000), induzem perturbações restritivas à utilização pura e simples das técnicas e ferramentas de administração da manufatura da forma com que foram concebidas para suportar a filosofia de Produção Enxuta nas indústrias automobilísticas ou de autopeças, estas sim, repetitivas em série.

Curiosamente, as técnicas e ferramentas criadas e orientadas para os processos discretos, não atendem numa primeira abordagem, aqueles tipos de processamentos situados entre as produções contínuas e as repetitivas em massa, como o caso das produções intermitentes não seriadas. Mais do que a adequação destas técnicas ao tipo de ambiente de produção específico, torna-se mister o resgate

e entendimento das razões intrínsecas de cada uma destas técnicas frente a filosofia de Produção Enxuta.

### 2.2.2 A Produção Não Seriada e as Limitações do Conceito de Produção Enxuta

Apresenta-se o conceito de Produção Enxuta tendo como um de seus pilares o *just-in-time*. Assim, é de se esperar que as limitações na aplicação do *just-in-time* também o sejam na implementação do conceito de Produção Enxuta. Tais limitações estão correlacionadas pela necessidade de que a demanda seja estável, para o que se pressupõe uma pequena variedade de produtos e baixa variação da demanda de curto prazo, de forma a possibilitar um fluxo de materiais suave e contínuo (CORRÊA, 1996).

Da discussão acerca de que tipo de sistema de administração da produção é o mais indicado para um ou outro tipo de indústria, por exemplo, ao se comparar o *just-in-time* com o MRP II – *Manufacturing Resources Planning*, cuja síntese trata de um *software* de planejamento do suprimento interno e externo de materiais, vários autores concluem pelo entendimento de que os sistemas não são mutuamente exclusivos, entre eles, Corrêa (1996) e Martins (2000). Entretanto, na análise da aplicabilidade de um ou outro sistema, ou ainda outras filosofias de administração da produção, poderíamos intuir os limites de aplicação do conceito *just-in-time*. A Tabela 8 que se segue é uma interessante compilação destes entendimentos e uma indicação destas limitações de forma comparativa ao outro sistema.

Em Cusumano (1994) há uma interessante discussão do efeito da variedade de produtos, o que por definição é um aspecto comum aos sistemas de produção não seriados, sobre a aplicabilidade do conceito de Produção Enxuta. Cusumano descreve o expressivo incremento na variedade de produtos verificada no Japão na década de 80 e início da de 90. Justifica tal crescimento pela estratégia adotada pelas companhias japonesas em induzir seus consumidores a comprar as novas versões de automóveis, videocassetes, computadores e outros produtos. O autor lembra-nos então que a Produção Enxuta, tal como idealizada na Toyota e em outras companhias japonesas, é um sistema para permitir a produção de pequenos lotes combinado com rápidas trocas nos equipamentos (*setup*), a sincronização da fabricação dos componentes com as entregas nos pontos de consumo, e ainda trabalhadores versáteis capazes de solucionar problemas e atenderem as necessidades específicas na alteração de produtos numa linha de montagem ou de fabricação de peças.

Tabela 8 – Comparação quanto a aplicação entre o *just-in-time* e o MRP II

	BAIXA	ELEVADA
Variedade dos produtos	<i>just-in-time</i>	MRP II
Complexidade dos roteiros	<i>just-in-time</i>	MRP II
Similaridade entre os novos produtos introduzidos	MRP II	<i>just-in-time</i>
Complexidade das estruturas	<i>just-in-time</i>	MRP II
Variabilidade dos ciclos de produção ( <i>lead-times</i> )	<i>just-in-time</i>	MRP II
Nível de controle (horizonte de planejamento)	<i>just-in-time</i>	MRP II
Centralização na tomada de decisões	<i>just-in-time</i>	MRP II
Favorecimento da melhoria contínua	MRP II	<i>just-in-time</i>
Simplicidade do sistema	MRP II	<i>just-in-time</i>

FONTE: Adaptado pelo autor de CORRÊA, H. L.;Gianesi, G. N. JUST IN TIME, MRP II e OPT: Um enfoque Estratégico. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1996, P.172.

Ainda conforme Cusumano (1994), a grande diversidade de produtos trouxe como resultado a necessidade de maiores trocas do ferramental (*setup*) e substituições dos cartões de *kanban*, tanto como muitas entregas de cada vez menores lotes de componentes. Cusumano presume pela impossibilidade de um sistema manual de cartões *kanban* puxando novas e diferentes ordens de produção, neste ambiente de grande variedade de produtos, referindo-se inclusive a existência de outros e modernos métodos de administração de materiais como por exemplo, a utilização de códigos de barras e leitores. Cusumano resume seu artigo no desafio em se conhecer e responder às limitações da Produção Enxuta, como uma questão ainda não esclarecida.

A mesma questão da variedade de produtos, enfatizando-se sempre que fazemos aqui uma transposição à uma característica principal da produção não seriada, objetivo da pesquisa, é tratada por Alford et al (2000). Os autores referem-se ao mesmo problema, desta feita abordado sob o ângulo da variedade de produtos promovida pela customização. Concluem pelo incremento dos custos e complexidade de manufatura, e pelo desconhecimento acerca de como um sistema de manufatura baseado na filosofia da Produção Enxuta responderia a esta contingência.

O sistema de planejamento e controle da produção não seriada (CORRÊA, 1996; MARTINS, 2000; TUBINO, 1997) difere do da produção seriada – esta última caracterizada pela complexidade no planejamento dos recursos de produção – pela grande variabilidade de combinações.

Assim, a fabricação de produtos diferentes, utilizando-se dos mesmos equipamentos e recursos de produção, gera um problema em particular: o seqüenciamento das ordens de fabricação. Tal realidade implica na identificação de gargalos flutuantes, dependentes do mix de produção e contribuindo na elevação do grau de complexidade das atividades de planejamento e controle da

produção. Vários itens precisam ser produzidos com o uso dos mesmos recursos e, portanto, ordens de fabricação precisam ser adequadamente seqüenciadas.

Está concluída a revisão da literatura deste trabalho. Sob o propósito de constituir-se no embasamento teórico para a apresentação da proposta metodológica de implantação do conceito da Produção Enxuta em ambientes industriais não seriados, a presente revisão limitou-se a buscar nas diversas referências consultadas, a essência do conceito e a caracterização de suas ferramentas e técnicas específicas. As comparações com outros sistemas de gerenciamento da manufatura, eventualmente apresentadas, tiveram um caráter exclusivamente organizativo no sentido de ressaltar as diferenças e possibilitar um melhor entendimento. O capítulo seguinte apresenta o modelo proposto para a implantação em manufaturas não seriadas.

### **3 PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA**

Apresenta-se, a seguir, a proposta metodológica para a implantação do conceito da Produção Enxuta em um ambiente não seriado e de elevada diversidade de produtos. Sem a pretensão de idealizar um modelo absoluto, o objetivo deste trabalho é apresentar linhas gerais a fim de constituírem-se numa proposta orientativa ao planejamento de um programa de implantação.

#### **3.1 Os Oito Componentes da Metodologia**

A proposta deste trabalho desenvolve abordagens específicas ao tratar de aspectos singulares do ambiente industrial não seriado. De outro lado, é esperado que determinadas etapas ou passos propostos independam do tipo do sistema de produção, isto é, das peculiaridades do dado ambiente de manufatura.

A proposição está definida através de oito componentes metodológicos, a saber: (i) adoção do conceito de “enxuto”, (ii) liderança e participação, (iii) gerenciamento visual, (iv) produção puxada, (v) qualidade na fonte, (vi) melhoramentos contínuos, (vii) redução do *lead-time* e (viii) controle e redução de custos. Derivam fundamentalmente da revisão da literatura sob a abordagem do ambiente não seriado, e, pelo julgamento do autor, foram assim agrupadas por razão meramente sinóptica. Tais componentes não devem ser entendidos como eventos estanques, mas interativos uns aos outros em referências cruzadas. Tampouco representam etapas seqüenciadas de um programa de implantação generalizável ao ambiente da manufatura não seriada. São sim, conteúdos mínimos a serem observados quando da idealização de um programa específico que, se contemplados, contribuem para a elevação da taxa de sucesso do empreendimento.

No desenvolvimento do primeiro componente, “adoção do conceito de enxuto”, são discutidos, sob a luz do embasamento promovido pela revisão da literatura no Capítulo 2 desta Dissertação, o arcabouço conceitual necessário à

adoção da filosofia da Produção Enxuta. Apesar do aspecto eminentemente indiferente ao tipo de produção específico, são avaliadas condições singulares à produção não seriada.

No componente “liderança e participação” são abordados aspectos práticos da adoção do conceito de Produção Enxuta quanto à definição e atribuição de responsabilidade e autoridade. São examinadas necessidades essenciais no processo de condução da mudança comportamental necessária à assimilação e exercício da “mentalidade enxuta”, inclusive sugerindo alternativas para a aquisição das competências e habilidades necessárias ao êxito do processo de implantação do conceito.

“Gerenciamento visual” é o terceiro componente da metodologia proposta. Está baseado na visibilidade (transparência) e no imediatismo (ação imediata). O gerenciamento visual é apresentado como o componente responsável pela customização às particularidades da produção não seriada. Está fundamentalmente ligado como a capacidade de enxergar o *muda* – tudo o quanto é desperdício e não agrega valor ao produto.

No componente “produção puxada” é proposta a essência do esforço de adaptação do sistema de Produção Enxuta para a produção não seriada. São discutidos as ferramentas e técnicas aplicáveis quanto aos tópicos ligados ao planejamento e programação da produção, fluxo e lotes, cadeia de valor e ainda acerca do relacionamento com os fornecedores.

O quinto componente, “qualidade na fonte”, examina a obtenção da qualidade da Produção Enxuta no ambiente não seriado. É defendido o entendimento de que lotes menores implicam, necessariamente, na melhoria da qualidade – redução da variabilidade – de produtos e processos, e não o inverso. Deste pressuposto é extraído um dos principais motes do modelo de implantação proposto neste trabalho.

O componente “melhoramentos contínuos” tratam dos processos de inovação e de pequenas melhorias como sustentação do processo de otimização da produtividade e redução de custos.

Por fim, os componentes “redução do *lead-time*” e “controle e redução de custos” definem a devida aproximação do modelo proposto aos objetivos precípuos da filosofia da Produção Enxuta, descrevendo uma matriz mínima de gerenciamento do processo de implantação.

### 3.2 Componente (i): Adoção do Conceito de “Enxuto”

A idealização de um programa voltado ao desenvolvimento e implantação do conceito da Produção Enxuta em indústrias não seriadas (tanto como, naturalmente, em outros tipos de manufatura) tem como ponto de partida a perfeita compreensão e a unidade conceitual no nível estratégico da empresa, isto é, na alta administração. Espera-se deste nível hierárquico a plena adesão e o patrocínio institucional da implantação. Esta é uma abordagem comum aos programas de qualidade total ou quaisquer outros cujo êxito dependa, fundamentalmente, de mudanças drásticas do comportamento empresarial e a substituição de paradigmas. O estabelecimento de uma nova ordem no tocante a tecnologia de gestão da manufatura – o que aqui chamamos de Produção Enxuta – passa por uma revisão na forma de se pensar a própria indústria.

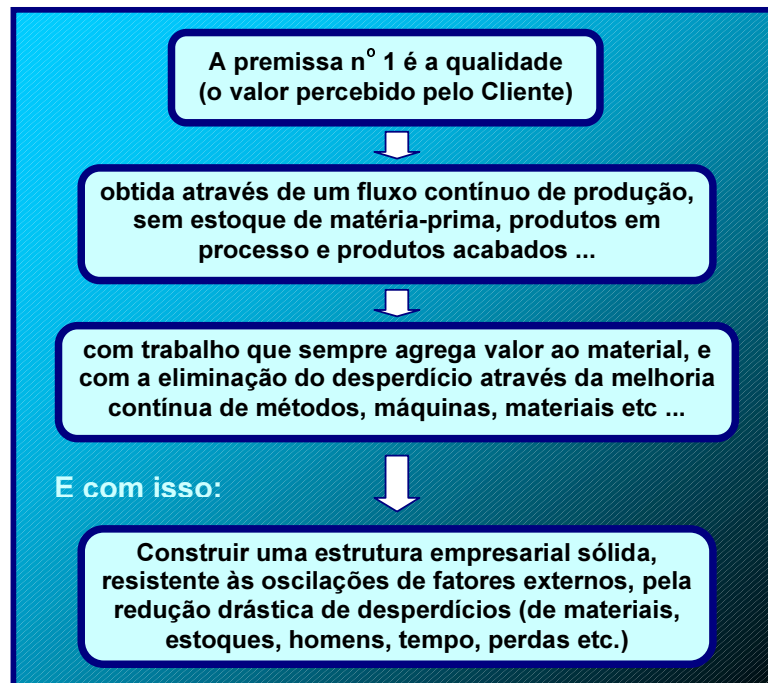
A descoberta pelo mundo ocidental das técnicas e ferramentas destinadas a administração da manufatura (empregadas pioneiramente nas empresas japonesas) como o *just-in-time*, *kanban*, *poka-yoke*, automação, *set-up* rápido, e tantas outras já discutidas no Capítulo 2 desta Dissertação levou, num primeiro momento pelo menos, ao falso entendimento acerca do conceito da Produção Enxuta. Não são raras as referências ao conceito como sendo um conjunto de modernas técnicas de administração da manufatura. Entretanto, o conceito fundamenta-se, não no entendimento de cada uma de suas ferramentas como um fim em si mesma, mas na revisão dos tradicionais conceitos da produção em massa e da economia de escala, como fatores de alavancagem na maximização dos recursos de produção.

A base do pensamento enxuto é o conceito de valor. Entretanto, o valor só pode ser definido pelo cliente final: todo e qualquer aspecto não percebido pelo cliente é desperdício e, portanto, deve ser eliminado. A Figura 4, sintetiza este entendimento.

A questão então é aprender a identificar os desperdícios. Esta proposição metodológica foca a eliminação de desperdícios como uma consequência da redução dos estoques intermediários no processo.

A redução intencional e progressiva no tamanho dos lotes e dos estoques, em particular dos estoques em processo, levam a inevitável visibilidade dos problemas e desperdícios. Ao mesmo tempo tais reduções implicam na redução do *lead-time*, ao que Taiichi Ohno resumia a essência do conceito enxuto: o encurtamento do tempo entre o pedido do cliente e o pagamento pelo bem produzido.





FONTE: Elaborado pelo autor

Figura 4 – Síntese da Produção Enxuta

A Figura 5 propõe a seqüência em tais etapas devem ser conduzidas. A proposta defende que a redução no tamanho dos lotes e dos estoques têm como consequência a melhoria do processo, através da identificação (e solução) dos problemas e desperdícios por absoluta necessidade de continuidade do fluxo de produção. E não o contrário, ou seja, não são as melhorias do processo que vêm primeiro às reduções no tamanho dos lotes e dos estoques.

Sob o propósito de reduzir o *lead-time*, a primeira ação é a de definir e aplicar a redução no tamanho do lote. Na seqüência, o estoque máximo em processo, por tipo de produto, também deverá ser definido. Cada operação então, deverá ter seu ciclo operacional conhecido. O ciclo operacional é, numericamente, o quociente entre o tempo líquido de operação pela quantidade demandada pelo cliente. Conhecendo-se o ciclo operacional de cada etapa do processo é possível determinar o gargalo de produção – trata-se da etapa com o menor ciclo. Define-se então o nivelamento do fluxo produtivo: o ritmo da linha é determinado pelo ciclo operacional da etapa gargalo.



FONTE: Elaborado pelo autor, a partir da proposta metodológica formulada

Figura 5 – Ciclo de redução do *lead-time*

É importante ressaltar que são inócuos os esforços na melhoria da produtividade pontuais em etapas outras senão aquela que é o gargalo. Ao invés da melhoria da produtividade obter-se-ia o acúmulo de estoque em processo e, portanto, mais desperdício. O princípio básico á transformação do fluxo, numa analogia com um rio, de "caudaloso e lento" para uma "correnteza fina e rápida". No extremo, teríamos a produção unitário, isto é, aquela onde o lote tem tamanho igual a um. É algo como da produção em fluxo aleatório para fluxo uniforme até a obtenção da produção unitária.

É aqui que surgem as principais características do conceito de Produção Enxuta. A inexistência de estoques ou lotes grandes a fim de escamotear as imprecisões do processo produtivo, levam a uma "agravamento" dos problemas. Mesmo defeitos que não são muito problemáticos poderão tornar-se decisivos no novo ambiente de lotes e estoques reduzidos. O esforço sistemático e perseverante para a solução de cada uma das restrições emergentes que desencadeará o benefício e a própria síntese do sistema de Produção Enxuta. A melhoria contínua imposta pelo

ciclo de reduzir estoques, tornar os problemas visíveis e, em seguida, resolvê-los na medida que constituem restrições ao processo, é o que justifica a adjetivação “enxuta” para a produção: ou seja a manufatura isenta de desperdícios e quaisquer outros custos intrínsecos que não adicionam valor aos olhos do cliente.

De uma outra forma, poder-se-ia resumir o ciclo de melhoria pelas seguintes etapas: (i) identificação de todas as etapas necessárias hoje para mover o produto do pedido à entrega; e (ii) questionamento acerca destas etapas: porque isto é necessário? O cliente pensaria que o produto valeria menos se esta etapa fosse eliminada? Muitas etapas só são necessárias devido a forma como as empresas são organizadas e decisões anteriores sobre ativos e tecnologias.

Fica evidente a necessidade de que o conceito, de fato, faça parte da estratégia operacional da alta administração. Além do rompimento com os conceitos tradicionais, os quais por terem sido responsáveis pelo êxito do passado torna difícil introduzir mudanças, há de se manter a convicção em identificar e sanar os problemas. Com certeza, no aparecimento das primeiras restrições ocasionadas pela redução dos estoques seria suficientes para abortar qualquer iniciativa, caso inexistia o apoio formal e irrestrito da alta administração.

Por este mesmo motivo, entende-se como imprescindível o perfeito entendimento acerca do conceito pelo principal nível da organização. São fortemente encorajadas todas as iniciativas de aprendizagem através de visitas e comparação das práticas de organizações adeptas da Produção Enxuta.

Ressalte-se que a adoção do conceito de enxuto e de toda o equipamento metodológico da manufatura enxuta, é antes de mais nada uma decisão tomada pela alta administração. Como toda mudança radical no sentido de uma nova ordem, encontra como ferrenhos antagonistas aqueles que, no passado, saíram-se bem sob as antigas regras. De outro lado, tem como defensores aqueles que talvez irão obter bons resultados sob as novas regras pretendidas, visto tratar-se de um estado futuro. Por tal razão, a necessidade de encontrar resultados expressivos à curto prazo, mesmo que localizados, para uma posterior expansão de escopo, torna-se um fator estratégico de condução de um programa de adoção do conceito enxuto. Se adequadamente capitalizados pela coordenação do pressuposto programa de mudanças, tais resultados obtidos, por ações imediatas e enérgicas, constituem-se em pontos de apoio e alavancagem na introdução do conceito. Como citado na revisão da literatura, os japoneses denominam estas ações de *kaikaku*, caracterizando-as como o

inverso do *kaizen*, isto é, ao invés de saltos incrementais refere-se a mudanças radicais.

Uma consideração a respeito do *kaikaku* no tocante ao ambiente da manufatura não seriada é, neste momento, oportuna. A literatura é abundante nos relatos de *kaikaku* e, em maior escala, referem-se às grandes alterações a que incorreram os pisos de fábricas de plantas industriais que optaram pelo conceito enxuto. Via de regra, relatam-nos os autores acerca da mudança do tradicional *layout* funcional das fábricas concebidas sob a égide da produção em massa, para a disposição celular. Não mais orientadas por processos mas sim por produtos ou família de produtos, as novas disposições das células de fabricação são uma alternativa para o incremento da produtividade conforme o conceito da Produção Enxuta. À reboque desta abordagem, máquinas de grande porte e muitas vezes com elevado nível de automação foram, drasticamente por uma decisão *top-down* (daí o *kaikaku*), substituídas por equipamentos dedicados. É a substituição do conceito da produtividade individual pelo da produtividade global.

Entretanto, no caso dos ambientes de manufatura não seriada sujeitos ao compartilhamento rotineiro dos recursos de fabricação e à produção de baixo volume (se considerado sob a ótica do produto específico) tais tipos de *kaikaku* não são os mais presumíveis de ocorrência. Isto é facilmente explicado pela própria natureza deste tipo de *layout*. Tal fato fica melhor ilustrado no estudo do caso real de implantação, apresentado nesta Dissertação, onde a disposição dos equipamentos é voltada às famílias de produtos, porém se considerado a variedade de itens e o conseqüente fluxo não seriado, não permite implementações análogas aqueles *kaikaku* descritos no parágrafo anterior.

Por fim, a despeito da consideração feita, o *kaikaku* constitui-se em peça chave no processo de reunião dos resultados a fim da própria sustentação institucional do programa de adoção do conceito da Produção Enxuta. A presente proposição metodológica tem todo o seu conteúdo permeado pela noção conceitual do *kaikaku*, ou seja, das ações enérgicas e imediatas que, no texto, poderá estar resumido pela palavra “drástica”.

### 3.3 Componente (ii): Liderança e Participação

Como já mencionado, a estratégia de implantação de um programa destinado a implantação do conceito da Produção Enxuta deve, tal como nos programa de qualidade total, ter o incondicional apoio e patrocínio da alta administração da empresa. O conceito traz em seu bojo a ruptura do senso comum, tanto quanto do tradicional. Cristalizada por anos em que a produção em massa foi suficiente para assegurar os resultados esperados para a época, a administração da manufatura deve ser conduzida por uma nova ordem, a partir de uma alteração revolucionária do modo de pensar de cada um dos funcionários. A proposta central do componente anterior é a redução do estoque como forma de fazer vir à tona os problemas. Daí a conclusão óbvia: se não houver a confiança absoluta no conceito, a primeira ação será o restabelecimento dos níveis anteriores de “segurança” dos estoques.

Tratando-se de um programa de ampla participação de toda a organização, é fácil a dedução de que muitas pessoas estarão envolvidas na implementação da Produção Enxuta. Todas elas precisam entender a questão do valor e das atividades que de fato o agregam ao produto. É natural a proposição de que mudanças desta natureza devam estar sustentadas por amplos programas internos voltados às mudanças comportamentais necessárias. Algumas medidas podem ser recomendadas:

- a identificação de um agente de mudanças, cuja característica fundamental seja sua paixão pessoal;
- a preparação de um instrutor especialmente apto a compartilhar seu aprendizado acerca do conceito e suas técnicas;
- o aproveitamento (ou “criação”) uma crise a fim de motivar a ação na empresa: esta é uma recomendação do próprio Taichi Onho em OHNO (1997);
- a escolha de uma área piloto importante: o início se deve dar através da rápida remoção do desperdício, a fim de surpreender com o quanto é possível realizar em um curto período de tempo;
- a obtenção de resultados imediatos e, então, a expansão do escopo.

Algumas premissas podem ser propostas como a base do modelo comportamental desejável a implantação do conceito enxuto. Elas baseiam-se nos elementos essenciais do “pensamento enxuto” e suportam elementos contextuais. São as seguintes:

- ênfase no trabalho de equipe;

- tomada de decisão e solução de problemas *in-loco* (a expressão “gembaismo” deriva da palavra japonesa *gemba*, que quer dizer piso de fábrica. Diz respeito a prática usual entre os gerentes da Toyota de jamais tomarem decisões sobre coisas que não viram);
- postura do “pensar, criar e fazer acontecer as novas idéias”;
- desdobramento *top-down* de responsabilidades. Definição de autoridade: ênfase no “fazer a coisa certa” ao invés do estabelecimento de quem a fará, sistema de responsabilidade sem autoridade formal;
- controle com flexibilidade ;
- prática permanente do PDCA (*plan – do – check – action*).

Num contexto amplo, o engajamento de todos é essencial ao sucesso da implantação do conceito. Necessário então prover uma mesma base conceitual, desenvolvendo competências específicas ao trabalho em grupo, à visão de conjunto, a noção de valor e a capacidade de identificar desperdícios.

Qualquer desenvolvimento de um programa de educação e treinamento voltado a sustentar a implantação do conceito da Produção Enxuta deve, obviamente, contemplar recursos, necessidades e a cultura organizacional específica. Entretanto, a título da contribuição com a presente proposição metodológica, pode-se apontar determinados tópicos mínimos e desejáveis a comporem os conteúdos destes programas. Trata-se da seguinte proposta que, devidamente personalizada quanto a abrangência e linguagem, deverá ser implementada nos níveis estratégico, tático e operacional da organização:

- quanto à educação, ou seja, a formação da unidade conceitual em torno do entendimento da Produção Enxuta
  - história e conceito da Produção Enxuta;
  - o conceito de valor e o modelo enxuto de negócio;
  - a criatividade e a disposição de quebrar paradigmas;
  - a questão da resistência às mudanças;
  - a constância de propósito.
- a respeito do treinamento, ou seja, o desenvolvimento de habilidades e competências específicas para a implementação de um programa voltada a Produção Enxuta
  - as idéias centrais do *just-in-time* e da *jidoka*;
  - técnicas de trabalho em grupo;

- o ciclo PDCA e as “Sete Ferramentas para a Melhoria da Qualidade”;
- as técnicas e ferramentas da Produção Enxuta;
- o controle total da qualidade.

Tais tópicos deverão ainda ser desenvolvidos sob uma base de conhecimentos teóricos e práticos a cerca do processo de manufatura específico. Na aproximação do processo decisório ao piso de fábrica e da participação de todos na idealização e introdução de melhorias, torna-se imprescindível um grau de conhecimento mais específico e profundo do que o tradicionalmente requerido pelos operadores. O conceito de “multifuncional” deve evoluir da despojada noção de um funcionário capaz de realizar múltiplas atividade, para a do funcionário que, além de possuir estas múltiplas habilitações, tem a exata noção do encadeamento de fornecedores e clientes internos.

### **3.4 Componente (iii): Gerenciamento Visual**

A fim do propósito da apresentação de um modelo baseado na padronização de algumas ações, de forma a nortear o processo implantação, as razões para a divisão da metodologia em componentes são meramente didáticas. São, como já mencionado, referências cruzadas destinadas à implantação do conceito de Produção Enxuta, e interagem-se umas às outras. Entretanto, o componente metodológico Gerenciamento Visual apresentada a seguir, é entendida como a base desta proposta. O Gerenciamento Visual é decisivo no processo de adaptação às peculiaridades do ambiente da manufatura não seriada e com grande variedade de produtos. De fato, os demais componentes propostos tem como ponto comum a utilização de técnicas de gestão visual, toda vez que a especificidade do ambiente não seriado impede ou limita a utilização “clássica” das ferramentas da Produção Enxuta.

O Gerenciamento Visual é um importante elemento da filosofia Produção Enxuta. Busca o auto-gerenciamento ou tornar o processo de decisão o mais próximo possível do piso de fábrica. O que fazer, quando fazer e como fazer devem estar claramente definidos e não deixar margem a dúvidas. Gerenciamento Visual significa assim dispor das informações na hora certa, com precisão e clareza para a tomada de decisões.

Por Gerenciamento Visual entende-se a construção de uma unidade fabril auto-explicável, onde cada material, área ou máquina tenham informações próprias possibilitando que qualquer pessoa possa entender a situação, desde que possuidora de um mínimo de familiaridade com a situação. O piso de fábrica deve ser um local que possa ser entendido visualmente. O posto de trabalho deve estar sob total domínio da supervisão. O objetivo é a criação de um sistema tal que permita detectar visualmente, “num só olhar”, qual a atividade que a supervisão solicitou ao operador e como está sendo desempenhada. Poder-se-ia resumir esta idéia na visão de um piso de fábrica onde cada material, área, homem e máquina fale por si mesmo, dispensado explicações. A fábrica deve ser absolutamente inteligível a todos, do presidente ao operador ou um visitante estranho ao meio.

Naturalmente a adoção de sistemas de informações complexos, podem levar a mais um tipo de desperdício. Então, são aplicáveis as ferramentas da Produção Enxuta tais como: *andon*, *monomossu*, quadro de operação padrão, os cartões *kanban* e outras, mas sempre sob a base do conceito 5S. Alguns destes recursos são apresentados na Figura 6. Nos exemplos da figura, nota-se a definição visual de áreas para determinados materiais através de demarcações no piso e o uso de tabuletas, quadro de acompanhamento de metas, códigos de cores para ferramentas de produção, instruções de operação baseada em ilustrações coloridas, totens de avisos e informações, entre outras possibilidades.

Um resumo do componente pode ser elaborado como sendo a orientação de assegurar através do uso daquelas ferramentas, a “transparência” e o “imediatismo” aos fatos e ações no piso de fábrica. Para uma melhor compreensão da proposição, é oportuno abordar algumas questões ligadas à visibilidade dos problemas na fábrica. A atividade de se procurar alguma coisa na fábrica, seja uma peça, um dispositivo de fabricação ou uma ferramenta, impacta negativamente a produtividade. Assim, quanto mais coisas tem que se procurar, maior a redução da produtividade e mais difícil o atendimento de uma produção diversificada como no caso da não seriada.

Note-se alguns exemplos específicos. Uma preparação de máquina que, sob o conceito da produção em massa, leva cerca de uma hora, pouco impacto teria os cinco minutos gastos na procura de peças ou ferramentas. Entretanto, sob o conceito da Produção Enxuta, o tempo de preparação tende a ser medido através de um único dígito (menor do que dez minutos) e evidentemente não é admissível uma perda de cinco minutos.

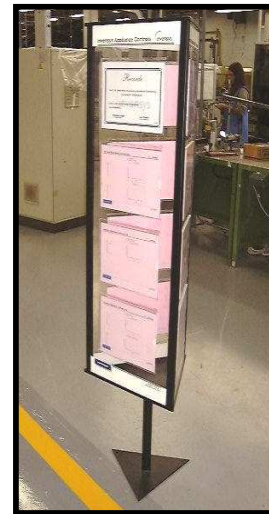




### Invensys Appliance Controls

OBJETIVO DIÁRIO DE PRODUÇÃO  
(PRODUCTION DAILY TARGET)  
MONTAGEM RC  
(RC ASSEMBLY)

MÓDULO (MODULE)	HORA (TIME)	META (TARGET)	A		B		TOTAL (TOTAL)
			PRODUÇÃO (PRODUCTION)	DIFERENÇA (DIFFERENCE)	PRODUÇÃO (PRODUCTION)	DIFERENÇA (DIFFERENCE)	
RC-01073-2	18:25	400			400	OK	400
	17:25	363			420	57	364
	16:25	398			330	-12	430
	15:25	400			500	+100	366
	14:25	200			300	+100	200
	13:25	604			400	-136	600
	12:25	348			300	-48	300
	11:25	363			350	-13	300
	10:25	424					
	TOTAL	3686			3580	-134	3910

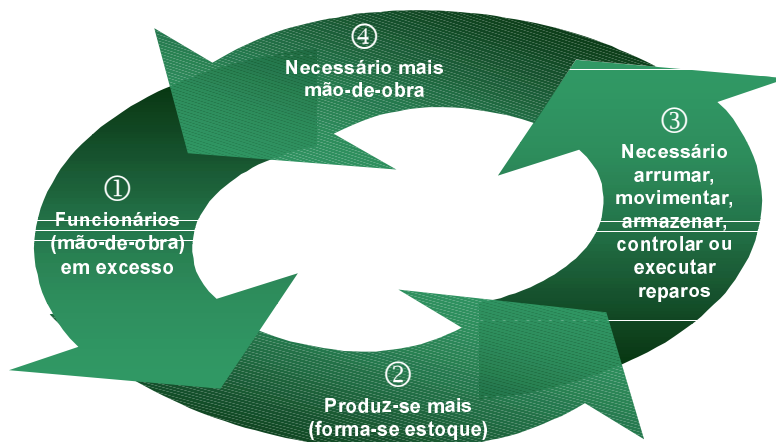


### Invensys Appliance Controls

Quadro de Identificação Lavanderia  
Laundry Identification Chart

- Estado de V.F. do Condensador (Condensate State)
  - Ótimo (Ótimo) (Good)
  - Bom (Bom) (Good)
  - Regular (Regular)
  - Ruim (Ruim) (Bad)
- Lista de Máquinas (Machine List)
  - Máquina Argentina (Argentine Machine)
  - Máquina Dobby (Dobby Machine)
  - Máquina Guarnani (Guarnani Machine)
  - Máquina Washnet (Washnet Machine)
- Produtor (Product)
  - Válvula d'água (Water Valve)
  - Desador (Dispenser)
  - Pressostato (Pressure Switch)
  - Motor Síncrono (Synchronous Motor)
  - Timer Stand Frame (Timer Stand Frame)
  - Timer L.R.T. (Timer L.R.T.)
  - Timer Qreflex (Timer Qreflex)
  - Timer Chronomatic (Timer Chronomatic)

A Figura 7, representa um outro exemplo. Trata-se do excesso de funcionários para uma dada atividade. Quanto mais numerosa a mão-de-obra, mais difícil reconhecer quais os trabalhos realmente necessários, isto é, aquele que agregam



FONTE: Elaborado pelo autor

Figura 7 – Círculo vicioso do *muda*

valor ao produto. Num ciclo vicioso, o mesmo excesso de funcionários acaba gerando o aumento das atividades e da própria produção, muitas vezes concentrada em determinadas etapas do processo de manufatura. Aumento este que, por sua vez, demanda mais recursos de administração e, por fim, implica em mais funcionários.

O principal, então, é trazer os problemas ou desperdícios (*muda*) à tona, e fazer com que todos enxerguem isso. No sistema de Produção Enxuta é dada importância à forma de reconhecimento imediato dos problemas, desperdícios e irregularidades, sejam eles na máquina, no trabalho ou no armazenamento de materiais. O objetivo deste componente metodológico proposto é o de criar uma sistemática pela qual qualquer um possa reconhecer visualmente o ponto onde está o problema e qual é problema. Este é o conceito de Gerenciamento Visual, cujo pleno entendimento assume particular importância no trabalho ao tratar do ambiente de elevada diversidade de produtos fabricados de forma não seriada.

A Tabela 9 propõe um modelo de utilização do gerenciamento visual e algumas das ferramentas utilizáveis.

Tabela 9 – Gerenciamento visual

ITEM DE GERENCIAMENTO	FERRAMENTAS DE CONTROLE VISUAL	PONTOS A SEREM CONTROLADOS
Homem	Quadro Horário, Quadro de Operação Padrão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A seqüência de operação está correta?</li> <li>• Está sendo obedecido o ciclo de produção?</li> <li>• O estoque de espera padrão está correto?</li> </ul>
Máquina	<i>Andon</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A máquina está defeituosa?</li> <li>• A máquina continua produzindo peças defeituosas?</li> <li>• As trocas de ferramentas estão obedecendo o estabelecido?</li> <li>• A máquina está parada por falta de matéria-prima?</li> <li>• A máquina está produzindo mais do que o estabelecido?</li> </ul>
Produto	Supermercado, <i>Kanban</i> , <i>Monomossu</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O processo está adiantado?</li> <li>• O processo está atrasado?</li> <li>• Pode-se verificar a ordem seqüencial dos trabalhos?</li> <li>• Pode-se verificar o tempo certo para início da operação?</li> <li>• Pode-se verificar a quantidade a ser produzida?</li> <li>• Aquilo que foi produzido está colocado logo após o processo?</li> </ul>

FONTE: Adaptado pelo autor de Revolução da Produção pelo JIT "Racionalização para a Sobrevivência da Fábrica". Nikkan Kogyo. Shimbunsha. [198-?].

### 3.5 Componente (iv): Produção Puxada

O entendimento de produção puxada está diretamente relacionado ao *just-in-time* ou seja, a produção apenas do necessário e suficiente, no momento certo, como requerido (puxado) pela etapa posterior do processo. De outra forma, diz respeito a cumprir exatamente o demandado pelo cliente, no tocante a quantidade, qualidade e prazo.

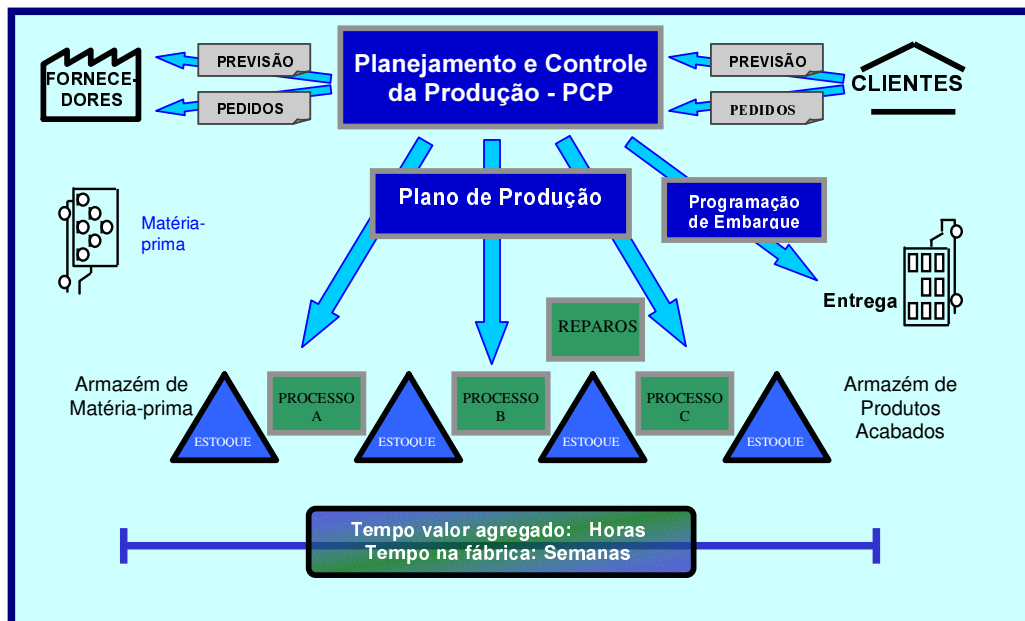
De imediato, há de se intuir uma mudança no comportamento da área de vendas e *marketing*. Uma maior proximidade com o cliente, um maior conhecimento de suas reais necessidades, um relacionamento baseado na confiança recíproca e uma política de contrato a longo prazo são pré-requisitos para a substituição da necessidade de estoques de produtos acabados como condição de conforto (ou segurança) no atendimento ao mercado.

Por outro lado, sob o ângulo da programação da fábrica, várias são as mudanças de atitudes necessárias a utilização do conceito de Produção Enxuta. A Figura 8 representa a programação convencional baseada no modelo da produção empurrada. Diz-se empurrada porque cada um dos processos é programado separadamente criando estoques intermediários que serão utilizados pela etapa posterior do processo, quando de sua respectiva programação. Técnicas estatísticas baseadas em consumo médio, taxas de eficiência, incidência de defeitos e outras, determinam tais programações. Em geral, tais programações são centralizadas num departamento e setor da empresa que, comumente, recebe a denominação de PCP – Planejamento e Controle da Produção.

Por intermédio da área comercial, os pedidos dos clientes chegam até o órgão de PCP através de previsões ou pedidos firmes. De forma análoga, o PCP alimenta a área de compras, com os respectivos dados oriundos daqueles mesmos índices de empenho, eficiência etc. É importante salientar que, por princípio, tal tipo de programação abrange coeficientes de segurança para o que são computados índices de perdas, taxas de atrasos (do fornecedor de matéria-prima, por exemplo) e outros. Por fim, o PCP programa o embarque de produtos acabados, permitindo a contratação e programação de fretes.

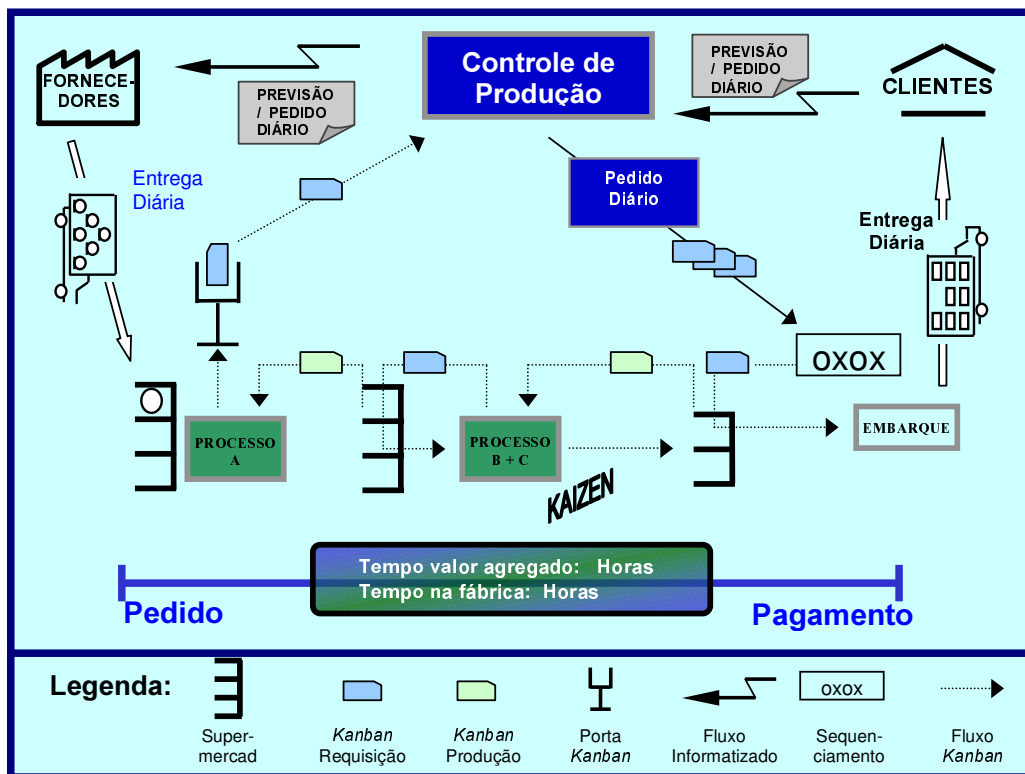
Sob a ótica da conceito de Produção Enxuta, a consequência principal deste tipo de programação – a empurrada – é que uma determinada peça ou componente permanece várias unidades de tempo “dentro da fábrica” a esperando (quer dizer, no estoque) pelo processamento, sendo inspecionada, reparada ou outra atividade que não agrega valor.

A Figura 9 apresenta um fábrica cuja programação da produção obedece o tipo de produção puxada. Observa-se que inexistente a função de programação individual das etapas do processo produtivo. Os pedidos, oriundos do cliente, são menos a adoção de estimativas e mais o resultado do desenvolvimento da parceria comercial. A utilização de meios eletrônicos de intercâmbio de dados, permite pedidos firmes na medida da necessidade do cliente. O PCP tem suas atividades restritas a programação de fornecedores e à expedição de produtos acabados.



FONTE: Adaptado pelo autor de SHOOK, John. Palestra 'Rumo a um Sistema de Negócios Lean', Lean Summit, Lean Institute Brasil, Curitiba, PR, Set/2001

Figura 8 – Produção em massa: lotes grandes, empurrados e planejamento individuais



FONTE: Adaptado pelo autor de SHOOK, John. Palestra 'Rumo a um Sistema de Negócios Lean', Lean Summit, Lean Institute Brasil, Curitiba, PR, Set/2001

Figura 9 – Produção Enxuta: lotes pequenos e puxados

Ademais, todo o fluxo produtivo é programado através das ferramentas próprias do conceito de Produção Enxuta, como a utilização de áreas de supermercado e de cartões *kanban*. Também as entregas são intensificadas como conseqüência da redução do tamanho dos lotes. Seja a entrega da matéria-prima pelos fornecedores ou a expedição de produtos acabados aos clientes, há uma tendência de incremento do número de embarques.

Ainda na Figura 9 é sugerida introdução de melhorias (*kaizen*), implicando na necessidade do emprego de todo o menu de técnicas como APG, grupos de melhorias, força tarefa, planos de sugestões etc. Por exemplo, uma atividade de solda e posterior etapa de montagem, poder-se-ia ser conjugada numa única operação de solda e montagem pelo mesmo operador, eliminando-se o estoque intermediário, tornando o lote unitário (ideal) e ainda controlando-se a qualidade na fonte (auto-controle).

A implementação deste componente metodológico – produção puxada – em ambientes de produção não seriada passa por algumas adaptações quanto às técnicas usualmente empregadas. É essencial a adoção de um sistema de controle da quantidade exata relacionado ao fluxo direto entre as partes integrantes do processo e a demanda do mercado. Nos casos típicos estudados da indústria automobilística, a produção seriada de peças e partes induziu ao desenvolvimento das já discutidas ferramentas como por exemplo, o *kanban*.

Entretanto, nos casos da produção não seriada e de grande variedade de produtos, a condição que se faz presente é o compartilhamento dos recursos de produção. Como discutido no capítulo da revisão bibliográfica, tal compartilhamento cria, pelo menos, duas características comuns a este ambiente industrial: o surgimento de gargalos flutuantes e a questão do seqüenciamento das ordens de produção.

Quanto aos gargalos flutuantes, o que ocorre é a sensibilidade do fluxo produtivo às freqüentes alterações promovidas pela grande diversidade de produtos e pelo próprio mix de produção. Já a questão do seqüenciamento das ordens de produção, está relacionada a priorização na utilização dos recursos e a visão global dos compromissos, prazos e restrições.

Fica bastante patente, a altura da Dissertação, que a questão da adaptação do conceito de Produção Enxuta a um ambiente de manufatura de elevada variedade de produtos, particularmente à produção não seriada, está diretamente ligado o pleno entendimento do conceito em si. Mais do que a utilização de um menu de ferramentas

e técnicas específicas, estas sim limitadas em relação às suas concepções originais, a adaptação tem seu êxito condicionado a interpretação do nexos causal de cada ferramenta com o seu fim precípua. Se é limitado o uso de cartões *kanban* no sentido convencional, são amplas as possibilidades de demarcação visual de capacidades e quantidade do estoque intermediário. Sob este entendimento a conceituação do supermercado de peças, seja este um auto serviço onde a etapa anterior só produz quando o processo posterior retirou a peça, é um exemplo valioso destas considerações.

O importante é pois assumir a produção puxada como sentido único à manufatura sem desperdícios ou enxuta. Constituir a área de expedição, por exemplo, como o fiel representante do cliente na fábrica, a quem caberia iniciar a “puxada” dos produtos vendidos, é um primeiro caminho. Da mesma maneira, a referência ao gerenciamento visual, traz consigo um dos aspectos mais relevantes desta proposta: a participação intensiva do piso de fábrica nas atividades antes restritas a áreas funcionais específicas. É o que ocorre pela utilização de ferramentas de planejamento e controle da produção “ao pé da máquina” como os cartões *kanban*, o conceito de supermercado e os quadro de programação horária por exemplo.

Uma proposta a fim de orientar as medidas conforme o escopo descrito nos parágrafos anteriores, pode ser resumida através do tópicos seguintes:

- embora não seriado, busque tornar o fluxo o mais uniforme possível. Se isto é prejudicado sob o ponto de vista de um dado produto específico, considerada a diversidade típica do ambiente não seriado, faça-o sob o ângulo dos equipamentos produtivos. Isto é, crie condições para a manutenção de um ritmo constante de produção independente de quais e quantos produtos diferentes são produzidos num mesmo equipamento;
- estabeleça uma ferramenta adequada para puxar a produção. Se o uso tradicional de cartões *kanban* sofre alguma restrição, verifique a possibilidade da definição de quantidades “padrão” através de contenedores específicos, demarcações no piso ou da altura do empilhamento de peças, ou qualquer outro que permita uma identificação visual do máximo permitido para uma dada máquina. A utilização da ferramenta “supermercado” é provavelmente uma possível solução, verifique onde e como utilizá-la;
- promova a participação dos próprios operários na programação diária de suas máquinas, utilizando-se, para tanto, de recursos visuais capazes de democratizar as informações pertinentes como, por exemplo, os quadros horários e mesmo os cartões *kanban*. A tradicional área de planejamento e

controle da produção deve ter sua atuação restrita à programação macro e ao tratamento das interfaces com vendas, suprimentos e demais áreas da empresa;

- cultive a disciplina de paralisar a produção toda vez que estas quantidades forem alcançadas evitando a superprodução. Não admita, sob quaisquer pretextos, excessos, antecipações da produção e mudanças nas quantidades estabelecidas;
- garanta a participação intensiva da área comercial no programa de adoção do conceito da Produção Enxuta e crie um canal rápido de comunicação com a fábrica. Atribua ao final da linha de produção, em muitos casos ao próprio departamento de expedição de produtos acabados, a responsabilidade por “representar” o cliente, puxando a produção a garantindo o cumprimento dos prazos de entrega e o menor *lead-time*;
- revise constantemente as quantidades definidas como estoque intermediário, o tamanho do lotes e o *lead-time*, reduzindo-os além dos “limites lógicos”.

### **3.6 Componente (v): Qualidade na Fonte**

A implantação do conceito da Produção Enxuta num ambiente industrial de fabricação não seriada e de elevada diversidade de produtos aponta para um aspecto em particular no tocante à qualidade: o controle em condições de manufatura de, comparativamente à produção em massa, baixos volumes. De início pode-se afirmar que quase toda a tecnologia estatística desenvolvida e tão extensivamente utilizada na manufatura em série, tem sua aplicação reduzida na produção não seriada ou ainda quando na presença de uma elevada variedade de produtos. Ferramentas tradicionais como os planos de amostragem ou o controle estatístico do processo, têm sérios empecilhos naquele ambiente.

A estas peculiaridades devem ser acrescentados aspectos próprios aos processos em batelada, aliás condição explorada na apresentação e análise do caso real de implantação da metodologia proposta neste trabalho. Na definição de Ramos (2000), processos em batelada referem-se as indústrias nas quais não existem unidades discretas – unidades individuais – de produto durante o processo, mas somente ao final deste, quando de sua embalagem. É o caso típico das, por exemplo, indústrias químicas, usinas e siderúrgicas. Neste casos a utilização de cartas de controle é



restrita: não há unidades discretas e, em muitas das vezes, os testes e ensaios são destrutivos.

Ao par de uma necessária adequação das técnicas de controle da qualidade utilizáveis, há importantes abordagens a serem feitas quando da personalização para o ambiente da Produção Enxuta.

Como já explorado, o conceito da Produção Enxuta implica na drástica redução do tamanho dos lotes, ou seja, da tradicional produção em lotes para a produção (ideal) unitária. Sob este panorama, quando uma etapa do processo de fabricação recebe da etapa precedente uma peça ou material defeituoso, o fluxo de produção necessariamente pára. Lembrando da exigência de um fluxo uniforme de produção, como premissa da instalação do conceito de Produção Enxuta, e da utilização de recursos visuais para apontamento da paralisação da linha – o *andon* – é fácil intuir o quão pressionada estará toda a estrutura organizacional, da linha de fabricação ao departamento de engenharia, a fim do devido tratamento da não-conformidade detectada. Da mesma forma, é parte imprescindível desta proposição metodológica, a adoção de regras do tipo “eventuais retrabalhos ou consertos são realizados pelo mesmo turno de produção (ou turma) que os produziram”, ou ainda, “a linha paralisada por uma defeito detectado só retomará após a devida correção do problema específico (não se admitem estoques de defeitos!)”. O desdobramento pois, destes procedimentos, é a perfeita compreensão por todos de que o “processo posterior é o seu cliente”, e que nenhum produto defeituoso poderá ser enviado à frente. Para isso, a qualidade deve ser produzida no processo.

Como também já discutido tanto na revisão da literatura como nesta mesma proposta metodológica, o conceito de Produção Enxuta está intimamente ligado a eliminação de toda e qualquer atividade que não agregue valor ao produto tal como o cliente o enxerga. Desta colocação entendemos que a primeira premissa é ao atendimento do cliente naquilo que são suas expectativas e necessidades, o que podemos definir por qualidade. Com outras palavras, “aquilo que se vende” é um produto de qualidade, ainda mais se “na quantidade que se vende” e “quando se vende” (princípio do *just-in-time*). Evidentemente não tem sentido fabricar o “que não se vende”. Daí a necessidade do entendimento e aplicação da idéia da *jidoka* (o já mencionado neologismo “autonomação”). Trata-se dos dispositivos que, instalados nas máquinas, substituem o homem na detecção de falhas e são capazes de parar o processo automaticamente.

Ante o exposto e o anteriormente discutido no capítulo referente à revisão da literatura, pode-se afirmar que a base da Produção Enxuta é a inspeção 100%, já que o lote deverá ser unitário. Entretanto considerando que a operação de inspecionar não agrega nenhum valor ao material, a inspeção deverá ser realizada da maneira mais rápida possível. Na verdade além da utilização da *jidoka* e do *poka-yoke*, uma afirmação importante é que nos processos estáveis, nos moldes do conceito  $6\sigma$ , a primeira e a última peças representam toda a produção. É diferente do conceito das amostras aleatórias preconizadas pelo tradicional controle estatístico do processo. Explica-se daí a expressão “ $N = 2$ ”. É um importante objetivo – o da estabilidade do processo – a ser perseguido a fim de viabilizar a adoção do conceito da Produção Enxuta em particular nas fabricações não seriadas com características de bateladas.

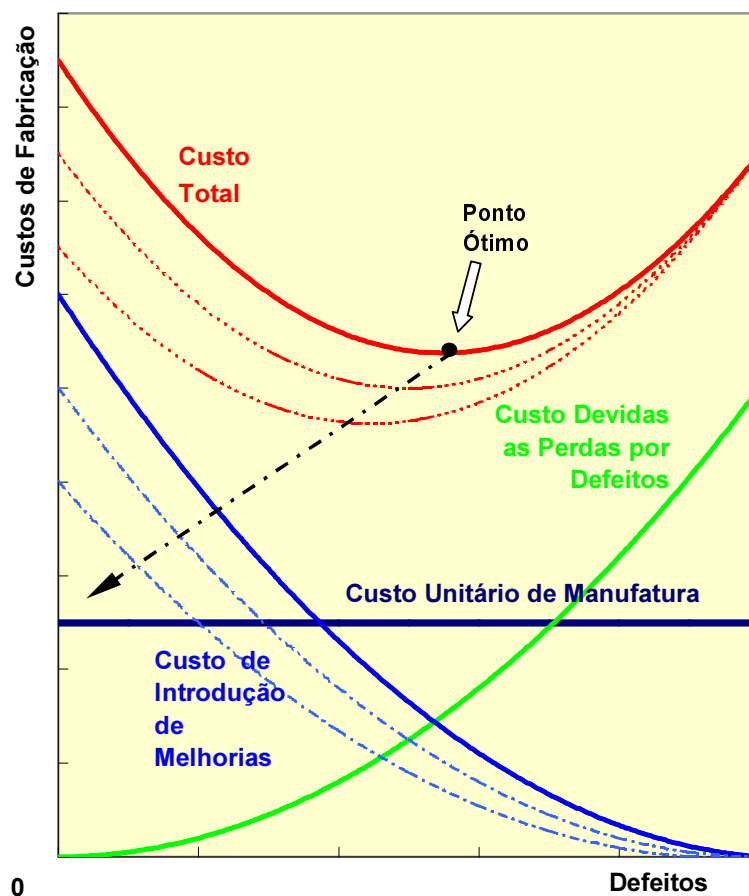
### **3.7 Componente (vi): Melhoramentos Contínuos**

A implementação da Produção Enxuta e, por pressuposto, o rompimento com as regras e convenções do conceito da produção em massa, implica em mudanças de paradigmas estabelecidos na administração da manufatura. Na apresentação do primeiro componente da presente proposta metodológica, foi demonstrado o “ciclo de redução do *lead-time*”. A redução do tamanho dos lotes e dos estoques em processo, como apresentado, trazem a tona as limitações e desperdícios antes ocultos. Nesta etapa do ciclo, a implementação de soluções capazes de eliminar tais restrições e desperdícios, é o grande mote do conceito de Produção Enxuta para ganhos de produtividade.

A Figura 10 permite desenvolver interessantes observações acerca da introdução de melhorias no processo. Nela são apresentados as parcelas referentes aos custos da fabricação de produtos – eixo vertical – versus o número de unidades defeituosas produzidas – eixo horizontal. Primeiro, o custo unitário de manufatura. Propomos assumir, para efeito da presente discussão, que o custo unitário de manufatura independe do número de defeituosos, isto é, o custo de produção (matéria-prima, mão-de-obra, energia etc) de uma peça não importando se conforme ou não conforme. Por esta razão é representado por uma reta paralela ao eixo horizontal. A curva “custo devido as perdas por defeitos” representa os valores despendidos no retrabalho ou sucateamento de produtos defeituosos. Note-se que, a medida que o número de defeituosos aproxima-se de 100% do total produzidos, este

custo assume valores elevados. Por outro lado, há o custo devido aos gastos como próprio aperfeiçoamento do processo produtivo. Este por sua vez tem um comportamento inverso ao anterior, isto é, apresenta valores mais elevados na medida que é reduzido o número de defeitos no processo. Em outras palavras, para a redução de defeituosos torna-se necessário o investimento (custo) em melhorias no processo.

Da soma destas três curvas, ponto-a-ponto, obtêm-se a curva do custo total.



FONTE: KONDO, Yoshio. *Company Wide Quality Control Seminar. The Association for Overseas Technical Scholarship. São Paulo: 1988.*

Figura 10 – Custos das melhorias

A curva do “custo total” tem um ponto de mínimo, o que nos induz a deduzir que neste ponto – o ponto ótimo – prevalece o suposto equilíbrio entre os custos com defeituosos e os gastos com a melhoria do processo. Entretanto, o dilema que se apresenta é que, apesar a minimização do custo total, a adoção do ponto ótimo implica na aceitação de um certo percentual de defeituosos. Este contra-senso deve

ser tratado no conceito da Produção Enxuta sob o enfoque que através de idéias criativas e da participação de todos, a curva do “custo de introdução de melhorias” é minorada como mostrado pelo tracejado na Figura 10. Deste modo, o custo total resultante é reduzido e o “ponto ótimo” se move em direção ao custo unitário de manufatura.

A síntese deste entendimento é o *kaizen* japonês. Significa o esforço cotidiano, de todos e em todos os níveis. São pequenos melhoramentos, mas contínuos e sistematizados que garantem as soluções econômicas de melhoria do processo de fabricação.

		Operário	
		Visível	Oculto
Gerência	Visível	<i>Kaizen</i>	<i>Kaizen</i> (Ação Gerencial)
	Oculto	<i>Kaizen</i> (Participação / Sugestão)	Trazer à tona, através da redução do estoque

FONTE: idealização do autor

Figura 11 – Visibilidade dos problemas e o *kaizen*

A questão então é a da visibilidade do desperdício, o que, como já discutido, obedece a seqüência: redução do estoque e do tamanho do lote, os problemas são trazidos à tona, pesquisa pela causa real e então, a execução do *kaizen*. De outro lado, quando visível os problemas, seja pela gerência ou pelos próprios operários, as melhorias são conseqüência de ações gerenciais e oportunidades de participação. A Figura 11 resume a idéia aqui apresentada.

Pelo componente metodológico ora proposto, pressupõe-se a instalação de mecanismos e ferramentas que assegurem a realização dos melhoramentos contínuos no processo produtivo. Também deve ser reforçada a necessidade de que seja estimulada e exercitada a criatividade, tanto quanto o trabalho de time. Atenção especial deve ainda ser conferida aos objetivos dos melhoramentos a serem feitos. Em primeiro lugar, dever-se-á privilegiar o *kaizen* de operação, isto é, a introdução de melhorias quanto aos procedimentos de trabalho – ao processo de fabricação em si. Via de regra, deverão ser privilegiados aqueles de menor custo e maior impacto

quanto aos efeitos desejados. Só depois de esgotadas as possibilidades (ou até mesmo a visão de oportunidade) quanto ao *kaizen* de operação é que se deverá buscar o *kaizen* de máquina ou instalação. Quanto a esta ordem, pode-se apresentar quatro importantes justificativas:

- o *kaizen* de máquina é, normalmente, caro;
- o *kaizen* de máquina, sem o *kaizen* de operação (processo), faz estabilizar o desperdício (*mudá*);
- o *kaizen* de máquina não tem retorno (sem outro investimento, pelo menos);
- ao realizar o *kaizen* de máquina, acaba-se por adotar o conceito da produção em massa, ou seja, a produção voltada à melhor utilização de máquinas e não o conjunto da cadeia produtiva.

Por fim, como já alertado no início deste capítulo acerca da universalidade da proposta com respeito às alguns dos componentes metodológicos, a recomendação específica que pode ser feita quanto ao ambiente industrial não seriado é a necessidade da maximização do potencial criativo. Em muito tal afirmação decorre da própria carência de soluções específicas, ou consagradas, para aquele tipo de produção.

### 3.8 Componente (vii): Redução do *Lead-Time*

Num conceito mais abrangente, o *lead-time* considera desde o instante em que o cliente efetua o pedido até o momento da efetivação do pagamento pelo produto recebido (vide Capítulo 2). Para efeito desta proposta metodológica, considerar-se-á o “*lead-time* de produção”, o qual pode ser definido por:

$$\text{Lead-Time de produção} = [ \text{Tempo de Processamento} + \text{Tempo de Inspeção} + \text{Tempo de Transporte} + \text{Tempo de Espera} ]$$

A redução do *lead-time* já foi apresentada nesta proposição metodológica por ocasião da apresentação de seu primeiro componente (ver item 3.2 desta Dissertação). Aqui o objetivo é o detalhamento de sua execução e, em particular, em ambiente de fabricação não seriada.

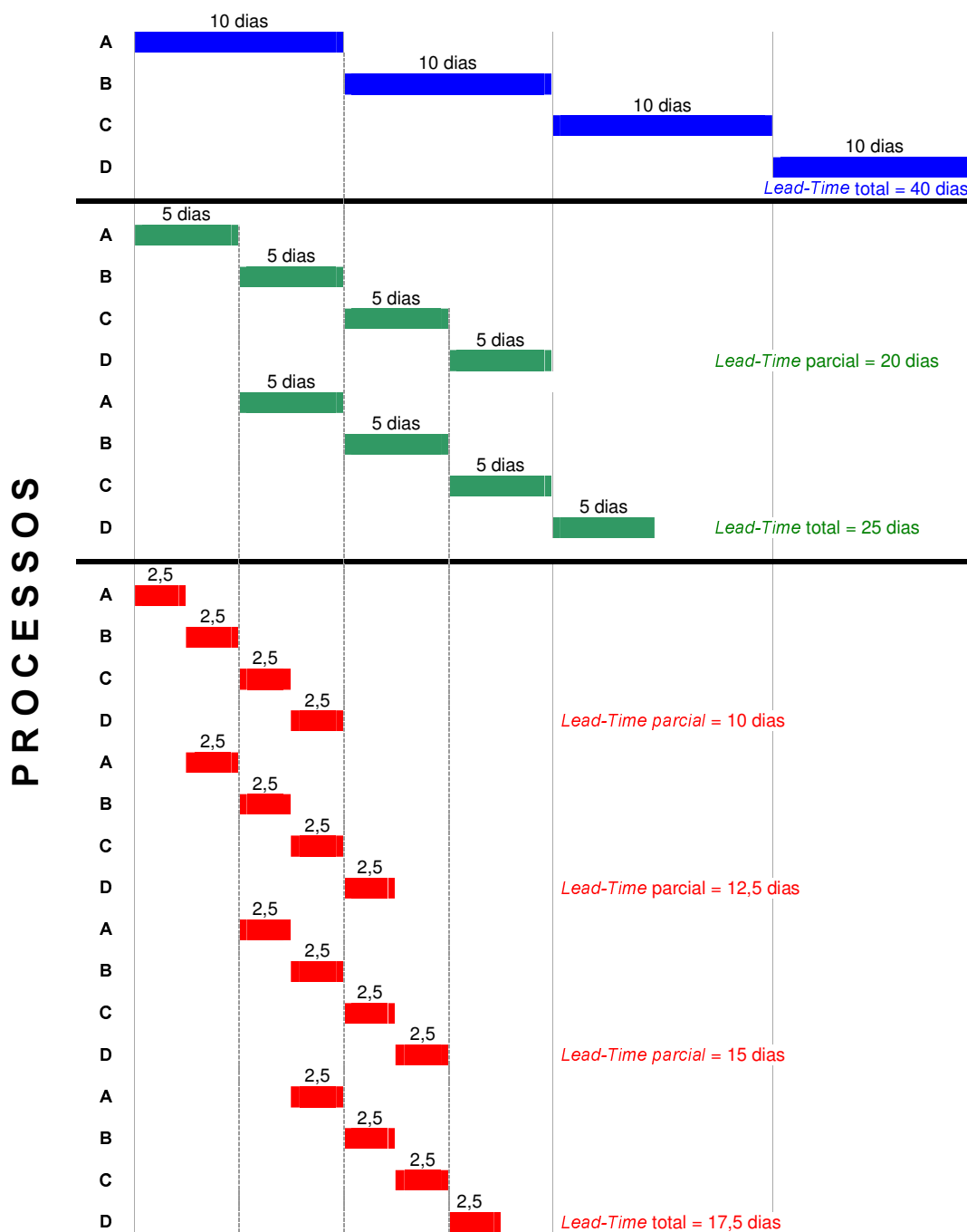
Entretanto, não obstante o tipo de produção, a comparação entre a soma dos tempos líquidos de processamento e o *lead-time*, aponta para valores excessivos. Para reduzir o *lead-time* é necessário reduzir individualmente os tempos de processamento, de inspeção, de transporte e de parada.

Como presumível, nos ambientes com elevada diversidade de produtos, a maior parte do *lead-time* é devido ao tempo de parada. A constatação deve-se pela condição, inerente aquele tipo de ambiente industrial, da necessidade de compartilhamento dos recursos produtivos e a existência de gargalos flutuantes.

O primeiro passo é pois a análise dos tempos de parada. A Figura 12 ilustra o efeito da redução do tamanho do lote na conseqüente redução do *lead-time*. Nela é representada a fabricação de uma dada quantidade de determinado produto através das etapas A, B, C e D do processo produtivo, de duração supostamente igual para efeito do exemplo.

Na primeira parte da figura, todo o produto é fabricado seqüencialmente em cada uma das etapas, demandando 10 dias em cada uma delas. Conseqüentemente o *lead-time* total é de 40 dias. O eixo horizontal da figura representa a escala de tempo e indica a sucessão dos eventos de manufatura. Note-se que, nesta circunstância, o tamanho do lote é igual a 10 dias.

Na segunda parte da figura observa-se a representação de uma suposta redução do tamanho do lote em 50%, ou seja de 10 para 5 dias. Nota-se que logo após o processamento na etapa A da metade (5 dias) do lote original, dá-se o início ao processamento na etapa B. No mesmo momento, a segunda “metade” do lote original tem seu processamento iniciado na etapa A. E assim sucessivamente de maneira tal que ambas as frentes de produção dão continuidade às etapas posteriores do processo produtivo. Neste caso, o *lead-time* final passa a ser de 25 dias. Importante notar que a diferença entre o exemplo anterior, quando da produção do lote “por inteiro”, é o tempo em que as máquinas (ou etapas) permanecem paradas aguardando o processamento do produto específico na etapa anterior. Por raciocínio análogo e de acordo com a parte inferior da Figura 13, uma redução do tamanho do lote a 25% do original, leva a um *lead-time* final de 17,5 dias. A dimensão prática da observação da figura é a que reduções progressivas do tamanho do lote, minimizam o tempo em que as etapas do processo produtivo permanecerão ociosas. O limite teórico ou ideal deste raciocínio é o lote unitário.



FONTE: Elaborado pelo autor

Figura 12 – Redução do tamanho dos lotes e a redução do *lead-time*

Vale ressaltar que a redução dos lotes tal como exemplificado na figura anterior, contraria o senso tradicional de se fazer a maior quantidade possível de um determinado produto de uma só vez. Entende-se, dentro do preconizado pela filosofia da produção em massa, que assim reduzir-se-iam as trocas e preparações, otimizando a produtividade. De fato, perante o conceito da Produção Enxuta, é exatamente esta nova orientação seu principal e inovador diferencial.

Sob este último ponto de vista, em ambientes de manufatura não seriada, a diversidade de produtos manufaturados ao mesmo tempo e a conseqüente já comentada necessidade de compartilhamento de recursos, insere um maior grau de complexidade uma vez que um número maior ainda de trocas (*set-up*) serão necessárias. Além da otimização destas preparações, é imprescindível a utilização de ferramentas visuais a fim de “puxar” a produção, conforme tratado nos componentes (iii) e (iv) desta proposta metodológica.

O passo seguinte diz respeito a redução do tempo de espera representado pelo período em que a máquina ou processo permanece paralisado a espera de materiais e peças a serem agregados ao processo. A ação então é ligada a sincronização das etapas do processo produtivos, utilizando-se para tanto das ferramentas de gestão visual e de controle da produção.

O tempo desperdiçado devido à espera por transporte é eliminado ou minimizado pelo aumento do número de transportes. Tal como na redução do tamanho do lotes, o número de transportes ideal é o unitário: cada peça é transportado individualmente. Por fim, o tempo de inspeção é tratado utilizando-se as técnicas da *jidoka*, *poka-yoke* e  $n=2$  discutida por ocasião da apresentação do componente metodológico “Qualidade na Fonte”.

A Tabela 10 resume as ações propostas no presente componente metodológico.



Tabela 10 – Ações para Redução do *Lead-Time*

Tempos Componentes do <i>Lead-Time</i>	Ações para Redução
De processamento	Redução do tamanho dos lotes
De espera de outros processos	Sincronização do processo e fornecedores
De transportes	Aumentar o número de transportes
De inspeção	Utilização das idéias de <i>jidoka</i> , <i>poka-yoke</i> e “N = 2”

FONTE: Elaborado pelo autor, a partir da proposta metodológica formulada

### 3.9 Componente (viii): Controle e Redução de Custos

Na apresentação do primeiro componente desta proposta metodológica foi explorado a idéia do ciclo de redução do *lead-time*. Partindo-se da redução do tamanho dos lotes e do estoque, assegura-se o “afioramento” dos problemas que, se convenientemente resolvidos, permitem auferir ganhos reais de produtividade e redução de desperdícios. Então, uma nova redução induzida no tamanho de lotes e estoques inicia um novo ciclo de melhorias.

Entretanto, na medida que se busca reduções sucessivas e intermináveis do *lead-time*, problemas surgem e para cada um deles determinadas ações devem ser tomadas. Vejamos as principais categorias desses problemas e a conseqüente ação corretiva:

- a) defeitos: mesmos os defeitos que não são tão sérios, poderão tornar-se graves sob o aspecto do *lead-time*. Assim, a capacidade qualitativa do processo, como pelo entendimento do conceito  $6\sigma$ , deverá ser melhorada. Defeitos capazes de provocar retrabalhos (consertos) provocarão um *lead-time* maior – e deverão ser minimizados. Defeitos geradores de sucata e reprocessamentos deverão ser eliminados;
- b) redução temporária de produtividade: para a redução do *lead-time* é proposto reduzir o tamanho dos lotes. Em primeira instância, a conseqüência é a elevação do tempo total de preparação de máquinas pelo maior número de trocas de produtos específicos. O tempo de preparação deverá então ser

drasticamente reduzido com a condução sistemática de atividades e ações participativas;

c) desperdícios de tempo: pelo mesmo raciocínio do item anterior, os tempos de espera tendem a se elevar. São as seguintes ações:

- eliminação dos movimentos desnecessários de operadores e de materiais, como por exemplo, a criação de meios para eliminar a necessidade de qualquer transporte interno;
- eliminação dos tempos de espera entre as etapas de fabricação através da programação dirigida ao sincronismo dos processos, e de uma sistemática de trabalho que permita visualizar (transparência – gerenciamento visual) o fluxo de material;
- eliminação de espera ocasionado pelo tempo de formação de lotes através da própria redução do tamanhos dos lotes, de uma programação dirigida ao fluxo contínuo e unitário, e ainda de uma sistemática ágil de disposição de defeitos;
- eliminação do tempo de espera de matéria-prima e embalagem através da adoção de uma sistemática de garantia da qualidade de fornecedores e a sincronização de entregas e eventual controle da qualidade no recebimento;
- eliminação do tempo de espera da inspeção de produtos em processo ou acabados;
- eliminação do tempo de espera por transporte interno, quando não for possível sua eliminação, através da adoção de uma sistemática centralizada com meios de comunicação rápidos, como por exemplo, *andon* e rádio *walk-talk*;

d) quebras de máquinas: eliminar as paradas repentinas e não programadas, através de:

- montar uma equipe de atendimento de emergência para o reparo de equipamentos, fazendo-os retornar no menor tempo possível;
- estabelecer sistemática para a análise criteriosa da causa real da parada a fim de evitar a reincidência;
- criar equipes para trabalhar em melhorias (*kaizen*);
- estabelecer controle e manutenção de peças sobressalentes principais, conforme importância e prioridade do equipamento;

- criar controle acerca da vida útil de peças;
  - implantar a filosofia do TPM – *Total Productive Maintenance*.
- e) deficiências no processamento: eliminá-las através da:
- estabilização das condições de processo, pela contínua introdução de melhorias e sua padronização;
  - solucionar gargalos com o aumento de capacidade e melhoria no método de fabricação;
- f) desbalanceamento das capacidades das máquinas: deve-se identificar o gargalo no fluxo produtivo e adotar medidas para o nivelamento da carga.

A condução das contra medidas apresentadas terão efeito na razão em que os controles sejam do conhecimento de toda a estrutura produtiva, como discutido quando do componente metodológico “gerenciamento visual”. Mais ainda se justifica tais controles visuais na implantação num ambiente não seriado, pela própria peculiaridade e restrição da aplicação convencional das técnicas e ferramentas da Produção Enxuta. Não obstante, tais controles devem contemplar a cultura organizacional específica e, sempre que possível, aproveitar a estrutura contábil existente na controladoria industrial. A seguir, são sugeridos exemplos destes controles os quais devem ser customizados a cada realidade industrial. Por outro lado, eles apresentam indicadores mínimos alinhados com o conceito da Produção Enxuta. São os seguintes:

$$\text{Estoque em processo (\%)} = \frac{[\text{Estoque em processo no mês } M_n, \text{ valorizado em R\$ a custo de reposição}]}{[\text{Valorização da produção em R\$ pela média dos três meses anteriores } M_{n-1}, M_{n-2}, M_{n-3}]}$$

$$\text{Estoque de matéria-prima (\%)} = \frac{[\text{Estoque de matéria-prima no mês } M_n, \text{ valorizado em R\$ a custo de reposição}]}{[\text{Valorização da produção em R\$ pela média dos três meses anteriores } M_{n-1}, M_{n-2}, M_{n-3}]}$$

$$\text{Estoque de produto acabado (\%)} = \frac{[\text{Estoque de produto acabado no mês } M_n, \text{ valorizado em R\$ a custo de reposição}]}{[\text{Valorização da produção em R\$ pela média dos três meses anteriores } M_{n-1}, M_{n-2}, M_{n-3}]}$$

$$\text{Índice de Perda (\%)} = \frac{[\text{Valor total de perdas no processo (mão-de-obra direta mais matéria-prima) em R\$ no mês } M_n]}{[\text{Valorização da produção em R\$ pela média dos três meses anteriores } M_{n-1}, M_{n-2}, M_{n-3}]}$$

$$\text{Produtividade (\%)} = \frac{[\text{Horas diretas padrão, conforme definido na normalização do processo}]}{[\text{Horas diretas real, conforme medido na prática do processo}]}$$

$$\text{Lead-Time (unidade de tempo)} = \text{Inicia-se a medição na primeira operação do processo e encerra-se na entrada da última unidade (peça, caixa, rolo etc) na expedição}$$

Não há dúvidas quanto a recomendação acerca do acompanhamento dos índices, em relação a metas pré-estabelecidas, e previamente discutidas em toda a organização. Ressalta-se a necessidade da substituição dos sistemas convencionais de controles, quase sempre rigorosos com a falta dos produtos, mas complacentes com as quantias excedentes.

## **4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA A UMA INDÚSTRIA DE MANUFATURA NÃO SERIADA – UM CASO REAL**

A metodologia proposta nesta Dissertação foi testada através da implantação do conceito de produção enxuta em uma planta industrial fabricante de condutores de alumínio destinados a transmissão e distribuição de energia elétrica. O presente capítulo descreve cada um dos oito componentes metodológicos propostos tal como foram implantados naquela unidade fabril. O programa teve sua implantação formalizada pela alta administração em 1991. A descrição que se segue apresenta o desenvolvimento do conceito no triênio 1992 a 1994, salvo referências específicas a outros períodos apresentados no texto.

### **4.1 Descrição do Ambiente Industrial Pesquisado**

A fim do entendimento e estudo deste processo de implantação, é oportuno uma descrição daquele ambiente industrial.

Os produtos da empresa, condutores elétricos, são fabricados em três tipos ou famílias:

- i. condutores nus;
- ii. condutores revestidos com materiais termoplásticos; e
- iii. condutores revestidos com materiais termofixos.

A produção tem início na fundição do alumínio em dois fornos, que se revezam na alimentação de um processo contínuo de lingotamento, dando origem a uma barra de secção trapezoidal. Esta barra é então, também de forma contínua, transformada através de um processo de laminação em um fio de alumínio de secção circular e diâmetro da ordem de oito milímetros, denominado “fio-máquina” ou “vergalhão” de alumínio. O conjunto de dois fornos de fundição mais o laminador determina uma

unidade ou célula de produção de vergalhão. O vergalhão de alumínio é acondicionado em rolos constituindo num primeiro ponto de estoque intermediário no fluxo produtivo. Embora os rolos sejam praticamente uniformes na quantidade contida de vergalhão, eles são classificados em função de suas diferentes propriedades mecânicas e elétricas, a dureza e a condutividade por exemplo, obtidas por conta de condições específicas de laminação ou ainda o tipo (liga) de alumínio empregado. Tal classificação irá ditar a utilização deste material nos processos seguintes.

Os rolos de vergalhão de alumínio alimentam máquinas denominadas “trefiladeiras” responsáveis pela transformação através do processo de estiramento, do vergalhão em fios nos mais diversos diâmetros, bastando apenas ajustes e simples substituições de ferramentas de produção. Estes fios são então acondicionados em carretéis, constituindo um outro tipo de estoque intermediário. O processo seguinte compreende a reunião daqueles fios em máquinas denominadas “trançadeiras”. Neste ponto do processo surgem dois tipos principais de condutores: os AAC – *All Aluminium Cable*, ou seja, os condutores constituídos exclusivamente pela reunião de fios de alumínio, e os ACSR – *Aluminium Cable Steel Reinforced*, ou seja condutores de alumínio reforçados por uma “alma” de fios de aço destinado a conferir resistência mecânica.

Já a partir desta parte descrita do processo produtivo torna-se fácil deduzir a grande variedade de produtos possíveis de serem obtidos pela simples combinação de fios de diâmetros diferentes, em quantidades (número de fios) diferentes, com ou sem alma de aço e esta, por sua vez, também constituída por fios de aço de diâmetros diferentes e em quantidades diferentes. Outras características, como por exemplo o sentido da trançagem dos fios, além de insumos que podem ser agregados ao condutor, contribuem para as mais variadas possibilidades de produção e de produtos específicos.

Posterior a trançagem dos fios, o produto pode ser revestido através de um processo de extrusão com materiais destinados a isolação elétrica ou proteção mecânica, ou ainda ambas, tais como polietileno, polietileno reticulado, PVC, e outros. Aqui também combinações são possíveis no sentido de um mesmo condutor possa vir a ter camadas sucessivas de isolamento e/ou coberturas obtidas por processos sucessivos de extrusão.

Por fim, condutores isolados podem ser trançados entre si, em máquinas denominadas “cableadoras”, dando origem a outros produtos formados pela reunião de condutores independentes.

Resumindo, as matérias-primas utilizadas são basicamente alumínio em lingotes, fios de aço galvanizados, compostos plásticos (PVC e polietileno) e as embalagens compostas por carretéis de madeira.

O arranjo físico da fábrica é a do tipo combinado entre funcional e linear, onde os equipamentos de uma mesma função estão agrupados numa mesma área. Os equipamentos dos tipos (1) fornos-laminadores, (2) trefiladeiras, (3) trançadeiras, (4) extrusoras e (5) cableadoras encontram-se agrupados entre si formando cinco áreas funcionais específicas, estas por sua vez dispostas em linha no sentido natural do fluxo de produção, conforme ilustrado na Figura 13.

#### **4.2 Diferenças entre os tipos de produção da indústria estudada nesta Dissertação e o típico da indústria automobilística e de autopeças**

Neste tipo de indústria (objeto desta pesquisa), os produtos são intensivamente padronizados por normas técnicas internacionais e nacionais, tanto quanto a sua formação através da normalização das características construtivas do condutor, quanto as mais variadas aplicações e padrões de desempenho. A diversidade de produtos específicos, obtidos a partir das mais diferentes combinações como anteriormente mencionado, justifica-se pela demanda das mais heterogêneas condições de utilização em transmissão e distribuição de energia elétrica.

A grande variabilidade de combinações determinando produtos diferentes, e a produção de forma compartilhada nos mesmos equipamentos e recursos de produção gera um problema particular a este tipo de unidade industrial: o seqüenciamento das ordens de fabricação. A fabricação de condutores de formações distintas implica na identificação de gargalos flutuantes, variável principalmente em função do mix de produção, gerando um incremento na complexidade das atividades de planejamento e controle da produção. Vários itens precisam ser produzidos com o uso dos mesmos equipamentos e, portanto, estas ordens de fabricação precisam ser adequadamente priorizadas. Ressalte-se que na prática vários pedidos, destinados aos mais variados clientes com as mais variadas especificações, estão sendo manufaturados ao mesmo tempo.

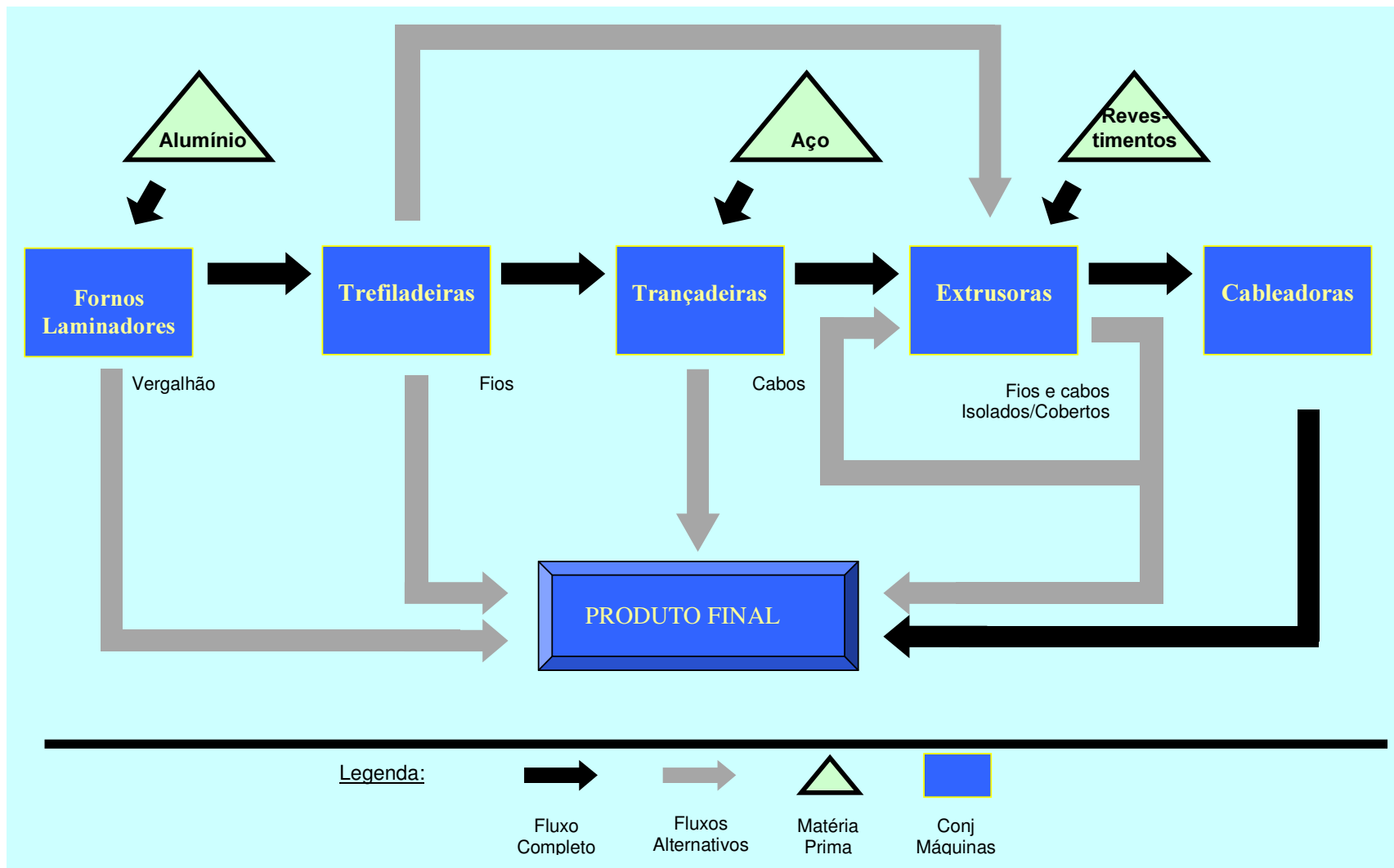


Figura 13 – Lay-out da fábrica

FONTE: Elaborado pelo Autor



A instalação industrial é disposta num arranjo funcional linearmente alinhado com o fluxo produtivo numa caracterização típica, a princípio, de sistemas de produção seriados. No entanto, o sistema de produção é, de fato, do tipo intermitente não seriado, já que a quase totalidade das ordens de produção devem-se a pedidos firmes e específicos de clientes, relativos aos mais diferentes produtos. Uma outra característica relevante e fundamental do ambiente industrial pesquisado na presente Dissertação é que o sistema de produção tem aspectos próprios dos processos em batelada. Na definição de Ramos (2000) os processos em bateladas referem-se “às indústrias ... onde não existem unidades discretas (unidades individuais) de produto durante o processo, mas somente ao final deste, quando de sua embalagem”. De fato o processo de fabricação de condutores elétricos encerram tal característica uma vez que tão somente depois de todo o comprimento – ou “lance” no jargão utilizado por este segmento industrial – estiver acondicionado no carretel é que se pode definir uma unidade discreta do produto.

Esta última característica assume expressiva importância por ocasião de uma necessidade de reprogramação oriunda, por exemplo, de uma necessidade comercial ou ainda de um eventual problema constatado na qualidade do produto. Nestes casos, a velocidade de resposta pode ser bastante afetada pelo ciclo de fabricação de uma única unidade do produto – um carretel – o qual é relativamente expressivo e traz consigo desdobramentos inerentes aos demais ciclos de produção de cada um dos componentes fios ou cabos.

Na questão do controle da qualidade, a peculiaridade está nas restrições à utilização das várias técnicas e ferramentas estatísticas. Muitos dos testes e ensaios a fim de determinar a conformidade do produto, só são possíveis de serem realizados após a fabricação de todo o lance. Ainda que metodologias de controle das variáveis do processo de fabricação sejam empregadas, a fim de garantir a capacidade qualitativa do meio de produção, itens não-conformes muitas vezes só são detectados em inspeções posteriores implicando em pesadas ações de retrabalho e reprocessamentos.

A fim de evidenciar as diferenças entre o ambiente industrial pesquisado nesta Dissertação e aqueles predominantes na literatura acerca do modelo conceitual de produção enxuta, foi elaborado a Tabela 11 que se segue:

Tabela 11 – Comparação entre o ambiente das empresas automobilísticas e de autopeças e o ambiente industrial pesquisado

	<b>Indústrias Típicas do Ramo Automobilístico e de Autopeças</b>	<b>Planta Industrial Pesquisada</b>
<b>Produção e Produtos</b>	Determinada pela demanda prevista. Reduzida variedade de produtos. Produção em massa. Centenas ou milhares de itens produzidos por unidade de tempo.	Sob pedido do Cliente. Apesar de dentro das mesmas famílias de produtos, há enorme variedade de tipos específicos. Unidades ou dezenas de itens produzidos por unidade de tempo.
<b>Número de itens de matéria-prima</b>	Na ordem de dezenas, e em alguns casos centenas.	Unidades.
<b>Cadeia de suprimentos</b>	Vários fornecedores normalmente localizados próximos da fábrica.	Poucos fornecedores e muitas vezes distantes. Frequentemente monopolistas ou oligopolistas.
<b>Planejamento e controle da produção</b>	Complexidade no planejamento dos recursos de produção como equipamentos, materiais e mão-de-obra.	Complexidade no seqüenciamento de ordens de produção. Utilização dos mesmos recursos para os mais variados produtos. Gargalos flutuantes.
<b>Tamanho do lote e lead-time (ciclo de produção)</b>	Composto normalmente por centenas ou milhares de peças/unidades. Fabricados em minutos ou horas de produção.	Composto por unidades ou dezenas de unidades discretas, no caso carretéis de condutores. Fabricados em horas ou dias de produção.
<b>Controle da qualidade dos produtos</b>	Ênfase no controle estatístico da qualidade: técnicas como o CEP – Controle Estatístico da Qualidade e planos de amostragem são fortemente utilizados. Possibilidade da adoção de testes destrutivos por amostragem.	Ênfase do controle e padronização do processo produtivo. Restrição a utilização de técnicas estatísticas por amostragem. Dificuldade na utilização de testes destrutivos, exceto nas extremidades dos condutores.

FONTE: Elaborado pelo Autor

### 4.3 O Perfil da Empresa

Os itens anteriores descrevem o fluxo produtivo da empresa estudada a fim de caracterizar suas diferenças quando confrontado com os ambientes usualmente explorados nas referências bibliográficas disponíveis sobre o assunto. Em complementação àquelas informações são apresentadas aqui outras considerações

acerca da empresa, julgadas oportunas e necessárias para subsidiar o próprio estudo da adoção do conceito do sistema de produção enxuta.

A empresa objeto da pesquisa, a Furukawa Industrial S.A. Produtos Elétricos, é constituída por uma *joint-venture* entre as empresas japonesas *Furukawa Electric Co. Ltd.* e a *Mitsui & Co. Ltd.*. A pesquisa foi realizada na divisão brasileira responsável pela fabricação e comercialização de cabos condutores destinados à transmissão e distribuição de energia elétrica, e em particular, na unidade fabril estabelecida na cidade de Lorena no Estado de São Paulo. O grupo japonês *Furukawa* é constituído por quase meia centena de empresas entre elas: *Furukawa Co. Ltd.*, *Furukawa Electric Co. Ltd.*, *Fuji Electric Co. Ltd.*, *Fujitsu Ltd.*, *Nippon Zeon Co. Ltd.*, *Nippon Light Metal Co. Ltd.*, *The Dai-Ichi Kangyo Bank Ltd.* e outras. O grupo tem atividades nas Américas, Europa, Oriente Médio e diversos países da Ásia, além do próprio Japão.

A fabricação de condutores daquela unidade tem como mercado alvo as empresas concessionárias de energia elétrica e está dirigido tanto ao mercado interno como externo. Por transmissão de energia elétrica entende-se a condução de energia, em alta tensão, desde as unidades geradoras (usinas) até os centros de consumo. Neste caso, os condutores são constituídos por cabos nus – isto é, sem revestimento – de alumínio com ou sem alma (ou reforço) de aço. No caso da distribuição de energia, entendida como a alimentação em média e baixa tensão dentro dos centros consumidores, os condutores podem ser tanto em alumínio nu como revestidos com isolamentos e/ou coberturas plásticas ou borrachas.

Uma rápida consideração acerca do modelo de determinação de preço destes produtos é oportuna. Principalmente no caso dos cabos nus de alumínio com e sem alma de aço, o produto é, em sua essência, uma *commodity*. O preço é então definido como sendo o praticado para o alumínio no mercado internacional, usualmente o valor LME – *London Metal Exchange*, acrescido do frete e de um “prêmio” calculado como o valor devido pela transformação do metal condutor da forma lingote (cotada pelo LME) para a forma de cabo elétrico. Torna-se evidente que a margem da empresa em estudo é então determinada pela diferença entre o prêmio negociado com o cliente e o custo efetivo de transformação, denotando aqui uma primeira indicação clara da necessidade de custos de fabricação minimizados. Potencializando essa necessidade, há ainda o fato de que concorrentes da empresa em estudo possuírem estruturas mais verticalizadas chegando à redução e extração da bauxita: enquanto a empresa pesquisada é consumidora de alumínio, seus concorrentes atuam diretamente no

segmento de mineração do metal, o que os transforma, em última instância, nos seus próprios fornecedores da principal matéria-prima.

#### **4.4 Aplicação do componente metodológico (i): adoção do conceito de “enxuto”**

A decisão pela adoção do conceito da Produção Enxuta deveu-se obviamente às questões ligadas à competitividade e sobrevivência, ainda mais se considerado o modelo de concorrência descrito no parágrafo anterior. Todavia, foi a inspiração obtida a partir da experiência da matriz, o referencial da decisão.

Com lucros decrescentes nos três anos anteriores, a matriz japonesa *The Furukawa Electric Co. Ltd.* apresentou em seu balanço anual de 1984 o pior resultado de sua história, obrigando-a à venda de ações e propriedades como forma de pagamento de dividendos. A empresa, reconhecendo o seu estado de crise e entendendo a necessidade de uma ampla mobilização empresarial capaz de rever toda a organização, criou em 1985 um programa sob a denominação de “Movimento NF” – uma Nova Furukawa.

Sob a liderança pessoal de seu principal executivo, Etsuji Kusakabi, o programa foi concebido sob forte inspiração do Sistema Toyota de Produção. Da Toyota, a empresa recebeu orientação específica através de instrutores designados e especializados, e de sua aplicação obteve-se as mais expressivas contribuições tanto quanto aos resultados como na própria formatação do programa (KUSAKABI, 1991).

O “Movimento NF” foi implementado, dividido em quatro grandes ações ou atividades, cada uma delas voltadas a objetivos bem definidos e cujo prazo final referia-se ao triênio seguinte. Esses quatro grupos de atividades receberam a denominação de *maru*, palavra japonesa com o significado de círculo, e estavam voltados aos seus respectivos objetivos de redução de gastos. São os seguintes:

*Maru D* – ações dirigidas às divisões de manufatura objetivando a redução de custos diretos;

*Maru K* – ações das divisões administrativas voltadas a redução de custos indiretos;

*Maru S* – ações nas áreas de vendas dirigidas a redução das despesas com vendas e administração de vendas;

*Maru R* – ações nas divisões de P&D objetivando a redução de custos de pesquisa e desenvolvimento.

As atividades *Maru D* acabaram por se constituir na coluna mestra do programa. A denominação D assume quadros significados que derivam da inicial das palavras em inglês “*D*ynamic and *D*rastic Reducing *D*own Activity of *D*irect Cost”, e tem por orientação o estabelecimento de metas que “superem quaisquer níveis aceitos pela lógica”. Como exemplo destas metas, a tabela 12 apresenta as adotadas para o triênio 1985 a 1987.

Tabela 12 – Metas definidas pelo “Movimento NF” na matriz japonesa para o primeiro triênio 1985/87

Estoque interno à fábrica	50% de redução
Aumento da Produtividade	40% de ganho
Perdas no processos e com produtos defeituosos	50% de redução
Custos com matéria-prima	20% de redução
Custos com energia	10% de redução

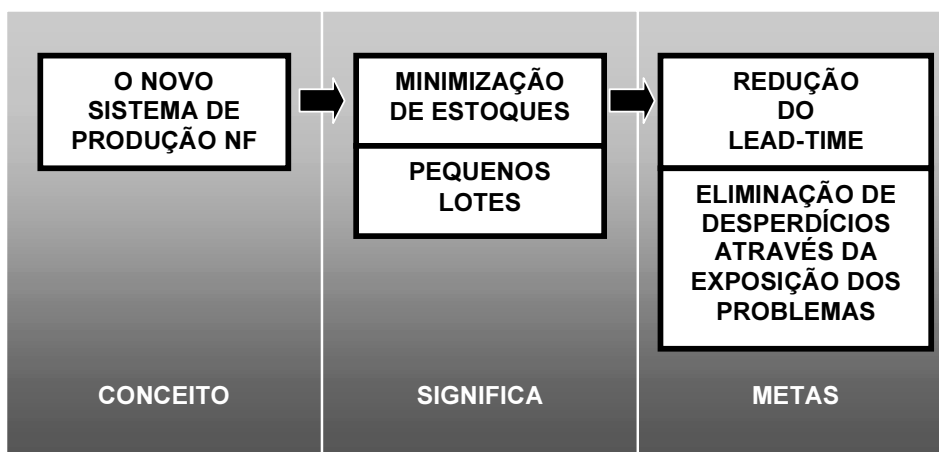
Fonte: *The Furukawa Electric Co. Ltd., History of New Furukawa Production System*, Divulgação Interna

As atividades de implementação do conceito na matriz japonesa obedeceu a seguinte evolução quanto aos seus principais eventos:

- Participação no curso “Sistema de Produção Toyota” na *Toyota Motor Company*, pelo chefe de produção da *Furukawa*;
- Formação do grupo *Maru D*;
- Adoção da atividade “*Hearing*”: sistema de visitação periódica na fábrica pela alta e média administração. Objetiva a criação de um elo entre a administração e os funcionários do piso de fábrica a fim da compreensão e análise das condições operacionais;
- Adoção de orientação (consultoria) de um especialista;

- Envio de estagiários para treinamento operacional na Toyota. Foram treinados cerca de 30 funcionários por semestre;
- Início do treinamento sobre “*Dishuken*”: processo de introdução de melhorias através da participação de um grupo de funcionários;
- Realização dos “*Kenshiyu Kai*”: seminários de desenvolvimento do Programa NF, em especial do *Maru D*, através do treinamento e desenvolvimento individual. O público alvo são os gerentes e líderes da manufatura;
- Envolvimento das empresas fornecedoras;
- Adoção da prática do “*Souken*”: atividade prática conduzida em cada divisão uma ou duas vezes ao ano. Tem finalidade de treinamento e processa-se pelo tratamento de problemas específicos, rapidamente solucionados pela participação de lideranças de outras divisões da empresa.

Como essência do Programa NF, a figura 14, apresenta o entendimento conceitual do programa tal como foi disseminado na companhia.



Fonte: *The Furukawa Electric Co. Ltd., History of New Furukawa Production System*, Divulgação Interna

Figura 14 – O sistema de produção NF

A adoção do programa na subsidiária brasileira, e em particular na unidade fabril a se que refere o presente trabalho, seguiu passos semelhantes à experiência da matriz japonesa. A essência do programa, o conceito em si, resumida na figura anterior foi difundida inicialmente através de lideranças provenientes da própria matriz. Posteriormente, pela natural necessidade imposta pelas condições de competitividade global, o programa foi oficialmente instituído em toda a companhia no Brasil.

Primeiramente restrito aos cargos de direção e gerencial, funcionários brasileiros participaram de treinamentos e viagens de estudo nas fábricas do Japão. Numa etapa posterior, quase três dezenas de funcionários brasileiros da unidade fabril em questão (cerca de 10% do quadro funcional da época), realizaram estágios operacionais nas fábricas japonesas onde puderam conviver com as metodologias e o ambiente próprio do Programa NF. Um amplo leque de atividades de educação e treinamento, incluindo os *dishuken*, *souken* e *kenshiyu kai* foram planejadas e sistematicamente adotadas. Avaliações periódicas, com base nas metas previamente adotadas para cada três anos, tal como na matriz japonesa, passaram a ser conduzidas.

#### **4.5 Aplicação do componente metodológico (ii): liderança e participação**

O Programa NF, de natureza *top-down*, assumiu determinadas regras como o padrão comportamental esperado de cada um dos funcionários. A empresa publicou e disseminou “Os Dez Mandamentos do NF” apresentados a seguir e baseados nos “mandamentos” do just-in-time da *Toyota*:

- não procure desculpas, não culpe os outros, não fale do passado;
- gaste energia em procurar soluções ao invés de procurar razões do fracasso;
- não se preocupe antecipadamente, enfrente as situações;
- faça acontecer imediatamente as coisas;
- aproveite as dificuldades para encontrar as melhores idéias e soluções
- não se perca na busca da perfeição, aja rápido mesmo que o resultado seja parcial;
- substitua os trabalhos inúteis pelos úteis e lucrativos;
- antes de recorrer aos recursos financeiros, use a criatividade melhorando métodos e processos, se não é capaz de ter boas idéias, pelo menos sue a camisa;
- os melhoramentos (*kaizen*) são intermináveis, busque-os continuamente;
- destrua os mitos, rejeite os preconceitos e se necessário, contrarie o “bom senso tradicional”.

O modelo comportamental sintetizado nos dez tópicos acima descritos, foi instilado através de um amplo programa de educação e treinamento. Todo o contingente operacional passou por um período intensivo denominado pela empresa de “Ciclo TQR”, a sigla de treinamento, qualidade e racionalização. Para tanto, turmas com cerca de 20 funcionários, algo como 10% de todo o quadro funcional do piso de fábrica, foram formadas. Com uma duração de 6 semanas, os funcionários ao longo deste período dedicavam-se exclusivamente aos treinamentos, o que implicou na contratação de funcionários adicionais exclusivamente a fim da manutenção da operação fabril. O conteúdo programático incluía as seguintes modalidades:

- motivação: conteúdo de caráter motivacional onde foram tratados assuntos da atualidade, desafios da competitividade, empregabilidade, perfil atual do trabalhador e outros correlatos;
- apresentação (reciclagem) da empresa no Brasil e no mundo;
- nivelamento de conhecimentos sobre matemática;
- noções sobre comunicação empresarial;
- conhecimento sobre as matérias primas utilizadas na empresa;
- origens e razões do Programa NF;
- noções elementares sobre transmissão e distribuição de energia elétrica;
- características de condutores elétricos;
- sistema da qualidade;
- processos industriais da fábrica;
- as sete ferramentas para melhoria da qualidade;
- as ferramentas do NF;
- metrologia industrial;
- TPM – *Total Productive Maintenance*;
- segurança no trabalho.

Cada grupo concluiu o período de treinamento com uma visita a uma outra indústria. Foram visitadas empresas como IBM, General Motors, Johnson & Johnson, lochpe-Maxion, Klabin, Nestlé, Gevisa etc. Em todas as cerimônias de conclusão das turmas, contou-se com a participação de pelo menos um dos diretores principais da empresa. Todos os funcionários operacionais foram treinados no ciclo TQR entre os anos de 1993 e 1995.

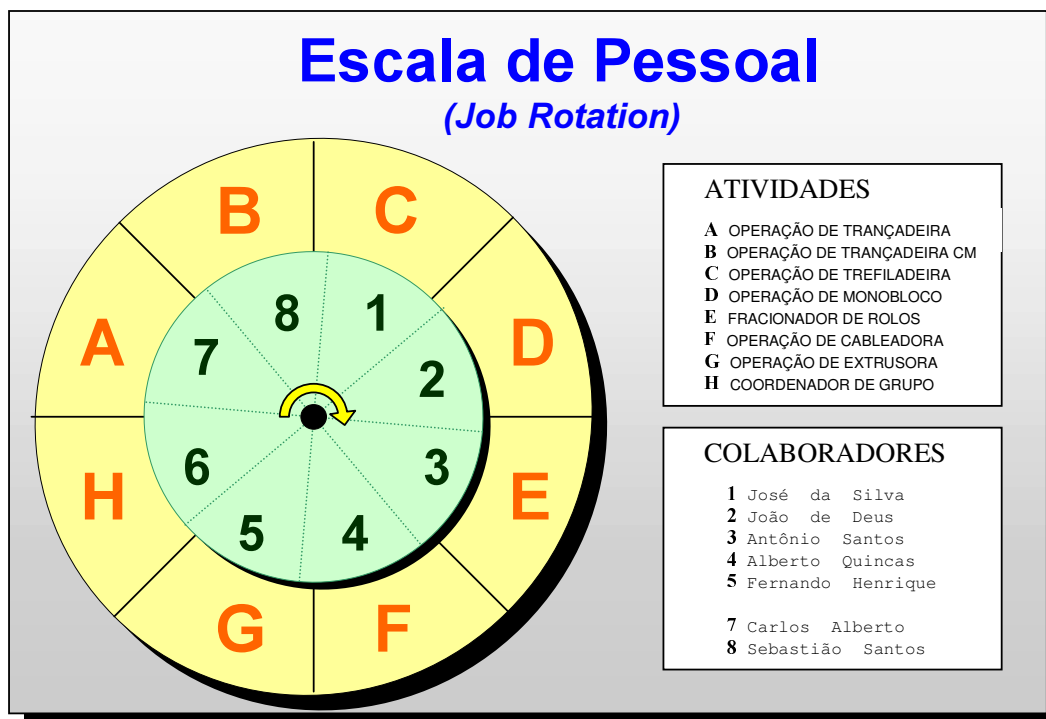
Da mesma forma, 100% de todos funcionários administrativos foram treinados entre 1992 e 1993, através de um mínimo de 40 horas aulas sobre o Programa NF e



suas ferramentas. Além destes treinamentos, outros específicos e os já citados estágios no Japão constituíram um conjunto de ações que resultaram, ao longo do ano de 1994, um total de 98 horas de treinamento por funcionário da fábrica.

Uma série de outras transformações foram implantadas na empresa. Os escritórios anteriormente divididos em salas as quais, via de regra, reuniam uma área ou departamento, foram transformados em dois amplos salões sem divisórias. A empresa adotou o uso de uniformes desde o gerente geral até o funcionário do piso de fábrica. Instituiu-se a ginástica matinal. Uma ampla reforma administrativa foi conduzida, transformando os nove departamentos em quatro áreas funcionais: produção, controladoria, engenharia e recursos humanos. Os cinco níveis hierárquicos existente na fábrica por ocasião do início do programa, foram reduzidos a três. Quanto as funções operacionais, a empresa buscou ferramentas de administração de cargos e salários baseadas nas qualificações e habilidades adquiridas. A multifuncionalidade passou a referência principal no tocante ao estabelecimento das faixas salariais. A Figura 15 exemplifica de que forma as escalas de pessoal são construídas a fim de promoverem o rodízio de funções e o processo de acúmulos de novas habilidades.

A conseqüência destas abordagens implicou numa nova distribuição de



FONTE: Adaptado pelo autor, do utilizado na Furukawa Industrial S.A.

Figura 15 – Operação multifuncional: *job rotation*

trabalho e política de remuneração. Os cargos operacionais que, antes da adoção do Programa NF chegavam a 37 títulos, foram substituídos por cinco novas denominações. A resistência à mudança surgiu do próprio sindicato representante da categoria profissional. A denominação operador multifuncional parecia, aos sindicalista, algo que destituído de “valor profissional”. O impasse foi resolvido pela descrição das atividades em complemento ao rótulo do cargo. De fato, um trabalhador multifuncional tem sua experiência enriquecida no momento que de um simples “operador de trefiladeira” em sua carteira profissional, assume a qualificação de quem opera diversos outros equipamentos.

No tocante à administração de cargos e salários, a utilização da tecnologia de gestão visual esteve presente. Foram adotados, na área produtiva, quadros informativos com a qualificação de cada funcionário em relação aos equipamentos e atividades as quais domina, está em treinamento ou desconhece. A política de remuneração dos cargos operacionais baseou-se nestes quadros, levando em conta fundamentalmente as qualificações específicas dos empregados, além das questões de praxe como tamanho do quadro funcional e outras correlatas. É natural pressupor que tal atitude levou a uma transformação da própria questão da avaliação de desempenho. A democratização das informações promoveu o aperfeiçoamento dos critérios e o próprio amadurecimento da relação superior-subordinado. Ao mesmo tempo, assegurou-se de uma maior legitimidade na medida que as avaliações dos pares eram conhecidas entre si.

Nas funções administrativas e de gestão, apesar das restrições da legislação trabalhista brasileira vigentes, a empresa adotou um plano de remuneração variável. Dependente do atendimento das metas departamentais do Programa NF (este assunto será tratado mais adiante), a cada três meses, após as apurações, o percentual variável era pago integralizando-se à remuneração do período.

#### 4.6 Aplicação do componente metodológico (iii): gerenciamento visual

De fato, ressalvado o processo de educação e desenvolvimento conceitual descritos quando da aplicação do primeiro componente da proposta metodológica apresentada nesta Dissertação, a adoção da prática dos 5S marcou o início no piso de fábrica do Programa NF.

No início de 1990, a fábrica adotou essa prática por instituição da gerência geral. A operacionalização foi conduzida através da criação de um grupo de trabalho multidisciplinar. O ponto de partida da implantação foi uma apresentação dirigida à toda gerência e chefia, de um conjunto de fotos e filmes realizados nos dias que antecederam a apresentação. Focando pontos do dia-a-dia, como um ambiente sujo ou mal iluminado, improvisações nas instalações elétricas, vazamentos de óleo, mesas entulhadas de papel nos escritórios, e vários outros. A apresentação possibilitou a sensibilização necessária às transformações a que se pretendia.

O passo seguinte, constituiu-se no “Dia do Cartão Vermelho”. Foi criado um grupo de pessoas denominado “Patrulha Vermelha”. A este cumpriu, numa determinada data previamente acordada, a identificação através de um cartão vermelho de todo e qualquer material, equipamento, peças, produtos e espaços industriais, incluindo escritórios, sem utilização prevista ou sem uso imediato nos próximos 30 dias, ou ainda fora do lugar determinado. O grupo foi especialmente treinado pelo próprio gerente geral na unidade de forma a agir friamente e sem se deixar envolver por justificativas. O resultado foi toneladas de materiais dos mais diversos tipos e origens agrupados na “área vermelha”, cuja disposição foi prontamente decidida nos dias seguintes. Estava iniciado *seiri* – primeiro “s” dos 5S – significando a ação de separação do necessário do desnecessário. O processo seguiu com a definição de um plano periódico de auditorias 5S, na definição de critérios tanto para a área exclusivamente fabril como para os escritórios.

Um amplo projeto de programação visual foi desenvolvido abrangendo deste as identificações de ruas, sinalizações de tráfego interno, identificação de máquinas e equipamentos, até a própria identificação de cada funcionário (uso adequado do crachá funcional e uniforme). Como citado anteriormente, os escritórios foram reunidos em um único amplo salão divididos por baias individuais. Recursos como os *andon*,

quadro de programação, demarcação no piso (*kanban*), sinalização auditiva, e até quadros eletrônicos (painel luminoso) foram adotados.

O resultado foi uma radical transformação visual na fábrica em todos os seus ambiente. Em se tratando de um componente prático e eminentemente de natureza visual, torna-se difícil, e mesmo indesejável, a descrição mais pormenorizada num trabalho desta natureza. Porém, sendo este o componente de maior impacto no próprio processo de adequação do conceito da Produção Enxuta e de suas ferramentas para o ambiente não seriado, são perceptíveis em quase todos os demais componentes aplicados, exemplos específicos da utilização da gestão visual.

#### **4.7 Aplicação do componente metodológico (iv): produção puxada**

A adoção de ferramentas que possibilitam “puxar a produção” implicou na idealização de algumas soluções bastante peculiares ao ambiente específico da unidade fabril objeto deste trabalho, como pôde ser observado no transcorrer da pesquisa. De fato, como já alertado quando da apresentação da proposta metodológica desta Dissertação, é este o componente que exige talvez um maior esforço de adaptação para os ambientes de produção não seriada.

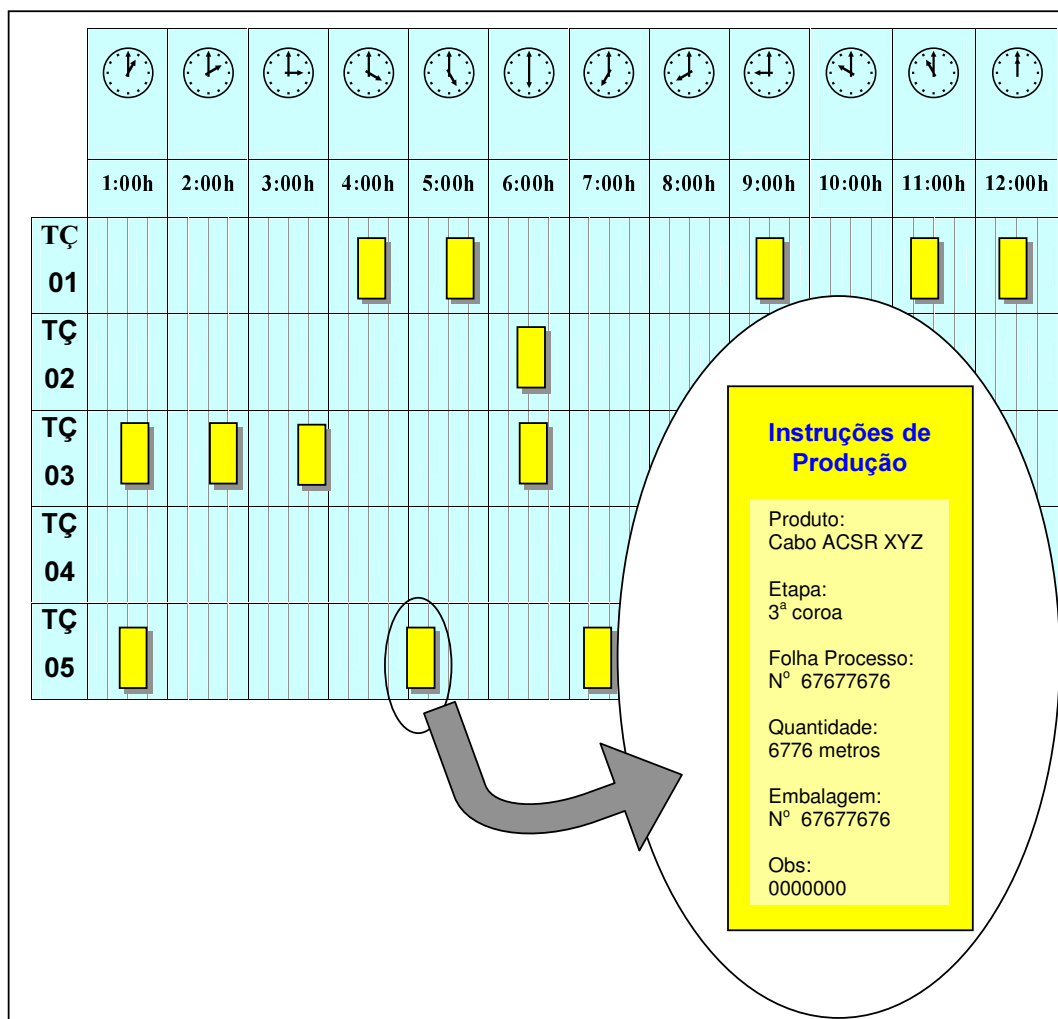
A função de planejamento e controle da produção – o PCP – sofreu uma série de implementações coerentes ao conceito da Produção Enxuta (o Programa NF). A área de expedição de materiais, tradicionalmente uma simples responsável pelo despacho de produtos acabados, teve suas atribuições e responsabilidades enriquecidas. Passou a ser responsável pela manutenção de níveis mínimos de produtos acabados no pátio. Seja através de cobranças à área comercial ou outros departamentos envolvidos, a área de expedição assumiu, por imposição do programa, a responsabilidade de assegurar o ágil envio dos produtos acabados como também o de “puxar a produção”. Para tanto, as metas departamentais da área de expedição, dizem respeito ao valor do estoque no pátio de produtos acabados, medido diariamente, o qual deve ser mantido abaixo dos objetivos pré-estabelecidos. Também acerca dos atrasos nas entregas, a área de expedição responde por metas

específicas. Essas mudanças de abordagem transferem tais responsabilidades antes atribuídas a área de planejamento e controle da produção.

Para a operacionalização destas responsabilidades funcionais, uma série de adequações no fluxo administrativo entre venda e fábricas foram conduzidas. Numa delas, adotou-se um novo fluxo da ordem de produção. Emitido pelo departamento de vendas após o aceite do cliente a proposta comercial, a ordem de produção é entendida como a autorização dada a fábrica, para a produção de determinado produto sob condições específicas contratadas. Antes restrita à área de PCP, a fim do planejamento da produção, a ordem de produção passou a ser disponibilizada também, assim que emitida, à área de expedição. Desta forma, antecipando o conhecimento acerca dos prazos e compromissos, o setor tem viabilizado sua atuação na função de “puxar” a produção, configurando desta forma o desdobramento das atividades de controle de produtos acabados, antes restrita ao PCP.

Uma outra mudança constatada no enfoque da atuação do PCP diz respeito ao planejamento rotineiro. Dentro do escopo do componente metodológico apresentado, a atividade de planejamento aproximou-se do piso de fábrica, conferindo a este ampla responsabilidade do plano diário de produção. Numa tentativa de generalização, segue-se uma descrição do *modus operandi* do PCP dentro do conceito da Produção Enxuta, constatado na unidade fabril estudada.

Após o recebimento da ordem de produção, a área de planejamento executa a explosão do pedido tanto a fim da planificação da produção nas diversas etapas de processo, como também com o objetivo do empenho de matérias primas e insumos. Portanto, para um dado produto ser produzido, são abertas instruções de fabricação dirigidas a cada uma das etapas de manufatura de cada um de seus componentes. As instruções especificam “o que” e “quanto” produzir. De outro lado, a normalização do processo produtivo, através de instruções disponíveis a cada máquina, definem o “como” fazer ao estabelecer parâmetros operacionais. Por fim, as únicas questões ainda não tratadas são “quando” e “onde” (em que máquina) produzir. Para tanto, foi adotado a utilização de quadros horários e de *kanbans* de produção. A Figura 16 representa os quadros de programação utilizados. Por simplificação adotou-se um quadro esquemático onde a escala horária vai das zero horas até as doze horas do mesmo dia. Na coluna à esquerda, estão representadas as várias máquinas, de um mesmo tipo, as quais serão programadas.



FONTE: Adaptado pelo autor dos quadros utilizados pela Furukawa Industrial S.A.

Figura 16 – Quadro horário de programação e cartões *kanban*

Os retângulos representam os cartões *kanban*. Na representação do detalhe, evidenciam-se as instruções, já comentadas, acerca do “o que” e “quanto” produzir definidas pelo PCP.

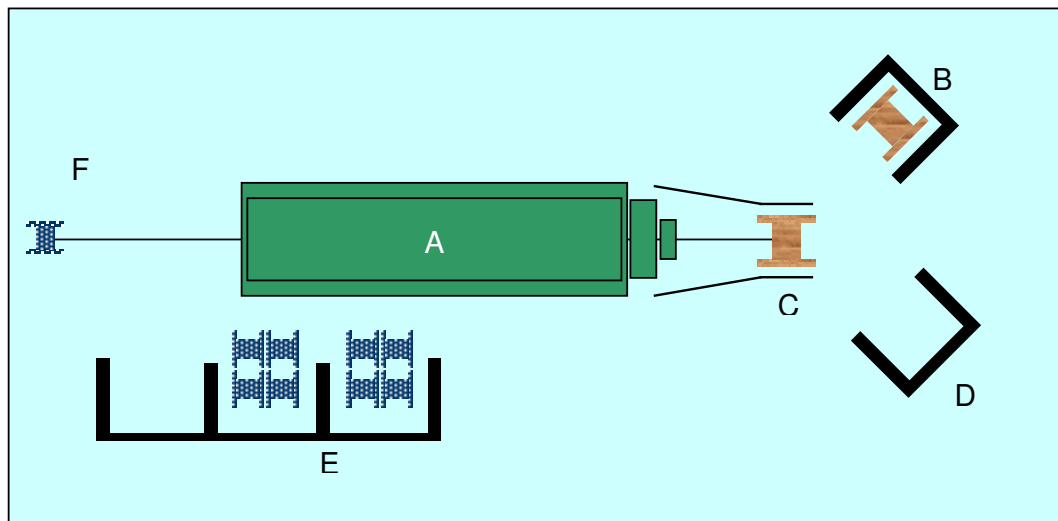
Logo após a uma reunião diária de planejamento com todos os setores da fábrica, a área de PCP percorre cada um dos quadros horários, afixando os cartões *kanban* como na representação da figura anterior. Naquela reunião, parte importante da implantação do conceito “enxuto” e do próprio componente metodológico “produção puxada”, são discutidas pendências, ocorrências, restrições, mudanças nas datas de entrega, planos de inspeção do cliente e todas as outras considerações pertinentes às

fabricações em curso no dia. Tal reunião é denominada como “Reunião 24 Horas” numa alusão à finalidade de discutir e planejar as próximas 24 horas de produção.

Note-se que os cartões afixados dão conta acerca do horário (escala horizontal da figura) em que um determinado item deve ter sua produção iniciada e em qual máquina (coluna à esquerda da figura). Entretanto, o diferencial importante a ser destacado é que um eventual remanejamento ou re-programação, seja pelos mais variados motivos (problemas com a qualidade, atrasos, mudanças nas vendas, etc), o procedimento é executado pelos próprios operadores sem a intervenção do PCP. Isso é possível pela visibilidade proporcionada pelo próprio quadro de programação. Esta possibilidade de conferir ao operador um nível adequado de autonomia de planejamento de suas atividades diárias, além de constituir-se um forte recurso motivacional, viabiliza decisões rápidas e a uniformização do fluxo produtivo na medida em que as paradas são minimizadas: não há mais o tempo de espera por decisões do PCP acerca dos imprevistos no piso de fábrica.

Ao lado desta abordagem adotada para a programação da produção, uma outra característica pôde ser constatada como típica das soluções encontradas na implantação do presente componente metodológico. Trata-se do controle visual do estoque em processo.

A Figura 17, representa a vista esquemática por cima do *lay-out* de uma determinada máquina e seus respectivos estoques intermediários (ou em processo). Trata-se de uma trançadeira – representada pela legenda “A” na figura – responsável, como já descrito, pela reunião de fios condutores provenientes de carretéis metálicos – representado por “E” e “F” – em cabos acondicionados em carretéis (ou bobinas) de madeira – representado por “B”, “C” e “D”).



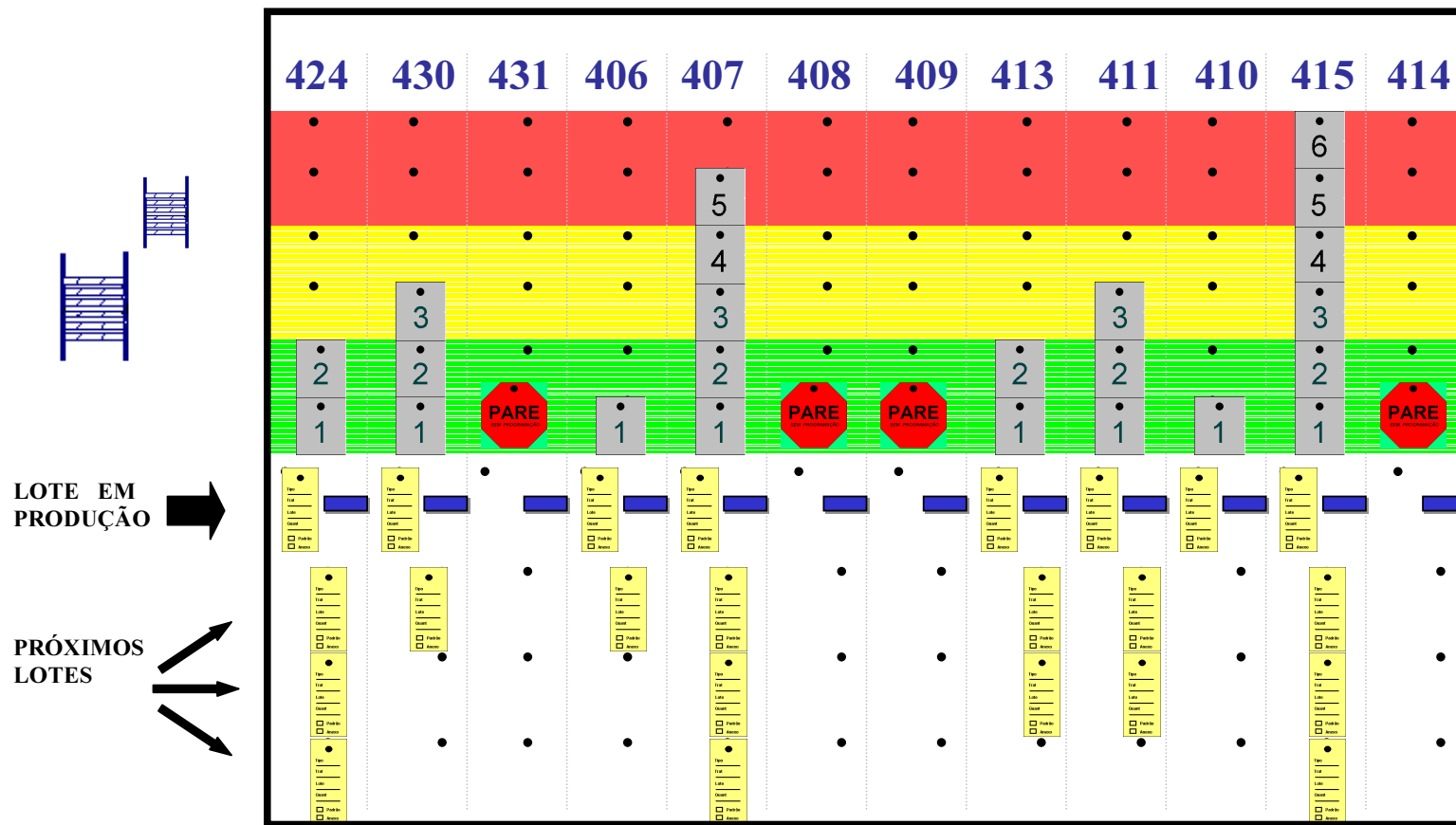
FONTE: Representação elaborada pelo autor baseado no *lay-out* pesquisado

Figura 17 – Delimitação dos estoques intermediário por marcação no piso

O importante a se observar, é a definição de área específica para o estoque em processo. As ilustrações com traço mais espesso na Figura 17, nas posições “B”, “D” e “E” representam as demarcações através de faixas no piso, estabelecendo os limites para o estoque intermediário. No exemplo da figura em questão, existem dois locais previstos para o armazenamento de carretéis prontos, representados pelas legendas “B” e “D”, além do carretel que está na máquina. A demarcação em “D”, vazia, sugere-nos que apenas mais uma unidade pode ser fabricada pela máquina “A”. Caso esta seja completada, a máquina deverá parar e assim permanecer até que o processo posterior “puxe” ou retire as bobinas prontas. Com isso, define-se que para aquela máquina, independente do produto, apenas duas bobinas mais uma na própria máquina serão admitidas como estoque em processo. Raciocínio análogo pode ser desenvolvido com relação aos fios (neste caso, matéria-prima) em “E” e “F”.

Apresentado aqui como o exemplo, a utilização de demarcações no piso ou controlo de altura no empilhamento constituíram-se num recurso fartamente utilizado em toda a planta industrial estudada. Não restrito à equipamentos produtivos, o recursos aplica-se, naquela unidade fabril, no almoxarifado de matérias primas, estoques de produtos acabados, ferramentas e utensílios de produção. Outro exemplo é apresentado pela Figura 18.





FONTE: Elaborado pelo autor baseado no quadro utilizado pela empresa pesquisada

Figura 18 – Quadro *kanban* para montagem de carretéis de madeira

Nesta figura é representado um quadro de programação da fabricação de carretéis de madeira, destinado a embalagem dos produtos. Obedecendo a normas específicas, há uma grande variedade de carretéis levando-se em consideração suas dimensões e tratamento da madeira. No quadro da Figura 18, a primeira linha superior indica determinadas máquinas onde são utilizados os carretéis. Neste caso, convencionou-se um estoque intermediário de seis carretéis por máquina. Os cartões brancos numerados de um a seis, na figura, representam quantos carretéis faltam para completar os seis previstos. Por exemplo, na coluna da máquina de número 406 o único cartão com o número um, indica que falta apenas um carretel, isto é, existem cinco carretéis à disposição do operador. Já na máquina 415 a condição é crítica: faltam todas as seis bobinas. Daí as cores vermelho, amarelo e verde indicando respectivamente, as condições crítica, sob atenção e normal de abastecimento. O cartão retangular amarelo define o tipo do carretel a ser produzido. Máquinas sem programação recebem a indicação “PARE”, impedindo a superprodução. Todos os cartões da Figura 18 são colocados ali pelos próprios operadores das máquinas, sinalizando aos montadores de carretéis “o que” e “quando” montar.

Nos dois exemplos destacados, nas figuras anteriores, os estoques intermediários são apenas ilustrativos. O ideal perseguido é a redução destas quantidades a cada vez que o processo se estabiliza com a meta anterior. Entretanto, independente da quantidade, as ferramentas de programação adotadas paralisam a fabricação toda vez que o estabelecido é alcançado, implicando na necessidade do consumo do processo posterior para sua retomada. Este é pois o processo “puxado”.

#### **4.8 Aplicação do componente metodológico (v): qualidade na fonte**

Já anteriormente a adoção do Programa NF, a unidade fabril dispunha de uma forte orientação à qualidade. Com produtos normalizados por padrões nacionais e internacionais quanto às suas características construtivas, detalhados planos de inspeção e testes eram adotados desde a matéria-prima até o produto final, passando por cada uma das etapas do processo. Nos anos que antecederam a adoção do Programa NF, ações voltadas à garantia da qualidade baseados em programas de

qualidade total (baseados no modelo do TQC – *Total Quality Control*) foram implementadas.

Por exigência dos mercados, como por exemplo, o fornecimento para o consórcio binacional Itaipu ou ainda ao sistema Eletrobrás sob forte influência do programa nuclear brasileiro, a empresa adotou no final da década de 80 um modelo de gestão da qualidade baseado em padrões normativos. Teve seu sistema da qualidade certificado em 1989 pelo INMETRO – Instituto Nacional de Normalização, Metrologia e Qualidade Industrial.

Entretanto, a contribuição do Programa NF para o modelo de gestão da qualidade na empresa diz respeito a quem e como as atividades de controle eram conduzidas. Anteriormente, o departamento de controle da qualidade respondia pela inspeção de cada fase do processo e a conseqüente liberação para a etapa posterior. Para isto, uma equipe de inspetores da qualidade distribuía-se por todo o processo executando o plano de inspeções e testes.

A partir do Programa NF, assumiu-se uma ampla investida no sentido de capacitar os operadores ao auto-controle da qualidade. Para tanto, ações de treinamento em metrologia, noções sobre características elétricas e mecânicas dos produtos, conhecimentos sobre planos de amostragem, leitura e interpretação de normas técnicas e outras, foram adotadas por todo o contingente de operadores e encarregados de produção. Com isso, o então departamento de controle da qualidade, rebatizado como setor de garantia da qualidade, assumia a gerência do sistema, além de disponibilizar laboratórios para ensaios e testes mais específicos. Tornou-se assim um prestador de serviços à produção, esta agora responsável pelo auto-controle daquilo que produzia.

Concomitantemente, a empresa criou uma estrutura de comitês responsável pelo fomento das ações de garantia da qualidade. Envolve, nos vários níveis, a participação desde o principal executivo (o Presidente, membro do CQC – Comitê da Qualidade Central) até o piso de fábrica com a participação de líderes e operadores (no CQF – Comitê da Qualidade da Fábrica). Um encadeamento sistemático dos assuntos tratados nos comitês busca assegurar a comunicação nos sentidos *top-down* e *botton-up*, e tem como premissa a adoção incondicional do ciclo de melhorias PDCA – *Plan, Check, Do e Action*.

De mais, as atividades de educação e treinamento e ainda o ambiente participativo promovido pelo Programa NF, assunto detalhados quando das descrições das aplicações de outros componentes metodológicos, concluíram a modelagem do sistema de gestão da qualidade dentro do conceito da Produção Enxuta.

Por fim vale mencionar a participação da engenharia de processos na avaliação dos processos produtivos. Identificadas as respectivas capacidades qualitativas, são priorizadas as ações de melhoria de forma a equacionar a necessidade da redução com tempos de inspeção e testes.

#### **4.9 Aplicação do componente metodológico (vi): melhoramentos contínuos**

Sustentado pelo programa de educação e treinamento, anteriormente descrito neste trabalho, a aplicação do componente metodológico “melhoramentos contínuos” deu-se, predominantemente, pela utilização maciça das ferramentas APG – Atividades de Pequenos Grupos e dos *dishuken*, além dos *souken*, *hearing* e a própria atuação da estrutura de comitês da qualidade. Apesar de que uma descrição básica acerca destas implementações já ter sido feita no presente trabalho, neste item será abordado mais detalhadamente tais recursos adotados.

No caso dos grupos de APG, como já comentado, tratam-se de grupos formados por operadores e/ou funcionários administrativos a fim do estudo e implementação de melhorias. Foram instituídos eventos periódicos (normalmente semestrais) destinados à apresentação e premiação de trabalhos – denominados “Encontros Técnicos”, inclusive com participação inter-fábricas e também externas. Os grupos são formados voluntariamente ou por indicação a fim de um problema específico. As reuniões ocorrem tanto dentro do horário de expediente como em horas de folga. Ambientes específicos foram criados a fim das reuniões do grupo, estudo, pesquisa e exposição dos trabalhos e resultados. Abrangentes campanhas motivacionais foram conduzidas no sentido de incrementar a participação.

Não há restrições aos temas, que podem abordar assuntos técnicos ou administrativos. São apresentados na Tabela 13 os temas apresentados no “Encontro

Técnico” realizado em setembro de 1994. A intenção da amostra que se segue é puramente qualitativa.

Tabela 13 – Encontro técnico de APG

Grupo	Tema do trabalho	Número de participantes	Duração em meses	Meta Proposta	Resultado Obtido
1	Redução de sucata fundo de espula	6	5	Redução de 37%	Atingido total
2	5S na área de isolados	4	6	Nota 8,0 na avaliação de 5S	Atingido total
3	Não-conformidades por falhas operacionais	5	7	Redução em 100%	Atingido total
4	Tempo de solda	3	6	Redução em 50%	Atingido 20%
5	Não-conformidade – furo no <i>spark test</i>	5	7	Redução em 50%	Atingido total
6	Tempo de parada por embrama	5	5	Redução em 40%	Atingido 21%
7	Matrizes de celeron	4	6	Organização conforme prática 5S	Atingido total
8	Redução do tempo de preparação da trefila	7	4	Redução de 25%	Atingido total

FONTE: Furukawa Industrial S.A.

Os trabalhos apresentados foram selecionados entre cerca de 20, os quais eram passíveis de serem apresentados por ocasião daquele “Encontro Técnico”. Dos 39 funcionários participantes nos oito grupos que se apresentaram, 32 (ou 82%) eram provenientes da produção e 7 (ou ainda 18%) provenientes das áreas de engenharia, recursos humanos e contabilidade.

A metodologia básica utilizada pelos grupos é o MASP – Metodologia de Análise e Solução de Problemas, usual nos programas da qualidade. Tendo como base as “Sete Ferramentas” para a melhoria da qualidade (gráfico de Pareto,

estratificação, histograma, diagrama de causa-e-efeito, gráfico de dispersão, cartas de controle e lista de verificação). Utiliza com disciplina, métodos de acompanhamento das ações e metas esperadas. O procedimento básico das atividades do MASP é o seguinte:

- definição do problema a ser atacado;
- levantamento de dados;
- análise dos dados;
- determinação das possíveis causas do problema;
- elaboração de possíveis soluções;
- avaliação das possíveis soluções;
- decisão;
- implantação.

Observa-se na empresa que não há uma estrutura de organização específica para a formação de grupos de APG. Utilizou-se da própria estrutura organizacional formal como suporte a formação e acompanhamento das atividades dos grupos. Na prática, isto tem a intenção de atribuir ao superior imediato a responsabilidade pelo incentivo e apoio à formação dos times de melhoria. A medida objetiva evitar estruturas paralelas, de baixa legitimidade perante a subordinação formal.

Entretanto, a implementação das ferramentas *dishuken* e *souken* estão mais ligadas à coordenação do Programa NF. Com um grau de liberdade menor em relação aos grupos de APG quanto a escolha dos temas. Os times de *dishuken* têm os temas normalmente apontadas pela administração e, quase sempre, referem-se a problemas específicos operacionais ou administrativos. Os grupos formados são sempre heterogêneos, com funcionários envolvidos ou não com o problema e oriundos das diversas áreas da fábrica. O número de participantes é variável em função da natureza da questão a ser tratada, mas em geral, ao que pode ser observado, varia entre 7 e 14 participantes.

Via de regra, as atividades de *dishuken* são muito mais pontuais. A duração normalmente não ultrapassa um dia (por isso também denominado *One-day Improvement Activity*) muito embora, o atendimento do objetivo traçado quando do início do *dishuken*, seja de fato o marco de encerramento dos trabalhos. Usualmente, observa-se uma equipe auxiliar ao time de *dishuken*, por vezes constituídas de engenheiros, mecânicos, eletricitas e outras especialidades, encarregados de

implantar de imediato, as possíveis melhorias a serem testadas. Na prática, um trabalho por exemplo destinado a melhoria de um gargalo de produção, pode implicar alterações de instalações de produção. O grupo auxiliar implementa de imediato as mudanças propostas, aquelas possíveis evidentemente, mesmo que de caráter provisório. O time de *dishuken* realiza então suas avaliações, o que muitas vezes exige medições e cronometragem, e decide pela continuidade do trabalho até a obtenção da meta proposta.

Pôde-se constatar a realização de cerca de doze *dishuken* por mês, em média, nos mais variados temas. Alguns temas observados tratados através de *dishuken* estão listados a seguir a título de ilustração:

- implantação de *kanban* no armazenamento de materiais de embalagem;
- controle dos pagamento de fretes;
- redução do vazamentos de máquinas;
- implantação de sistema de comunicação entre encarregados;
- classificação dos vergalhões quanto à dureza;
- *lead-time* dos ensaios destrutivos, e outros.

As atividades de *souken* e *hearing*, como já comentado, são igualmente de introdução de melhorias e educativas. Conduzidas com participação externa, o *hearing* por exemplo é sempre executado por elementos da alta administração, tais atividades são reduzidas quantitativamente, porém mais intensivas no aspecto de instilação dos valores empresarias e da filosofia do Programa NF. Na prática agem como “recicladores” do programa pelo elevado grau de comprometimento e constância de propósito que transmitem aos funcionários.

#### **4.10 Aplicação do componente metodológico (vii): redução do *lead-time***

As descrições precedentes evidenciaram o processo de redução sistemática dos estoques intermediários e dos tamanhos dos lotes como o mote da presente proposta metodológica e sua aplicação ao caso real em estudo. É assim que se propõe a redução do *lead-time*, definido, de uma forma geral, como o tempo transcorrido entre o pedido do cliente e o recebimento (pagamento) pelo produto vendido.

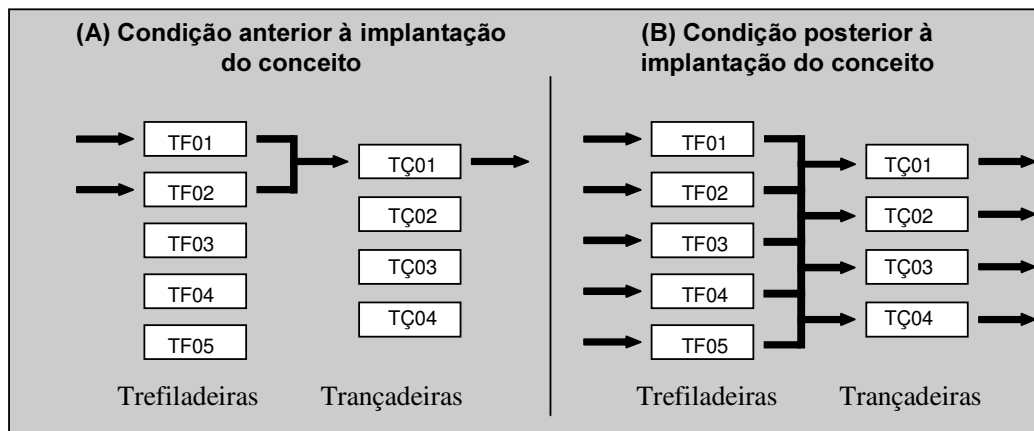
A redução dos estoques intermediários foi apresentado, tanto sob o aspecto do componente metodológico como de sua aplicação, nos itens acerca do “Gerenciamento Visual” e “Produção Puxada”. A questão ainda a ser tratada neste item é “de que forma” as ações de redução do tamanho do lote foram na prática implantadas na planta fabril estudada.

Levando em consideração tratar-se de um ambiente não seriado, a própria diversidade de produtos sugere uma intermitência no fluxo de produção e a aparente, no então conceito tradicional da produção em massa, impossibilidade ou dificuldade em se dividir o lote em porções ainda menores (redução do tamanho). Então, a prática disseminada antes do Programa NF era a de tornar um determinado equipamento praticamente “dedicado exclusivamente” a um dado pedido. Defendia-se tal prática pelo motivo da elevação da produtividade visto, como já explorado neste trabalho, a redução dos tempos perdidos de preparação e troca de ferramentas.

A Figura 19 exemplifica o antes e depois da adoção do conceito da Produção Enxuta e a busca pela redução sistemática do tamanho dos lotes.

Antes da adoção do programa, representado pela parte à esquerda da figura anterior, um determinado pedido era dirigido à uma única trançadeira (TÇ01 no exemplo) a partir dos fios produzidos em apenas duas trefiladeiras. Ou na impossibilidade de uma única máquina, ao menor número possível de equipamentos. Com o programa, a intenção é a de que todas as trefiladeiras produzam os fios para todas a trançadeiras. A consequência é o parcelamento do lote nos múltiplos equipamentos corroborando à redução do *lead-time* de fabricação.





FONTE: Elaboração esquemática do autor, baseado nas informações obtidas da Furukawa Industrial S.A.

FIGURA 19 – Programação de máquinas antes e depois da adoção do conceito da Produção Enxuta

Naturalmente o procedimento de compartilhar um mesmo pedido em vários equipamentos de produção e a conseqüente formação de sub-lotes, implicou numa série de ganhos. Aliás esta é a finalidade precípua da redução do *lead-time*. Além das já discutidas reduções nos tempos de troca (*set-up*) e de preparação de máquinas, necessárias a fim de assegurar a produtividade, outros aspectos importantes foram influenciados.

Por exemplo a questão da padronização das atividades de operação. Mais do que na condição anterior, a normalização dos procedimentos operacionais tornaram-se decisivos na redução da variabilidade do processo. Na adoção desta forma de atuação, torna-se necessário garantir que um mesmo produto manufaturado em duas ou mais máquinas, sejam idênticos dentro dos níveis de tolerância estabelecidos.

É importante assinalar que a padronização das operações de fabricação foram garantidas com uma forte e dirigida atuação da área de engenharia de processos. Por fim, foi possível constatar que a normalização necessária foi favorecida pelos processos de certificação do sistema da qualidade, conduzidos na empresa concomitantemente com a adoção do Programa NF.

#### 4.11 Aplicação do componente metodológico (viii): controle e redução de custos

O último componente metodológico “controle e redução de custos” foi descrito como uma sugestão de uma matriz mínima de acompanhamento da implementação da própria proposta metodológica. Por este motivo a descrição de sua aplicação, a exemplo dos componentes metodológicos anteriores, fica de certo modo prejudicada pela apresentação dos resultados no capítulo seguinte desta Dissertação. Em última análise, os indicadores adotados como guias para a adoção do conceito da Produção Enxuta são as suas próprias metas, tal como foi idealizado o Programa NF.

Entretanto, uma observação pertinente ao tema a respeito destas pode ser feita. A partir das metas maiores do programa, denominadas corporativas, a empresa desdobrou-as nos seus diversos níveis organizacionais. Assim, as metas corporativas desdobraram-se em metas divisionais, onde cada divisão representa um centro de negócios da empresa. As metas divisionais por sua vez, desdobraram-se em outras departamentais. Estas em metas setoriais e, por fim, nas metas individuais ou de cada colaborador.

Todo este encadeiamento de metas, suportou-se por uma estrutura de acompanhamento. Reuniões periódicas desde a alta administração até o nível de coordenação de fábrica eram conduzidas, mensalmente, a propósito da aferição dos resultados. A Tabela 14 apresenta as metas principais adotadas para o programa no período estudado.

Tabela 14 – Metas do Programa NF na fábrica em Lorena (SP)

	Metas para o período 1991/94
Redução de estoque	50%
Aumento da produtividade	50%
Redução de perdas	50%
Redução do <i>lead-time</i>	50%
Redução dos atrasos	50%

FONTE: Furukawa Industrial S.A.

Os sucessivos desdobramentos até chegar na execução da atividade é a base do modelo adotado pela empresa e tem forte inspiração no *Hoshin Kanri* – Desdobramento de Diretrizes Estratégicas. A diretriz estratégica de um nível imediatamente superior se torna a meta do nível inferior, até o momento da diretriz não poder mais ser desdobrada; neste momento, a diretriz se transforma em uma atividade a ser executada. O sistema foi desenhado com este objetivo e controla todas as metas da empresa desde o nível de diretoria até a fábrica. De uma forma geral, o modelo de acompanhamento adotado na empresa, dividiu o planejamento estratégico em quatro níveis: diagramação, metas, atividades 5W2H e atividades PDCA.

Por diagramação e metas entende-se o delineamento do objetivo e sua quantificação. As atividades 5W2h representam as respostas as perguntas: o que será feito (*what*), quem irá executá-lo (*who*), quando irá executá-lo (*when*), onde este será executado (*where*), por que executá-lo (*why*), como deve ser executado (*how*) e qual é o orçamento (*how much*). Finalmente, as atividades PDCA (*Plan, Do, Check and Action*) é a metodologia de revisões periódicas, onde tudo o que foi planejado é checando contra um objetivo (valor da meta) e são tomadas providências para que no próximo PDCA os resultados sejam melhores que os apresentados até o momento. Esta metodologia está muito em linha com o *kaizen*, onde sempre se espera resultados melhores que os anteriores, criando uma cultura de melhorias contínuas.

O capítulo a seguir detalha resultados obtidos com a implantação do programa, durante o período estudado.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente Capítulo apresenta e discute os resultados obtido pela desenvolvimento do programa de introdução do conceito da Produção Enxuta na planta industrial pesquisada. Está dividido em três sub-itens, quais sejam:

- item 5.1, onde são apresentados alguns dos resultados obtidos da origem do programa na matriz japonesa. Embora não seja o objeto do estudo, as informações a seguir apresentadas complementam a história do programa NF;
- item 5.2, os resultados específicos obtidos na instalação industrial objeto da pesquisa, analisando-os na seqüência.

### 5.1 Resultados auferidos na matriz japonesa

O Capítulo 4, sub-item 4.4, desta Dissertação descreve a adoção do Movimento NF na *The Furukawa Electric Co. Ltd* (Japão). Embora não seja a matriz japonesa o propósito de estudo desta pesquisa, é justificável a apresentação de alguns dos resultados como confirmação dos próprios indicadores que serão aqui apresentados referentes a empresa no Brasil. Também, por tratar-se do mesmo tipo de instalação industrial, os resultados somam-se aos obtidos no Brasil e podem corroborar na questão específica da exeqüibilidade do conceito em ambientes industriais não seriados.

Como igualmente adotado na subsidiária brasileira, o plano estabeleceu metas específicas a cada período de três meses. Ao final do primeiro período, a redução de custos devido ao *Maru D*, ações dirigidas as divisões de manufatura objetivando a redução de custos diretos, tinham proporcionado uma economia mensal de ¥ 1.350 (US\$ 10 milhões) à empresa japonesa conforme divulgado por Kusakabi (1991). A Tabela 15 apresenta os principais resultados do programa entre 1985 e 1993, devidos exclusivamente as atividades do *Maru D*.

Tabela 15 – Metas e resultados do “Movimento NF”  
na *The Furukawa Electric Co. Ltd.*

	METAS			RESULTADOS		
	1985 a 1987	1988 a 1990	1991 a 1993	1985 a 1987	1988 a 1990	1991 a 1993
Redução de estoque interno	50%	50%	50%	52,6%	16,4%	5,8%
Aumento da produtividade	40%	40%	40%	54,2%	50,3%	22,4%
Redução de perdas	50%	50%	30%	17,6%	12,5%	8,3%
Redução de custos com matéria prima	20%	-	-	14,0%	-	-
Redução de energia	10%	-	-	10,0%	-	-
Redução do <i>lead-time</i>	-	50%	-	-	34,1%	-

Fonte: *The Furukawa Electric Co. Ltd., History of New Furukawa Production System.* Divulgação Interna.

Alguns pontos são merecedores de nota. Primeiro quanto as metas adotadas. Foram sempre elevadas e, portanto, superaram “quaisquer níveis aceitos pela lógica” como a já descrita orientação do programa.

Os resultados obtidos foram expressivos e encorajadores. Porém, no primeiro período de adoção do programa foram ainda mais contundentes, o que justifica-se pela oportunidade característica no início de um processo radical de transformação. De outro lado, a medida que os períodos de condução do programa se sucedem, mais difícil se torna a obtenção de números elevados. Isto pode ser perfeitamente observado nas três primeiras e básicas metas do programa: redução de estoque, aumento da produtividade e redução de perdas.

## 5.2 Resultados auferidos na planta industrial brasileira

A Tabela 16, apresenta as metas proposta ao Programa NF na fábrica de Lorena (SP) da Furukawa Industrial S.A. Produtos Elétricos, referente ao período estudado na presente pesquisa.

Tabela 16 – Metas e resultados do Programa NF na fábrica Lorena (SP) da Furukawa

	Metas	Resultados (1992-1994)
Redução de estoque	50%	<b>52,3%</b>
Aumento da produtividade	50%	<b>41,1%</b>
Redução de perdas	50%	<b>45,8%</b>
Redução do <i>lead-time</i>	50%	n/d
Redução dos atrasos	50%	<b>97,0%</b>

FONTE: Furukawa Industrial S.A.

Na meta de “redução de estoque”, utilizou-se como indicador a valorização em dólares de todo o estoque de matéria-prima, em processo ou *WIP – work in process* e de produtos acabados. A meta proposta e, obviamente, o resultado apresentado referem-se à redução do valor apontado no início de 1992 em relação ao final de 1994. Note-se que a empresa optou por incluir em seu indicador mesmo os produtos acabados já faturados, mas ainda estocados no pátio de expedição. A intenção foi a de, além de fomentar a cultura de que todo e qualquer estoque é prejudicial, assegurar um parâmetro mais aproximado do objetivo de tornar tanto menor quanto possível, o tempo entre o pedido do cliente e o pagamento pela mercadoria entregue. Assim, eventualmente, um produto já faturado mas não retirado pelo cliente poderia impactar negativamente no prazo para recebimento, dependendo das condições comerciais negociadas. A meta de redução de estoque utilizou-se de controles específicos implantados, como os já descritos gráficos de produtos estocados no pátio de produtos acabados, controlados sob a responsabilidade da área de expedição, como também dos tradicionais apontamentos da contabilidade. Os resultados eram aferidos periodicamente através de controle de estoque e de balanços realizados com a presença de auditoria contábil externa.

A meta redução de estoque foi amplamente atendida, trazendo todas as conseqüências positivas do próprio conceito enxuta, além da expressiva redução de capital imobilizado no sistema produtivo. Lembrando tratar-se de uma família de produtos do tipo *comodity*, onde a matéria-prima representa parcela superior a 85% do custo do produto, tal redução é por si só foi decisiva à sobrevivência da empresa.

A meta de “aumento da produtividade” foi estabelecida e acompanhada tendo como base os tempos padrão de manufatura de cada produto específico. Anteriormente ao Programa NF, a empresa dispunha de um abrangente banco de

dados acerca dos tempos padrão, empenho de matéria-prima e de mão-de-obra direta para cada um dos componentes e itens fabricados em cada uma das máquinas específicas. Tais parâmetros constituíam-se na base da definição dos preços dos produtos. A área de engenharia de processos tinha por responsabilidade a aferição sistemática destes parâmetros (padrões e, portanto, teóricos) contra os constatados na produção. Ainda no início do programa, uma verificação destes números revelaram a compatibilidade com a prática naquele momento.

A meta foi então definida, adotando-se como base 100 para os valores definidos nas fichas técnicas de processo de cada produto. O acompanhamento sistemático dos relatórios de produção possibilitou o acompanhamento da meta. Notou-se também que a necessidade de precisão destes dados, acabou por implicar num maior esmero destes números, com reflexos positivos na sistemática de apontamento da produção e de determinação de preços dos produtos. Ligeiramente abaixo da meta, o percentual 41,1% obtido, é absolutamente expressivo.

Com relação à meta “redução de perdas”, a mensuração fez-se pela quantificação em dólares dos custos decorrentes de sobras e perdas de matéria-prima no processo de fabricação. Por exemplo, pontas de fios de aço utilizadas para a fabricação de cordoalhas (almas de aço), perdas na extrusão de materiais plásticos, seja na forma de borras (comum nos *set-up*) ou provenientes de defeitos e retrabalhos, aquelas provocadas por reprovações do controle da qualidade, perdas provenientes da fusão, e também reaproveitamento, de alumínio etc. Portanto, a meta “redução de perdas” estava fortemente correlacionada ao consumo de matéria-prima. Em japonês *budomari* significa o índice de aproveitamento de matéria-prima. Por exemplo, um índice de 65% indica que, no produto final aprovado, está contido apenas 65% da matéria-prima utilizada; ou seja, 35% da matéria-prima foi perdida durante o processo.

Assim, a meta “redução de perdas”, na empresa também denominada por *loss factor*, estava intimamente relacionada ao aproveitamento da matéria-prima. O valor percentual de 45,8% obtido, é igualmente significativo e sugere-nos a relevância do programa adotado.

Quanto a meta “redução do *lead-time*”, apesar de definida, não foi possível de acompanhamento ao longo de programa. E daí podemos extrair interessante lições. Como descrito anteriormente, por pressuposto do conceito enxuto, as metas adotadas não têm nenhuma conotação com processos lógicos para o seu estabelecimento. De certa forma, são muito mais motivacionais do que técnicas. É natural que numa

abordagem usual, ao se falar de uma meta de 20% de redução do empenho de matéria-prima para a fabricação de um dado produto, como no caso da adotada pela matriz japonesa, seria inaceitável um número desta magnitude. De fato, contraria o senso tradicional. Daí a palavra radical quase que como sinônimo ao novo conceito da produção enxuta. Por este prisma, o programa adotou a meta de “redução do *lead-time*” em 50%.

Entretanto, tão logo foi dado início prático ao programa, descobriu-se a inviabilidade do acompanhamento deste parâmetro. Primeiro por que não haviam números anteriores ao programa. Depois pela dificuldade neste tipo de medida. Observe-se que, no caso da meta de produtividade, anteriormente detalhada, a medida baseou-se nos tempos padrão de processamento versus o real, apontados nos relatórios de produção. No caso do *lead-time*, tempos de espera ou fila não são medidos ou têm sua medição bastante onerosa. A questão resumiu-se em como, por exemplo, determinar o início da fabricação de um dado produto? A determinação do tempo final de produção de um pedido até que seria algo fácil de ser apontado. Porém, de que forma seria exeqüível definir se uma determinada corrida de alumínio, no forno de fundição, seria exatamente a utilizada num dado produto acabado? E os itens intermediários?

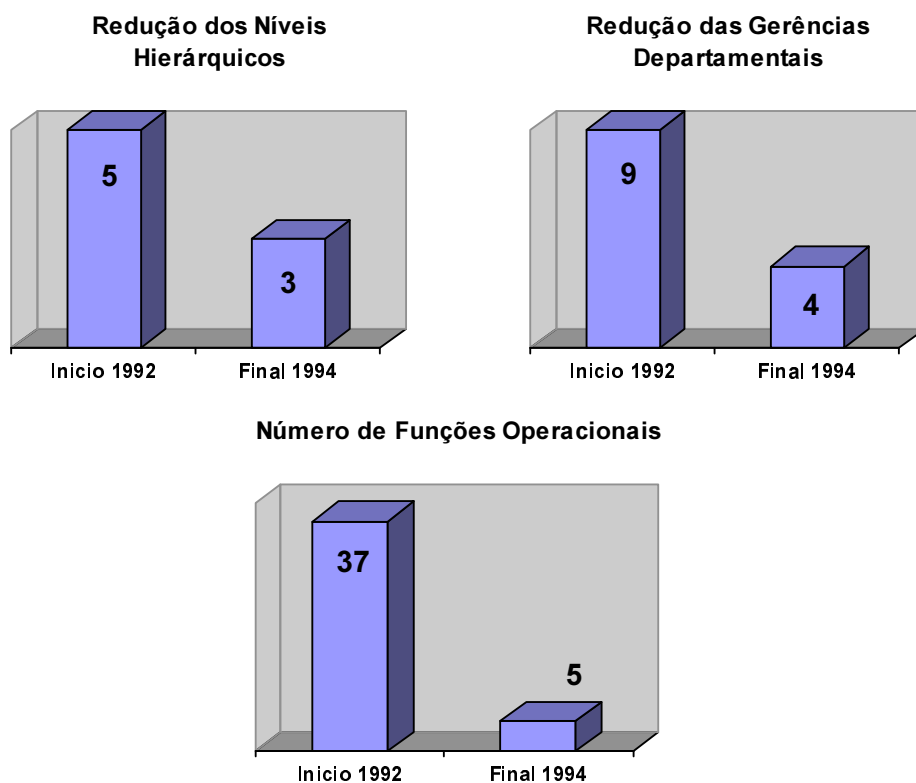
Naturalmente trata-se da necessidade de um nível de rastreabilidade além do disponível e economicamente viável. A saída para o dilema foi a definição de alguns produtos mais freqüentes entre o mix produzido (cinco produtos), a fim de constituírem numa amostra da evolução do parâmetro *lead-time* ao longo do período 1992 a 1994. Para estes escolhidos, foram implantados controles específicos e dedicados. Dos produtos eleitos para tal, os percentuais obtidos variam de 47,0% a 75,3% de redução do *lead-time*. Lembrando-se que o *lead-time* foi definido, para este caso da meta específica, como o tempo entre o início da produção, até a fabricação do último carretel componente do lote encomendado.

Por último entre as principais metas do programa, a “redução dos atrasos” contabilizou a média mensal de pedidos entregues fora do prazo acordado com o cliente antes (no início de 1992) do programa e depois (no final de 1994). Mais uma vez, o percentual de 97% é bastante eloqüente. Em números absolutos, significou a média de um único pedido atrasado a cada quatro meses em 1994. Levando-se em consideração a natureza dos produtos normalmente ligados à obras do tipo construção eletro-mecânica e seus cronogramas físico-financeiros, a precisão no prazo de entrega é importante fator de atendimento às necessidades dos clientes.



Outros resultados, além dos obtidos a partir das principais metas apresentadas, podem ser explorados como específicos do Programa NF no período recorrido. Alguns confundem-se com as próprias ações de implantação do conceito. É assim, por exemplo, ao referirmo-nos ao total de horas de treinamento *per capita* desenvolvidas e já comentadas. Outros são mais difíceis de serem medidos e dizem respeito à mudança de atitude e comprometimento de todos com a sobrevivência da empresa. O número, já apresentado, de uma média de 12 *dishuken* realizados ao mês é um importante indicador do nível de participação obtido.

A Figura 20 apresenta alguns destes outros resultados. A redução dos níveis hierárquicos aconteceu na empresa e foi consequência direta da necessidade do favorecimento dos processos de comunicação vertical na pirâmide hierárquica em ambos os sentidos, *top-down* e *bottom-up*, como suporte ao Programa NF. A simplificação da administração levou a cabo a substituição do modelo de gestão fortemente departamentalizado para um novo modelo com características matriciais. Gerências específicas foram extintas dando origem a uma nova estrutura organizacional.

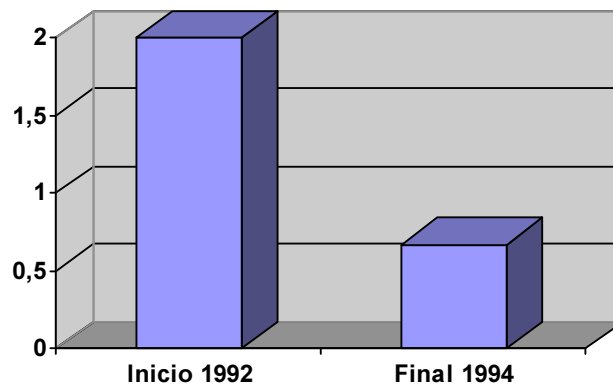


FONTE: Elaborado pelo autor

Figura 20 – Quadro funcional

Por fim, a noção de multifuncionalidade implicou na redução do elevado número de cargos operacionais (ver ainda a Figura 20), antes voltados à cada um das etapas do processo produtivo. Com o Programa NF, o operador multifuncional valorizado em suas atribuições, reuniu qualificações dispersas contribuindo para a transparência nos processos de gestão de recursos humanos, além da simplificação dos esforços com administração de cargos e salários.

Um outro exemplo está demonstrado na Figura 21. A utilização combinada de ferramentas como quadros horários e de cartão *kanban*, *andon*, instruções de processo normalizadas, treinamento intensivo voltado à multifuncionalidade e, especialmente, o conceito da *jidoka* permitiram atingir resultados consideráveis quanto a racionalização no piso de fábrica. As trançadeiras do tipo tubular que, antes do programa, eram operadas por dois funcionários exclusivos – um operador e um

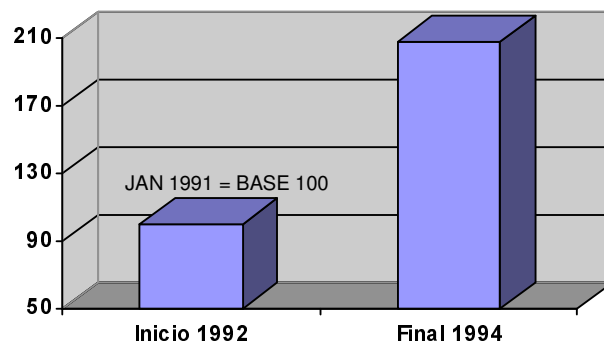


FONTE: Elaborado pelo autor

Figura 21 – Número de funcionários necessários para operar uma trançadeira do tipo tubular

ajudante, passou a condição de três máquinas operadas por apenas dois funcionários. Isto sem levar em conta a eliminação do inspetor da qualidade substituído pelo conceito do auto-controle.

A constatação final com respeito aos resultados do programa implantado está, como não poderia deixar de ser, ligada a razão pela qual a empresa pesquisada decidiu-se pela adoção do conceito da Produção Enxuta. Trata-se da questão da competitividade. A Figura 22, apresenta o ganho quanto ao incremento da quantidade de produto acabado manufatura, medido em toneladas por exemplo, em relação à mão-de-obra direta na fábrica. Este resultado ilustra, naturalmente como também os demais apresentados, de que forma a empresa reduziu seus custos de transformação, mantendo-se competitiva.



FONTE: Elaborado pelo Autor

Figura 22 – Quantidade de produto acabado produzido por funcionário direto

Transcorridos oito anos desde a finalização da etapa do Programa NF, a empresa mantém com receita e lucratividade crescentes, tendo ao longo de 1999 e 2000 superado vários de seus recordes de produção e faturamento. De outro lado, seus concorrentes apesar de privilegiados pelo fato de serem detentores da matéria prima principal – no caso o alumínio, como discorrido – passaram por grandes transformações, incluindo a saída de alguns do mercado de condutores AAC e ACSR.

## **6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conforme amplamente descrito ao longo do trabalho, o desenvolvimento da presente Dissertação teve por finalidade a elaboração de uma proposta metodológica para a implantação do conceito de Produção Enxuta em ambientes industriais não seriados. A proposta foi estruturada num conjunto de oito componentes metodológicos. Esta teve como sustentação a revisão da literatura acerca do tema, como base teórica, e a experiência prática do autor na implantação de um programa desta natureza.

A metodologia proposta foi efetivamente adotada em uma indústria não seriada fabricante de condutores elétricos destinados à transmissão e distribuição de energia elétrica. O trabalho contemplou observações e resultados dos 36 meses, entre os anos de 1992 e 1994, em que foi conduzida a primeira fase da implantação na empresa objeto do estudo de caso. Contemplou ainda estudos e pesquisas desenvolvidas ao longo do curso de Mestrado em Administração de Empresas da Universidade de Taubaté.

O autor desse trabalho participou ativamente de todas as etapas de implantação, tendo sido da equipe responsável pela introdução do programa na empresa estudada.

### **6.1 Conclusões associadas à metodologia proposta**

Por seu conteúdo teórico e prático, algumas conclusões podem ser extraídas do presente trabalho. Da metodologia proposta, pode-se concluir que é aplicável em ambientes industriais não seriados, cujos processos de fabricação reúnam condições similares às do caso estudado, como as descritas a seguir:

- intermitência do fluxo sob o ponto de vista de produtos, mas continuidade sob a ótica dos equipamentos;
- grande variedade de produtos;
- gargalos flutuantes em função do mix de produção;
- compartilhamento de recursos produtivos;
- características de produtos em corridas ou bateladas.

Não se tratando de um sequenciamento de etapas ou um plano com implicações temporais, a metodologia apresentada é basicamente o conteúdo mínimo a ser contemplado por ocasião do planejamento de um programa de implantação e sua adequação ao ambiente não seriado.

## **6.2 Conclusões associadas à aplicação prática da metodologia**

Da aplicação prática da metodologia constatou-se a viabilidade da proposta. Assim, pode-se concluir:

- todas as componentes metodológicas propostas tiveram sua aplicação prática com resultados considerados satisfatórios, o que permite dedução quanto a adequabilidade da metodologia aplicada em ambiente industrial não seriado;
- pode-se considerar que todas as metas estipuladas foram atingidas, o que leva a crer que o conceito enxuto pode ser introduzido em outro ambiente industrial que não o comumente utilizado, ou seja, a produção seriada;
- os resultados quantificáveis obtidos em detrimento das metas adotadas, bem como a política de desdobramento do programa nos diversos níveis da organização, deram à alta administração e aos demais gestores uma noção realista do andamento da implantação;
- a utilização de elementos multiplicadores do conceito com experiências anteriores no assunto foi significativo para o êxito do programa;
- a participação dos funcionários, seja através das atividades de melhoria ou assumindo novas responsabilidades foi condição imprescindível para a implantação;
- não só o comprometimento, mas a participação efetiva da alta administração foi decisiva para a obtenção dos resultados positivos do programa.

### 6.3 Cuidados na aplicação da metodologia proposta

Para aplicação prática da proposição metodológica, alguns cuidados a serem observados são indispensáveis:

- a metodologia precisa ser adaptada às peculiaridades de cada empresa onde será aplicada, mesmo tratando-se de ambientes não seriados;
- a alta administração da empresa deve estar comprometida com o processo de implantação, tanto quanto deve ter efetivamente o conhecimento teórico mínimo sobre o tema, sob o risco de não compreender as decisões a serem tomadas;
- o coordenador ou coordenadores do programa devem reunir conhecimento teórico aprofundado e experiência prática sobre o assunto.

### 6.4 Acerca do objetivo

Quanto ao objetivo do trabalho, explicitado no capítulo introdutório, note-se que foi desenvolvida, implantada e avaliada uma metodologia para viabilizar o conceito da Produção Enxuta em ambientes industriais não seriados.

### 6.5 Sugestões para trabalhos futuros

A metodologia proposta e implantada favorece o desenvolvimento de novos estudos e pesquisas. Sendo assim, ao término do presente trabalho, o autor tem uma visão crítica do que poderia ser desenvolvido em estudos futuros. Desta forma, algumas recomendações podem ser feitas, quais sejam:

- estender a avaliação prática para outros ambientes não seriados de menor similiaridade com o estudado;
- avaliar a manutenção do novo sistema de produção nos anos seguintes a implantação inicial, com o objetivo de aferir sua possível deterioração e vulnerabilidade com o transcorrer do tempo e *turn-over* de pessoal;
- avaliar, com mais detalhes, a questão das definições de responsabilidades e atribuições no conceito enxuto de produção.

Com estas recomendações, encerra-se a presente Dissertação de Mestrado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFORD, D., Sackett, P., Nelder, G. **Mass Customisation – An Automotive Perspective**, UK: International Journal of Production Economics, 65, p.99-110, 2000.

ARAI, Seiyu. **Araban, O Princípio das Técnicas Japonesas de Produção: Qualidade, Custo, Prazo de Entrega**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenamento de Materiais, 1989.

BILLA, R., Pasiin, F., Lima, F. R. S. **Aplicação Industrial do Kanban**. In: Congresso Norte e Nordeste de Engenharia Mecânica, 5, 1998, Fortaleza. Anais. Recife: ABCM – Associação Brasileira de Ciências Mecânicas, p.279-283, 1998.

BODEK, N. Prefácio. In: OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção, Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 137 p.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. 2<sup>a</sup> Ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996. 334 p.

CHASE, R. B. **Production and Operation Management**. 8th ed. UK: IE-McGraw Hill, 1998.

CORRÊA, Henrique L.; Gianesi, Irineu G. N.; **Just In Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Editora Atlas, 1996

CUSUMANO, Michael A. **The Japanese Automobile Industry**. Cambridge: Harvard University Press, 1989.

CUSUMANO, Michael A. **The Limits of Lean**. Cambridge: Sloan Management Review, Summer 1994.

DEMING, W. Edwards. **Out of the Crisis**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, MA. , 1982, 507 p.

DONAIRE, D. **A utilização do estudo de casos como método de pesquisa na área de administração**. São Caetano do Sul: Revista do Instituto Municipal de Ensino Superior de São Caetano do Sul, n. 40, p. 9-19, mai-ago/1997

DRUCKER, Peter F. **Managing for the Future – The 1990's and Beyond**. New York: Truman Talley Books / Dutton, 1992.

FEIGENBAUM, Armand. **Total Quality Control**. 3rd Ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

GODOY, A. S. **A pesquisa qualitativa e sua utilização em administração de empresas**. São Paulo: RAE, v. 35, n.4, p. 65-71, jul-ago/1995

GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais**. São Paulo: RAE, v.35, n.3, p. 20-29, mai-jun/1995

HALL, Robert W. **Excelência na Manufatura**. 3a Ed., São Paulo: IMAM, 1988

HANCOCK, W. M. , Zayco, M. J. **Lean Production: Implementation Problems**. Atlanta: IEE Solutions, p. 38-42, Sep/1998.

HARMON, R. L., Peterson, L. D. **Reinventando a Fábrica: Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática**, Rio de Janeiro: Campus, 1991

HIRANO, Hiroyuki. **Resumen Del Poka-Yoke**, in Poka-Yoke Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos, Nikkan Kogyo Shimbun Ltd, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1991.

JONES, Daniel T. **Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream**, transparências apresentadas no *Lean Manufacturing Conference*, Dearborn, MI, May/2001.

KONDO, Yoshio. Palestra: **Company Wide Quality Control Seminar**. The Association for Overseas Technical Scholarship. São Paulo: 1988.

KUSAKABE, Etsuji. **Fundamentos das Atividades Industriais**. Tradução e notas: Mitsuro Ebina. Divulgação interna. Nikko: The Furukawa Electric Co. Ltd., 1991



MARTINS, P. G., Laugeni, F. P. **Administração da Produção**, 1ª Ed. São Paulo: Saraiva 2000

MCLACHLIN, R. **Management Initiatives and Just-in-time Manufacturing**. Journal of Operations Management, n. 15, p. 271-292, 1997

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

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção, Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 137 p.

OSADA, Takashi. **Housekeeping, 5S's: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**. São Paulo: Instituto IMAN, 1992. 212 p.

PLENERT, Gerhard. **Three Differing Concepts of JIT**. Production and Inventory Management Journal, Second Quarter, 1990, pp. 1-2.

RAMOS, Alberto W. **CEP para Processos Contínuos e em Bateladas**, 1ª Ed. Fundação Vanzolini: Edgar Blücher Ltda, 2000

**Revolução da Produção pelo JIT** "Racionalização para a Sobrevivência da Fábrica". Nikkan Kogyo. Shimbunsha. Tradução de Mitsuro Ebina, [198-?]. 97p.

ROESCH, Sylvia M. A., **A dissertação de mestrado em Administração: proposta de uma tipologia**. São Paulo: RAE, v. 31, n.1, p.75-83, janeiro-março/1996

SCHONBERGER, Richard J. **Building a Chain of Customers**. New York: The Free Press, 1990, 349 p.

SCHONBERGER, Richard J. **Fabricação Classe Universal: As Lições de Simplicidade Aplicadas**, São Paulo: Pioneira, 1988

SCHONBERGER, Richard J. **Técnicas Industriais Japonesas**. 4ª Ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

SHINOHARA, Isao. **New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries**. Productivity Press, 1988,. 197 p.

SHOOK, John. **Palestra 'Rumo a um Sistema de Negócios Lean'**, Lean Summit, Lean Institute Brasil, Curitiba, PR, Set/2001.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**, São Paulo: Atlas, 1997

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**, São Paulo: Atlas, 1997

WOMACK, James P. **Palestra 'Lean Thinking for Motown: The Next Lean Leap'**. Automotive News World Congress. Anais. Lean Institute. Detroit, MI: janeiro de 2000.

WOMACK, James P.; Jones, Daniel T. **Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996. 350 p.

WOMACK, James P.; Jones, Daniel T.; Roos, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347 p.

YANG, K. K. **A Comparison of Recorder Point and Kanban Policies for a Single Machine Production System**, London: Production Planning & Control, v.9, n.4, p.385-390, 1998

YOSHIMOTO, Tsikara. **Qualidade, Produtividade e Cultura**. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 1992

## APÊNDICE – Glossário

5 porquês	Técnica utilizada para a identificação da causa de um problema. Consiste na formulação da pergunta “por que” por cinco vezes até a causa raiz do problema.
5S	Técnica baseada em cinco palavras japonesas iniciadas com a letra “s” significando arrumação, ordenamento, limpeza, conservação e disciplina.
5W2H	Iniciais, em inglês, de “o que”, “quem”, “quando”, “onde”, “por quê”, “como” e “quanto”. Ferramenta utilizada na elaboração de planos ou ações de acompanhamento.
<i>Andon</i>	Palavra em japonês com o significado de “lanterna”. Ferramenta destinada ao gerenciamento visual através de sinalização luminosa.
APG	Sigla de “Atividades de Pequenos Grupos”. Modelo participativo onde os funcionários reúnem-se a fim de propor e implantar melhorias.
Autonomação	Neologismo a fim de representar o conceito da automação inteligente, isto é, aquela capaz de intervir no processo quando da detecção de um defeito ou problema. Veja também <i>Jidoka</i> .
<i>Bottom-up</i>	Diz-se do sentido da comunicação ou tomada de decisão a partir do piso de fábrica e na direção da alta administração da empresa.
<i>Budomari</i>	Significa o índice de aproveitamento de matéria-prima. Por exemplo, um índice de 65% indica que no produto final aprovado, está contido apenas 65% da matéria-prima utilizada; ou seja, 35% da matéria-prima foi perdida durante o processo.

Ciclo PDCA	Também chamando de Ciclo de Deming. Ciclo das atividades de planejar ( <i>plan</i> , em inglês), executar ( <i>do</i> ), verificar o executado em relação ao planejado ( <i>check</i> ) e agir na diferença ( <i>action</i> ).
<i>Dishuken</i>	Grupos a fim da introdução de uma determinada melhoria. São formados por funcionários envolvidos ou não com o problema. Sua duração normalmente não ultrapassa um dia, por isso também denominado “ <i>one-day improvement activity</i> ”.
Enxuto	Diz-se do sistema de produção sem desperdícios, livre de supérfluos. Deriva da expressão em língua inglesa “ <i>lean manufacturing</i> ”.
<i>Fail-Safing</i>	Veja <i>poka-yoke</i> .
<i>Fool-Proofing</i>	Veja <i>poka-yoke</i> .
<i>Gemba</i>	Significa piso de fábrica e está relacionado ao hábito dos gerentes da Toyota de só tomarem decisões verificando os fatos <i>in-loco</i> .
<i>Hearing</i>	Sistema de visitação periódica na fábrica pela alta administração, objetivando a criação de um canal de comunicação entre o piso de fábrica e a administração, a fim da análise e compreensão das condições operacionais.
<i>Hoshin Kanri</i>	Desdobramento das diretrizes. Sistema de metas e diretrizes a partir de objetivos chaves e desdobrados nos vários níveis da organização.
<i>Housekeeping</i>	Sistema voltado à organização e limpeza. Veja 5S.
<i>Ikko-Nagashi</i>	Diz-se do fluxo produtivo unitário, isto é, aquele cujo lote é igual a um. Significa a realização progressiva das etapas do processo produtivo, da matéria-prima ao produto acabado, sem interrupções, refugos ou retrofluxos.
<i>Jidoka</i>	Veja “autonomação”.
<i>Just-in-Time</i>	Sistema de produção e entrega de produtos certos, no momento certo e na quantidade certa.

<i>Kaikaku</i>	Significa inovação. Melhoria radical de uma atividade a fim de eliminar o <i>muda</i> e agregar valor.
<i>Kaizen</i>	Melhoria contínua e incremental de uma atividade a fim de eliminar o <i>muda</i> e agregar valor.
<i>Kanban</i>	Em japonês significa “cartão”. Ferramenta utilizada para puxar o sistema de produção enxuta.
<i>Kenshiyu Kai</i>	Seminários de desenvolvimento dos conceitos da Produção Enxuta. O público alvo são, em geral, gerentes e líderes da manufatura.
<i>Lead-Time</i>	Tempo transcorrido entre o pedido do cliente e o pagamento deste pela mercadoria entregue. Em alguns casos é utilizado no âmbito industrial, para designar o tempo entre o recebimento de um pedido ou ordem de fabricação até a expedição do respectivo produto acabado.
<i>Maru</i>	Palavra japonesa com o significado de círculo ou time.
MASP	Metodologia para análise e solução de problemas.
<i>Monomossu</i>	Ferramenta da gestão visual. São etiquetas, rótulos, placas, cartões etc destinados à identificar, quantificar, especificar ou destinar materiais, máquinas ou ferramentas.
MRP II	Sigla em inglês de <i>Manufacturing Resources Planning</i> . Trata-se de um sistema de planejamento interno e externo de materiais.
<i>Muda</i>	Palavra japonesa (pronuncia-se “mudá”). Significa tudo o quanto não agrega valor para o cliente. Desperdício.
<i>Mura</i>	Palavra japonesa com o sentido de inconsistência ou irregularidade.
<i>Muri</i>	Palavra japonesa que designa o procedimento, comum da produção em massa, de realizar comprar ou a própria fabricação em quantidades econômicas. No conceito da Produção Enxuta o lote ideal é o lote unitário.

<i>Poka-Yoke</i>	Dispositivo ou procedimento destinado a impedir a ocorrência de defeitos. Dispositivo à prova de erro.
<i>Set-Up</i>	Tempo de troca de ferramentas ou de preparação de uma máquina para uma nova produção ou um outro produto.
<i>Single-Piece-Flow</i>	Veja <i>Ikko-Nagashi</i>
<i>Souken</i>	Atividade prática conduzida algumas vezes ao ano, com participação de elementos da administração de outras unidades ou divisões industriais. É semelhante ao <i>dishunken</i> porém com participação externa.
Supermercado	Sistema de abastecimento da linha de produção onde os materiais vão sendo retirados na medida da necessidade de utilização. Como em uma gôndola de supermercado, os materiais consumidos são substituídos periodicamente.
<i>Top-down</i>	Diz-se do sentido da comunicação ou tomada de decisão a partir da alta administração da empresa e na direção do piso de fábrica.
TPM	Sigla de <i>Total Productive Maintenance</i> , manutenção produtiva total.
<i>Turn-Over</i>	Rotatividade de mão-de-obra.
WIP	Sigla de <i>Work-in-Process</i> , estoque em processo.