**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LILLIAN DO NASCIMENTO GAMBI

**Recomendações para a implementação de conceitos e técnicas de
produção enxuta em empresas, fabricantes de produtos sob
encomenda, do aglomerado industrial de Sertãozinho**

**São Carlos
2011**

LILLIAN DO NASCIMENTO GAMBI

**Recomendações para a implementação de conceitos e técnicas de
produção enxuta em empresas, fabricantes de produtos sob
encomenda, do aglomerado industrial de Sertãozinho**

Dissertação de mestrado apresentada à Escola
de Engenharia de São Carlos da Universidade
de São Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Processo e Gestão de
Operações

Orientador: Professor Associado Luiz Cesar
Ribeiro Carpinetti

**São Carlos
2011**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

G191r	Gambi, Lillian do Nascimento Recomendações para implementação de conceitos e técnicas de produção enxuta em empresas, fabricantes de produtos sob encomenda, do aglomerado industrial de Sertãozinho / Lillian do Nascimento Gambi ; orientador Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti. -- São Carlos, 2011. Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processo e Gestão de Operações) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011. 1. Manufatura enxuta. 2. Produção por encomenda. 3. Aglomerado industrial. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Farmacêutica **LILLIAN DO NASCIMENTO GAMBI**.

Dissertação defendida e julgada em 17.02.2011 perante a Comissão Julgadora:

_____
Prof. Associado **LUIZ CESAR RIBEIRO CARPINETTI** – (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

_____
Prof. Dr. **KLEBER FRANCISCO ESPÔSTO**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADA

_____
Prof. Dr. **MOACIR GODINHO FILHO**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADA

_____
Prof. Associado **AQUILES ELIE GUIMARÃES KALATZIS**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

_____
Prof. Associado **PAULO CÉSAR LIMA SEGANTINE**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

Aos meus pais por me apoiarem mesmo
quando minhas escolhas parecem insensatas;
ao Henrique e ao Marcelo por estarem sempre
presentes e ao meu tio Celso (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Em especial:

- Ao professor Carpinetti com quem tenho aprendido muito desde meu retorno à Universidade. Também pela atenção, suporte, orientação e confiança;
- Aos professores Kleber Esposto e Moacir Godinho Filho, pelas importantes contribuições no exame de qualificação e pela presença na etapa de conclusão;
- A minha família, pelo amor e presença sempre;
- Ao Digão, Fê, Júlio, Tati e Wil, amigos de longa data;
- Aos amigos e colegas da Produção: Camila, Catarina, Daniela, Danilo, Gislaine, Jeferson, Juliana, Larissa, Lauro, Rafael, Roberta, Rosicler, Sabrina, Vanda e Vanessa pelos cafés, conversas, ajudas e momentos de descontração;
- A Daiane, Eugênia, Lie e Márley pela amizade mesmo estando distantes;
- Aos amigos queridos da Engenharia Elétrica, a lista é grande;
- A Yovanna e Suellen por compartilharem comigo não só a mesma casa, mas muito de suas vidas;
- Aos profissionais que contribuíram para este trabalho: André Valochi, Cristian Maiela, Danilo Korch, Dênis Vaneti, Edison Borela, Marcos Carneiro, Ricardo Luiz e aos representantes do CEISE-Br: Balbino, Clézio, Flávio e Vivian;
- Aos funcionários do Departamento: Celso, Claudete, Daniel, Francis, Juliana, Luiz Fernando, Talita, Saulo, Sueli e ao José Luiz pela atenção e apoio;
- Aos funcionários da Biblioteca, em especial a Eleninha, pela revisão técnica;
- A CAPES, pelo auxílio financeiro;
- A Deus, por tornar tudo isso real.

RESUMO

GAMBI, L. N. (2011). **Recomendações para a implementação de conceitos e técnicas de produção enxuta em empresas, fabricantes de produtos sob encomenda, do aglomerado industrial de Sertãozinho**. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

Os conceitos e técnicas da produção enxuta têm sido aplicados, de forma cada vez mais abrangente, pelas organizações em todo o mundo. Muitas histórias de sucesso remetem a sua aplicação em empresas que operam em condições similares ao da *Toyota*: produção repetitiva de itens e demanda relativamente estável. Porém, esses conceitos e técnicas podem ser aplicados em outros ambientes produtivos, sendo importante entendê-los e adaptá-los, quando necessário, às condições particulares de cada empresa. Este trabalho propõe recomendações que auxiliam na aplicação da produção enxuta em empresas fabricantes de produtos sob encomenda. Essas empresas possuem um ambiente produtivo caracterizado por uma alta variedade e baixo volume; características que contribuem para uma descrença em relação aos possíveis benefícios que a produção enxuta pode proporcionar na melhoria do desempenho dessas empresas. O objetivo deste trabalho é evidenciar a aplicabilidade e os benefícios da produção enxuta nessas empresas e, por meio das recomendações, fomentar sua aplicação em empresas com características semelhantes às estudadas. As recomendações elaboradas são baseadas num levantamento bibliográfico e em estudos de casos em empresas, fabricantes de produtos sob encomenda, pertencentes ao aglomerado industrial de Sertãozinho. Essas recomendações foram legitimadas por especialistas no assunto e por funcionários das empresas estudadas. Por fim, conclui-se que muitos dos conceitos e técnicas da produção enxuta são aplicáveis nos ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume podendo contribuir de forma significativa para a melhoria do desempenho das empresas, para a melhoria contínua e, conseqüente, melhoria da competitividade do aglomerado industrial. O que se percebe é que a baixa aplicação nessas empresas é decorrente, principalmente, de aspectos relacionados a características organizacionais que da própria natureza do ambiente produtivo.

Palavras-chave: Produção enxuta. Produção sob encomenda. Alta variedade/baixo volume. Aglomerado industrial.

ABSTRACT

GAMBI, L. N. (2011). **Recommendations for the implementation of concepts and techniques of lean manufacturing in companies with high-mix/low-volume production environment of the industrial cluster of Sertãozinho**. 155 f. MSc. Dissertation – Engineering School of São Carlos, São Carlos, 2011.

The concepts and techniques of lean production have been applied in an ever more comprehensive by organizations around the world. Most applications have been to high volume, and relatively standardized products. However, the lean production can be applied in other production environments, it is important to understand its concepts and techniques and adapt them to particular conditions of each company. This paper proposes recommendations for the implementation of concepts and techniques of lean production in companies of an industrial cluster. These companies have a production environment characterized by a high-variety and low volume items; characteristics that contribute to a disbelief about the potential benefits that this implementation can provide in improving the performance of these companies. The aim of this work is to show the applicability and benefits of lean production in this environment. The recommendations were elaborated by reviewing the literature about lean production and case studies in companies of the industrial cluster of Sertãozinho. The recommendations proposed were legitimized by subject matter experts and employees of the companies studied. The results show the concepts and techniques of lean production can be successfully implemented in a high-variety/low-volume context resulting in benefits to companies, and the low level of implementation in this environment is mainly related to organizational issues.

Keywords: Lean Production. Custom Manufacturing. High mix/low-volume. Industrial cluster.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de desenvolvimento do trabalho.....	21
Figura 2 - Estratégias de resposta à demanda dos sistemas de produção	23
Figura 3 - Diferentes características em função da estratégia de resposta à demanda dos sistemas de produção	24
Figura 4 - Princípios da produção enxuta.....	27
Figura 5 - Enfoque da produção enxuta.....	29
Figura 6 - “4Ps” do modelo Toyota.....	30
Figura 7 - O Sistema Toyota de Produção.....	32
Figura 8 - Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor	33
Figura 9 - Fluxo de produção com <i>layout</i> funcional (a) e com <i>layout</i> celular (b).....	35
Figura 10 - Os “5S”	41
Figura 11 - <i>Kaizen</i> do processo e <i>Kaizen</i> do fluxo	44
Figura 12 - Rede de empresas de Sertãozinho.....	51
Figura 13 - Etapas envolvidas no processo produtivo: Empresa A.....	56
Figura 14 - Etapas envolvidas no processo produtivo: Empresa B	58
Figura 15 - Etapas envolvidas no processo produtivo: Empresa C	62
Figura 16 - Recomendações para a implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta em empresas com características semelhantes às estudadas.....	70
Figura 17 - Fluxograma para análise das sugestões de melhorias	77
Figura 18 - Modelo de quadro para monitoramento dos indicadores de desempenho ...	85
Figura 19 - Estrutura dos quadros e interligação entre eles.....	86
Figura 20 - Comparação entre as recomendações no estado inicial e após legitimação	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos principais de pesquisas na engenharia de produção e gestão de operações	19
Quadro 2 - Caracterização da pesquisa e justificativa	20
Quadro 3 - Conceitos e técnicas da produção enxuta aplicáveis em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos	48
Quadro 4 - Principais atividades de Sertãozinho e QL	51
Quadro 5 - Características técnicas e ambientais das empresas estudadas e empresas “tradicionais”	65
Quadro 6 - Exemplo de pontuação hipotética para as atividades de caldeiraria de diferentes produtos	83
Quadro 7 - Relação entre as recomendações propostas e os desafios passíveis de serem reduzidos	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL	Arranjo Produtivo Local
ATO	<i>Assembly to Order</i>
BNDES	Banco Nacional De Desenvolvimento Econômico e Social
CEISE-BR	Centro Nacional das Indústrias do Setor Sucroalcooleiro e Energético
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
CNAE	Classificação Nacional de Atividade Econômica
ETO	<i>Engineering to Order</i>
FENASUCRO	Feira Internacional do Setor Sucroalcooleiro
JIT	<i>Just-in-time</i>
PME's	Pequenas e Médias Empresas
MTO	<i>Make to Order</i>
MTS	<i>Make to Stock</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Pequenas e Médias Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TR	Tempo de Resposta
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> (MFV: Mapeamento do Fluxo de Valor)

SUMÁRIO

1 Introdução	14
1.1 Contextualização e justificativa	14
1.2 Objetivos e contribuição da pesquisa	17
1.3 Método da pesquisa e etapas de desenvolvimento do trabalho	18
1.3.1 Método da pesquisa	18
1.3.2 Etapas de desenvolvimento do trabalho	20
1.3.3 Estrutura do texto	21
2 Produção enxuta	22
2.1 Tipologias de manufatura	22
2.2 Histórico da produção enxuta	25
2.3 Conceitos da abordagem enxuta	27
2.4 Técnicas utilizadas na abordagem enxuta	33
2.4.1 Mapeamento do fluxo de valor	33
2.4.2 <i>Layout</i> celular	34
2.4.3 Times multifuncionais	35
2.4.4 Padronização do trabalho	36
2.4.5 Produção puxada (<i>kanban</i>)	37
2.4.6 Nivelamento da produção (<i>heijunka</i>)	38
2.4.7 Redução do tempo de <i>setup</i>	39
2.4.8 Automação e sistema à prova de erros	40
2.4.9 Programa “5S”	40
2.4.10 Manutenção produtiva total	42
2.4.11 Gestão visual	42
2.4.12 Melhoria contínua (<i>kaizen</i>)	43
2.5 A produção enxuta em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos	45
3 Pesquisa aplicada	49
3.1 Caracterização do aglomerado industrial de Sertãozinho	49
3.2 Planejamento dos estudos de casos	53
3.3 Condução dos estudos de casos e resultados	55
3.3.1 Empresa A	55
3.3.2 Empresa B	58
3.3.3 Empresa C	61
3.4 Análise dos dados	63
4. Recomendações para implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta em empresas do aglomerado	67
4.1 Fase 1 - Planejamento e disseminação da cultura	70
4.1.1 Treinamento introdutório em conceitos e técnicas da produção enxuta	70
4.1.2 Definição dos objetivos e metas da empresa com a aplicação dos conceitos e técnicas de produção enxuta	71
4.1.3 Definição de uma equipe “enxuta”	72
4.1.4 Identificação de desperdícios	73
4.1.5 Mapeamento do fluxo de valor	74
4.1.6 Implementação de programa “5S”	75
4.1.7 Implementação de um programa de sugestões de melhorias	75

4.2 Fase 2 - Melhoria e padronização.....	78
4.2.1 Elaboração de procedimentos operacionais padrões	78
4.2.2 Elaboração e implementação de planos de manutenção preventiva.....	79
4.2.3 Elaboração de planos de treinamento e matriz de habilidades para os operadores.....	79
4.2.4 Realização de eventos <i>kaizen</i>	80
4.3 Fase 3 - Monitoramento e controle.....	81
4.3.1 Programação da produção e gestão visual.....	81
4.3.2 Definição de indicadores de desempenho no chão de fábrica e gestão visual desses indicadores.....	84
4.3.3 Iniciativas de sustentabilidade	87
5 Legitimação das recomendações	90
5.1 Legitimação das recomendações por funcionários das empresas estudadas	91
5.2 Legitimação das recomendações por especialistas em produção enxuta	93
6. Conclusões	96
6.1 Considerações finais	98
Referências	100

1 Introdução

1.1 Contextualização e justificativa

A produção enxuta é uma abordagem multidimensional que engloba diferentes práticas gerenciais, como: *Just in Time (JIT)*, sistemas da qualidade, trabalho em equipe, *layout* celular, entre outros, em um sistema integrado, focado na identificação e eliminação de desperdícios por toda a cadeia de valor de um produto (CRUTE et al., 2003; SCHERRER-RATHJE; BOYLE; DEFLOIRIN, 2009; SHAH; WARD, 2003). A ideia central é que essas práticas possam trabalhar sinergicamente para fabricar produtos de alta qualidade, ao ritmo da demanda do consumidor, com pouco ou nenhum desperdício (SHAH; WARD, 2003).

A adoção dos conceitos e técnicas da produção enxuta tem despertado o interesse das indústrias como uma forma de reduzir os desperdícios no fluxo de valor, melhorar sua produtividade e o valor criado para os clientes (SRIPARAVASTU; GUPTA, 1997). Desde a publicação do livro “*The Machine that Changed the World*”, de Womack, Jones e Roos, em 1990, os conceitos e técnicas desse sistema se disseminaram por diversas empresas ao redor do mundo (CRUTE et al., 2003). Esses conceitos e técnicas vêm sendo aplicados, principalmente, em ambientes de produção de alto volume e produtos relativamente padronizados (JAMES-MOORE; GIBBONS, 1997; GUAN et al., 2008; LANDER; LIKER, 2007; SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009).

Sua aplicação também é mais disseminada nas grandes empresas, já que as demais possuem recursos financeiros limitados, carência de recursos humanos e de conhecimento sobre os conceitos e técnicas da produção enxuta (ACHANGA, 2006; BONAVIA; MARIN, 2006; SHAH; WARD, 2003).

Embora a produção enxuta esteja se tornando popular para a melhoria da produtividade, muitas empresas têm receio de que sua implementação seja de custo elevado e que consuma muito tempo e recursos (ACHANGA, 2006); outras apresentam uma descrença considerável sobre a aplicabilidade dela em suas práticas produtivas (BONAVIA; MARIN, 2006; ESWARAMOORTHY et al., 2010; LANDER; LIKER, 2007; SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009).

É o que ocorre, por exemplo, com empresas que operam em ambientes produtivos de elevada variedade e baixo volume de produtos. Essas empresas, por não

possuírem processos repetitivos e padronizados, apresentam dificuldades na utilização dos conceitos e técnicas da produção enxuta em seus processos.

Paralelamente, constata-se no Brasil a existência de vários aglomerados industriais constituídos, em sua maioria, por Pequenas e Médias Empresas (PME's). Porter (1998, p.78) define aglomerado como:

[...] concentrações geográficas de empresas de determinado setor de atividade e companhias correlatas. Estas podem ser, por exemplo, fornecedores de insumos especiais – componentes, máquinas, serviços – ou provedores de infraestrutura especializada. Geralmente se expandem diretamente em direção aos canais de distribuição e clientes e, marginalmente, em direção aos fabricantes de produtos complementares e empresas de setores afins. Muitos incluem ainda instituições governamentais ou não, como universidades, entidades normativas e associações comerciais que oferecem treinamento, informação, pesquisa e apoio técnico.

A participação em um aglomerado permite às empresas vantagens, por exemplo, na compra de insumos e contratação de mão de obra, no acesso a informações, tecnologias e instituições de crédito. As vantagens competitivas duradouras em uma economia globalizada dependem cada vez mais de fatores locais, como: conhecimento, relacionamento social e motivação, com os quais os concorrentes geograficamente distantes não conseguem competir (AMATO NETO, 2009; PORTER, 1998).

Segundo Amato Neto (2009), o debate em torno dos aglomerados industriais tem ganhado destaque pela crescente importância que esse fenômeno vem apresentando às experiências de desenvolvimento socioeconômico de vários países, não só industrializados como Itália, Japão e Alemanha, mas, também, para os países em desenvolvimento como México, Chile, Argentina e Brasil.

Os aglomerados industriais são formados quando os aspectos setoriais e geográficos estão concentrados e se encontra um amplo escopo para a divisão de tarefas entre as empresas, bem como para a especialização e inovação, elementos essenciais para a competição além dos mercados locais. Além disso, as tradições e costumes do local também são importantes por propiciarem melhores condições à disseminação do

conhecimento e inovação, contribuindo para maior eficiência coletiva (AMATO NETO, 2009).

Um dos aglomerados industriais do estado de São Paulo está localizado no município de Sertãozinho. As empresas que fazem parte desse aglomerado são constituídas, em sua maioria, por PME's fabricantes de equipamentos produzidos sob encomenda; essas empresas fabricam seus produtos para atenderem, principalmente, ao setor sucroalcooleiro que movimenta a economia da região.

Também estão presentes no aglomerado algumas instituições que apoiam o desenvolvimento dessas empresas, dentre elas destaca-se o Serviço Brasileiro de Pequenas e Médias Empresas (SEBRAE) e o Centro Nacional das Indústrias do Setor Sucroalcooleiro e Energético (CEISE-Br). Este último, formado pela associação das principais indústrias de Sertãozinho, exerce o papel de agente de governança local tendo grande influência sobre as empresas da região.

Em 2009, ambos inauguraram um projeto nomeado de "Projeto APL" no qual fazem parte algumas micro e pequenas empresas do aglomerado. O objetivo desse projeto é organizar, capacitar e estruturar essas empresas melhorando a qualidade de seus produtos e serviços, aumentando a competitividade delas.

Como dito anteriormente, a maioria das indústrias de Sertãozinho fabricam produtos sob encomenda, tendo uma produção caracterizada por alta variedade e baixo volume de produtos. Essas características contribuem para aumentar a descrença dessas empresas em relação à aplicabilidade dos conceitos e técnicas da produção enxuta e dos benefícios que elas poderiam obter a partir de sua implementação.

Segundo Lander e Liker (2007), essa descrença é resultado da forma como essas empresas olham para a produção enxuta, enxergando-a como um conjunto de ferramentas aplicadas de uma maneira pré-definida e imutável. Para os autores, a adaptação a novos ambientes é possível quando os objetivos da produção enxuta são compreendidos como um todo.

As ferramentas utilizadas na produção enxuta são muitas e variáveis. Portanto, cada empresa deve escolher e adaptar aquelas que trarão os maiores benefícios para elas (LANDER; LIKER, 2007; CONNER, 2001). A implementação de conceitos e técnicas características dessa abordagem pode contribuir de forma considerável para que as empresas melhorem seu desempenho operacional e se tornem mais competitivas. Essa implementação pode ser ainda mais eficaz e sustentável se desenvolvida por meio de ações conjuntas nas empresas, fortalecendo seus processos de melhoria e aprendizado.

A partir disso, entende-se que é necessário identificar aspectos relevantes e características semelhantes entre as empresas estudadas que pertencem ao aglomerado industrial; definir recomendações que sejam aplicáveis a elas e as auxiliem, com o apoio do agente de governança local, na adoção de conceitos e técnicas de produção enxuta.

As empresas do aglomerado industrial de Sertãozinho foram utilizadas como objeto de estudo devido ao contato do grupo de pesquisa com o CEISE-Br, agente de governança local, que possui interesse nos resultados desse estudo e apoia iniciativas de melhoria nas empresas. Espera-se que, dessa forma, a implementação de iniciativas de melhoria, apresentadas neste trabalho, seja favorecida.

Assim, o foco deste trabalho estará em responder a seguinte questão de pesquisa:

Que recomendações poderiam contribuir para que empresas com características semelhantes às estudadas e com o suporte do agente de governança local, no caso de aglomerados industriais, implementem conceitos e técnicas da produção enxuta?

1.2 Objetivos e contribuição da pesquisa

O objetivo deste trabalho é propor recomendações para aplicação de conceitos e técnicas da produção enxuta em empresas fabricantes de produtos sob encomenda que possuem um ambiente produtivo caracterizado pela produção em alta variedade e baixo volume. As empresas do aglomerado industrial de Sertãozinho serão utilizadas como objeto de estudo por produzirem sob encomenda e, também, devido à presença do CEISE-Br, um agente de governança local do aglomerado, que apoia ações de melhoria e tem interesse nos resultados desse estudo.

Pretende-se com esse trabalho evidenciar a aplicabilidade dos conceitos e técnicas da produção enxuta em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos e os potenciais benefícios dessa implementação para a melhoria do desempenho das empresas. Espera-se também contribuir para fomentar a aplicação desses conceitos e técnicas em empresas com características semelhantes às estudadas e, principalmente, oferecer a elas e aos seus agentes de governança, subsídios que contribuam para aplicação desses conceitos e técnicas de forma bem sucedida.

Apesar de adotar as empresas do aglomerado de Sertãozinho como objeto de estudo, esta proposta pode contribuir igualmente para a aplicação desses conceitos e

técnicas nas demais empresas fabricantes de produtos sob encomenda, bem como para outros aglomerados, como é o caso do aglomerado industrial de Piracicaba, localizado no estado de São Paulo, também fabricante de produtos sob encomenda.

Dessa forma, os objetivos específicos deste trabalho são:

- Evidenciar a aplicabilidade dos conceitos e técnicas da produção enxuta em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos e os benefícios dessa aplicação.
- Propor recomendações para a implementação desses conceitos e técnicas em empresas pertencentes ao aglomerado industrial de Sertãozinho e, com isso, fornecer subsídios que favoreçam a implementação nessas empresas.
- Fomentar a aplicação dos conceitos e técnicas da produção enxuta em empresas do aglomerado e em outras empresas com características semelhantes.

1.3 Método da pesquisa e etapas de desenvolvimento do trabalho

1.3.1 Método da pesquisa

Segundo Miguel (2007), a importância metodológica de um trabalho advém da necessidade de embasamento científico adequado, geralmente caracterizado pela busca da melhor abordagem de pesquisa a ser utilizada para endereçar as questões de pesquisa, bem como os respectivos métodos e técnicas para seu planejamento e condução.

Ainda de acordo com o mesmo autor, ao desenvolver uma pesquisa científica, um dos primeiros passos a se definir é a abordagem de pesquisa, pois ela é importante para prover orientação para o pesquisador definir os métodos e técnicas que serão utilizados em sua pesquisa. De acordo com Miguel et al. (2010), essa escolha precisa ser coerente com a concepção metodológica de ciência do pesquisador, com características da pesquisa e com o perfil do pesquisador, pois cada abordagem traz um conjunto de características peculiares a ela própria.

Na abordagem quantitativa, o pesquisador deve capturar as evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis. O pesquisador não interfere ou pouco interfere nas variáveis de pesquisa; já na abordagem qualitativa, o ambiente de pesquisa é o próprio ambiente dos indivíduos. Dessa forma, a realidade subjetiva dos envolvidos é fundamental (MIGUEL et al., 2010).

Segundo Yin (2005), a literatura apresenta diversas estratégias para realização de uma pesquisa, cada uma trazendo diferentes enfoques para a coleta e análise dos dados.

O que diferencia a estratégia a ser utilizada está relacionado à questão de pesquisa proposta, à extensão de controle que o pesquisador tem sobre eventos comportamentais atuais e ao grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos em oposição a acontecimentos históricos.

As pesquisas mais comuns em engenharia de produção e gestão das operações, segundo Miguel (2007), envolvem os tipos principais descritos no Quadro 1.

Tipos principais de pesquisa	Considerações
Estudo de caso	Análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados e presença da interação entre pesquisador e objeto de pesquisa.
Pesquisa-ação	Realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo na qual os pesquisadores estão envolvidos de modo cooperativo.
Pesquisa Bibliográfica	Atividade importante para identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa em determinada área do conhecimento.
Survey	Levantamento de dados em uma amostra significativa com o uso de técnicas de amostragem e análise e inferência estatística.
Experimento	Estudo da relação causal entre duas variáveis de um sistema sob condições controladas pelo pesquisador.
Modelamento e Simulação	Uso de técnicas matemáticas e computacionais para descrever o funcionamento de um sistema produtivo ou parte dele, de forma a investigar a relação causal e quantitativa entre essas variáveis.
Desenvolvimento teórico-conceitual	Escopo principal envolve, sobretudo, modelagens conceituais que resultam em novas teorias

Quadro 1 - Tipos principais de pesquisas na engenharia de produção e gestão de operações

Fonte: adaptado de Miguel (2007)

Segundo Meredity (1998) e Yin (2005), um estudo de caso utiliza ferramentas e métodos múltiplos para a coleta de dados por um observador que considera aspectos contextuais e temporais de um fenômeno contemporâneo sob estudo, mas sem controles experimentais ou manipulações. Além disso, os estudos de caso permitem investigações exploratórias onde as variáveis são ainda desconhecidas e o fenômeno não é totalmente compreendido.

A caracterização da pesquisa a ser desenvolvida nesse projeto de mestrado e sua justificativa, baseada nas descrições acima, estão sintetizadas no Quadro 2:

	Caracterização da Pesquisa	Justificativa
Tipo de Pesquisa	Pesquisa Bibliográfica	Definir uma estrutura conceitual teórica sobre o assunto abordado.
	Estudo de caso	Análise aprofundada do objeto de estudo a fim de obter uma compreensão dos valores e práticas de um grupo
Abordagem	Qualitativa exploratória	Possui caráter descritivo e permite familiarizar com o problema e torná-lo explícito.
Fonte de evidências	Entrevistas	Direcionamento da pesquisa ao foco do estudo de caso
	Observações diretas	Acontecimentos são tratados em tempo real e de forma contextual

Quadro 2 - Caracterização da pesquisa e justificativa

Inicialmente foi definido um referencial teórico para o trabalho; o objetivo de se definir esse referencial teórico foi o de mapear a literatura sobre o tema abordado e delimitar as fronteiras do que será investigado. Dessa forma, o referencial teórico deste trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre produção enxuta.

O procedimento de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi o de estudos de caso, por ser considerado o mais apropriado para responder às questões de pesquisa e atingir os objetivos propostos.

Os estudos de caso foram realizados em PME's do aglomerado de Sertãozinho a fim de conhecer a realidade dessas empresas e analisar suas práticas de produção, identificando semelhanças entre elas, desafios comuns e oportunidades de melhoria dentro do contexto teórico pesquisado.

O levantamento bibliográfico e a realização dos estudos de caso serviram como base para o desenvolvimento conceitual das recomendações propostas neste trabalho. No capítulo 3 serão apresentados detalhes sobre o planejamento e condução desses.

1.3.2 Etapas de desenvolvimento do trabalho

Uma vez definido o método de pesquisa, o trabalho foi desenvolvido em diferentes etapas com a finalidade de se atingir os objetivos propostos. As etapas de desenvolvimento do trabalho estão representadas na Figura 1:

Figura 1 - Etapas de desenvolvimento do trabalho

1.3.3 Estrutura do texto

Baseando nas etapas de desenvolvimento do trabalho descritas no subitem anterior, a estrutura do texto foi organizada em 6 (seis) capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1: Apresenta a contextualização e justificativa do tema a ser estudado; a formulação do problema e questão de pesquisa; objetivos; contribuições do trabalho; etapas de desenvolvimento e método de pesquisa; estrutura e organização do trabalho.

Capítulo 2: Referencial teórico do trabalho. Dessa forma, esse capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre produção enxuta e sua aplicação em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos.

Capítulo 3: Pesquisa aplicada. Apresenta uma caracterização das empresas onde os estudos de caso foram desenvolvidos; planejamento e condução dos estudos de caso; resultados e análise dos dados obtidos.

Capítulo 4: Desenvolvimento da proposta com as recomendações para implementação dos conceitos e técnicas da produção enxuta nas empresas do aglomerado industrial.

Capítulo 5: Legitimação das recomendações pelos funcionários das empresas estudadas e especialistas no assunto.

Capítulo 6: São apresentadas as conclusões e considerações finais do trabalho.

2 Produção enxuta

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre produção enxuta, seus conceitos e técnicas e sua aplicação em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume. Considerando a importância de se caracterizar o ambiente produtivo estudado no que diz respeito à implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta, inicialmente, é apresentada algumas tipologias de sistemas de manufatura.

2.1 Tipologias de manufatura

Uma classificação importante do sistema de produção é a classificação baseada na estratégia de resposta à demanda já que existem formas diferentes de um sistema de manufatura responder à demanda do mercado. Dentre algumas dessas formas, pode-se citar: *make to stock* (MTS = produção para estoque com base em previsão de demanda); *assembly to order* (ATO = montagem sob encomenda); *make to order* (MTO = fabricação sob encomenda) e *engineering to order* (ETO = projeto sob encomenda) (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Cada uma dessas diferentes formas de resposta à demanda possui uma posição de estoque isolador de processos, chamada de ponto de desacoplamento; assim, até o ponto de desacoplamento se fabrica para estoque e, a partir daí, se produz sob encomenda (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010; WORTMANN, 1992). Já o tempo de resposta (TR), tempo que o cliente vai esperar entre colocar um pedido e recebê-lo é função do tempo decorrido entre liberar uma ordem e o momento em que os itens de tal ordem tenham sido disponibilizados (*leadtime*). A Figura 2 apresenta uma ilustração dos tipos de manufatura citados anteriormente:

Figura 2 - Estratégias de resposta à demanda dos sistemas de produção

Fonte: adaptado de Silva e Fernandes (2008)

Atenção especial será dada às tipologias MTO e ETO já que a maioria das empresas pertencentes ao aglomerado industrial estudado responde à demanda de uma dessas formas.

Em situações de produção típicas, a complexidade de um negócio MTO é usualmente concentrada na manufatura. Segundo Wortmann (1992), as incertezas das operações em empresas MTO estão, comumente, concentradas em questões como quanto esforço do processo produtivo será necessário para a realização de um determinado trabalho, o que se relaciona à falta de confiança nos dados da engenharia sobre a operação dos novos pedidos. Em geral, essas empresas têm uma limitada capacidade produtiva e possuem tendência em aceitar mais trabalho que sua capacidade disponível permite, subcontratando parte do trabalho.

Os ambientes ETO, pela natureza do negócio, possuem uma incerteza sobre as especificações dos consumidores. De forma geral, essas especificações não são investigadas profundamente durante o contrato do negócio. O custo, o *leadtime* e a qualidade do produto final são determinados, principalmente, durante a fase de engenharia (WORTMANN, 1992).

A Figura 3 apresenta como se comporta características como volume, variedade, grau de customização, custo de estoque e tempo de resposta em relação à escolha das estratégias de resposta à demanda, citadas anteriormente.

Figura 3 - Diferentes características em função da estratégia de resposta à demanda dos sistemas de produção

Fonte: adaptado de Fernandes e Godinho Filho (2010)

Analisando a figura, percebe-se que sistemas de produção MTO e ETO apresentam baixo volume de produção, alta variedade de produtos e alta customização; o custo de estoque é baixo já que produzem sob encomenda. Em contrapartida, o tempo de resposta é alto, dessa forma, qualquer modificação que ocorra no pedido do produto causa impactos significativos para a empresa.

A variedade dos produtos fabricados, as diferenças de especificações entre um produto e outro, os longos e variados *leadtimes*, a grande variabilidade de demanda são algumas das características que constituem desafios para essas empresas além de contribuir para descrença sobre a aplicabilidade da abordagem enxuta nesses ambientes produtivos.

As afirmações anteriores remetem a características das empresas pertencentes ao alçomero industrial de Sertãozinho e serão consideradas durante a realização dos estudos de caso.

2.2 Histórico da produção enxuta

Analizando a forma de produzir das empresas automobilísticas norte-americanas: alto volume e baixa variedade de produtos, os japoneses identificaram que ela resultava em um elevado número de produtos em estoque e era incapaz de atender às necessidades reais dos clientes (HOLWEG, 2007). Foi a partir dessas constatações e considerando a escassez de recursos do Japão no período pós Segunda Guerra Mundial que a *Toyota* percebeu que precisava repensar a produção em massa para atingir os objetivos que possuía: de produzir muitos modelos em pequenas quantidades (OHNO, 1988).

Porém, isso era impensável na época, pois o sistema de produção em massa que vigorava nas empresas reduzia os custos mediante uma produção em grande escala, justificada pelo melhor aproveitamento das máquinas e da redução dos números de *setups*. Dessa forma, as fábricas tentavam produzir o máximo possível com os mesmos recursos com o objetivo de dividir os custos fixos por uma quantidade maior de produtos, reduzindo o custo unitário de seu produto final.

A partir de 1948, Ohno, considerado um dos criadores do Sistema Toyota de Produção, disseminou os conceitos de produção de pequenos lotes na *Toyota Motors*; seu foco era reduzir os custos eliminando qualquer tipo de desperdício descrevendo a autonomia e o *JIT* como os dois pilares desse sistema (HOLWEG, 2007; PAPADOPOULOU; OZBAYRAK, 2005). O aprimoramento dessa forma de produzir se seguiu pelas décadas seguintes por meio de um processo contínuo de aprendizagem.

Em 1973, a crise do petróleo, seguida pela recessão, afetou os governos, negócios e a sociedade do mundo todo. Em 1974, a economia do Japão havia entrado em colapso e muitas empresas estavam sofrendo com isso. A *Toyota* teve seus lucros reduzidos, porém, sofrendo bem menos que as demais empresas e se recuperando mais rapidamente (HOLWEG, 2007; LANDER; LIKER, 2007; OHNO, 1988).

Foi nesse momento que ela chamou a atenção mundial pela primeira vez e ganhou ainda mais projeção em 1990 com a publicação do livro “*The Machine that Changed the World*”, de Womack, Jones e Roos. Este livro se baseia num estudo detalhado da indústria automobilística mundial onde foram apresentados inúmeros casos em que se demonstrava o desempenho superior das empresas automotivas japonesas, em especial da *Toyota*, em relação às empresas norte-americanas (BHASIN;

BURCHER, 2006; CRUTE et al., 2003; JINA; BATTACHARYA; WALTON, 1997; LIKER, 2005; WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Essa abordagem foi chamada de produção enxuta (*lean production*), por se tratar de uma forma de fazer cada vez mais com menos: menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo, menos espaço e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam (WOMACK; JONES, 2004).

Nos últimos anos, a adoção dos conceitos e técnicas de produção enxuta tem disseminado por muitas organizações em todo o mundo. Embora a maioria das histórias de sucesso remeta a condições operacionais e de mercados semelhantes àquelas da *Toyota*, isso não exclui o uso da produção enxuta em setores produtivos com características diferentes: incluindo aí setores de serviço e também ambientes produtivos de baixo volume e alta variedade de produtos (BOYLE; SCHERRER-RATHJE, 2009; LANDER; LIKER, 2007).

A produção enxuta é vista tanto como uma filosofia guiada por princípios (ACHANGA, 2006; BHASIN; BURCHER, 2006; KARLSSON; AHLSTROM, 1996; LIKER, 2005; PAPADOPOULOU; OZBAYRAK, 2005; SCHONBERGER, 2007; SHAH; WARD, 2003; STUMP; BARUDEEN, 2009) como sob uma perspectiva mais prática de aplicação de técnicas e ferramentas (CHEN; LI; SHADY, 2010; HOPP; SPERMAN, 2004; KARLSSON; AHLSTROM, 1996; LIKER, 2005; SHAH; WARD, 2003; SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009).

Para este trabalho serão adotados os termos conceitos e técnicas de produção enxuta. Os conceitos representam os alicerces da abordagem enxuta, abrangendo seus princípios, leis e filosofias; por sua vez, as técnicas, representam as ferramentas, práticas, métodos e outros meios para se viabilizar a implementação desses conceitos.

Nos subitens seguintes são apresentados conceitos da abordagem enxuta e, em seguida, estão descritas algumas das técnicas utilizadas em ambientes que adotam essa abordagem em suas práticas gerenciais e operacionais. Este capítulo finaliza com uma revisão bibliográfica sobre a aplicação da produção enxuta em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos.

2.3 Conceitos da abordagem enxuta

Segundo Womack e Jones (2004), o pensamento enxuto é constituído por cinco princípios básicos, conforme apresentados na Figura 4:

Figura 4 - Princípios da produção enxuta
Fonte: adaptado de Womack e Jones (2004)

A explicação desses princípios é dada por esses mesmos autores:

Especificar Valor: ponto de partida do pensamento enxuto; é definir sob a perspectiva do cliente final o que gera valor para ele, ou seja, que atenda às suas necessidades a um preço e momento determinados.

Identificar o Fluxo de Valor: identificar todas as ações específicas necessárias para a produção de um produto e eliminar todos os desperdícios identificados. É nesse momento que, na maioria das vezes, os desperdícios são prontamente identificados.

Fluxo: colocar foco no produto, criar um fluxo contínuo e sem interrupções ou esperas. Essa etapa exige uma mudança de mentalidade já que, de forma geral, tem-se uma convicção comum de que as atividades devem ser agrupadas pela função, para que possam ser realizadas de forma mais eficiente e gerenciadas com mais facilidade. Porém, isso é um equívoco, já que lotes significam sempre longas esperas.

Puxar: Produzir de acordo com a demanda do cliente final, deixar que ele puxe o produto. Assim, a produção será exatamente o que o cliente necessita, no momento em que ele demandar, ao invés de empurrar os produtos para ele.

Perfeição: Buscar a perfeição, aplicar a melhoria contínua nos produtos e processos.

Baseado nesses princípios, uma indústria para ser enxuta precisa de um modo de pensar que faça o produto fluir através de processos ininterruptos de agregação de valor (fluxo unitário de peças); um sistema puxado que parta da demanda do cliente, reabastecendo somente o que a operação seguinte for consumir em curtos intervalos; e

uma cultura em que todos lutem continuamente para a melhoria (LIKER, 2005; WOMACK; JONES, 2004).

Qualquer processo de transformação seja ela física ou de informações, do produto, serviço ou atividade em algo que o cliente deseja, envolve três tipos de atividades (HINES; TAYLOR, 2000; HINES; RICH, 1997; WOMACK; JONES, 2004):

- Atividades que agregam valor: são aquelas atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto e serviço; são as atividades de transformações propriamente ditas, aquelas que os clientes estão dispostos a pagar por elas;
- Atividades que não agregam valor: são aquelas atividades que, aos olhos do consumidor final, não tornam o produto ou serviço mais valioso e são totalmente desnecessárias. Essas atividades são os desperdícios nítidos que devem ser eliminados de forma imediata;
- Atividades necessárias, mas que não agregam valor: são aquelas que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto mais valioso, porém sua existência é fundamental para a execução das atividades que realmente agregam valor ao produto final. São desperdícios difíceis de serem eliminados que necessitam de um acompanhamento de longo prazo para serem reduzidos ou eliminados, a menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.

Em seus estudos, Hines e Taylor (2000) identificaram que esses três tipos de atividades são encontrados em média, nos ambientes de produção de bens, não considerados de classe mundial, na proporção:

- 5% atividades que agregam valor;
- 60% atividades que não agregam valor e
- 35% atividades que são necessárias, mas não adicionam valor.

A abordagem tradicional para melhoria de processos foca em identificar os pontos de eficiência locais, o resultado é uma porcentagem significativa de melhoria para aquele processo individual, mas apresenta pouco impacto no fluxo de valor como um todo. Sem o pensamento enxuto, a maior parte das pessoas não consegue observar as oportunidades de redução de perdas através da eliminação ou da redução dos passos que não representam agregação de valor (LIKER, 2005).

Isso é verdadeiro, pois, como apresentado acima, na maioria dos processos, há poucos passos que agregam valor; assim, uma melhoria neles não significaria tanto quanto uma melhoria nas atividades que não agregam valor.

É isso que Hines e Taylor (2000) ilustram na Figura 5:

Figura 5 - Enfoque da produção enxuta
Fonte: Hines e Taylor (2000)

As atividades que não agregam valor são aquelas que geram os desperdícios, também conhecidos como “*muda*”. Os desperdícios podem ser classificados nas categorias descritas a seguir (HINES; TAYLOR, 2000; HINES; RICH, 1997; SHINGO, 1996; WOMACK; JONES; ROOS, 1992):

- Superprodução: produzir em excesso ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e/ou informações e excesso de inventário, isso gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo;
- Defeitos: erros frequentes nas folhas de processo, problemas na qualidade dos produtos e um fraco desempenho nas entregas;
- Inventário desnecessário: estoque excessivo e atrasos de informações ou produtos resultando em um custo excessivo e baixo desempenho do serviço ao consumidor;
- Processamento inadequado: uso incorreto de ferramentas, sistemas ou processos na realização das atividades de trabalho, geralmente, quando uma abordagem mais simples pode ser eficaz;
- Transporte excessivo: movimento excessivo de pessoas, informações ou produtos resultando em um desperdício de tempo, esforço e dinheiro;

- Espera: longos períodos de inatividade de pessoas, informações e produtos, por exemplo: o funcionário pára de trabalhar, pois há falta de matéria-prima, espera por uma informação, interrupção do funcionamento de equipamentos, atrasos de processamento, resultando em um fluxo pobre e longos tempos de *leadtime*;
- Movimentação desnecessária: ambiente de trabalho desorganizado, resultando em atividades não ergonômicas para o trabalhador que precisa fazer movimentos desnecessários na execução das atividades.

Liker (2005), ainda acrescenta mais um desperdício entre esses acima citados:

- Desperdício da criatividade dos funcionários: perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir os funcionários.

É importante destacar que a produção enxuta vai muito além da aplicação de ferramentas. O modo de pensar enxuto baseado no Sistema Toyota de Produção envolve uma transformação cultural mais profunda e abrangente, onde as pessoas são desafiadas a utilizarem sua iniciativa e criatividade para experimentarem e aprenderem (ACHANGA, 2006; BHASIN; BURCHER, 2006; KARLSSON; AHLSTROM, 1996; LIKER, 2005; SCHONBERGER, 2007; SHAH; WARD, 2003;).

Liker (2005), após seus estudos sobre a *Toyota*, definiu e categorizou o que ele chamou de “*Quatorze Princípios de Gestão da Toyota*”. Segundo ele, esses princípios são o alicerce do Sistema Toyota de Produção. Os princípios foram divididos em quatro categorias, todas iniciando com a letra “P”, conforme representados na Figura 6 e enumerados em seguida:

Figura 6 - “4Ps” do modelo Toyota

Fonte: adaptado de Liker (2005)

A) Filosofia de longo prazo.

- *Princípio 1: Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.*

B) Processo: O processo certo produzirá os resultados certos.

- *Princípio 2: Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.*
- *Princípio 3: Usar sistemas puxados para evitar a superprodução.*
- *Princípio 4: Nivelar a carga de trabalho (heijunka).*
- *Princípio 5: Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa.*
- *Princípio 6: Tarefas padronizadas é a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários.*
- *Princípio 7: Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.*
- *Princípio 8: Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.*

C) Valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros.

- *Princípio 9: Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros.*
- *Princípio 10: Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.*
- *Princípio 11: Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.*

D) A Solução contínua de problemas na origem estimula a aprendizagem organizacional.

- *Princípio 12: Ver por si só para compreender completamente a situação (genchi genbutsu).*

- *Princípio 13: Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez.*
- *Princípio 14: Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (hansei) e da melhoria contínua (kaizen).*

Analisando esses princípios, percebe-se que a produção enxuta deve ser vista como uma série de princípios que definem uma forma de pensamento voltada para o desenvolvimento de um modelo de produção abrangente e sustentável e não somente como um conjunto de técnicas pré-concebidas.

Para demonstrar o quão abrangente, complexo e interligado é o Sistema Toyota de Produção, o diagrama representado na Figura 7, conhecido como a “Casa do Sistema Toyota de Produção” tornou-se um dos símbolos mais reconhecidos para representar esse sistema.

Figura 7 - O Sistema Toyota de Produção
Fonte: Liker (2005)

A figura da casa representa que o Sistema Toyota de Produção é estrutural, sendo cada elemento crítico por si só. Dessa forma, uma conexão fraca fragiliza todo o sistema (LIKER, 2005). Embora o sistema seja complexo e não se resuma apenas à aplicação de técnicas de produção enxuta como mencionado anteriormente, elas são de extrema importância dentro do sistema e podem resultar em melhorias e ganhos para as

empresas que servirão de estímulo para a continuidade do desenvolvimento da filosofia enxuta e da mudança cultural em longo prazo.

Nos itens seguintes são apresentadas algumas técnicas adotadas na abordagem enxuta.

2.4 Técnicas utilizadas na abordagem enxuta

Diversas técnicas são utilizadas na abordagem enxuta; Godinho Filho e Fernandes (2004), em seus estudos de revisão bibliográfica sobre manufatura enxuta citam vinte e três dessas técnicas, nomeadas pelos autores de aspectos capacitadores da manufatura enxuta. Algumas dessas técnicas estão descritas, em maior detalhe, a seguir.

2.4.1 Mapeamento do fluxo de valor

O Mapeamento do fluxo de valor, também conhecido como *Value Stream Mapping* (VSM), é uma ferramenta simples que auxilia enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor (toda ação agregando valor ou não) necessária para levar um produto por todos os fluxos essenciais (ROTHER; SHOOK, 2003).

O VSM é importante, pois: fornece um fluxo visual completo, tanto de informações como de materiais, dando suporte à tomada de decisão; ele permite a identificação de desperdícios; mostra a relação entre o fluxo de informação e de material e forma a base para um plano de implementação de oportunidades de melhoria (ROTHER; SHOOK, 2003; WEE; WU, 2009).

Rother e Shook (2003) ilustram, conforme Figura 8, as etapas a serem seguidas para um Mapeamento do Fluxo de Valor.

Figura 8 - Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor

Fonte: Rother e Shook (2003)

Por meio da figura é possível notar que o mapeamento do fluxo de valor é um processo dinâmico, permitindo reavaliações constantes do estado atual, possibilitando que se façam constantes melhorias no estado futuro. Como o próprio nome diz, o mapa do estado atual mostra como os fluxos de informações e materiais ocorrem por todo o processo e o mapa futuro representa um estado ideal do sistema de produção (CHEN; LI; SHADY, 2010).

O mapeamento começa, então, pela definição da família de produtos a partir do consumidor final. Uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns em seus processos (ROTHER; SHOOK, 2003).

Definida a família de produtos, deve-se andar pelo chão de fábrica, observando todo o fluxo de valor e coletando informações a fim de desenhar o estado atual por meio de ícones padronizados. Ao desenhar o estado atual, oportunidades de melhorias são identificadas e um desenho do estado futuro deve ser elaborado.

Por fim, deve-se fazer um plano de implementação de todas as oportunidades de melhorias identificadas no estado atual descrevendo o que fazer para que se atinja o estado futuro desenhado, a fim de reduzir as ações que não agregam valor.

2.4.2 Layout celular

O princípio de fluxo contínuo está no centro do pensamento enxuto de que a redução do intervalo de tempo entre a matéria-prima até os produtos acabados levam a uma qualidade melhor, menor custo e menor *leadtime* (LIKER, 2005). Uma alternativa para isso é adotar o *layout* celular, alinhando fisicamente os processos na sequência que produzirá o que for solicitado pelo cliente no menor período de tempo.

A utilização do *layout* celular é uma maneira simples de contribuir para o fluxo contínuo, ele ajuda a eliminar os departamentos e criar células de trabalho agrupadas por produtos e não por processo (LIKER, 2005). A produção em fluxo contribui para eliminar a superprodução e o estoque, produzindo de acordo com o ritmo demandado pelo cliente. A razão da demanda do cliente pelo tempo disponível para produção é conhecida pela palavra alemã: *takt*, que significa ritmo.

O *takt time* é a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda dos clientes. Ele é um número de referência que fornece o ritmo em que cada processo deveria estar produzindo e ajuda a

enxergar como as coisas estão indo e o que fazer para melhorá-las (CONNER, 2001; LIKER, 2005; ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Slomp, Bokhorst e Germs (2009), o *takt time* fornece o passo ideal de produção para que as estações de trabalho operem num fluxo para estarem balanceadas de forma a minimizar os estoques e manter a produção de acordo com a demanda do consumidor.

A Figura 9 apresenta o fluxo de produção em uma empresa com *layout* funcional (a) e outra com o *layout* celular (b). Por meio da ilustração é possível identificar que a empresa com *layout* celular apresenta um melhor fluxo de produção, reduzindo os desperdícios com movimentação e transporte; além de reduzir os estoques entre as estações de trabalho.

Figura 9 - Fluxo de produção com *layout* funcional (a) e com *layout* celular (b)

Fonte: Lopes (1998)

A mudança do *layout* funcional para o *layout* celular implica, de forma geral, numa redução do número de operadores já que não é mais necessário que cada equipamento seja operado por um único operador. Conforme afirma Ohno (1988, p. 11), a produção em fluxo é a mudança de pensamento de “um operador, uma máquina” para um sistema de “um operador, muitas máquinas em processos diferentes”. Por esse motivo é preciso treinar os operadores em diferentes atividades com o objetivo de formar times multifuncionais, apresentado com mais detalhes no subitem seguinte.

2.4.3 Times multifuncionais

Time multifuncional é um grupo de funcionários que estão aptos para realizarem diferentes tarefas. Eles são, de forma geral, organizados em uma célula de trabalho e,

para cada time, é dada a responsabilidade de realizarem todas as tarefas relacionadas aquele fluxo. Uma vez que há rotação de tarefas entre os membros do time, a flexibilidade é aumentada e isso reduz a vulnerabilidade do sistema de produção (KARLSSON; AHLSTROM, 1996).

Na produção enxuta, o treinamento é parte importante do sistema de produção. Por meio dele, os funcionários se tornarão aptos a serem trabalhadores multifuncionais e a receberem as responsabilidades que são distribuídas dentro dos times. Para isso, segundo Hendry (1998), a empresa deve assegurar que seus funcionários estejam bem treinados, sejam flexíveis e se apropriem das atividades diárias.

Com os times multifuncionais, o número de níveis hierárquicos dentro da organização pode ser reduzido; em contrapartida, o número de funções que são de responsabilidade dos membros do time aumenta (KARLSSON; AHLSTROM, 1996). A flexibilidade dos recursos humanos contribui para o aumento da produtividade na empresa (AHLSTROM, 1998).

2.4.4 Padronização do trabalho

A alta eficiência de produção é mantida evitando a recorrência de produtos defeituosos, erros operacionais e acidentes, e pela incorporação das ideias dos trabalhadores. O trabalho padronizado é utilizado para facilitar a obtenção da qualidade durante o processo produtivo, demonstrando de forma clara e simples a sequência de realização das atividades (OHNO, 1988).

Procedimentos operacionais padrões implantados de forma eficiente, eliminam variações de processos e a redução de retrabalhos (PANDIAN; YANG; LIU, 2010). A padronização do trabalho contribui para a melhoria contínua por possibilitar a identificação da melhor forma para se desenvolver uma atividade. Assim, se os funcionários estiverem seguindo esses procedimentos e os defeitos ocorrerem, então é necessário revisá-los (OHNO, 1988).

Os procedimentos operacionais padrões devem ser simples e práticos o suficiente para serem compreendidos e usados pelas pessoas que realizam as atividades por que, dessa maneira, os funcionários aprendem rapidamente como desempenhar as atividades, evitando retrabalhos ou produzindo partes defeituosas (MAY, 2007; OHNO, 1988).

May (2007) lista três passos básicos necessários para se implementar um padrão:

- Estabelecer a melhor prática: assegure-se de que é o método mais conhecido. Obtenha o *feedback* dos que fazem o trabalho. Alcance o consenso.
- Documentar o padrão: Se possível de forma visual. Utilize gráficos, planilhas, modelos para que todos se lembrem sempre deles.
- Treinar o método: prepare o material necessário, treine pessoas. Controle o padrão para garantir sua eficácia e utilização.

A padronização do trabalho é importante, pois, é difícil melhorar qualquer processo antes que ele esteja padronizado. Somente após estabilizar o processo é que se pode ocorrer o processo de melhoria contínua. Partindo desse princípio é equivocado pensar que a padronização do trabalho o torna rotineiro e desmotivante, o que a padronização faz é possibilitar o aperfeiçoamento contínuo da atividade (LIKER, 2005; MAY, 2007).

2.4.5 Produção puxada (*kanban*)

Na produção enxuta, puxar significa o estado ideal da fabricação *JIT*: dar ao cliente o que ele quer, no momento e quantidade desejados (ideal do fluxo unitário de peças). Porém, por mais ideal que seja fazer um fluxo contínuo, isso nem sempre é possível como, por exemplo, onde os processos estão distantes ou onde os tempos de ciclos das operações são bastante variáveis (LIKER, 2005).

Nos pontos do fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível deve-se controlar a produção ligando-os aos clientes posteriores. Dessa forma, onde não for possível criar o fluxo unitário de peças, o melhor passa a ser o sistema puxado com o mínimo de estoque; isso é feito, frequentemente, através de um sistema puxado baseado em *kanbans* (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Ohno (1988), o *kanban* é um método operacional que carrega as informações verticalmente e lateralmente na *Toyota*. Ele é usado para se “puxar” a produção. Com base nos planos de produção, a programação diária é determinada em detalhe e as informações da produção são gerenciadas pelo sistema *kanban*, geralmente se utilizando cartões informativos. Através deste sistema, o processo precedente fabrica somente a quantidade utilizada pelo processo subsequente, eliminando a necessidade de uma programação para todos os processos de produção e impedindo a superprodução.

É importante destacar que, além do *kanban* usando cartões informativos, existem outros tipos de *kanban*, todos sendo boas ferramentas para se obter bons resultados. Porém, como destaca Ohno (1988), o uso inapropriado desse sistema pode trazer vários problemas. A fim de que isso seja evitado, é fundamental que o objetivo e papel da ferramenta estejam claramente compreendidos e que sejam estabelecidas regras para seu uso.

2.4.6 Nivelamento da produção (*heijunka*)

Os clientes não são previsíveis e os pedidos reais variam bastante, o nivelamento da produção é uma forma de criar uma operação mais enxuta e fornecer aos clientes melhor atendimento e qualidade, isso porque agrupar os produtos iguais e produzi-los todos de uma vez, dificulta o atendimento dos clientes que desejam produtos diferentes daqueles que estão sendo produzidos (LIKER, 2005).

Em sistemas tradicionais de produção, às vezes há mais trabalho que a capacidade da empresa e, outras vezes, há falta de trabalho. O desnivelamento resulta em um programa de produção irregular ou de volumes de produção instáveis devido a problemas internos. O nivelamento da produção reduz a variabilidade do sistema de produção e é um importante requisito para se ter um fluxo de material estável no chão de fábrica (SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009).

Heijunka é o nivelamento da produção em volume e em variedade de produtos. Não se fabrica produtos de acordo com o fluxo real de pedidos dos clientes, mas se divide o volume total de pedidos em um período de tempo, fazendo com que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia. O nivelamento apresenta grandes benefícios em todo o fluxo de valor, incluindo a possibilidade de planejar cada detalhe da produção; padronização das práticas de trabalho; uso balanceado de mão de obra e de máquinas; demanda uniformizada para os processos e para os fornecedores (LIKER, 2005).

Segundo Rother e Shook (2003), quanto mais se nivela a variedade de produto no processo puxador, mais apto a fábrica estará para responder às diferentes solicitações dos clientes com um pequeno *leadtime*. Porém, é importante destacar que o nivelamento da produção requer mais trocas de ferramentas e mais esforços para manter as variações de componentes na linha durante todo o tempo.

2.4.7 Redução do tempo de *setup*

A preparação das máquinas (*setup*) é tradicionalmente considerada elemento que reduz a eficiência dos sistemas produtivos e elevam os custos de produção por demandarem tempos longos para sua execução e, conseqüentemente, redução do tempo de uso dos equipamentos. Como dito anteriormente, o nivelamento da produção e a produção de lotes menores ocasionam um aumento do número de *setups*, fazendo-se necessário que estes sejam rápidos.

O processo de troca de equipamento para a fabricação de uma peça para outra (*setup*) no menor tempo possível, buscando reduzir esse tempo para apenas um dígito de minuto ficou conhecido como *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Essa técnica foi desenvolvida por Shigeo Shingo para se alcançar melhor desempenho e considera dois tipos de *setup*: o *setup* interno, que consiste de operações que podem ser executadas somente quando a máquina estiver parada, como a fixação e remoção de matrizes; e o *setup* externo, que se refere a operações que devem ser concluídas enquanto a máquina está funcionando, como o transporte de materiais (MCINTOSH et al., 2007).

Após essa definição, busca-se a redução do tempo de *setup* através da separação das operações de *setup* internas e externas, identificando claramente quais operações atuais devem ser executadas enquanto a máquina está parada - *setup* interno, e quais podem ser realizadas com a máquina funcionando - *setup* externo (SHINGO, 1996).

Depois de realizada a separação das atividades, é analisada a possibilidade de se converter *setup* interno em externo e, por fim, buscam-se a eliminação dos processos de ajustes de equipamentos e a eliminação da própria atividade de troca de ferramentas, atividades que não agregam valor.

Shingo (1996) afirma que, simplesmente através da separação e organização das operações em internas e externas, o tempo de *setup* interno pode ser reduzido de 30 a 50%.

A utilização da técnica de redução do tempo de *setup* traz benefícios para a empresa, pois possibilita a produção em pequenos lotes já que contribui para a redução do tempo de processamento de produtos e aumenta a flexibilidade da produção, possibilitando produzir de acordo com a demanda real (MCINTOSH et al., 2007).

2.4.8 Automação e sistema à prova de erros

Outro pilar da produção enxuta é chamado automação – *jidoka*, também conhecido como automação com um toque humano (OHNO, 1988). Os equipamentos são dotados de “inteligência” para se desligarem quando algum problema ocorre. Dessa forma, a qualidade na estação de trabalho é muito mais eficaz e econômica que a inspeção e o conserto requerido posteriormente pelos problemas de qualidade.

Quanto mais próximo do fluxo unitário de peças, mais rápido os problemas de qualidade aparecerão para serem solucionados. Com níveis muito baixos de estoques, não existem amortecedores a que recorrer em caso de problemas de qualidade (CORRÊA; CORRÊA, 2005; LIKER, 2005). Na produção enxuta, muitas máquinas são dotadas de dispositivos à prova de erros, também conhecidos como dispositivos *poka-yoke*, dessa forma, tão logo um erro seja detectado a máquina pára automaticamente.

Segundo Ohno (1988), a automação acaba mudando também a forma de gerenciamento. Um operador não é necessário enquanto a máquina está funcionando normalmente, somente quando a máquina pára devido a um funcionamento anormal, a atenção humana é requerida. Como resultado, um único trabalhador pode atender diferentes máquinas, o que torna possível reduzir o número de operadores e aumentar a eficiência produtiva.

Em um ambiente produtivo onde a abordagem enxuta é praticada, os funcionários também têm autonomia para interromperem a linha de produção quando qualquer anormalidade é detectada por eles.

2.4.9 Programa “5S”

Os programas “5S” compreendem a execução de diversas atividades com o objetivo de eliminar as perdas que contribuem para ocorrência de erros, defeitos e acidentes de trabalho. Difundido na língua inglesa como *House keeping*, o 5S surgiu no Japão, na década de 50, como um programa do Controle da Qualidade Total Japonês (CARPINETTI, 2010).

Segundo Liker (2005), o “5S” cria um processo contínuo de melhoria do ambiente de trabalho, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Os “5S”
Fonte: Liker (2005)

Feld (2000) explica, de forma resumida, o significado dos “5S”:

- *Seiri* (classificar) – retirar da área todos os materiais que não são usados regularmente, deixando somente os itens necessários.
- *Seiton* (organizar) – identificar e organizar os itens que ficarão na área, estabelecendo um lugar adequado para cada um deles. Isso faz com que o reconhecimento da ferramenta adequada, material e recursos se tornem extremamente visíveis.
- *Seiso* (limpar) – manutenção da limpeza e organização da área de acordo com uma periodicidade pré-definida.
- *Seiketsu* (padronizar) – relacionado à disciplina no gerenciamento para assegurar a institucionalização da atividade; fazer com que a atividade se torne padrão. Auditorias formais e regulares com expectativas qualitativas e quantitativas deveriam ser conduzidas e os resultados expostos para as áreas de responsabilidade.
- *Shitsuke* (disciplinar) – relacionado à responsabilidade gerencial para reforçar a importância de implementação e manutenção do “5S” e demonstrar que o nível gerencial também está envolvido. É responsabilidade da liderança: disseminar sua importância, clarificar as expectativas, caminhar no chão de fábrica,

recompensar os que estão agindo conforme as expectativas e disciplinar os que não estão.

A aplicação do “5S”, além de permitir um ambiente mais limpo e organizado, é importante nos sistemas de produção enxuta por permitir um maior controle visual das atividades executadas possibilitando a identificação mais rápida de problemas que possam interferir no fluxo contínuo de produção da empresa (LIKER, 2005).

2.4.10 Manutenção produtiva total

A manutenção produtiva total, ou *Total Productive Maintenance* (TPM) é uma metodologia que tem sido utilizada largamente pelas indústrias como uma arma estratégica para melhoria do desempenho da organização (AHUJA; KHAMBA, 2008; FELD, 2000).

Ela foca basicamente na melhoria da eficiência dos equipamentos através da diminuição do tempo de parada por quebras ou mau funcionamento e é aplicada por meio da utilização da manutenção autônoma pelos próprios operadores envolvidos nas atividades diárias.

O uso dessa metodologia traz diversos benefícios para as empresas, pois não se trata da utilização de práticas isoladas, mas, conforme afirmam Sun, Yam e Wai-Keung (2003), o TPM descreve uma relação de sinergia entre toda a organização, principalmente entre a produção e a manutenção, para a melhoria contínua da qualidade dos produtos, eficiência operacional, produtividade e segurança.

A manutenção produtiva total é usada com o objetivo de maximizar a eficiência dos equipamentos através de manutenções preditivas e preventivas e a melhoria do uso de técnicas de manutenção. É uma abordagem bastante difundida nos ambientes enxutos onde a confiabilidade dos equipamentos deve ser aumentada e os tempos de paradas por quebras ou mau funcionamento devem ser reduzidos (SHAH; WARD, 2003). Dessa forma, o TPM se relaciona à melhoria da disponibilidade dos equipamentos e ao envolvimento de todos os funcionários, não somente aqueles diretamente ligados à manutenção.

2.4.11 Gestão visual

O controle visual é qualquer dispositivo de comunicação usado no ambiente de trabalho para nos dizer rapidamente como o trabalho deve ser executado e se há algum

desvio no padrão. No sentido mais amplo, o controle visual está ligado à criação de informações *JIT* de todos os tipos para garantir a execução rápida e adequada de operações e processos (LIKER, 2005).

De acordo com Mestre et al., (1999), a pressão do tempo bem como abordagens formais e impessoais são percebidos como maiores obstáculos para a comunicação eficaz. A comunicação deveria ser usada para fornecer informações e fortalecer as relações pessoais desenvolvendo um clima de confiança e abertura, aumentando a motivação e, conseqüentemente, a produtividade e desempenho da organização.

A gestão visual no sistema de produção enxuta é integrada aos processos de trabalho para criar um ambiente transparente e melhorar o fluxo. Ela facilita o alinhamento da organização, engajamento dos funcionários e favorecem uma tomada de decisão mais rápida. Um sistema visual bem desenvolvido aumenta a produtividade, reduz defeitos e erros, ajuda a manter os prazos, facilita a comunicação, melhora a segurança, reduz os custos e geralmente dá aos funcionários um maior controle sobre seu ambiente mantendo-os mais engajados nas atividades de produção (LIKER, 2005).

Muitas ferramentas utilizadas na produção enxuta fazem parte da gestão visual da fábrica, podendo citar como exemplos o *kanban*, quadros de informações, de análise da produção, de indicadores de desempenho. Todos eles contribuindo para que a situação de todo o sistema seja entendido rapidamente por todos os funcionários.

A gestão visual contribui fortemente para o conceito da produção enxuta de descentralização do processo de tomada de decisão. Segundo Esposto (2009), em um ambiente de produção enxuta, o trabalhador é estimulado a pensar e decidir o que deve ser feito, dentro de uma política previamente definida. Para que isso ocorra, ele deve poder visualizar o que realmente está ocorrendo e o que se deseja daquele processo de produção particular.

2.4.12 Melhoria contínua (*kaizen*)

A partir do momento em que os processos se tornam estáveis e é possível prontamente identificar suas perdas e ineficiências, tem-se a oportunidade de aprender continuamente a partir das melhorias. A melhoria contínua possui um papel central na produção enxuta e é conhecida pela palavra japonesa *Kaizen* (LIKER, 2005).

O *Kaizen* é a prática que promove um forte espírito de curiosidade e é um modo comprovado, básico, de colher a criatividade humana. Ele é constituído de três passos:

primeiro, criar um padrão; segundo, segui-lo; terceiro, encontrar um caminho melhor, em sucessão infinita. (MAY, 2007).

Segundo Bodek (2002), o objetivo do *kaizen* é envolver todos os funcionários a pensarem em pequenas melhorias de forma sistemática. Pequenas ideias implementadas podem tornar o trabalho mais fácil e agradável, estimulando muitas outras ações de melhoria. Como resultado final, tem-se um aumento significativo na eficiência do sistema.

A melhoria contínua é praticada na forma de eventos *kaizen* que são projetos focados e estruturados onde um time interfuncional trabalha para alcançar metas específicas em um intervalo de tempo bastante reduzido. Além do alcance das metas estabelecidas para o evento, ele também serve para estimular os funcionários na solução de problemas e aumentar a motivação deles na participação de melhorias futuras (DEVELIN, 1995; LIKER, 2005).

Além disso, May (2007) afirma que a questão da resistência à mudança é minimizada em um sistema *kaizen*, por que ele é democrático já que envolve todos na mudança, reconhece, respeita e aproveita o poder da criatividade humana.

Rother e Shook (2003) afirmam que existem dois tipos de *kaizen*: o de fluxo, que se centra no fluxo de materiais e de informação e que possibilitam grandes vantagens ao serem vistos, e o *kaizen* de processo, que se centra no fluxo das pessoas e dos processos. Conforme representado na Figura 11, o *kaizen* do fluxo representa uma melhoria no fluxo de valor e é realizado pela alta administração e gerência; já o do processo focaliza na eliminação dos desperdícios relativos aos grupos no chão de fábrica.

Figura 11 - *Kaizen* do processo e *Kaizen* do fluxo
Fonte: Rother e Shook (2003)

O conceito de *kaizen* na produção enxuta requer aprendizado em todo o nível organizacional o que é assegurado pelo estabelecimento de padrões conhecidos e difundidos por meios visuais. Quando a mentalidade voltada para a melhoria contínua está presente nos funcionários, o aumento na produtividade e a inovação se tornam resultados naturais (GUNASEKARAN; CECILLE, 1998).

2.5 A produção enxuta em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos

Muitos dos conceitos e técnicas de produção enxuta têm sido aplicados, principalmente, em ambientes de produção de alto volume e produtos relativamente padronizados (GUAN et al., 2008; JAMES-MOORE; GIBBONS, 1997; LANDER; LIKER, 2007; SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009). Nos ambientes com características diferentes das citadas anteriormente, existe uma descrença em relação à aplicabilidade deles (BONAVIA; MARIN, 2006; ESWARAMOORTHY et al., 2010; LANDER; LIKER, 2007; SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009).

Considerando as características de um ambiente produtivo de alta variedade e baixo volume de produtos, muitos aspectos constituem desafios para a aplicação de conceitos e técnicas da produção enxuta. Por exemplo: muitos equipamentos são compartilhados entre as diferentes tarefas; é difícil conseguir uma linha de produção balanceada e estável devido à diversidade dos consumidores e incerteza dos requerimentos (ESWARAMOORTHY et al., 2010; GUAN et al., 2008; HENDRY; KINGSMAN, 1989).

Além disso, o processo gargalo é difícil de ser fixado; possuem menos potencial de aprenderem com os erros passados devido à variedade dos produtos produzidos; não é possível planejar a capacidade da produção com muita antecedência (HENDRY, 1998; HENDRY; KINGSMAN, 1989) e, por produzir em baixos volumes, qualquer modificação que ocorra (seja no volume, cronograma, desenho ou variedade) causa impactos significativos na empresa (JINA; BATTACHARYA; WALTON, 1997).

Como dito anteriormente, a descrença e dificuldade em se aplicar os conceitos e técnicas de produção enxuta estão relacionadas à percepção equivocada de que essa abordagem é a aplicação de um conjunto de técnicas pré-definidas.

A aplicação direta de *kanbans* para puxar a produção e o cálculo do *takt time* como originalmente usado na *Toyota*, por exemplo, não se mostram apropriados para

esses ambientes. Porém, esses e outros conceitos e ferramentas podem ser adaptáveis e perfeitamente utilizáveis (CRUTE et al., 2003; ESWARAMOORTHY et al., 2010; GUAN et al., 2008; JINA; BATTACHARYA; WALTON, 1997; LANDER; LIKER, 2007; ROTHER; SHOOK, 2003; SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009).

Liker (2007) exemplifica isso bem ao falar sobre o fluxo contínuo. Não necessariamente é preciso criar um *layout* celular para mover os materiais e as informações mais rapidamente. O importante é olhar para as áreas onde as pessoas e os processos estão desconectados e o material parado e, então, criar meios para conectar melhor os processos. Isso pode ocorrer melhorando a comunicação entre dois passos do processo, por exemplo.

Além disso, a eliminação de todas as formas de desperdícios, o trabalho em equipe e o aprendizado organizacional, redução do tempo de *setup*, a prática da melhoria contínua, controles visuais e o “5S” são importantes e aplicáveis em todas as organizações (STUMP; BARDEEN, 2009).

Hendry (1998), estudando ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos, lista algumas técnicas da produção enxuta aplicáveis nesses ambientes que podem contribuir para melhoria dos processos:

- Melhoria da visibilidade na fábrica: implementação de “5S”, por exemplo, com o objetivo de diminuir os desperdícios de movimento e transporte no chão de fábrica;
- Explorar a capacidade produtiva: elaborar/melhorar os planos de manutenção dos equipamentos visando reduzir o tempo de parada por quebra e reduzir o retrabalho por meio de atitudes voltadas para a qualidade;
- Melhoria do fluxo de informação: o fluxo de informação deve assegurar que as prioridades estejam claras, que todos as compreendam e trabalhem em uma mesma direção.
- Melhoria no planejamento: o cronograma é parte essencial do controle de produção no chão de fábrica. Dessa forma, métodos de planejamento são importantes e devem ser monitorados diariamente;
- Melhoria contínua: implementar uma medição de desempenho e/ou sistema de *benchmarking* para identificar áreas de fraqueza e possíveis oportunidades de melhoria.

As características críticas da produção enxuta são as ideias que ela suporta; as ferramentas que a abordagem utiliza são meios de sustentar essas ideias e podem ser adaptadas de acordo com as necessidades operacionais particulares de cada empresa, independente do ambiente em que operam (ESWARAMOORTHY et al., 2010; LANDER; LIKER, 2007).

Dessa forma, mesmo entendendo que as empresas que atuam em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos enfrentem desafios quanto à aplicação de conceitos e técnicas de produção enxuta, acredita-se que é possível implementá-los nesses ambientes resultando em ganhos para as empresas.

O Quadro 3 apresenta alguns conceitos e técnicas aplicáveis nesses ambientes produtivos segundo alguns autores, conforme dados da revisão da literatura.

Conceitos da produção enxuta	Técnicas da produção enxuta	Autores
Melhoria da visibilidade na fábrica	Programas 5S Gestão visual Padronização das atividades	CRUTE et al., 2003; GUNASEKARAN; CECILLE, 1998; HENDRY, 1998, PANDIAN; YANG; LIU, 2010; SIMMONS et al., 2010
Melhoria no aproveitamento da capacidade produtiva	Manutenção produtiva total Operadores multifuncionais Redução do tempo de setup	GUNASEKARAN; CECILLE, 1998; HENDRY, 1998; PANDIAN; YANG; LIU, 2010; SLOMP et al., 2009
Fluxo contínuo	Gestão visual Operadores multifuncionais <i>Layout</i> celular	GUAN et al., 2008; HENDRY, 1998; LANDER; LIKER, 2007; PANDIAN; YANG; LIU, 2010; SIMMONS et al., 2010
Melhoria no planejamento da produção	Elaboração de cronogramas de produção para acompanhamento diário Gestão visual Nivelamento da produção	HENDRY, 1998; LANDER; LIKER, 2007; SLOMP et al., 2009; ZHANG; CHEN, 1999; SIMMONS et al., 2010
Melhoria contínua	Medição de indicadores de desempenho Eventos kaizen Padronização das atividades Uso de ferramentas da qualidade Mapeamento do Fluxo de Valor	BAMBER; DALE, 2000; GUNASEKARAN; CECILLE, 1998; HENDRY, 1998; LANDER; LIKER, 2007; PANDIAN; YANG; LIU, 2010

Continua

		Conclusão
Conceitos da produção enxuta	Técnicas da produção enxuta	Autores
Melhoria da qualidade (qualidade na fonte)	Treinamento dos funcionários Lista de verificação para características de qualidade	HENDRY, 1998; LANDER; LIKER, 2007; PANDIAN; YANG; LIU, 2010; SIMMONS et al., 2010
Envolvimento dos funcionários	Eventos kaizen Treinamento dos funcionários Trabalho em equipe Uso de ferramentas da qualidade Operadores multifuncionais	BAMBER; DALE, 2000; GUNASEKARAN; CECILLE, 1998; LANDER; LIKER, 2007; PANDIAN; YANG; LIU, 2010

Quadro 3 - Conceitos e técnicas da produção enxuta aplicáveis em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos

O capítulo seguinte trata da pesquisa aplicada no desenvolvimento do trabalho. Ele apresenta uma caracterização do aglomerado de Sertãozinho e a descrição de estudos de caso realizados em indústrias fabricantes de produtos sob encomenda pertencentes a este aglomerado industrial.

3 Pesquisa aplicada

O procedimento adotado para pesquisa aplicada foi o estudo de caso. Este capítulo apresenta de forma detalhada o planejamento, condução desses estudos e os resultados obtidos. Como as empresas estudadas pertencem ao aglomerado industrial de Sertãozinho também está presente neste capítulo uma caracterização deste aglomerado de empresas de forma a fornecer ao leitor informações que possibilitem um melhor conhecimento sobre o ambiente estudado.

3.1 Caracterização do aglomerado industrial de Sertãozinho

O aglomerado de empresas estudado situa-se no município de Sertãozinho que está localizado no nordeste do estado de São Paulo a 325 Km da capital, na região de Ribeirão Preto. É uma das mais importantes cidades da região, conhecida em todo o Brasil por ser grande produtora de açúcar e álcool (PREFEITURA DE SERTÃOZINHO, 2009). Segundo o Anuário da Indústria de Sertãozinho (2008), o município possui 4 usinas de açúcar e álcool, 3 destilarias e 550 estabelecimentos industriais – 90% com serviços e atividades direcionadas para o segmento sucroalcooleiro. Sertãozinho possui uma população estimada em 110.999 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2009), um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 2.753.243 mil e PIB per capita de R\$ 26.586 (IBGE, 2007).

Até 1940, a economia do município teve como base a cafeicultura, porém, devido às sucessivas crises desse setor, as terras foram sendo substituídas por plantações de cana de açúcar. Em 1975, com o desenvolvimento do Pró Álcool, programa de substituição dos combustíveis derivados do petróleo por álcool, financiado pelo governo, Sertãozinho se tornou um dos principais centros sucroalcooleiros do país.

A transformação mais evidente ocorreu no ramo industrial em função da própria necessidade de manutenção e conservação das máquinas das usinas de açúcar e álcool e destilarias. Muitas oficinas surgiram com essa finalidade e muitas delas cresceram e se transformaram em grandes indústrias de fabricação de equipamentos para a indústria sucroalcooleira (YAMANAKA, 2008).

De acordo com Vicari (2009), a Zanini iniciou suas atividades na década de 60 e ao longo dos anos foi expandindo suas atividades. Deixou de trabalhar somente com

fundição e passou a construir equipamentos pesados para a indústria, desenvolver mão de obra qualificada e tecnologia industrial ganhando destaque no mercado. Porém, devido a problemas administrativos e ao ambiente instável, a empresa passou a enfrentar problemas no mercado que levaram ao seu fim.

Esse fim foi determinante para o surgimento do aglomerado, pois os funcionários da extinta empresa que possuíam o conhecimento técnico adequado se reorganizaram, ou como empreendedores ou como funcionários assalariados, e a demanda do mercado possibilitou o surgimento das empresas.

A maior parte das empresas que constituem o aglomerado industrial de Sertãozinho são PME's, formadas após grandes empresas de equipamento do setor sucroalcooleiro, como a Zanini, sucumbirem às sucessivas crises do açúcar e do álcool. Dessa forma, essas PME's foram criadas pelos próprios funcionários das grandes empresas que se extinguíram.

Estima-se que mais de 80% do aglomerado industrial é formado por empresas que surgiram direta ou indiretamente dos funcionários da Zanini. Esse fato fez surgir uma rede de empresas interligadas, proporcionando flexibilidade na produção e complementaridade dos produtos produzidos ao longo da cadeia produtiva (VICARI, 2009).

O Quociente Locacional (QL), indicador de localização ou especialização, é bastante utilizado para identificação de aglomerados. De acordo com Amato Neto (2009) o QL é um parâmetro de caráter geográfico que identifica, para cada atividade, quais municípios apresentam uma participação relativa superior à verificada na média do país e pode ser representado pela equação:

$$QL = \frac{\text{Participação relativa da atividade "x" (em número de estabelecimentos) no total de estabelecimentos industriais no Município}}{\text{Participação relativa da atividade "x" (em número de estabelecimentos) no total de estabelecimentos industriais no Brasil}}$$

Um $QL > 1$ indica que a participação relativa da atividade “x” no local/município analisado é mais elevada que na média do país. Assim sendo, tal localidade apresenta certo grau de especialização nessa atividade, em relação à média do país. De uma forma geral, quanto maior o QL, maior será o grau de especialização da

localidade/município analisado nesta atividade frente ao restante do país (AMATO NETO, 2009).

No Quadro 4 é possível identificar três setores com alto grau de especialização em Sertãozinho: fabricação de máquinas e equipamentos, fabricação de produtos de metal e de metalurgia básica.

Principais divisões CNAE	nº MPes	% no Mun	% no Estado	QL
1) Fabricação de máquinas e equipamentos	127	21,1%	4,7%	4,5
2) Construção	122	20,2%	22,4%	0,9
3) Fabricação de produtos de metal	103	17,1%	8,3%	2,1
4) Fabricação de alimentos e bebidas	43	7,1%	7,1%	1,0
5) Confeção de artigos de vestuários	31	5,1%	14,0%	0,4
6) Fabricação de móveis e inds. Diversas	30	5,0%	6,1%	0,8
7) Edição e gráfica	21	3,5%	8,4%	0,4
8) Fabricação de produtos químicos	18	3,0%	3,1%	1,0
9) Metalurgia básica	18	3,0%	1,3%	2,2
10) Produtos minerais não metálicos	17	2,8%	4,1%	0,1
Total	603			

Quadro 4 - Principais atividades de Sertãozinho e QL

Fonte: Sebrae-SP (2007)

O desenvolvimento das indústrias do setor metalmeccânico em Sertãozinho deu origem à formação de uma rede de empresas para a indústria sucroalcooleira, envolvidas na construção da usina ou fornecimento de produtos industriais, desenvolvendo conhecimentos para que as empresas pudessem atuar em outros setores industriais, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Rede de empresas de Sertãozinho

Fonte: Yamanaka (2008)

Segundo Yamanaka (2008), além das empresas do setor metalmecânico, as empresas responsáveis pelo desenvolvimento do projeto de construção das indústrias sucroalcooleiras, de automação industrial e outras prestadoras de serviços também estão presentes na rede.

As empresas do aglomerado também prestam serviços de manutenção dos equipamentos e máquinas das indústrias sucroalcooleiras. A demanda do mercado consumidor é bastante variada e no momento em que ocorre a entressafra da cana, ou seja, no período em que as indústrias param suas atividades para manutenção e/ou substituição de seus equipamentos, as empresas têm sua demanda aumentada.

A grande variabilidade da demanda, bem como a complexidade das atividades a serem executadas, gera camadas de subcontratação para produção no prazo e de acordo com as especificações do cliente. Dessa forma, as empresas têm entre elas uma forte relação, aumentada ainda mais por um relacionamento informal entre os proprietários e gestores das empresas que muitas vezes, possuem vínculos familiares.

O aglomerado também exporta produtos para diversos países, sendo os principais destinos: Alemanha, Estados Unidos, Itália, Japão, Polônia, Suécia, México, China, França e Holanda. Recentemente, países que iniciam a produção de etanol têm se destacado como compradores, dentre eles: Guatemala, Moçambique, Angola, Nigéria, África do Sul, Austrália, Índia, Costa Rica e Paraguai (VICARI, 2009).

Nesse ambiente do aglomerado também estão presentes algumas instituições como o CEISE-Br, SEBRAE, Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), universidades e outras entidades que apoiam o desenvolvimento das empresas da região. Dentre elas, é o CEISE-Br que possui maior influência no aglomerado industrial estudado uma vez que exerce o papel de governança local, sendo formado pela associação das principais indústrias de Sertãozinho.

Algumas ações de cooperação podem ser identificadas no aglomerado, por exemplo: realização do Feira Internacional do Setor Sucroalcooleiro (FENASUCRO), importante feira do setor sucroalcooleiro; “projeto APL”, citado anteriormente, desenvolvido a partir de uma parceria entre o CEISE-Br e o SEBRAE com o objetivo de desenvolver atividades de consultoria na área de produção, tecnologia, gestão empresarial nas micro e pequenas indústrias do aglomerado a fim de apoiar a competitividade dessas empresas.

A maioria das empresas pertencentes ao aglomerado industrial de Sertãozinho fabricam produtos sob encomenda e respondem à demanda dos clientes de forma MTO (*Make to order*) ou ETO (*Engineering to order*), conforme classificação da literatura baseada na resposta à demanda do mercado.

3.2 Planejamento dos estudos de casos

Para o desenvolvimento do trabalho, adotou-se o estudo de caso como procedimento de pesquisa, baseando-se em Yin (2005). O aglomerado de Sertãozinho foi escolhido por entender que as empresas que o constituem possuem características semelhantes quanto aos aspectos produtivos, caracterizado pela produção em alta variedade e baixo volume, e de gestão. Embora a produção enxuta esteja relacionada a diferentes áreas da cadeia produtiva como: chão de fábrica, cadeia de suprimentos e outras áreas da empresa (projetos, recursos humanos, dentre outras) (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004); este trabalho tem foco no chão de fábrica das empresas.

Foram escolhidas quatro empresas para realização dos estudos de caso. Os critérios utilizados para escolha dessas empresas foram que uma delas já fizesse uso da produção enxuta em suas práticas para evidenciar sua aplicação e benefícios e que as demais empresas estudadas apresentassem características que representassem o universo de empresas do aglomerado industrial.

O acesso às empresas foi facilitado pelo CEISE-Br, agente de governança local do aglomerado industrial de Sertãozinho, e por contatos pessoais do pesquisador. Como fontes de evidências durante a realização dos estudos de casos, foram utilizadas as técnicas de entrevistas semi estruturadas, observações diretas e visitas ao chão de fábrica para verificação *in loco* do fenômeno estudado. As entrevistas foram realizadas com funcionários responsáveis pela gestão da empresa e envolvidos com as áreas de planejamento e produção.

O primeiro estudo de caso ocorreu numa grande empresa, fabricante de equipamentos, que utiliza a produção enxuta em suas práticas. A aplicação dos conceitos e técnicas da produção enxuta nessa empresa foi, inicialmente, feita com o suporte de consultoria externa; as visitas foram realizadas para observação da aplicação desses conceitos e técnicas por essa empresa. Num segundo momento foi realizada um entrevista com um dos consultores que havia prestado serviços para esta empresa, no

período da implementação da produção enxuta. O roteiro de entrevista utilizado está disponível no Apêndice A, juntamente com os resultados obtidos.

As visitas nesta grande empresa e a entrevista com o consultor permitiram uma avaliação visual de questões gerais de produção, levantamento de aspectos importantes no processo de implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta, identificação de benefícios a partir dessa aplicação e também contribuiu para a elaboração do roteiro de entrevista aplicado nas demais empresas pesquisadas. Portanto, esse primeiro estudo de caso contribuiu para o planejamento dos demais estudos realizados nas outras três empresas selecionadas.

Este outro roteiro de entrevista foi elaborado com o objetivo de caracterizar as empresas, identificar aspectos relacionados à produção e gestão, levantar a situação atual dessas empresas no que diz respeito à aplicação de conceitos e técnicas de produção enxuta, identificando características semelhantes entre elas. Os dados obtidos a partir dos estudos de caso foram utilizados para a elaboração da proposta de recomendações para a implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta em empresas do aglomerado.

Dessa forma, o roteiro de entrevista utilizado nas três empresas selecionadas foi dividido em seis tópicos, com perguntas relacionadas a:

1. Informações gerais: buscou-se uma caracterização da empresa quanto ao porte, faturamento, área de atividade; identificação de valor para o cliente e identificação do(s) entrevistado(s);
2. Planejamento da produção: identificar os produtos fabricados pela empresa e principais atividades produtivas; verificar o fluxo de informação e de processo e como é feito o planejamento da produção;
3. Pessoas: com as perguntas elaboradas nesse tópico buscou-se verificar o estilo de liderança presente na empresa além de informações sobre os funcionários envolvidos nas operações.
4. Produção enxuta: nessa etapa buscou-se identificar o nível de conhecimento sobre a produção enxuta dentro da empresa bem como a aplicação de técnicas desse sistema. Buscou-se identificar os principais motivos que levaram a empresa a adotar/não adotar práticas de produção enxuta; e também identificar alguns desperdícios dentro do processo produtivo.
5. Fornecedores: identificar como é a relação com os fornecedores e verificar o estoque de matérias-primas presentes nas empresas.

6. Gestão visual: verificar a presença de controles visuais para gestão da empresa. O roteiro de entrevista descrito acima pode ser visto no Apêndice B deste trabalho.

3.3 Condução dos estudos de casos e resultados

Os responsáveis por áreas chaves das empresas foram contatados, por telefone, pelo pesquisador. No telefonema, foram explicados os objetivos e importância da pesquisa. Em seguida, foram agendadas visitas às empresas contatadas.

Durante a visita, o roteiro de entrevista foi aplicado sempre procedido de uma visita ao chão de fábrica; os dados foram coletados por meio de anotações e, posteriormente transcritos. As impressões e observações do pesquisador durante a visita também foram considerados no estudo. O tempo gasto nas visitas às empresas variou de 2 a 8 horas cada, limitando-se à disponibilidade dos funcionários das empresas.

Os dados coletados por meio da aplicação do roteiro de entrevista nas empresas estão descritos nos subitens seguintes.

3.3.1 Empresa A

Na empresa A foram entrevistados o funcionário responsável pela engenharia e planejamento da produção e o funcionário responsável pelas vendas dos produtos e propaganda.

A empresa A possui 33 funcionários e uma receita bruta anual de até R\$ 10,5 mi, sendo classificada como uma pequena empresa (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL - BNDES, 2002). É uma empresa produtora de equipamentos industriais que fornece principalmente para usinas sucroalcooleiras. Fabrica produtos como: ponte rolante, tanque de condensação, tanque de óleo, coluna de destilação, peneira rotativa, esteira de arraste, ventiladores/exaustores, dentre outros.

A empresa opera com 1 (um) turno de oito horas de trabalho. Fabrica produtos sob encomenda e possui uma área de engenharia responsável pelo desenvolvimento dos projetos; nesta área, os projetos são desenvolvidos de acordo com as especificações dos clientes. Após o desenvolvimento dos projetos, os desenhos com as especificações são encaminhados para fabricação.

É uma empresa classificada como ETO e, de acordo com os entrevistados a prioridade da empresa é fornecer aos clientes produtos com qualidade.

A Figura 13 ilustra as etapas referentes a um processo geral de fabricação, as etapas pelas quais os produtos passarão e sequência, dependerão do produto a ser fabricado.

Figura 13 - Etapas envolvidas no processo produtivo: Empresa A

O planejamento da produção é realizado conforme o tempo negociado com o cliente. Como a demanda é muito instável, há momentos em que há acúmulo de atividades sendo, muitas vezes, necessário recorrer à contratação de mão de obra terceirizada e, em outros momentos, há ociosidade da mão de obra.

Os desenhos e especificações dos projetos são liberados parte a parte e entregues ao gerente de produção que distribui as atividades entre os operadores. Como os desenhos são enviados parte a parte sem, no entanto, estarem concluídos, acaba gerando muito retrabalho. A linha de produção da empresa é simples e não possui equipamentos distintos desempenhando a mesma função. O uso dos equipamentos é definido de acordo com as necessidades da produção e priorização dos projetos e não há paradas programadas dos equipamentos para manutenções preventivas.

O *leadtime* é muito variável, pois os produtos são customizados e de complexidade variada. Segundo o engenheiro de produto, dentre os produtos que a empresa já produziu, esse tempo variou entre 15 e 60 dias. A empresa não possui dados históricos de produção especificando o tempo gasto nas atividades de chão de fábrica e nem dados referentes às atividades de retrabalho.

A empresa A é de propriedade de dois irmãos e eles são os responsáveis pelo gerenciamento da empresa: um responsável pela gestão administrativa/financeira e o outro pela gestão da produção.

Não há um plano de treinamento formal para os funcionários, eles são especializados em determinadas atividades e o treinamento é dado de acordo com as necessidades do trabalho. As atividades desempenhadas na fabricação dos produtos não são padronizadas.

Referente ao conhecimento sobre produção enxuta, os entrevistados, embora conheçam algumas ferramentas utilizadas em ambientes enxutos como, por exemplo, “5S”, redução do tempo de *setup*, *kaizen*, trabalho padronizado, desconhecem os benefícios que podem advir de suas aplicações.

Quando perguntado sobre os desperdícios identificados no chão de fábrica, o primeiro citado e mais comum, segundo os entrevistados, foi a espera na linha. Essa ociosidade é decorrente de problemas no fluxo de informação ou pelo funcionário especializado em uma atividade específica não estar disponível no momento; em seguida, foram citados os desperdícios relacionados à qualidade do produto que muitas vezes precisam ser retrabalhados.

A qualidade do produto fabricado é verificada em alguns momentos definidos na ordem de produção e antes da liberação do produto para a expedição. De forma geral, os funcionários que checam a qualidade não são os que executam a operação.

As matérias primas são compradas de fornecedores da própria cidade ou cidades vizinhas. Segundo os entrevistados, os pedidos são feitos durante o desenvolvimento do projeto e o tempo para entrega é curto. As matérias primas utilizadas são, basicamente, barras e chapas de aço. A empresa não possui muitos materiais em estoques; os materiais em estoque são sobras de projetos anteriores.

Como os produtos são projetados sob encomenda, as compras dos materiais necessários para sua fabricação são realizadas à medida que os projetos vão sendo especificados. Na empresa A os engenheiros responsáveis pela elaboração dos desenhos são, também, responsáveis pelo pedido das matérias primas e planejamento da produção.

A empresa não possui indicadores de desempenho definidos e o tempo de fabricação é controlado por meio de um cronograma de produção elaborado e monitorado pela engenharia. Os funcionários que executam as atividades são

informados pelo gerente de produção sobre o prazo programado para fabricação dos produtos; não existe qualquer tipo de controle visual na empresa estudada.

3.3.2 Empresa B

O gerente de produção e planejamento foi o funcionário entrevistado da empresa B. Essa empresa possui 250 funcionários e uma receita bruta anual de até R\$ 60 mi, sendo classificada como uma média empresa (BNDES, 2002). É uma empresa que produz estruturas metálicas para indústria de base (mineração, petróleo e energia) e setor sucroalcooleiro, como carcaças, comportas, dutos, tambores, silos, dentre outros.

A empresa B opera em 2 (dois) turnos de 8 horas de trabalho. Fabrica produtos sob encomenda trabalhando com projetos já especificados pelos clientes, portanto, caracterizada como MTO. As prioridades da empresa foram definidas, pelo entrevistado, na sequência que se segue: qualidade, tempo de entrega e custo.

As etapas pelas quais os produtos passarão e sequência delas dependem do produto a ser fabricado; um processo geral de fabricação está representado na Figura 14:

Figura 14 - Etapas envolvidas no processo produtivo: Empresa B

Ao receber os pedidos, tem-se uma fase inicial de planejamento, onde são estimados os tempos médios de produção. A partir dos desenhos são elaborados os roteiros de fabricação. O cronograma de produção é elaborado utilizando o *Microsoft project* e atualizado semanalmente. É por meio do cronograma e dos roteiros de fabricação que o planejamento da produção é comunicado ao chão de fábrica.

De forma resumida, segundo o entrevistado, o planejamento elabora as ordens de fabricação a partir dos desenhos e estas são enviadas à etapa de preparação, onde as peças são cortadas, dobradas ou furadas de acordo com a necessidade especificada. Em seguida, esses roteiros de fabricação retornam ao escritório onde são revisados e novos roteiros são enviados para a caldeiraria onde as peças são montadas, soldadas, calandradas, também de acordo com a necessidade especificadas no roteiro de fabricação. Ainda, se necessário, elas passam pelo processo de usinagem e, por fim, tem-se a etapa de pintura. Ao finalizar as etapas anteriores, o produto é liberado para expedição.

Os roteiros de fabricação são distribuídos aos operários pelos encarregados, sendo que estes são responsáveis por áreas específicas (planejamento, ou preparação, ou caldeiraria) favorecendo uma descontinuidade no fluxo de informação e produção. Os encarregados são a interface entre o gerente de produção e os operários.

O tempo médio de produção é variado devido à variedade dos produtos fabricados, esse tempo é estimado por quilograma (Kg) da matéria-prima/hora homem durante a etapa de planejamento.

O uso dos equipamentos é planejado de acordo com os roteiros de fabricação disponíveis e das prioridades de entrega negociadas com os clientes. A empresa B foi certificada recentemente na ISO9001 e, para atender a alguns requisitos da norma, a empresa elaborou procedimentos operacionais padrões e planos de manutenção preventiva de seus equipamentos.

Duas vezes ao mês são programadas reuniões de alinhamento entre os encarregados e os operários com o objetivo de fornecer treinamento e comunicar os funcionários assuntos relevantes da empresa. Porém, embora programadas, essas reuniões não ocorrem com a periodicidade definida.

O entrevistado já possuía conhecimento prévio sobre a produção enxuta por meio de uma empresa de consultoria que havia visitado a empresa para oferecer seus serviços. Quando perguntado o porquê da não contratação da empresa ou mesmo de iniciativas internas para aplicação de conceitos e técnicas de produção enxuta, o entrevistado respondeu que o grande desafio é aplicá-lo em uma produção não seriada.

Referente ao conhecimento das abordagens e ferramentas listadas no questionário, o entrevistado tem conhecimento sobre: “5S”, melhoria do arranjo físico, Manutenção produtiva total, redução do tempo de *setup*, *kaizen*, *kanban*, gestão visual, produção nivelada e trabalho padronizado. O “5S” é praticado pela empresa e está

incluído entre os indicadores de desempenho monitorados pela empresa. Porém, não foi constatada nenhuma forma sistemática de acompanhamento dessa prática no dia a dia da empresa.

Quando perguntado sobre os desperdícios identificados no chão de fábrica, foram citados: espera na linha, retrabalho, transporte e movimentos desnecessários, sendo que a espera por informação e o retrabalho foram apontados como os principais.

A qualidade do produto é verificada em etapas pré-definidas no roteiro de fabricação. Os funcionários que checam a qualidade não são os que executam a operação.

As matérias primas são compradas de fornecedores qualificados que se localizam próximos à empresa. De acordo com o gerente de produção, os pedidos são feitos durante a etapa de planejamento e o tempo para entrega é curto. As matérias primas utilizadas são, principalmente, chapas e perfis laminados.

A fábrica não possui muitos materiais em estoques, as compras são realizadas de acordo com os desenhos dos produtos. O estoque de chapas e perfis laminados presentes na fábrica são sobras de projetos anteriores. Durante o planejamento de um novo projeto essa quantidade em “estoque” é descontada (considerando Kg) no momento da compra das matérias-primas do próximo produto a ser fabricado.

A empresa possui indicadores de desempenho, podendo citar como exemplos: horas de trabalho definidas para a execução de uma determinada atividade (horas-orçadas), prazo de entrega, assiduidade, volume de retrabalho, “5S”. No chão de fábrica, o controle do prazo estabelecido para a fabricação do produto é realizada pelo encarregado de produção por meio do cronograma de fabricação elaborado na etapa de planejamento. O cronograma somente é acessado por meio do computador, não ficando disponível de forma direta aos operários.

Sobre a aplicação de gestão visual na empresa B, existem algumas iniciativas referentes ao uso do “5S” e disposição dos procedimentos operacionais padrões próximos a estação de trabalho. Porém, é importante que a empresa desenvolva outras iniciativas de aplicação da gestão visual visando melhorar o fluxo de informação e materiais na fábrica.

3.3.3 Empresa C

Um dos donos da empresa C foi responsável em responder a entrevista; ele ocupa o cargo de gerente comercial e é responsável pelas vendas da empresa, trabalhando diretamente com a gerência de produção e de engenharia. A empresa possui 63 funcionários e uma receita bruta anual de até R\$ 10,5 mi, sendo classificada como uma pequena empresa (BNDES, 2002). É uma empresa que produz equipamentos sob encomenda para indústria sucroalcooleira, indústria de base (mineração, petróleo e energia), papel e celulose. Dentre os produtos fabricados pela empresa, alguns exemplos foram citados pelo entrevistado: tambor alimentador, picador de cana, agitador, turbinas.

A empresa opera em 2 (dois) turnos de oito horas de trabalho. Possui uma área responsável pela engenharia dos produtos, onde os projetos são elaborados de acordo com os pedidos feitos pelos clientes. É uma empresa classificada como ETO. As prioridades para empresa foram definidas pelo entrevistado na sequência que se segue: custo, qualidade e tempo de entrega.

A empresa C possui 2 (duas) unidades em Sertãozinho. Uma delas é responsável pelas atividades de caldeiraria, incluindo corte, montagem, solda, acabamento e pintura. A outra unidade é responsável pelas atividades de usinagem.

De acordo com o entrevistado, as etapas envolvidas no processo produtivo são: caldeiraria (corte, montagem, solda), acabamento e pintura. Quando é necessário usinar o produto, este é enviado para outra unidade. As atividades produtivas nas quais os produtos devem ser submetidos estão descritas nos roteiros de fabricação. Após essas etapas, o produto passa pelo controle de qualidade e, por fim, é encaminhado à expedição.

Na Figura 15 estão ilustradas as etapas referentes a um processo geral de fabricação:

Figura 15 - Etapas envolvidas no processo produtivo: Empresa C

O planejamento de produção é feito a partir de cálculos de tempo de máquinas e necessidade de horas/homens. As ordens de fabricação são preparadas pelo setor de engenharia e entregues ao encarregado de produção. É ele quem distribui as atividades entre os operários. O tempo de fabricação é variável e o gerente de produção verifica a disponibilidade dos equipamentos na etapa de planejamento. O uso dos equipamentos é definido de acordo com a priorização dos pedidos; todos os equipamentos possuem planos de manutenção preventiva.

A empresa C é uma empresa familiar; com exceção dos encarregados, todos os funcionários que exercem função gerencial são filhos do dono da empresa. Eles são divididos em: gerente comercial, de produção, de engenharia, de finanças e de compras.

Quando perguntado sobre o conhecimento da abordagem enxuta, o entrevistado respondeu que o gerente de produção e o de engenharia possuem curso superior na área de engenharia e estudaram sobre a produção enxuta durante a formação acadêmica. Dessa forma, conhecem bem as ferramentas e práticas da abordagem. Ainda segundo o entrevistado, a dificuldade está em aplicar os conceitos e técnicas da produção enxuta na fabricação de produtos muito diferentes. Dessa forma, ele acredita que sua aplicação não é viável para o ambiente produtivo em que trabalham devido à grande variedade dos produtos produzidos.

Dentre as ferramentas que eles utilizam estão: melhoria do arranjo físico (trabalhado na nova unidade que foi construída recentemente) e manutenção produtiva total. Em relação aos desperdícios identificados nas etapas de produção, o principal citado pelo entrevistado foi espera na linha devido ausência de informações.

O controle de qualidade é feito em etapas pré-definidas nas ordens de fabricação e antes dos produtos serem enviados para a expedição. Os fornecedores são padrões e as matérias-primas não variam muito. Em geral, são materiais de aço: barras, chapas, forjados. O tempo de entrega dos fornecedores é rápido e os pedidos são feitos quando a engenharia do produto elabora os desenhos. A fábrica não possui materiais em estoque, as compras são realizadas à medida que os projetos são detalhados.

Como indicadores, há monitoramento do custo do produto e prazo de entrega. O prazo de entrega é monitorado por meio de um cronograma de fabricação que é passado aos encarregados e, segundo o entrevistado, é possível ter uma idéia do andamento da produção por meio do sistema integrado que eles utilizam. Porém, para os operários, essas informações não estão disponíveis prontamente. A gestão visual não é praticada pela empresa C.

3.4 Análise dos dados

Pelos dados obtidos por meio dos estudos de caso, foi possível identificar entre as empresas:

Características semelhantes entre as empresas estudadas:

- Empresas fabricantes de produtos projetados e/ou produzidos sob encomenda;
- Fabricam em alta variedade e baixo volume;
- *Leadtime* dos produtos bastante variado, oscilando de alguns dias a meses;
- Possuem etapas semelhantes em seus processos produtivos no chão de fábrica, podendo ser resumidos em: atividades de caldeiraria, usinagem, pintura e expedição;
- Possuem conhecimento superficial sobre os conceitos e técnicas da produção enxuta;
- Os funcionários do chão de fábrica são especializados em atividades específicas;
- As empresas não possuem planos formais de treinamento para os funcionários, o conhecimento deles é tácito;
- Apresentam descontinuidade no fluxo de informações tanto nas atividades de chão de fábrica quanto entre áreas da empresa;

- A espera na linha de produção e o retrabalho foram apontados como desperdícios principais pelos entrevistados;
- Renegociações de prazo de entrega com os clientes são constantes;
- São empresas familiares; o papel dos gestores muitas vezes se confunde com os dos donos;
- Objetivos e metas das empresas não são bem definidos;
- Não possuem uma gestão de desempenho formalizada;
- Não utilizam controles visuais na gestão da empresa.

Características distintas entre as empresas estudadas:

- *Layout* da fábrica, equipamentos disponíveis para a fabricação dos produtos;
- Fluxo dos materiais e informações;
- Nível de qualificação dos operários;
- Diferenças relacionadas aos níveis hierárquicos;
- Capacidade produtiva das empresas;
- A forma como os projetos dos produtos são trabalhados na empresa.

Desafios enfrentados pelas empresas quanto à aplicação de conceitos e técnicas da produção enxuta:

- Conhecimento superficial dos conceitos e técnicas da produção enxuta e ausência de pessoas qualificadas para o desenvolvimento de iniciativas enxutas;
- Descrença sobre a aplicabilidade da abordagem enxuta em seus ambientes produtivos;
- *Leadtime* variado e demanda instável;
- Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes;
- Fabricação em alta variedade e baixo volume de produtos dificulta a padronização dos processos produtivos e do trabalho dos operadores;
- Funcionários são especializados em atividades específicas e o conhecimento muitas vezes não é explícito;
- Dificuldades de manutenção da força de trabalho e melhoria de suas qualificações em longo prazo, devido à alta rotatividade da mão de obra;

- Elevado índice de retrabalho;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Falta de motivação dos funcionários;
- Empresas são familiares, papel do gestor se confunde com o do dono;
- Ausência de gestão de desempenho formalizada;
- Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.

Algumas características técnicas e ambientais das empresas estudadas, citadas anteriormente, estão resumidas no Quadro 5, onde também estão descritas características de um ambiente “tradicional” onde o sistema de produção enxuta foi, inicialmente, desenvolvido. Esse quadro permite uma comparação entre as características desses dois ambientes.

Características	Empresas onde tradicionalmente a Produção enxuta é aplicada	Empresas estudadas
Variabilidade da demanda	Baixo	Alto
Tempo de ciclo	Fixo	Variável e muito longo
Mix de produtos	Baixo	Alto
Lead time	Curto com tamanho de lote estável	Longo com produção de itens únicos
Trabalho dos operadores	Repetitivo e padronizado	Diferente para cada produto
Funcionários	Multifuncionais	Especializados em tarefas específicas
Equipamentos	Organizados em células e dedicados a famílias de produtos	Não dedicados, utilizados para qualquer produto
Qualidade	Na fonte	Reativa: identificação de defeitos
Loops de feedback da produção	Curto	Longo (muito tempo em projeto)
Paradigma predominante	Produção de poucos itens em grandes volumes	Produção de itens únicos

Quadro 5 - Características técnicas e ambientais das empresas estudadas e empresas “tradicionais”

Fonte: adaptado de Lander e Liker (2007)

As informações obtidas por meio dos estudos de caso realizados nas empresas e a revisão da literatura permitiram identificar oportunidades para implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta nas empresas do aglomerado industrial. Essas oportunidades de melhoria estão descritas no capítulo seguinte, como recomendações. Espera-se que essas recomendações possam contribuir para diminuir esses desafios identificados nas empresas.

4. Recomendações para implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta em empresas do aglomerado

Cada empresa deve ter clara a sua intenção de implementar os conceitos e técnicas da produção enxuta. O envolvimento da alta direção e dos líderes é necessário para direcionar os demais funcionários nesse caminho e disseminar a mentalidade enxuta por toda a empresa.

Deve-se ter flexibilidade no uso de técnicas baseadas nos princípios da produção enxuta e os funcionários devem estar engajados em controlar as variações nos processos, combater os desperdícios e buscar a melhoria contínua.

Pontos destacados para se trabalhar pela análise dos dados coletados:

- Melhoria do fluxo de informação: objetivo de evitar paradas na linha e contribuir para melhoria do fluxo contínuo. Essa melhoria pode ser conseguida por meio de maior visibilidade da fábrica, aplicando técnicas como “5S” e outros controles visuais para o gerenciamento das atividades direto no chão de fábrica e definição de indicadores de desempenho, aproximando as diferentes etapas produtivas.
- Melhoria no planejamento da produção: essa iniciativa tem com o objetivo reduzir variações de excesso/falta de atividades produtivas e reduzir a renegociação de prazos com os clientes.
- Treinamento dos operadores: elaboração de planos de treinamentos e matriz de habilidades; treinamento nas atividades operacionais e no controle da qualidade na fonte. O objetivo é reduzir o número de paradas na linha por falta de funcionários treinados em atividades específicas e a quantidade de retrabalho.
- Padronização das atividades macro: desenvolvimento de procedimentos operacionais padrões. Embora a padronização detalhada do trabalho não seja possível devido à alta variedade dos produtos fabricados, é possível padronizar as atividades gerais envolvidas no processo produtivo e reduzir a variabilidade na execução delas.
- Plano de manutenção preventiva para os equipamentos: visando reduzir o número de interrupções inesperadas no fluxo produtivo por quebra ou mau funcionamento de equipamentos.
- Envolvimento dos funcionários: essa iniciativa visa aumentar o comprometimento dos funcionários na busca da redução/eliminação de

desperdícios envolvendo-os na solução de problemas e sugestões de melhoria, por exemplo.

- Treinamento dos operadores nos conceitos e técnicas de produção enxuta: com o objetivo de disseminar a cultura de eliminação de desperdícios e melhoria contínua em toda empresa. Além de contribuir para reduzir a descrença sobre a aplicabilidade de seus conceitos e técnicas em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos.

Uma vez que a absorção dos conceitos de produção enxuta pela cultura organizacional é um processo gradual e lento, as empresas devem iniciar a transformação em direção a ela, por meio da adoção de técnicas enxutas (LIKER, 2005; SAURIN; FERREIRA, 2008). É importante destacar que a implementação de técnicas da produção enxuta, de forma geral, resulta em melhorias de desempenho. Porém, essas melhorias são apenas parte de uma transformação maior. A evolução de paradigmas mentais predominantes e o desenvolvimento de um sistema de melhoria contínua que promova a aprendizagem organizacional são muito importantes (LANDER; LIKER, 2007; WOMACK; JONES, 2004).

As recomendações para implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta apresentadas neste trabalho foram elaboradas baseando-se nos desafios identificados nas empresas estudadas no que diz respeito à aplicação da produção enxuta. É importante destacar que essas recomendações são comuns a quaisquer iniciativas de implementação da produção enxuta em outros ambientes. O que se buscou foi identificar os desafios que as empresas estudadas apresentam e evidenciar a aplicabilidade dos conceitos e técnicas da produção enxuta nesse contexto, por meio dessas recomendações propostas.

Essas recomendações foram organizadas em uma sequência sugerida para a implementação sendo distribuídas em três fases: Planejamento e disseminação da cultura; Melhoria e padronização e, por fim, Monitoramento e controle. O processo de implementação se inicia com treinamentos e planejamento, evoluindo, no decorrer das fases, em recomendações que exigem maior interação entre as atividades produtivas, entre os funcionários, melhor conhecimento dos processos da empresa e dos conceitos e técnicas da produção enxuta.

A Figura 16 apresenta de forma esquemática as recomendações propostas divididas em três fases. Uma descrição mais detalhada das recomendações encontra-se a seguir:

Figura 16 - Recomendações para a implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta em empresas com características semelhantes às estudadas

As empresas não necessariamente precisam implementar as recomendações na sequência sugerida; ela pode ocorrer de acordo com a necessidade principal identificada por elas ou ainda por iniciativas paralelas. Essas fases fazem parte de um processo dinâmico em que a melhoria contínua e o aprendizado organizacional estão diretamente relacionados, tornando possível voltar em qualquer uma delas; além disso, essas etapas se apresentam interligadas.

4.1 Fase 1 - Planejamento e disseminação da cultura

4.1.1 Treinamento introdutório em conceitos e técnicas da produção enxuta

A produção enxuta requer uma mudança nas atitudes e comportamentos pessoais. Por esse motivo essa fase de preparação é importante para que as demais ações implementadas sejam bem sucedidas.

O objetivo desta recomendação é que esse treinamento introdutório contribua para a disseminação dos conceitos e técnicas dessa abordagem em toda a organização servindo de base para o desenvolvimento de uma cultura voltada para identificação/eliminação dos desperdícios e para a melhoria contínua.

Espera-se com essa recomendação, conscientizar os funcionários e dar suporte às futuras ações de melhorias e mudanças. Após essa conscientização, a empresa estará mais preparada para implementar técnicas como “5S”, controles visuais, nivelamento da produção, *kaizen*, mapeamento do fluxo de valor.

Assuntos abordados no treinamento introdutório:

- 1) Introdução teórica básica.

2) Conceitos:

- Princípios da produção enxuta.
- Definição dos tipos de atividades presentes nos sistemas produtivos.
- Definição de desperdício e suas classificações.

3) Apresentação de algumas técnicas utilizadas no sistema de produção enxuta: “5S”, *Kaizen*, redução do tempo de *setup*, VSM, gestão visual, *layout* celular, dentre outras.

O Apêndice C contém material de treinamento proposto abordando uma introdução teórica básica e alguns conceitos da produção enxuta. O Apêndice D apresenta material de treinamento sobre algumas técnicas utilizadas em ambientes enxutos.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Conhecimento superficial dos conceitos e técnicas da produção enxuta e ausência de pessoas qualificadas para o desenvolvimento de iniciativas enxutas;
- Descrença sobre a aplicabilidade da abordagem enxuta em seus ambientes produtivos.

4.1.2 Definição dos objetivos e metas da empresa com a aplicação dos conceitos e técnicas de produção enxuta

O comprometimento da gerência é importante para que a aplicação de conceitos e técnicas de produção enxuta seja efetiva. Segundo Hines e Taylor (2000), muitas empresas falham em suas iniciativas “enxutas” devido a uma falta de direção, suporte e planejamento da alta direção.

A empresa precisa ter seus objetivos e metas bem definidos quanto à implementação dos conceitos e técnicas da produção enxuta, sendo fundamental que eles estejam alinhados às estratégias das empresas. Assim, fica mais fácil para que os funcionários trabalhem de encontro a eles, tenham o suporte adequado e estejam motivados em alcançá-los. Além disso, os objetivos e metas devem ser comunicados a toda organização, devem estar também possíveis de serem monitorados. Segundo Feld (2000), para uma implementação bem sucedida, as pessoas precisam de objetivos claros, concentração e senso de desafio.

Cada empresa deve definir seus próprios objetivos e metas de acordo com suas necessidades. Pode iniciar com objetivos e metas simples como melhoria do ambiente

de trabalho pela implementação de “5S”, realização de eventos *kaizen*, número de sugestões de melhorias implementadas e, à medida que o pensamento enxuto for tornando parte do dia a dia da organização, definir objetivos e metas mais quantitativas como número de pedidos entregues no prazo, diminuição do número de retrabalhos, redução de custos operacionais.

Uma vez definidos os objetivos e metas com a implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta deve-se definir alguns indicadores de desempenho que estejam relacionados diretamente com a estratégia definida pela empresa.

A definição de indicadores, nesse primeiro momento, é importante para contribuir para se ter um status da situação atual e após a implementação de iniciativas de melhorias, possibilitando comparações. Pode-se fazer uma implementação piloto de indicadores de desempenho de forma a verificar se eles estão coerentes com a estratégia da empresa e se atingem os objetivos a que foram propostos.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Falta de motivação dos funcionários;
- Empresas são familiares, papel do gestor se confunde com o do dono;
- Ausência de gestão de desempenho formalizada.

4.1.3 Definição de uma equipe “enxuta”

Essa equipe será responsável pela implementação dos conceitos e técnicas da produção enxuta na empresa. A equipe trabalhará como facilitadora, sendo responsável pelos treinamentos introdutório de novos funcionários e realização de iniciativas como, por exemplo, realização de eventos *kaizen*, VSM, “5S”.

Os funcionários que constituirão a equipe “enxuta” precisam ser versáteis, pró-ativos, terem um bom entendimento dos conceitos e técnicas do sistema de produção enxuta, capacidade de impactar e influenciar os demais funcionários na busca pela melhoria contínua.

Esses funcionários receberão treinamentos mais aprofundados nos conceitos e técnicas de produção enxuta. A qualificação deles poderá ser feita pelo órgão de governança local do aglomerado por meio da contratação de consultores externos ou mesmo com parcerias com instituições de ensino.

Para que essa recomendação tenha sustentabilidade deve-se fazer um rodízio entre os funcionários que as constituem para, dessa forma, garantir o envolvimento e comprometimento do maior número de pessoas. Além disso, os responsáveis pela direção da empresa, sejam os donos ou os que exercem papel da alta gerência, devem estar diretamente envolvidos de forma a influenciar o comportamento dos demais funcionários nessa direção.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Conhecimento superficial dos conceitos e técnicas da produção enxuta e ausência de pessoas qualificadas para o desenvolvimento de iniciativas enxutas;
- Descrença sobre a aplicabilidade da abordagem enxuta em seus ambientes produtivos;
- Falta de motivação dos funcionários;
- Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.

4.1.4 Identificação de desperdícios

O objetivo desse exercício é estimular os funcionários a enxergarem atividades que não agregam valor em todo o fluxo produtivo e que eles sejam desafiados a reduzi-los/eliminá-los (HINES et al., 2008; HINES; TAYLOR, 2000). Espera-se que, com a realização dessa atividade, tenha início o desenvolvimento de uma cultura de eliminação de desperdícios.

Para a realização dessa etapa, a equipe “enxuta” deverá:

- A) Reunir representantes de diferentes setores da empresa: compras, engenharia, produção, por exemplo;
- B) Ministrando treinamento focado nos tipos de desperdícios apresentados no treinamento introdutório;
- C) Pedir que os funcionários façam uma lista com os desperdícios presentes em seus setores segundo a classificação apresentada e apontem sugestões de melhorias simples para que os desperdícios identificados sejam reduzidos/eliminados (Apêndice E);
- D) A equipe “enxuta” agrupa todos os desperdícios listados de acordo com a classificação do desperdício (Apêndice F).

E) A equipe “enxuta” deve avaliar as sugestões de melhorias, classificando-as quanto à complexidade da implementação:

- A implementação de sugestões de baixa complexidade devem ser delegadas ao responsável pela sugestão e um prazo para sua implementação deve ser estabelecido.
- A equipe “enxuta” será responsável em dar suporte na implementação da melhoria e controlar o prazo acordado para a implementação.
- Sugestões mais complexas podem ser trabalhadas em eventos *kaizen*, conforme item 4.2.4.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Conhecimento superficial de conceitos e técnicas da produção enxuta e ausência de pessoas qualificadas para o desenvolvimento de iniciativas enxutas;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Elevado índice de retrabalho;
- Falta de motivação dos funcionários.

4.1.5 Mapeamento do fluxo de valor

O primeiro passo é desenhar o estado atual, o que é feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica. Enquanto se desenha o estado atual, é possível identificar aspectos de melhoria para se desenvolver um estado futuro. Finalizado o desenho do estado atual, elabora-se um desenho do estado futuro indicando as oportunidades de melhorias identificadas (ROTHER; SHOOK, 2003).

Por fim, deve-se fazer um plano de implementação dessas melhorias, descrevendo o que deve ser feito para que se atinja o estado futuro desenhado, definindo prazos e responsáveis pela execução das ações. As oportunidades de melhorias identificadas no estado atual a fim de se chegar ao estado futuro podem ser tratadas na forma de eventos *kaizen*, conforme descrito no item 4.2.4.

O Apêndice G apresenta um exemplo de mapeamento do fluxo de valor.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- *Leadtime* bastante variado e demanda instável;
- Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes;

- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais.

4.1.6 Implementação de programa “5S”

A implementação do “5S” faz com que as pessoas organizem e mantenham as áreas de trabalho de maneira que permita otimizar o desempenho, conforto, segurança e limpeza da área, resultando em melhoria do desempenho dos funcionários.

Embora o benefício maior obtido com o “5S” seja limpeza e organização do ambiente de trabalho, outros podem ser citados: melhoria do espaço físico, melhoria da comunicação entre as pessoas, estabelecimentos de padrões, gerenciamento visual, maior segurança na área, melhoria da satisfação dos trabalhadores, criação de um fluxo visual.

É importante destacar que os três primeiros “S” estão relacionados a aspectos operacionais, enquanto, os dois últimos, a aspectos comportamentais. Dessa forma, é necessário que as pessoas entendam os objetivos e benefícios do “5S” possibilitando sua continuidade. O Apêndice H, descreve etapas para a implementação do “5S” na empresa, seguindo a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Elevado índice de retrabalho;
- Falta de motivação dos funcionários.

4.1.7 Implementação de um programa de sugestões de melhorias

Essa recomendação é importante para estimular os funcionários a pensarem em melhorias em seus ambientes de trabalho; o objetivo é que se desenvolva uma forma sistemática para coleta das sugestões de melhoria. Sugere-se que ela seja feita por meio do preenchimento de um formulário disponível a todos os funcionários. A empresa define um local específico para disponibilizar o formulário em branco e outro para receber os formulários já preenchidos.

É necessário que o formulário seja o mais simples possível para facilitar o entendimento das pessoas. Ao preencher o formulário, o funcionário deve ser bastante

claro quanto a sua idéia de melhoria e os possíveis benefícios advindos de sua implementação. O Apêndice I possui um modelo para esse formulário.

O programa de sugestões de melhorias devem incluir temas que contribuam para a solução de aspectos identificados na empresa que precisam ser trabalhados, de forma a estimular os funcionários a pensarem nesta direção. A empresa poderia definir temas baseados nos principais desperdícios identificados durante a realização dos estudos de caso: interrupções no fluxo produtivo, retrabalho, movimentações desnecessárias, dentre outros. Dessa forma, poderiam ser sugeridas oportunidades de melhoria para, por exemplo:

- Redução do número de retrabalhos durante a fabricação dos produtos;
- Redução do tempo de paradas não previstas nos equipamentos;
- Redução de interrupções no fluxo produtivo devido falta de informação entre as etapas de produção;
- Redução das movimentações e transportes desnecessários no chão de fábrica;
- Melhor organização do ambiente de trabalho;
- Melhorar a comunicação entre o planejamento e produção.

Para motivar a participação dos funcionários, a empresa pode definir meios de recompensa para aqueles que, por exemplo, propor mais idéias pertinentes de melhoria ou uma melhoria que se destaque das demais. A definição dessa recompensa fica a critério da empresa, porém, uma sugestão simples poderia ser: durante uma reunião envolvendo diversos funcionários, o gerente apresentasse os resultados do programa de melhorias e fizesse o reconhecimento do funcionário de destaque. Essa iniciativa serviria de motivação para o envolvimento dos funcionários nessa atividade.

Uma vez definido o formulário e o local adequado para disponibilizá-los, seguem-se as seguintes etapas:

A) Os gerentes/encarregados apresentam o programa de sugestão de melhorias para os funcionários informando-os dos objetivos e metas desejados com sua implementação;

B) Os funcionários que possuírem uma sugestão de melhoria preenchem o formulário e o disponibilizam no local apropriado;

C) Após um tempo pré-definido, os membros da equipe “enxuta”, juntamente, com os gerentes analisam as sugestões e as priorizam, conforme Figura 17.

Figura 17 - Fluxograma para análise das sugestões de melhorias

D) as ideias que, por quaisquer motivos, não forem viáveis de serem implementadas devem ser rejeitadas e devidamente justificadas;

E) as ideias cuja implementação é fácil e não exige muitos esforços, podendo ser implementadas prontamente, são classificadas como “ideias de rápida implementação”. A seleção da ideia é comunicada a quem a sugeriu e o responsável pela sugestão fica responsável pela implementação.

F) as sugestões de melhoria que exigem maior mobilização de recursos devem ser analisadas pelos membros da equipe enxuta juntamente com os funcionários que possuem autoridade para gerenciar os recursos. Estes devem, então, priorizar essas sugestões de acordo com os benefícios oriundos *versus* a dificuldade de sua implementação.

G) As sugestões que tiverem maior benefício e dificuldade menor para implementação devem ser priorizadas. A implementação das sugestões de melhoria

podem ser implementadas por meio da realização de eventos *kaizen*, conforme descrito no item 4.2.4.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes;
- Fabricação em alta variedade e baixo volume de produtos dificulta a padronização dos processos produtivos e do trabalho dos operadores;
- Elevado índice de retrabalho;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Falta de motivação dos funcionários;
- Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.

4.2 Fase 2 - Melhoria e padronização

4.2.1 Elaboração de procedimentos operacionais padrões

Essa etapa prevê a elaboração de procedimentos operacionais padrões, nos quais estarão descritos a atividade, sequência e ordem de movimentos para desempenhá-las. Os procedimentos estarão disponíveis junto às estações de trabalho.

Os procedimentos devem ser elaborados juntamente com os operadores para que neles estejam contidos as atividades como realmente são executadas, não apresentando diferenças entre o trabalho prescrito e o executado. Além disso, é importante definir uma periodicidade para que ocorram revisões.

Porém é importante destacar que, devido à grande variedade de produtos fabricados, uma padronização mais rigorosa das atividades é dificultada. Porém, mesmo em nível macro, a padronização das atividades pode contribuir para a melhoria da forma como as atividades são realizadas.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Fabricação em alta variedade e baixo volume de produtos dificulta a padronização dos processos produtivos e do trabalho dos operadores;
- Funcionários são especializados em atividades específicas e o conhecimento muitas vezes não é explícito;

- Dificuldades de manutenção da força de trabalho e melhoria de suas qualificações em longo prazo, devido à alta rotatividade da mão de obra;
- Elevado índice de retrabalho;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais.

4.2.2 Elaboração e implementação de planos de manutenção preventiva

Como dito anteriormente, a manutenção preventiva faz parte do programa de Manutenção Produtiva Total (TPM) e é importante por focar na prevenção de paradas nas máquinas por quebras ou mau funcionamento.

Essa etapa visa elaborar e implementar planos de manutenção preventiva para os equipamentos; o objetivo central é que as ações de manutenção sejam desenvolvidas de uma forma planejada que contribuam para que o fluxo produtivo não seja interrompido por paradas nos equipamentos.

Devem-se focar inicialmente em manutenções preventivas e autônomas onde os próprios operadores de linha possam realizá-las, contemplando também essas atividades na matriz de habilidades dos operadores.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para os desafios de:

- Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais.

4.2.3 Elaboração de planos de treinamento e matriz de habilidades para os operadores

A formação de times multifuncionais é importante para aumentar a flexibilidade no chão de fábrica e contribuir para a melhoria da produtividade. Assim, é fundamental ter operadores bem treinados para se ter flexibilidade e melhoria na qualidade das atividades desenvolvidas.

O objetivo é elaborar uma matriz de habilidades para que os status do treinamento dos operadores sejam acompanhados de maneira direta pelos gestores e para que as habilidades de cada funcionário sejam prontamente identificadas. A utilização de matriz de habilidades fornece aos gerentes e aos funcionários uma visão

completa das habilidades das pessoas do chão de fábrica e o treinamento em diferentes atividades melhora a habilidade dos operadores e fornece maior liberdade para a realização das tarefas. Um modelo para a matriz está apresentado no Apêndice J.

Em seguida desenvolve-se um plano formal de treinamento para os operadores, treinando-os na execução das diferentes atividades contempladas na matriz de habilidades. Um modelo de plano de treinamento está disponível no Apêndice K.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para os desafios de:

- Funcionários são especializados em atividades específicas e o conhecimento muitas vezes não é explícito;
- Dificuldades de manutenção da força de trabalho e melhoria de suas qualificações em longo prazo, devido à alta rotatividade da mão de obra;
- Elevado índice de retrabalho;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais.

4.2.4 Realização de eventos *kaizen*

A principal razão para a realização de um evento *kaizen* é a necessidade de implementar melhorias usando o conhecimento e ideias dos funcionários. É preciso ter em mente que uma boa ideia não precisa envolver grandes mudanças ou altos investimentos financeiros; uma boa ideia é aquela que proporcionará qualquer melhoria que pode resultar em aumento da produtividade, melhor qualidade, redução de custos, melhoria no ambiente de trabalho, entre outras (MAY, 2007).

O *kaizen* é de fato uma mudança cultural onde o objetivo é envolver todos os funcionários e fazê-los pensarem em pequenas melhorias de forma sistemática; fazer com que eles se envolvam com as atividades e se sintam motivados em implementar melhorias no ambiente de trabalho.

O uso da ferramenta é bastante simples, porém, é importante ter disciplina. A sugestão de melhoria a ser implementada pode ser oriunda de diversas fontes: do programa de sugestões de melhorias, conforme descrito anteriormente; de um problema identificado por meio da análise de causa raiz; de uma necessidade identificada na operação, dentre outras.

Uma vez selecionada a melhoria e área a ser trabalhada no evento *kaizen*, deve-se prosseguir à sua realização. O Apêndice L contém passos para a execução de eventos

kaizen, seguindo a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). O Apêndice M apresenta sugestões para definição de responsabilidades num evento *kaizen*. É importante destacar que o *kaizen* é um processo dinâmico, dessa forma, é fundamental que o ciclo PDCA seja “rodado” quantas vezes forem necessárias.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Elevado índice de retrabalho;
- Falta de motivação dos funcionários;
- Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.

4.3 Fase 3 - Monitoramento e controle

4.3.1 Programação da produção e gestão visual

Essa etapa prevê a implementação de quadros para a gestão visual da produção; o objetivo é melhorar o fluxo de informação e o planejamento. Para melhor gerenciamento, recomenda-se a implementação de quadros de programação semanal para que as atividades de produção sejam acompanhadas em maiores detalhes. Uma vez que os produtos fabricados nessas empresas possuem *leadtimes*, geralmente, longos, recomenda-se, também, a adoção de quadros de programação considerando um intervalo de tempo mais longo.

Em seguida são apresentados maiores detalhes sobre cada um desses quadros:

Quadros de programação semanal: os quadros devem estar disponíveis no chão de fábrica para planejamento e controle das atividades de produção. O objetivo é fazer reuniões com uma frequência definida em frente ao quadro, discutindo aspectos relacionados à produção: cronograma, atividades programadas, recursos, prazos, dentre outros.

O uso do controle visual e a prática das reuniões diárias visam melhorar o fluxo de informações, a comunicação entre os funcionários, o planejamento e status da produção, melhorar o alinhamento entre os funcionários e entre departamentos, permitir

uma resposta rápida a problemas identificados como: atraso na programação e problemas com a qualidade dos produtos.

Para que a implementação dos quadros de programação semanal e reuniões tragam os resultados esperados é importante definir os participantes, a dinâmica e frequência das reuniões. Abaixo seguem sugestões referentes a esses aspectos:

- Participantes da reunião: pessoas chaves dos processos como, por exemplo, encarregado pela produção/gerente de produção, responsável pela programação da produção, responsável pela engenharia, operador representante da área.
- Dinâmica da reunião: o gerente/encarregado de produção atualiza os quadros com o planejado para a semana e um operador responsável atualiza, em cada turno, os quadros com informações reais sobre a produção.
- Frequência: pelo menos uma vez ao dia em horário mais adequado aos participantes.

Um modelo de quadro de reunião diária está representado no Apêndice N.

Quadros de programação mensal: os pedidos dos clientes devem ser distribuídos de forma a nivelar a capacidade produtiva da empresa num intervalo de tempo definido. A forma como a empresa planeja a distribuição desses pedidos no intervalo de tempo deve variar conforme características das empresas. Porém, é importante destacar que para reduzir as diferenças entre momentos de sobrecarga de produção e momentos de pouca produção é importante planejar adequadamente a distribuição dos pedidos, o que nem sempre é uma tarefa fácil já que os produtos são customizados e fabricados sob encomenda.

A seguir, encontra-se uma forma simples de se pensar na capacidade produtiva da empresa e na distribuição dos pedidos num determinado intervalo de tempo, baseando-se em um sistema de pontuação (RENTES, 2009). O objetivo é que sirva de inspiração para as empresas programarem a distribuição de seus pedidos de acordo com a capacidade produtiva.

O exemplo apresentado a seguir define pontuação para as atividades de fabricação realizada pela empresa, sendo esses pontos representados por uma hora de trabalho/homem em determinada operação. A quantidade de pontos total define a

capacidade máxima de atividades a serem realizadas num intervalo de tempo para cada operação na empresa.

Para as empresas estudadas pode-se definir como operações principais de produção: a caldeiraria, usinagem e acabamento, por exemplos. Olhando somente para a caldeiraria essa pode ser constituída de diversas atividades como corte, dobra, furo, solda, calandragem, dentre outras.

Como cada 1 (uma) hora de trabalho/ homem em determinada atividade representaria 1 (um) ponto e supondo que para as atividades de caldeiraria a fábrica tenha disponível 10 operários por turno, sendo que ela opera em 2 turnos com 7 horas de trabalho em cada um deles, teríamos um total de 140 pontos/dia.

Se a empresa trabalha 20 dias/por mês, num intervalo de 1 (um) mês, ela terá a capacidade máxima de 2800 pontos a serem distribuídos entre as atividades de caldeiraria.

Considerando que a empresa tenha um pedido hipotético de 5 produtos no intervalo de 1 (um) mês e que esses produtos representem em pontos de atividades de caldeiraria o demonstrado no Quadro 6.

	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4	Produto 5
Corte	80	120	60	180	70
Dobra	10		10	40	10
Furo	15			10	
Montagem	50	80	50	200	20
Solda	85	100	30	190	80
Calandragem	40			100	
Acabamento	10	20	10	80	20
Total/produto	290	320	160	800	200
Total	1770				

Quadro 6 - Exemplo de pontuação hipotética para as atividades de caldeiraria de diferentes produtos

Com as informações do quadro acima, verifica-se que as atividades de caldeiraria programadas para o mês estão dentro da capacidade total da fábrica para essas atividades (2800 pontos). Isso permite que as ordens de produção sejam distribuídas de forma mais nivelada no chão de fábrica, distribuindo esses “pontos” no intervalo total do mês. O mesmo raciocínio deve ser desenvolvido para as atividades de

usinagem e acabamento. Dessa forma, os responsáveis pelo planejamento de produção organizam os pedidos em um quadro de planejamento, disponibilizando a programação no chão de fábrica.

Esse quadro representaria uma perspectiva maior de produção, em intervalo de tempo, apontando o trabalho a ser realizado em um mês, por exemplo. E deste quadro viriam informações principais para o quadro de planejamento semanal, descrito anteriormente.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- *Leadtime* bastante variado e demanda instável;
- Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Falta de motivação dos funcionários;
- Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.

4.3.2 Definição de indicadores de desempenho no chão de fábrica e gestão visual desses indicadores

O objetivo dessa recomendação é definir indicadores de desempenho de chão de fábrica a serem monitorados por meio de gestão visual pelos próprios funcionários envolvidos na atividade. Esses indicadores devem ser importantes para o alcance dos objetivos organizacionais e devem ser claramente definidos.

O desenvolvimento de medidas de desempenho é importante para avaliar o progresso em direção aos objetivos estabelecidos (CRUTE et al., 2003). As empresas estudadas poderiam iniciar por meio da medição dos indicadores de *leadtime*, número de peças retrabalhadas, tempo gasto em atividades de retrabalho, por exemplo.

Para se fazer o gerenciamento visual desses indicadores também se recomenda a utilização de quadros padronizados. Um exemplo está apresentado na Figura 18.

Indicadores de Desempenho			
Indicador	Status		Ações

Figura 18 - Modelo de quadro para monitoramento dos indicadores de desempenho

Nesse exemplo, na primeira coluna ficam as informações referentes aos indicadores a serem monitorados (descrição do indicador, racional para se medir, meta estabelecida, responsabilidade, frequência da coleta dos dados); nas colunas seguintes tem o status do indicador que é colocado de uma forma bem visual. Se o indicador está de acordo com a meta estabelecida para ele, os dados são colocados na coluna colorida de verde no quadro.

Caso o indicador não esteja de acordo à meta estabelecida, os dados são posicionados na coluna vermelha. Ações deverão ser definidas ficando descritas na coluna “Ações” do quadro. Recomenda-se que esses indicadores sejam discutidos diariamente e que as ações sejam revisadas para assegurar que o indicador se mantenha dentro das metas estabelecidas. A última parte do quadro é separada para outras informações relevantes da área, por exemplo, tendência dos indicadores e informações de segurança.

O objetivo é que esta recomendação e a recomendação descrita acima (itens 4.3.1), forneçam informações relevantes a todos os níveis da organização e funcionem de uma forma integrada para que se tenha como resultado final: maior controle das atividades executadas no chão de fábrica, melhor comunicação entre os funcionários, melhor alinhamento no alcance dos objetivos organizacionais, uma capacidade de resposta mais rápida referente aos problemas surgidos e melhoria do processo de tomada de decisão.

A Figura 19 apresenta uma interligação entre os quadros apresentados anteriormente para a gestão da produção.

Figura 19 - Estrutura dos quadros e interligação entre eles

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes;
- Elevado índice de retrabalho;
- Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais;
- Falta de motivação dos funcionários;
- Empresas são familiares, papel do gestor se confunde com o do dono;
- Ausência de gestão de desempenho formalizada.

4.3.3 Iniciativas de sustentabilidade

Essa recomendação prevê a implementação de ações para a sustentabilidade das recomendações implementadas. As ações de sustentabilidade podem ocorrer, por exemplo, por meio de:

- Elaboração de listas de verificações para acompanhamento das ações implementadas;
- Realização de auditorias internas;
- Inclusão do monitoramento das ações em reuniões de fábrica entre gerência e operação para se evidenciar o comprometimento da direção com essas iniciativas;
- Reuniões periódicas de comunicação para aproximar a gerência da operação e desenvolver uma cultura de aprendizado e confiança.

O objetivo é que essas ações contribuam para a sustentabilidade das iniciativas implementadas para que estas não se percam com o passar do tempo e, também, que estimulem os funcionários no desenvolvimento da mentalidade voltada para a eliminação de desperdícios e melhoria contínua.

Com essa recomendação, espera-se contribuir para reduzir os desafios de:

- Dificuldade em manter as iniciativas de melhoria implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.

O Quadro 7 apresenta uma síntese das recomendações relacionando-as aos desafios que podem ser reduzidos com a implementação de cada uma delas.

Recomendações	Desafios
Treinamento introdutório em conceitos e técnicas da produção enxuta	Conhecimento superficial dos conceitos e técnicas da produção enxuta e ausência de pessoas qualificadas para o desenvolvimento de iniciativas enxutas
	Descrença sobre a aplicabilidade da abordagem enxuta em seus ambientes
Definição dos objetivos e metas da empresa com a aplicação dos conceitos e técnicas de produção enxuta	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
	Falta de motivação dos funcionários
	Empresas são familiares, papel do gestor se confunde com o do dono
	Ausência de gestão de desempenho formalizada
Definição de uma equipe enxuta	Conhecimento superficial dos conceitos e técnicas da produção enxuta e ausência de pessoas qualificadas para o desenvolvimento de iniciativas enxutas
	Descrença sobre a aplicabilidade da abordagem enxuta em seus ambientes produtivos
	Falta de motivação dos funcionários
	Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria

Continua

Recomendações	Desafios
Identificação de desperdícios	Conhecimento superficial dos conceitos e técnicas da produção enxuta e ausência de pessoas qualificadas para o desenvolvimento de iniciativas enxutas
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
	Elevado índice de retrabalho
	Falta de motivação dos funcionários
Mapeamento do fluxo de valor	Leadtime bastante variado e demanda instável
	Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
Implementação de programa "5S"	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
	Elevado índice de retrabalho
	Falta de motivação dos funcionários
Implementação de um programa de sugestões de melhorias	Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes
	Fabricação em alta variedade e baixo volume de produtos dificulta a padronização dos processos produtivos e do trabalho dos operadores
	Elevado índice de retrabalho
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
	Falta de motivação dos funcionários
	Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.
Elaboração de procedimentos operacionais padrões	Fabricação em alta variedade e baixo volume de produtos dificulta a padronização dos processos produtivos e do trabalho dos operadores
	Funcionários são especializados em atividades específicas e o conhecimento muitas vezes não é explícito
	Dificuldades de manutenção da força de trabalho e melhoria de suas qualificações em longo prazo, devido à alta rotatividade da mão de obra
	Elevado índice de retrabalho
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais.
Elaboração de planos de treinamento e matriz de habilidades para os operadores	Funcionários são especializados em atividades específicas e o conhecimento
	Dificuldades de manutenção da força de trabalho e melhoria de suas qualificações em longo prazo, devido à alta rotatividade da mão de obra;
	Elevado índice de retrabalho
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
Elaboração e implementação de planos de manutenção preventiva	Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais.
Realização de eventos kaizen	Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
	Falta de motivação dos funcionários
	Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.
Programação da produção e gestão visual	Leadtime bastante variado e demanda instável
	Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
	Falta de motivação dos funcionários
	Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria.

Continua

Conclusão

Recomendações	Desafios
Identificação de indicadores de desempenho no chão de fábrica e gestão visual desses indicadores	Constantes renegociações de prazo de entrega com os clientes
	Elevado índice de retrabalho
	Interrupções no fluxo produtivo, descontinuidade no fluxo de informações e de materiais
	Falta de motivação dos funcionários
	Empresas são familiares, papel do gestor se confunde com o do dono
	Ausência de gestão de desempenho formalizada
Iniciativas de sustentabilidade	Dificuldade em manter as iniciativas de melhorias implantadas e desenvolver novas iniciativas de melhoria

Quadro 7 – Relação entre as recomendações propostas e os desafios passíveis de serem reduzidos.

5 Legitimação das recomendações

As recomendações foram legitimadas por meio de entrevistas com:

- Três funcionários já entrevistados anteriormente das empresas A, B e C;
- Um (1) especialista em produção enxuta, funcionário de uma empresa de consultoria especializada na implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta;
- Um (1) especialista, funcionário da área de produção enxuta de uma grande empresa que adota a produção enxuta em suas práticas.

Inicialmente foram entregues aos funcionários das empresas e especialistas entrevistados, uma apostila contendo uma breve descrição da motivação do trabalho, resultados obtidos com os estudos de caso, a proposta com as recomendações, explicação sobre cada uma delas e sequencia para implementação. O objetivo foi que eles fizessem uma leitura inicial do material antes das entrevistas. Após um intervalo aproximado de um (1) mês, foram agendadas novas visitas às empresas para a realização das entrevistas.

A proposta foi, inicialmente, composta por 14 recomendações descritas na sequencia sugerida para implementação, a saber:

- 1) Treinamento introdutório em conceitos e técnicas da produção enxuta;
- 2) Definição dos objetivos e metas da empresa com a aplicação dos conceitos e técnicas da produção enxuta;
- 3) Definição de uma equipe “enxuta”;
- 4) Identificação de desperdícios;
- 5) Implementação de “5S”;
- 6) Elaboração de procedimentos operacionais padrões;
- 7) Elaboração de planos de treinamento e matriz de habilidades para os operadores;
- 8) Elaboração e implementação de planos de manutenção preventiva;
- 9) Implementação de um programa de sugestões de melhoria;
- 10) Realização de eventos *kaizen*;
- 11) Mapeamento do fluxo de valor;
- 12) Implementação de quadros de programação semanal;
- 13) Programação nivelada da produção;

- 14) Definição de indicadores de desempenho-chave no chão de fábrica e gerenciamento visual desses indicadores.

Durante a visita, os entrevistados responderam questões referentes à aplicabilidade dessas recomendações nos ambientes produtivos estudados, à clareza das recomendações propostas, sequência de implementação, dificuldades na implementação, oportunidades de melhoria e identificação de novas recomendações além de perguntas gerais sobre a implementação dos conceitos e técnicas da produção enxuta.

Nos subitens seguintes são apresentados os resultados das entrevistas.

5.1 Legitimação das recomendações por funcionários das empresas estudadas

Os questionários utilizados nas entrevistas dos funcionários das empresas para legitimação das recomendações estão disponíveis no Apêndice O. No Apêndice P, está uma síntese dos resultados obtidos pela realização das entrevistas.

A descrição das recomendações foram consideradas claras e de fácil entendimento pelos profissionais entrevistados nas empresas estudadas, assim como aplicáveis e de possível implementação. Quanto ao grau de importância, as recomendações foram classificadas, em sua maioria, com um alto grau de importância. Dessa forma, pode-se concluir que os entrevistados consideram que as recomendações são aplicáveis e contribuem para melhorias nas empresas estudadas.

O material de treinamento disponível nos apêndices deste trabalho foi considerado adequado para o atingimento dos objetivos para os quais ele se propõe.

Observações foram feitas referente à recomendação 2 (Definição dos objetivos e metas) e 11 (Mapeamento do fluxo de valor) pela empresa A. A empresa B também fez observações referentes à recomendação 11, no que diz respeito à clareza da descrição dessa recomendação. A empresa A destacou a importância sobre esclarecer o motivo da iniciativa em implementar os conceitos e técnicas da produção enxuta, deixando claro que se deve conciliar as metas dessa iniciativa com os objetivos da empresa no que se refere à recomendação 2.

Pela descrição inicial da recomendação 11 tanto a empresa A quanto a B consideraram-na aplicável nas empresas e de alto grau de importância, porém, fazendo-se necessárias mais informações que as auxiliem na elaboração de um mapeamento do fluxo de valor. Dessa forma, foi adicionada a essa recomendação um exemplo de

Mapeamento do fluxo de valor, disponível no Apêndice G. Para informações mais detalhadas sugere-se a leitura do livro “Aprendendo a Enxergar” de Rother e Shook, (2003).

Quanto às sugestões de melhoria para as recomendações apresentadas pelos funcionários das empresas estão:

- Recomendação 2 (Definição dos objetivos e metas da empresa com a aplicação dos conceitos e técnicas de produção enxuta), dar maior ênfase sobre a importância de conciliar as metas da implementação dos conceitos e técnicas da produção enxuta com os objetivos estratégicos da empresa;
- Recomendação 3 (Definição de uma equipe “enxuta”), rodízio da equipe enxuta como forma de envolver o maior número de funcionários da empresa;
- Recomendação 8 (Elaboração e implementação de planos de manutenção preventiva), fazer uma gestão visual desses planos;
- Recomendação 9 (Programa de sugestões de melhoria), definir temas para as sugestões de melhoria;
- Recomendação 12 (Implementação de quadros de programação semanal), disponibilizar quadro de planejamento semanal da produção por máquina.
- Recomendação 13 (Programação nivelada da produção), deixar claro na recomendação que a forma proposta para o cálculo da distribuição dos pedidos é um exemplo e que cada empresa, utilizando essa forma como inspiração, pode definir a sua própria unidade de cálculo.
- Recomendação 14 (Definição de indicadores de desempenho-chave no chão de fábrica e gerenciamento visual desses indicadores), colocar exemplos de indicadores que poderiam ser utilizados pelas empresas.

As etapas descritas para a implementação das recomendações 4 (Identificação de desperdícios), 5 (Implementação “5S”) e 9 (Implementação de um programa de sugestões de melhoria) foram consideradas claras e possíveis de serem implementadas. Dentre os desafios para a implementação das recomendações nas empresas estudadas todos os entrevistados destacaram como desafio principal a resistência à mudança

relacionada à própria cultura organizacional das empresas que são, em sua maioria, empresas familiares.

A empresa B destacou como desafio também a sustentabilidade das ações implementadas. Segundo o entrevistado, algumas iniciativas de melhoria implementadas na empresa que já haviam sido implementadas pela empresa como programas “5S”, por exemplo, acabaram se perdendo ao longo do tempo devido à falta de acompanhamento sistemático dessas ações. Dessa forma, o entrevistado ressaltou a importância de se implementar medidas visando o acompanhamento e sustentabilidade das ações implementadas.

O entrevistado da empresa C destacou que a implementação dessas ações de melhoria devem ser uma iniciativa da diretoria e que ela deve estar certa de sua intenção em se trabalhar com ela, colocando-a como uma das prioridades dentro de suas atividades. e que a falta de envolvimento da alta direção e do próprio comprometimento ao longo do processo de implementação constituem desafios para que essas iniciativas sejam bem sucedidas.

As etapas descritas para a implementação das recomendações 4 (identificação dos desperdícios); 05 (implementação de 5S) e 09 (implementação de um programa de sugestões de melhoria) foram consideradas claras e de fácil entendimento e possível de serem implementadas seguindo a descrição das etapas presentes na descrição de cada uma das recomendações.

5.2 Legitimação das recomendações por especialistas em produção enxuta

Os questionários utilizados nas entrevistas dos funcionários das empresas para legitimação das recomendações estão disponíveis no Apêndice Q.

De forma geral, as recomendações foram consideradas claras e aplicáveis nas empresas estudadas. Um dos entrevistados ressaltou que a forma como as recomendações foram expostas demonstra de forma clara e objetiva a aplicabilidade dos conceitos e técnicas da produção enxuta em qualquer natureza de negócio.

Algumas melhorias foram sugeridas pelos especialistas como:

- Acréscimo de uma recomendação que trata de ações para sustentabilidade das demais ações implementadas;
- Modificações nas recomendações sobre a aplicação de conceitos da manutenção produtiva total (TPM), dando ênfase apenas na manutenção

preventiva e autônoma para facilitar o entendimento e ação dos funcionários da operação;

- Alterações na recomendação de controle visual para acompanhamento da gestão da produção, tornando-a mais enxuta ao unir duas recomendações que haviam sido inicialmente propostas (programação nivelada da produção e quadros de programação semanal)
- Modificação na sequência da recomendação sobre mapeamento do fluxo de valor, colocando-a após a recomendação de eliminação de desperdícios.

Segundo os entrevistados, uma das maiores dificuldades encontradas nas empresas para a implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta se referem à alta direção. É preciso que a alta direção entenda que a adoção da prática enxuta exige mudanças organizacionais que precisam ser gerenciadas. A produção enxuta não é uma receita pronta cuja aplicação na empresa trará resultados imediatos. É responsabilidade da alta direção, definir claramente quais são seus objetivos quanto à aplicação desses conceitos e técnicas, demonstrar os benefícios que podem ser conseguidos se houver o envolvimento de todos, motivar todos os demais funcionários na mudança e garantir a sustentabilidade das ações.

Quanto às dificuldades na implementação foram citados pelos entrevistados: a falta de conhecimento sobre a essência dos conceitos que a produção enxuta emprega; a resistência à mudança que dificulta o direcionamento das pessoas para um pensamento de redução/eliminação de desperdícios e de melhoria contínua, a falta de recursos humanos para o desenvolvimento de iniciativas da produção enxuta; carência de recursos financeiros para a contratação de consultorias especializadas e a estrutura familiar que essas empresas apresentam.

Como fatores que os entrevistados julgaram fundamentais para o sucesso de iniciativas da produção enxuta nas empresas destacam: o entendimento da alta direção sobre a essência dessa abordagem, no que diz respeito às mudanças organizacionais inerentes à implementação desses conceitos e técnicas. Que a implementação seja uma iniciativa necessária da empresa; necessário o conhecimento dos conceitos e técnicas para entender o contexto de cada empresa e, para cada contexto, adaptar as técnicas usualmente empregadas. Além disso, é fundamental que haja envolvimento e interação entre todos os níveis hierárquicos para a implementação desses conceitos e técnicas.

As considerações feitas pelos entrevistados foram adicionadas às recomendações propostas e estas foram atualizadas quanto ao conteúdo e sequência de implementação. Portanto, a seção anterior apresentou as recomendações após estas serem legitimadas. As recomendações foram divididas em fases na proposta atualizada; a comparação com a proposta inicialmente desenvolvida pode ser observada na Figura 20.

Figura 20 - Comparação entre as recomendações no estado inicial e após legitimação

6. Conclusões

Por meio do desenvolvimento deste trabalho foi possível identificar que as empresas pertencentes ao aglomerado industrial de Sertãozinho embora possuam características semelhantes que constituem desafios para a implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta apresentam grandes oportunidades de melhoria que podem ser baseadas nessa abordagem.

A maioria dessas empresas é micro e pequenas que possuem recursos financeiros limitados e que lutam para sobreviverem no mercado. Além disso, atuam num ambiente produtivo caracterizado por uma elevada variedade e baixo volume de produtos o que as deixam ainda mais vulneráveis às constantes modificações de mercado.

As empresas estudadas possuem uma estrutura familiar onde o papel do gestor muitas vezes se confunde com a do dono e esse aspecto contribui ainda mais para aumentar a resistência à mudança prejudicando a adoção de iniciativas de melhorias. Existe, também, uma carência de recursos humanos para se dedicarem a essas atividades e do próprio conhecimento sobre a produção enxuta, nas empresas estudadas. Dessa forma, elas compartilham uma descrença de sua aplicabilidade no ambiente produtivo em que atuam e dos benefícios que poderiam ser conseguidos a partir dessa aplicação.

As recomendações apresentadas, apesar de serem simples e não exigirem grandes investimentos financeiros, podem trazer grandes benefícios às empresas. Elas se baseiam nos conceitos e técnicas da produção enxuta e algumas delas constituem recomendações gerais como, por exemplo, treinamento, formação da equipe enxuta, definição de indicadores de desempenho, que têm o objetivo de dar suporte à adoção de práticas de produção enxuta nas empresas. Além disso, espera-se que, a inserção das empresas no aglomerado industrial, possa estimular ações conjuntas entre elas e também com outras instituições presentes no aglomerado, suprimindo a carência de conhecimento sobre o assunto e de recursos humanos das empresas estudadas.

As recomendações sugeridas neste trabalho são comuns a quaisquer iniciativas de implementação da produção enxuta em outros ambientes. Em alguns aspectos pontuais foi necessário adaptar as técnicas da produção enxuta ao contexto estudado, por exemplo, no caso da recomendação sobre programação da produção e gestão visual. Como o cálculo de *takt time* como originalmente desenvolvido não se mostra apropriado neste ambiente, bem como nivelamento da produção em volume e variedade

de produtos uma vez que essas empresas fabricam produtos customizados, foi sugerida uma forma simples de distribuir a demanda dos clientes pela capacidade que a empresa possui, de forma a contribuir para a redução das diferenças entre momentos de sobrecarga e de sub-utilização da capacidade produtiva.

Assim, o entendimento dos conceitos e técnicas da produção enxuta e o conhecimento do ambiente interno da empresa e do contexto em que ela está inserida são fundamentais para adaptar esses conceitos e técnicas às situações de cada empresa, contribuindo para um desempenho melhor.

De forma geral, para a elaboração das recomendações, o que se buscou foi identificar os desafios que as empresas estudadas apresentam e evidenciar a aplicabilidade dos conceitos e técnicas da produção enxuta nesse contexto. Espera-se que as recomendações possam diminuir esses desafios contribuindo para empresas que desejam iniciar a implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta.

Dessa forma, quando retornamos à questão de pesquisa inicialmente levantada neste trabalho: *“Que recomendações poderiam contribuir para que empresas com características semelhantes às estudadas e com o suporte do agente de governança local, no caso de aglomerados industriais, implementem conceitos e técnicas da produção enxuta?”*, pode-se considerar que esta foi adequadamente respondida com o desenvolvimento deste trabalho.

É possível afirmar que as recomendações propostas neste trabalho podem contribuir para o desenvolvimento de iniciativas de melhoria e ações conjuntas no aglomerado industrial, reduzindo as dificuldades que essas empresas apresentam para a adoção dessas iniciativas, favorecendo a melhoria da competitividade delas.

Apesar das recomendações propostas serem simples, elas exigem flexibilidade no uso das técnicas, baseando-se nos conceitos da produção enxuta; comprometimento da alta direção; envolvimento dos funcionários e uma mudança cultural direcionada para a melhoria contínua e redução/eliminação de desperdícios.

Os estudos realizados possibilitaram concluir, também, que a baixa aplicação dos conceitos e técnicas da produção enxuta nessas empresas está mais relacionada a questões organizacionais que da própria natureza do ambiente produtivo em que elas estão inseridas. Essas empresas precisam, inicialmente, desenvolver ações para disseminar a cultura de melhoria contínua em toda organização; planejar e organizar melhor seus processos e sua forma de gestão, trabalhando iniciativas simples nesse

sentido. Baseando-se nessas necessidades é possível concluir que as recomendações propostas podem contribuir para melhoria desses aspectos.

Uma vez trabalhado esses aspectos iniciais, outras iniciativas da produção enxuta que exija maior organização da empresa, investimentos financeiros e do próprio conhecimento sobre esta abordagem podem ser trabalhados como, por exemplo, modificação de *layout*, instalação de *softwares* para auxílio na gestão da produção e tomada de decisão, dentre outros

A implementação de conceitos e técnicas da produção enxuta é importante e pode contribuir para uma melhoria no desempenho das empresas, porém, ela não pode ser vista como uma solução imediata para todos os problemas existentes. Muitas das dificuldades de implementação estão mais relacionadas a aspectos de gestão que da própria aplicação das técnicas em si. O trabalho de desenvolvimento da cultura voltada para eliminação de desperdícios e melhoria contínua é longo e não se deve ter como objetivos resultados no curto prazo.

Além disso, a implementação dessas recomendações deve ser uma iniciativa de melhoria necessária para as empresas, caso contrário, a ocorrência de fracasso será provável. Além disso, deve estar claro que a adoção dessas recomendações está mais relacionada a aspectos organizacionais que técnicos, envolvendo um processo de aprendizado contínuo.

Por fim, é importante ressaltar que como não foi possível o trabalho prático de implementação dessas recomendações nas empresas tanto pela indisponibilidade delas quanto pela restrição de tempo, houve um prejuízo na análise crítica das dificuldades de se colocar em prática essas recomendações e dos reais benefícios que elas poderiam proporcionar às empresas.

6.1 Considerações finais

O trabalho desenvolvido possui duas limitações principais:

- As recomendações foram desenvolvidas baseadas em estudos realizados em quatro empresas pertencentes ao aglomerado industrial de Sertãozinho. Dessa forma, o número de empresas estudadas foi limitado e as recomendações foram baseadas na realidade de um aglomerado industrial específico;

- As recomendações não foram aplicadas nas empresas para que análises mais práticas e realistas pudessem ser realizadas.

Para o desenvolvimento de pesquisas futuras sugere-se:

- Desenvolvimento de estudos em outros aglomerados industriais que possuem empresas com características semelhantes às estudadas, como o caso do aglomerado industrial de Piracicaba;
- Realização de estudos contemplando um número maior de empresas;
- Implementação das recomendações propostas em empresas que possuam características semelhantes às estudadas para que seja possível uma análise mais prática das recomendações sugeridas;
- Desenvolvimento de estudos que foquem na aplicação de ferramentas que exijam mudanças mais estruturais e investimentos financeiros mais elevados como alteração de *layout*, por exemplo.

Espera-se que, consideradas as limitações deste trabalho, ele contribua para evidenciar a aplicabilidade dos conceitos e técnicas da produção enxuta em ambientes produtivos de alta variedade e baixo volume de produtos; que as recomendações propostas contribuam para que empresas com características semelhantes às estudadas implementem iniciativas de produção enxuta e, também, para fomentar a aplicação, por meio de ações conjuntas, desses conceitos e técnicas em empresas pertencentes ao aglomerado industrial de Sertãozinho.

Referências

- ACHANGA, P. et al. (2006). Critical succes factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bradford, v.17, n.4, p.460-471.
- AHLSTROM, P. (1998). Sequences in the implementation of lean production. **European Management Journal**, Oxford, v.16, n.3, p.327-334, June.
- AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford, v.25, n.7, p.709-756.
- AMATO NETO, J. (2009). **Gestão de sistemas locais de produção e inovação (clusters/APL)**. São Paulo: Atlas.
- BAMBER, L.; DALE, B.G. (2000). Lean production: a study of aplication in a traditional manufacturing environment. **Production Planning and Control**, London, v.11, n.3, p.291-298.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (2002). Disponível em:<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Navegacao_Suplementar/Perfil/porte.html>. Acesso em: 25 set. 2009.
- BHASIN, S.; BURCHER, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. **Journal Manufacturing Technology Management**, Bradford, v.17, n.1, p.56-72.
- BODEK, N. (2002). Kaizen: kaZam!. **Training and Development**, Alexandria, v.56, n.1, p.60.
- BONAVIA, T.; MARIN, A.J. (2006). An Empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. **International Journal Operation and Production Management**. Bradford, v.26, n.5, p.505-531.
- BOYLE, T.A.; SCHERRER-RATHJE, M. (2009). An Empirical examination of the best practices to ensure manufacturing flexibility. **Journal of Manufacturing Technology Management**. Bradford, v.20, n.3, p.348-366.
- CARPINETTI, L.C.R. (2010). **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Atlas.
- CENTRO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO E ENERGÉTICO (2008). **Anuário da indústria: Sertãozinho e região**. Sertãozinho: Ceise-Br.
- CHEN, J.C.; LI, Y.; SHADY, B.D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. **International Journal of Production Research**, London, v.48, n.4, p.1069-1086.

- CONNER, G. (2001). **Lean manufacturing for the small shop**. Michigan: Society of Manufacturing Engineers.
- CORREA, H.L.; CORREA, C.A. (2005). **Administração de produção e operações**. São Paulo: Atlas.
- CRUTE, V. et al. (2003). Implementing lean in aerospace – challenging the assumptions and understanding the challenges. **Technovation**, Amsterdam, v.23, n.12, p.917-928, Dec.
- DEVELIN, N. (1995). **Kaizen II: acelerando a melhoria contínua, uma corrida sem linha de chegada**. São Paulo: IMAM.
- ESPOSTO, K.F. (2008). **Elementos estruturais para a gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta**. 242p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- ESWARAMOORTHY, G.R. et al. (2010). A Survey on lean practices in Indian machine tool industries. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, London. DOI: 10.1007/s00170-010-2788-y. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/p06w447860n3771q>>. Acesso em: 24 Mar. 2010.
- FELD, W.M. (2000). **Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them**. Boca Raton: St.Lucie.
- FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M. (2010). **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F.C.F. (2004). Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando as perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.11, n.1, p.1-19, jan./abr.
- GUAN, Z. et al. (2008). Operation and control of flow manufacturing based on constraints management for high-mix/low volume production. **Frontiers of Mechanical Engineering in China**, Berlin, v.3, n.4, p.454-461, Dec.
- GUNASEKARAN, A.; CECILLE, P. (1998). Implementation of productivity improvement strategies in a small company. **Technovation**, Amsterdam, v.18, n.5, p.311-320, May.
- HENDRY, L.C. (1998). Applying world class manufacturing to make to order companies: problems and solutions. **International Journal of Operations and Production Management**, Bradford, v.18, n.11, p.1086.
- HENDRY, L.C.; KINGSMAN, B.G. (1989). Production planning systems and their applicability to make to order companies. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.40, n.1, p.1-15, May.

- HINES, P.; RICH, N. (1997). The Seven value stream mapping tools. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v.17, n.1, p.46-64.
- HINES, P.; TAYLOR, D. (2000). **Going lean**. Cardiff: Lean Enterprise Research Center. Disponível em: <www.cardiff.ac.uk/carbs/lom/lerc/centre/publication/downloads/goinglean.pdf>. Acesso em: 11 Sept. 2009.
- HINES, P. et al. (2008). **Staying lean**. Thriving, not just surviving. Cardiff: Lean Enterprise Research Center. Disponível em: <<http://www.leanenterprise.org.uk/lean-resources/lean-books-via-amazon.html>>. Acesso em: 26 Feb. 2010.
- HOLWEG, M. (2007). The Genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, v.25, n.2, p.420-437, Mar.
- HOPP, W.J.; SPEARMAN, M.L. (2004). To Pull or not to pull: what is the question?. **Manufacturing & Service Operations Management**, Hanover, v.6, n.2, p.133-148, Spring.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2007). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>>. Acesso em: 1 mar. 2010.
- JAMES-MOORE, S.M.; GIBBONS, A. (1997). Is Lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v.17, n.9, p.899-911.
- JINA, J.; BATTACHARYA, A.K.; WALTON, A.D. (1997). Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. **Logistics Information Management**, Wagon Lane, v.10, n.1, p.5-13.
- KARLSSON, C.; AHLSTROM, P. (1996). Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v.16, n.2, p.24-41.
- LANDER, E.; LIKER, J.K. (2007). The Toyota production system and art: making highly customized and creative products the Toyota way. **International Journal of Production Research**, London, v.45, n.16, p.3681-3698.
- LIKER, J.K. (2005). **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman.
- LOPES, M.C. (1998). **Modelo para focalização da produção com células de manufatura**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. Cap.2. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/lopes/cap2.html>>. Acesso em: 23 fev. 2010.
- MAY, M.E. (2007). **Toyota: a fórmula da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier.
- MCINTOSH, R. et al. (2007). Changeover improvement: reinterpreting shingo's SMED methodology. **IEEE Transactions on Engineering Management**, New York, v.54, n.1, p.98-111.

- MEREDITH, J. (1998). Building operations management theory through case and field research. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, v.16, n.4, p.441-454, July.
- MESTRE, M. et al. (1999). Visual communications: the Japanese experience. **Corporate Communications: an international journal**, Wagon Lane, v.5, n.1, p.34-41.
- MIGUEL, P.A.C. et al. (2007). Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, São Paulo, v.17, n.1, p.216-229, jan./abr.
- _____. (2010). **metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier.
- OHNO, T. (1988). **Toyota production system – beyond large-scale production**. Portland: Productivity.
- PANDIAN, P.; YANG, L.; LIU, X. (2010). Lean transformation for a high mix low volume production: a case study. In: INDUSTRIAL ENGINEERING RESEARCH CONFERENCE, 2010, Cancun, MX. **Proceedings...** A. Johnson and J. Miller, eds.
- PAPADOPOULOU, T.C.; OZBAYRAK, M. (2005). Leanness: experiences from the journey to date. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bradford, v.16, n.7, p.784-807.
- PORTER, M.E. (1998). Clusters and the new economics of competition. **Harvard Business Review**, New York, v.76, p.77-90, Nov./Dec.
- PREFEITURA DE SERTÃOZINHO (2009). Disponível em: <<http://www.sertaozinho.sp.gov.br/>>. Acesso em: 14 dez. 2009.
- RENTES, (2009): **SEP5777 - Desenvolvimento de Sistemas de Produção Enxuta**. Notas de aula. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. (2003). **Aprendendo a enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- SAURIN, T.A.; FERREIRA, C.F. (2008). Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.15, n.3, p.449-462, set./dez.
- SCHERRER-RATHJE, M.; BOYLE, T.A.; DEFLORIN, P. (2009). Lean take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. **Business Horizons**, New York, v.52, n.1, p.79-88, Feb.
- SCHONBERGER, R.J. (2007). Japanese production management: an evolution – with mixed success. **Journal of Operational Management**, Amsterdam, v.25, n.2, p.403-419, Mar.

SERVIÇO BRASILEIRO DE PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS (2009). **Subsídios para a identificação de clusters no Brasil: atividades da indústria** (Relatório de Pesquisa). Disponível em: <http://www.sebraesp.com.br/sites/default/files/clusters_brasil.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2009.

SHAH, R.; WARD, P.T. (2003). Lean manufacturing: context, practice, bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v.21, n.2, p.129-149, Mar.

SHINGO, S. (1996). **O Sistema Toyota de produção**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman.

SILVA, F.M.; FERNANDES, F.C.F. (2008). Proposta de um sistema de controle da produção para fabricantes de calçados que operam sob encomenda. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.15, n.3, p.523-538, set./dez.

SIMMONS, L. et al. (2010). Lean implementation in a low volume manufacturing environment: a case study. In: INDUSTRIAL ENGINEERING RESEARCH CONFERENCE, 2010, Cancun, MX. **Proceedings...**A. Johnson and J. Miller, eds.

SLOMP, J.; BOKHORST, A.C.; GERMS, R. (2009). A Lean production control system for high-variety/low-volume environments: a case study implementation. **Production Planning & Control**, London, v.20, n.7, p.586-595.

SRIPARAVASTU, L.; GUPTA, T. (1997). A Empirical study of just in time and total quality management principles implementation in manufacturing firms in the USA. **International Journal of Operations and Production Management**, Bradford, v.17, n.12, p.1215-1232.

STUMP, B.; BADURDEEN, F. (2009). Integration lean and other strategies for mass customization manufacturing: a case study. **Journal of Intelligent Manufacturing**. Doi: 10.1007/s10845-009-0289-3.

SUN, H., YAM, R.; WAI-KEUNG, N. (2003). The Implementation and evaluation of total productive maintenance (TPM) – an action case study in a Hong Kong manufacturing company. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Bradford, v.22, n.3/4, p.224-228.

VICARI, F.M. (2009). **Uma proposta de roteiro para diagnóstico de clusters**. 277p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

WEE, H.M.; WU, S. (2009). Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. **Supply Chain Management: an international journal**, Bradford, v.14, n.5, p.335-341.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. (2004). **A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

_____; JONES, D.T.; ROSS, D. (1992). **A Máquina que mudou o mundo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus.

WORTMANN, J.C. (1992). Production management systems for one of a kind products. **Computers in Industry**, Amsterdam, v.19, n.1, p.79-88, Apr.

YAMANAKA, L. (2008). **Proposta para implementação conjunta de um sistema da qualidade ISO9001:2000 em empresas do aglomerado de Sertãozinho**. 284p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

YIN, R.K. (2005). **Estudo de caso** – planejamento e métodos. São Paulo: Artmed.

ZHANG, Y.; CHEN, H. (1999). A Knowledge-based dynamic job-scheduling in low volume/high variety manufacturing. **Artificial Intelligence in Engineering**, Amsterdam, v.13, n.3, p.241-249, July.

Apêndice A - Roteiro de Entrevista: Consultoria

Caracterização da empresa e do entrevistado

Cargo do entrevistado: Especialista em consultoria em produção enxuta

Perfil da empresa: Grande porte do setor de energia, localizada na cidade de Sertãozinho, interior do estado de SP.

Atividade Econômica: Fabricação e Montagem de Turbinas a vapor geradoras de energia.

Questões

1) Qual foi o objetivo da empresa em contratar os serviços de consultoria “lean”?

Segundo o entrevistado a empresa em questão procurou a empresa de consultoria pela necessidade de reduzir os custos em algumas linhas de produção e principalmente pela necessidade em aumentar a capacidade produtiva em função do aumento de pedidos que a empresa estava vivendo.

2) Qual o tempo gasto para a implementação dos conceitos e técnicas da produção enxuta?

Para a empresa em questão, o tempo de implementação junto à consultoria foi de aproximadamente 2,5 anos. Embora os trabalhos com auxílio de uma empresa externa tenham durado apenas 2,5 anos, atualmente, a empresa possui uma equipe interna que mantém os trabalhos realizados e ainda realizam novas implementações na empresa.

3) Como se deu o processo de implementação?

A implementação seguiu o modelo de gestão de melhorias adotado pela consultoria (DMAIC). Desta maneira, foi realizada a definição do escopo do projeto baseada na divisão do produto principal (Turbina a vapor) em subprodutos. Na sequência foram mapeados os principais fluxos produtivos para identificação dos desperdícios e levantamento dos potenciais de melhoria. Após a identificação da situação atual, foi elaborada a proposta de situação futura identificando as ações necessárias para atingir a proposta futura. Em seguida, é realizado o Evento *kaizen*, onde todo o projeto é de fato operacionalizado no chão de fábrica, transformando o sistema produtivo conforme projetado. Sempre que é realizada uma implantação, a necessidade de controlar a nova situação é imprescindível, o que é dado através de *checklists*, padrões de trabalho, auditorias, entre outros.

4) Quais foram os conceitos e técnicas de produção enxuta adotados pela empresa?

Na empresa em questão foram utilizados conceitos de sistemas puxados, SMED, células de produção, controles visuais, padronização de trabalho e 5S. Em relação ao planejamento foram utilizados conceitos de nivelamento de demanda e nivelamento de produção.

5) Quais as principais dificuldades encontradas?

As principais dificuldades encontradas foram na gestão de mudanças, relacionados a aspectos comportamentais. A empresa de consultoria iniciou seus trabalhos na empresa por meio da média gerência, sem o apoio dos diretores/presidência. Desta maneira o entrevistado destacou que a mudança de comportamento, extremamente necessária, foi dificultada em função da falta de sinalização por parte dos altos cargos. Em relação aos aspectos técnicos, o entrevistado considerou que o grau de dificuldade do projeto foi simples.

6) Quais as ações adotadas para a sustentabilidade dos conceitos e técnicas implantados?

- O primeiro ponto adotado logo no início do projeto foi a criação de uma equipe com dedicação exclusiva para desenvolvimento e sustentabilidade das implementações.
- Após cada implementação, são realizadas auditorias constantes por meio de checklists e outras ferramentas de avaliação.

7) Quais os principais resultados obtidos (em número):

- **Redução de estoque:** Aproximadamente 40% para um subproduto específico
- **Redução *leadtime*:** Geral: Redução de 20% e Montagem Final: redução de 60%
- **Ganhos financeiros:** Não fornecidos pela empresa
- **Redução de *scraps***
- **Redução de retrabalho**
- **Reflexo na estrutura organizacional (nº de absenteísmo, redução de *turnover*)**

Os aspectos acima não foram contemplados como indicadores do projeto.

Apêndice B - Roteiro de Entrevista: Empresas

Parte 1- Informações gerais:

1. Empresa: _____
2. Identificação do entrevistado (nome/cargo):
3. Número de funcionários:
  - ☐ até 19
  - ☐ 20 até 99
  - ☐ 100 até 499
  - ☐ igual ou superior a 500
4. Receita bruta anual:
  - ☐ até R\$ 1,2 mi
  - ☐ superior a R\$ 1,2 mi até R\$ 10,5 mi
  - ☐ superior a R\$ 10,5 mi até R\$ 60 mi
  - ☐ superior a R\$ 60 mi
5. Área de atividade:
6. Prioridade para empresa:
  - ☐ tempo de entrega
  - ☐ qualidade do produto
  - ☐ custo

Parte 2 - Planejamento da Produção:

1. Produtos produzidos pela empresa:
2. Quais são as etapas envolvidas no processo produtivo?
3. Como é realizado o planejamento da produção?
4. Como o planejamento é comunicado ao chão de fábrica?
5. Como as atividades do chão de fábrica são distribuídas?
6. Tempo médio de produção:
7. Como é programado o uso dos equipamentos?
8. Há um plano de manutenção preventiva dos equipamentos?

Parte 3 - Pessoas:

1. Número de funcionários que exercem função gerencial:
2. Os gestores da empresa possuem vínculo familiar com a empresa?
3. Existe um plano de treinamento/desenvolvimento para os funcionários?
4. A solução de problemas e a melhoria contínua é estimulada pelos gestores?

Parte 4 - Produção Enxuta:

1. Tem conhecimento sobre a Produção Enxuta?

☐ não

☐ sim, qual a fonte:

- ☐ por meio de consultoria,
- ☐ treinamento interno,
- ☐ contato com universidade,
- ☐ artigos, revistas, livros
- ☐ outras

2. O sistema de produção enxuta é aplicado na empresa?
Se sim, qual foi o maior desafio na aplicação?

Se não, o quê considera como maior desafio para sua aplicação?

3. Tem conhecimento de quais abordagens citadas abaixo:

- ☐ 5S
- ☐ Melhoria do arranjo físico
- ☐ Manutenção Produtiva Total
- ☐ Dispositivo a prova de erros
- ☐ Gestão visual
- ☐ 5 por quês
- ☐ Relatório A3
- ☐ Funcionários multifuncionais
- ☐ Mapeamento do Fluxo de Valor
- ☐ Redução do tempo de *set-up*
- ☐ Kanban
- ☐ Kaizen
- ☐ Produção nivelada
- ☐ Trabalho padronizado

4. Das abordagens citadas acima quais são utilizadas pela empresa?

5. Quais são consideradas mais importantes? Por quê?
6. Conhece os benefícios que a aplicação da Produção Enxuta pode trazer para a melhoria do desempenho da empresa?
7. Existe alguma forma de desperdício prontamente identificada?
8. Como é feito o controle da qualidade dos produtos fabricados?

Parte 5 - Fornecedores

1. Existe uma relação próxima entre a empresa e o fornecedor?
2. Qual o tempo médio de entrega das matérias-primas pelos fornecedores?
3. Qual a frequência em que as compras são realizadas?
4. Os fornecedores se localizam próximos à empresa?
5. Quais materiais a fábrica possui estoque?

Parte 6 - Gestão da fábrica

1. Existe algum indicador de desempenho monitorado pela empresa?
2. Como a fabricação de um produto é controlada se está em acordo com o prazo estabelecido?
3. Existem reuniões periódicas entre os gestores e seus subordinados?
4. Existe algum controle visual na fábrica?

Apêndice C - Treinamento Introdotório: Parte I

Treinamento Introdotório I

- Introdução teórica básica
- Princípios e conceitos
- Desperdícios e classificações

Histórico da Manufatura

•Produção Artesanal (Pré-industrial)

Período: anterior a 1ª Guerra Mundial

Características: mão de obra especializada, produtos únicos, problemas de qualidade e elevado custo de produção.

•Produção em massa

Período: Desenvolvida próximo à 1ª Guerra Mundial

Características: mão de obra sem ou com pouca qualificação, peças intercambiáveis, divisão do trabalho, produtos padronizados, máquinas caras e dedicadas, alta produtividade e baixo custo baseado na economia de escala.

Características do Mercado Atual

- Alta variedade de produtos.
- Produtos de curto tempo de vida.
- Alta taxa de renovação de *mix* de produtos.
- Produtos de alto desempenho.
- Consumidores mais exigentes quanto à qualidade, prazo de entrega e preço.
- Abertura dos mercados, fácil acesso a produtos importados.
- Atendimento rápido.
- Preços altamente competitivos.

A Produção Enxuta

- Desenvolvida no Japão após a 2ª Guerra Mundial
  - ✓ Necessidade de reconstruir a indústria japonesa,
  - ✓ Não existia volume de produção para justificar a produção em massa ao estilo norte-americano,
  - ✓ Mercado japonês bastante segmentado.

➡ Os Princípios da Produção Enxuta foram desenvolvidos pelos japoneses para se adequarem às necessidades práticas que possuíam.

A Produção Enxuta

- Na América, o termo "Produção Enxuta" (*lean manufacturing*) foi popularizado em 1990, após a publicação do livro "A Máquina que Mudou o Mundo" de Womack, Jones e Roos.

- É uma forma de fazer mais com menos recursos, procurando fornecer aos clientes exatamente o que eles necessitam.

Princípios da Produção Enxuta

O que é valor?

→ São todas as especificações explícitas ou implícitas que o cliente faz.

Por exemplo:

- ✓ Menor custo
- ✓ Menor prazo de entrega
- ✓ Qualidade
- ✓ Praticidade no uso
- ✓ Segurança
- ✓ Diversidade de modelos
- ✓ Preço

Tipos de Atividades

- **AV** - Que "Agregam Valor"
  - É a atividade que cria, transforma ou altera o formato do material ou da informação, que o cliente esta disposto a pagar.

Exemplo: usinagem de uma peça, corte de chapa de aço.

Tipos de Atividades

- **NAV-** Que "Não Agregam Valor"
  - É a atividade que utiliza tempo e recursos mas não adiciona valor do ponto de vista do cliente.

Exemplo: Espera, excesso de estoque.

Tipos de Atividades

- **Não agregam valor, mas necessárias**
  - É a atividade que não agrega valor no ponto de vista do cliente, mas é necessária para os negócios.

Exemplo: inspeções de qualidade.

Reduzindo Desperdícios

Fonte: Hines; Taylor, 2000.

Praticando a filosofia “enxuta” em nosso dia a dia

	Em nossa vida:	Na empresa:
Onde procuramos qualidade ?	-Atendimento à saúde -Alimentos -Bens materiais -Serviços sociais	-Produtos da empresa -Matérias-primas utilizadas -Relacionamento com os clientes
Onde procuramos reduzir custos ?	-Aluguel -Contas -Transporte	-Eliminando desperdícios e perdas na produção. -Buscando formas mais eficientes de se trabalhar
Por que nós procuramos otimizar o nosso tempo ?	Para termos mais tempo para lazer, família, amigos.	Para termos mais tempo para melhorar o processo, treinamentos, implementar idéias de melhoria.
O que consideramos desperdícios ?	-Desperdício de comida -Desperdício de dinheiro -Desperdício de água -Desperdício de tempo	-Movimentação desnecessária -Superprodução -Defeitos -Espera

Desperdícios e a Produção Enxuta

- A Produção Enxuta busca a **identificação e eliminação/redução** sistemática de **desperdícios**.
- Desperdício é qualquer atividade que absorve recursos e não cria valor.
- A eliminação do desperdício é fundamental para aumentar o valor agregado do processo.

Tipos de Desperdícios

Superprodução: produzir muito ou muito cedo resultando em excesso de estoque.

Defeitos: erros frequentes no processamento de informação ou material, problemas na qualidade do produto.

Tipos de Desperdícios

Espera: períodos longos de inatividade de pessoas, informações ou bens, resultando em fluxos pobres e longos leadtimes.

Estoque: armazenamento excessivo e espera por informações ou produtos necessários, resultando em custo excessivo e baixo nível de serviço ao cliente.

Tipos de Desperdícios

Transporte excessivo: movimento excessivo de bens ou informações, resultando em aumento no tempo, esforço e custo.

Processamento elevado: executar o processo com procedimentos, ferramentas ou sistemas não apropriados em detrimento a abordagens mais simples e eficientes.

Tipos de Desperdícios

Movimentação desnecessária:
organização do posto de trabalho mal feita, resultando em movimentações desnecessárias e problemas ergonômicos. Aqui está incluído todos os movimentos físicos não necessários dos operadores

Eliminando Desperdícios

- Para adicionar atividades que agregam valor, eliminar os desperdícios é fundamental.

Apêndice D - Treinamento Introdutório: Parte II

Treinamento Introdutório – Parte II

Técnicas utilizadas na Produção Enxuta

Introdução ao “5S”

- O “5S” é utilizado para melhorar a organização dos ambientes de trabalho.
- Torna os processos mais eficientes e melhora o bem estar do trabalhador. Sua principal contribuição é a redução do desperdício de materiais, de tempo e de espaço.
- Para que se tenha sucesso é necessário uma mudança nas atitudes das pessoas.

Introdução ao "5S"

FREDDIE

O que os "5S" significam?

SEIRI → Senso de Utilização/Seleção

Só o que é necessário!

SEITON → Senso de Organização

Um lugar para cada coisa!

SEISO → Senso de Limpeza

Manter o ambiente limpo!

SEIKETSU → Senso de Padronização

Fazer sempre da mesma forma!

SHITSUKE → Senso de Autodisciplina

Fazer correto naturalmente!

1º "S" – Senso de Utilização

- É fundamental conhecermos a utilidade das coisas. Saber separar o que é útil do que não é.
- Dar um destino adequado aos materiais que não têm utilidade para nós.
- O que não usamos, geralmente, não precisamos!

2º "S" – Senso de Organização

- Definir um local adequado para cada coisa que utilizamos.
- Colocar cada coisa em seu devido lugar.

3º "S" – Senso de Limpeza

- Inspecionar para eliminar fontes de problemas.
- Limpar elimina riscos.
- Cuidar do ambiente.

4º "S" – Senso de Padronização

- Criar condições para criar um ambiente organizado e limpo.
- Eliminar as fontes de acidentes.
- A sinalização e a identificação facilitam a execução das tarefas.

5º “S” – Senso de Autodisciplina

- Manter as coisas limpas e organizadas naturalmente.
- Educação para manter as coisas em bom estado.
- Ter responsabilidade em seus atos.

Ambiente de trabalho modificado!

Treinamento Introdutório – Parte II

5S

Gestão
visual

Técnicas utilizadas na Produção Enxuta

Gestão Visual

- Padronização do local de trabalho através do 5S enfatizando o trabalho em equipe, pois cria referências entendidas por todos, eliminando interpretações diferentes ou duvidosas.
- Tudo bastante claro e identificado no ambiente de trabalho.

Pós-Graduação
Engenharia
de Produção

O que é a Gestão Visual?

- É a gestão em um ambiente de trabalho onde os processos e seus indicadores são facilmente entendidos por qualquer pessoa à primeira vista; é auto-explicativo.
- Nesse ambiente qualquer visitante ou empregado tem, rapidamente, uma visão objetiva do que é feito ali.
- É uma forma de comunicar sistematicamente padrões e auxílios visuais da área (símbolos, gráficos, sinais luminosos, quadros de aviso).

Efeitos da Gestão Visual

- Controle sobre perdas: melhoria da produtividade, da disponibilidade de recursos, da qualidade, e da satisfação dos clientes e dos empregados.
- Treinamento mais eficiente, ágil e inteligente. Trabalho alinhado com objetivos comuns.
- Auto-conhecimento sobre a organização e os processos: domínio do entendimento geral percebido, maior segurança, auto-confiança, motivação e envolvimento das equipes.

Exemplos de controles visuais

- Identificação de equipamentos, materiais, locais e nível de estoque (sinais, etiquetas, rótulos, faixas, cartões/ kanbans), procedimentos, instruções e auxílios visuais.
- Quadros com fluxogramas, mapas e *layout* dos processos, quadros/ luminosos/ sinalizadores /displays de informações gerais, de segurança.
- Quadros de informações: indicadores de desempenho da empresa, matriz de treinamentos dos empregados.

Treinamento Introductório – Parte II

Técnicas utilizadas na Produção Enxuta

Kaizen

Kai Zen

- Pode-se dizer que “Kaizen” é melhoria contínua.
- Ou, em outras palavras: MUDAR o processo, *layout* ou método de trabalho para uma condição melhor do que a existente.
- Benefícios: aumento da satisfação e motivação dos empregados, diminuição de custos, melhoria da qualidade e produtividade da empresa.

O que é um evento Kaizen?

- É onde são aplicados conhecimentos adquiridos em treinamentos para a melhoria contínua.
- Trabalho em conjunto para melhoria de um assunto pré selecionado.
- União de esforços para cumprir as ações definidas no intervalo determinado.
- Implementação de melhorias com o objetivo de: mudar o processo, *layout* ou método de trabalho para uma condição melhor do que a existente; aumentar o conhecimento e desenvolver uma visão prática dos envolvidos na utilização de técnicas do sistema de produção enxuta.

Foco *Kaizen* X Foco Tradicional

PDCA e a melhoria contínua

O PDCA é uma metodologia que auxilia no processo da melhoria contínua.

Trabalho Padronizado

- É um procedimento que pode ser documentado ou não, utilizado em comum e repetidas vezes pelas pessoas relacionadas com um determinado trabalho ou tarefa.
- Os padrões asseguram que os clientes recebam o mesmo produto com a mesma qualidade sempre que for requerido.
- Refletem nosso modo de trabalhar e produzir e garantem repetibilidade e reprodutibilidade.

Uso de Padrões

- Padrões devem ser usados onde e quando necessários, facilitando a execução do trabalho ou tarefa.
- Podem se encontrar sob a forma de procedimentos, marcações, desenhos, etc.

Padrões tornam o trabalho mais fácil!

Padronização e Sustentabilidade

Treinamento Introdutório – Parte II

Fluxo Contínuo

Fluxo Contínuo

Layout Celular

Treinamento Introdutório – Parte II

Produção Empurrada X Puxada

- Produz independente da real necessidade do processo posterior.
- Baseado na previsão das vendas.
- Não há comunicação direta entre as operações

- Produz somente quando necessário.
- A produção é baseada na real necessidade do consumidor.
- As operações estão diretamente ligadas. A operação anterior só produz quando a operação seguinte solicita.

Kanban

- É um método operacional utilizado para se "puxar" a produção.
- A forma mais comum de *kanban* são os cartões informativos.

Nº ARTIGO:	520 08 42
C. TRAB. (1):	SERRALHARIA
C. TRAB. (2):	MONTAGEM - SINTRA1
PEÇAS P/ CONTENHOR:	2000
Nº CARTÃO KANBAN:	2 / 2
INÍCIO DO PROCESSO:	1
Nº ARTIGO:	020 21 20
DESCRIÇÃO:	Chapa Fe Galv. 2000 x 1000 - N20
ROTEIRO:	1- Corte 2000x178 2- Corte + Furação

Kanban

- Por meio deles, o processo precedente fabrica somente a quantidade utilizada pelo processo subsequente.
- Elimina a necessidade de uma programação para todos os processos de produção e impedindo a superprodução.

Treinamento Introdutório – Parte II

Mapeamento do Fluxo de Valor - MFV

- É uma ferramenta que utiliza ícones para documentar e apresentar visualmente a sequência e o movimento de informações, materiais e ações que constituem o fluxo de valor de uma empresa.

Por quê devemos utilizar o MFV?

- A técnica do MFV é uma maneira fácil de ter uma visão geral de sistemas complexos

Benefícios:

- É possível enxergar o fluxo e as fontes de desperdícios.
- Obter um conhecimento comum do impacto de suas atividades e informações na cadeia de fornecimento.
- Selecionar e priorizar projetos de melhoria contínua.

Como podemos utilizar o MFV?

1. Estado atual

2. Estado futuro

3. Identificação de projetos de melhoria

Projeto:
Melhorar a utilização do xx:
Melhor utilização do processo
Mudanças de logística
...

Treinamento Introdutório – Parte II

Redução do tempo de *setup*

Passos para redução do tempo de *setup*

Benefícios da redução do *setup*

- Melhor balanceamento das atividades
- Aumento da capacidade de produção
- Possibilita a redução do tamanho dos lotes
- Redução de falhas e paradas de máquinas
- Possibilita a redução de estoque (custo de armazenagem, capital parado, etc.)
- Outros (flexibilidade, velocidade, etc.)

Apêndice E - Identificação de desperdícios na empresa

Tipos de Desperdícios		
Desperdícios	Descrição	Exemplos em sua área
Superprodução 	Produzir em excesso ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de informações e peças. Perda com excesso de pessoal, estoque e com custos devido a não necessidade de produção naquele momento.	
Defeitos 	Erros frequentes de produção por problemas nos roteiros de fabricação; problemas na qualidade dos produtos resultando em baixo desempenho das entregas.	
Estoque desnecessário 	Estoque excessivo e atrasos de informações ou produtos resultando em um custo excessivo e baixo desempenho do serviço ao consumidor.	
Processamento inadequado 	Uso incorreto de ferramentas, sistemas ou processos na realização das atividades do trabalho. Excesso de inspeções.	
Transporte excessivo 	Movimento excessivo de pessoas, informações ou materiais resultando em um desperdício de tempo, esforço e dinheiro.	
Espera 	Longos períodos de inatividade de pessoas, informações e produtos, causando discontinuidades no fluxo produtivo e elevados <i>lead times</i> .	
Movimentação desnecessária 	Ambiente de trabalho desorganizado, resultando em atividades não ergonômicas para o trabalhador que precisam fazer movimentos desnecessários na execução das atividades.	

Apêndice F - Classificação dos desperdícios

Microsoft Excel - Classificação desperdícios

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Go to Office Live Open Save

A2 planejamento

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Área	Descrição	Classificação	Complexidade	Implementação	Responsável	Prazo			
2	planejamento		espera		imediata					
3	planejamento				imediata					
4	compras		superprodução		curto prazo					
5	escritório		defeitos		longo prazo					
6	engenharia		estoque desnecessário							
7	produção		processamento inadequado							
8			transporte excessivo							
9			espera							
10			movimentação desnecessária							
11				baixa						
12				baixa						
13				média						
14				alta						
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Levantamento Classificação Tabelas

Desenhar AutoFormas

Pronto

Iniciar

mestrado Microsoft Excel - Clas... Dissertação_05 - Mic... Documento3 - Micros...

PT 10:57

Apêndice G - Exemplo de um mapeamento do fluxo de valor

1) Desenho do mapa do estado atual

- Desenha-se os processos básicos de produção.
- Utilizam-se caixas de processo, indicando uma área de fluxo de material.
- Nas caixas são listados dados típicos de processo: tempo de ciclo, leadtime, número de operadores, disponibilidade do equipamento
- Os clientes e fornecedores também devem estar representados no mapa.

Exemplo de um mapa atual ¹

2) Desenho do mapa do estado futuro

- Desenharm-se, novamente, os processos básicos de produção considerando as melhorias possíveis de serem realizadas, identificadas no mapa do estado atual.
- Elabora-se um plano de ação contemplando a implementação dessas melhorias, prazos e responsáveis.

Exemplo de um mapa futuro¹

¹ GAMBI, L. N. et al. (2010). Impactos da aplicação dos conceitos e ferramentas da produção enxuta na busca por uma produção mais limpa: um estudo de caso numa empresa de bens de capital. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010. São Carlos, São Paulo.

Apêndice H - Etapas para implementação do “5S”

5S - Etapas		Responsáveis
P Planejar	1) Definir a área para realização do 5S > O melhor é iniciar o 5S por áreas comuns (como escritórios) e posteriormente expandir para áreas mais específicas, à medida em que se aumentar a compreensão sobre sua aplicação. 2) Definir um local para colocar os itens sem utilidade > itens que os participantes ficarem em dúvida sobre sua utilidade serão mantidos nessa área por um tempo pré determinado 3) Definir as metas e objetivos com a realização do 5S 4) Escolher os participantes > características importantes dos participantes: motivação para o programa, influência e conhecimento em sua área	Equipe "enxuta" e gerente da área
	5) Comunicação do evento aos funcionários envolvidos 6) Treinamento dos funcionários participantes 7) Diagnóstico inicial da área > verificar para que atividade a área é usada > fotografar toda a área a ser trabalhada 8) Classificar os itens - responder aos seguintes questionamentos: > esse item é necessário? > se necessário, se encontra na quantidade correta? > se necessário, precisa estar nesse local? 9) Separar com etiquetas vermelhas os itens raramente utilizados > providenciar o descarte adequado daqueles itens sem utilidade > os itens cuja utilidade apresentar dúvidas, manter em uma área pré-determinada por um tempo definido (esse tempo deve ser suficiente para avaliar a utilidade do item e o mais curto possível) 10) Organizar > essa etapa tem o objetivo de eliminar o uso desnecessário de recursos e simplificar o acesso a eles > identificar gavetas, prateleiras, armários, etc. com etiquetas, cores ou outras marcações > organizar adequadamente as ferramentas e da forma mais visual possível 11) Limpar > criar um padrão para limpeza da área, incluindo atividades de limpeza necessárias e sua frequência. 12) Padronizar > criar regras para manter os itens 8, 10 e 11. > a padronização ajuda a assegurar que as condições não retornem às condições anteriores à implementação do 5S > demonstrar os padrões por meio de desenhos é uma solução útil e de fácil compreensão (modo de organização das prateleiras, quadro de sombras para organizar ferramentas)	Equipe "enxuta" e funcionários participantes
C Checar	13) Disciplinar > fazer verificações administrativas regulares > criar um check list para as verificações	Equipe "enxuta"
A Agir	13) Caso, durante a etapa anterior, qualquer necessidade seja identificada, tomar as ações necessárias > os padrões estabelecidos podem ser revisados sempre que necessário	Equipe "enxuta"

Apêndice I - Modelo de formulário para sugestões de melhorias

Programa de Sugestão de Melhorias	
Funcionário:	Área para melhoria:
Sugestão:	
Como:	
Benefícios:	
P	D
C	A

Apêndice J - Modelo de matriz de habilidades dos funcionários

Matriz de Habilidade dos Funcionários									
Atividade/funcionário	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
Usinagem I									
Usinagem II									
Montagem de caldeirados									
Introdutório Qualidade									

Conhecimento introdutório	<table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>					Executa atvde sem supervisão	<table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				
Executa atvde sem supervisão	<table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>					Apto em treinar outros	<table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				

Apêndice K - Modelo de plano de treinamento

Plano de Treinamento				
Funcionário:		Função:		Data:
1	Treinamento:	Prazo:	Comentários:	
		Conclusão:		
			Resp. pelo treinamento:	
2	Treinamento:	Prazo:	Comentários:	
		Conclusão:		
			Resp. pelo treinamento:	
3	Treinamento:	Prazo:	Comentários:	
		Conclusão:		
			Resp. pelo treinamento:	
4	Treinamento:	Prazo:	Comentários:	
		Conclusão:		
			Resp. pelo treinamento:	
5	Treinamento:	Prazo:	Comentários:	
		Conclusão:		
			Resp. pelo treinamento:	
6	Treinamento:	Prazo:	Comentários:	
		Conclusão:		
			Resp. pelo treinamento:	

Apêndice L - Etapas para a realização de um evento *kaizen*

Evento Kaizen - Etapas		Responsáveis
P Planejar	1) Análise da situação atual da área a) Definir um processo b) Considerar as demais áreas que possuem influência nesse processo 2) Definição de papéis e responsabilidades no evento <i>kaizen</i> 3) Definir duração do evento <i>kaizen</i>	Equipe "enxuta" e gerente da área
D Fazer	4) Comunicação do evento aos funcionários envolvidos 5) Treinamento dos funcionários participantes, apresentação da área a ser melhorada, exposição do problema	Equipe "enxuta"
	6) Brainstorming (ou outras ferramentas) para sugestões de melhoria 7) Elaboração do plano de ação para implantação das melhorias e definição das responsabilidades	Equipe "enxuta" e funcionários participantes
	8) Execução das ações pelos responsáveis	Funcionários participantes
	9) Acompanhamento das ações e prazos estabelecidos no plano de ação 10) Ao final do evento kaizen, apresentação final para os funcionários participantes e gerentes envolvidos	Equipe "enxuta"
C Checar	11) Checar se os benefícios esperados pela implementação da melhoria estão sendo alcançados 12) Fazer um acompanhamento periódico até que a implantação da melhoria se torne sustentável e não necessite ser monitorada.	Equipe "enxuta"
A Agir	13) Caso, durante a etapa anterior, qualquer necessidade seja identificada, tomar as ações necessárias	Equipe "enxuta"

Apêndice M - Sugestões para definição de responsabilidades num evento *Kaizen*

Sugestões para definição de responsabilidades num evento <i>Kaizen</i>	
Representante	Responsabilidades
Equipe "Enxuta"	> Avaliação inicial da proposta de melhoria > Organização do evento <i>Kaizen</i> > Definir a área/processo a ser trabalhada(o) > Treinamento dos funcionários que participarão do evento > Coordenação das reuniões e ações de melhoria identificadas > Dar suporte aos funcionários durante a execução das ações do evento > Fazer acompanhamento das ações de melhoria > Responsáveis pelo cumprimento dos prazos definidos > Verificar a implantação da melhoria após um tempo pré-definido de sua implementação
Gerente	> Assegurar condições apropriadas para a realização do evento: recursos humanos e financeiros, quando necessário > Sanar os possíveis obstáculos existentes e assegurar o progresso e resultados do evento <i>kaizen</i> > Definir a área/processo a ser melhorado > Participar da reunião de priorização das idéias de melhoria
Participantes do evento	> Contribuição com idéias de melhoria > Disponibilidade e dedicação às atividades propostas > Cumprimento dos prazos definidos para implementação das propostas

Apêndice N - Modelo de quadro de programação da produção

QUADRO DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO																								
Semana	21	O.P.	EQ.		Segunda			15	Terça			16	Quarta			17	Quinta			18	Sexta			19
Atividade					12:00	17:00	22:00	12:00	17:00	22:00	12:00	17:00	22:00	12:00	17:00	22:00	12:00	17:00	22:00	12:00	17:00	22:00		
Corte de caldeirados		1234	143	P																				
				R																				
Montagem de calderiados				P																				
				R																				
Usinagem				P																				
				R																				
Soldagem				P																				
				R																				
				P																				
				R																				
				P																				
				R																				
Semana	22	O.P.	EQ.		Semana			O.P.	EQ.	Lista de Ações								Resp.	Prazo					
Atividade					Atividade																			

Apêndice O - Roteiro de entrevista para legitimação das recomendações: Funcionários das empresas

1) Informações gerais:

Recomendações	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A descrição das recomendações é clara e de fácil entendimento?														
O material de treinamento disponível é claro?														
O material de treinamento atende aos objetivos propostos?														
É possível implementar sem necessidade de mais informações?														
Aplicável na empresa?														
Grau de importância: B (Baixo), M (Médio), A (Alto), I (Indiferente)														

2) Desafios para a implementação das recomendações na empresa.

3) Sugestões de melhoria.

4) As etapas descritas para a implementação dessa recomendação estão claras?

1. Recomendação 4 (Identificação de desperdícios):
2. Recomendação 5 (Implementação de “5S”):
3. Recomendação 9 (Implementação de um programa de sugestões de melhorias):

5) Recomendação 12 (Quadros de programação semanal): O modelo proposto para o quadro de reunião é aplicável aos processos da empresa?

- 6) Recomendação 13 (Nivelamento da produção): O modelo fornecido como exemplo para a distribuição dos pedidos dos clientes pela capacidade de fabricação é aplicável?
- 7) Recomendação 14 (Definição de indicadores): O modelo proposto para o quadro de gestão dos indicadores atende aos objetivos propostos?

Apêndice P - Síntese dos resultados obtidos para legitimação das recomendações a partir das entrevistas nas empresas

Recomendações	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Empresa
A descrição das recomendação é clara e de fácil entendimento.															A
															B
															C
O material de treinamento disponível é claro.															A
															B
															C
O material de treinamento atende aos objetivos propostos.															A
															B
															C
Possível implementar sem necessidade de mais informações.															A
															B
															C
Aplicável na empresa															A
															B
															C
Grau de importância: B (baixo) M (médio) A (alto) I (indiferente)	A	A	M	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A
	M	A	A	A	M	M	A	M	A	M		A	A	A	B
	A	A	M	A	A	A	M	A	I	A	A	A	A	A	C

Legenda

	Recomendação ok
	Recomendação com observações
	Não aplicável

Recomendações

- Treinamento introdutório
- Definição de objetivos e metas
- Definição de uma equipe enxuta
- Identificação de desperdícios
- Implementação do “5S”
- Elaboração de procedimentos operacionais padrão
- Elaboração de planos de treinamento e matriz de habilidades
- Elaboração e implementação de planos de manutenção preventiva
- Implementação de programa de sugestões de melhoria
- Realização de eventos *kaizen*
- Mapeamento do fluxo de valor
- Implementação de quadros de programação semanal
- Programação nivelada da produção
- Definição de indicadores de desempenho e gestão dos indicadores

---

Apêndice Q - Roteiro de entrevista para legitimação das recomendações: Especialistas

Identificação do entrevistado

Nome:

Cargo/Função:

Tempo no cargo:

Questões

- 1) Em sua opinião, quais são as maiores dificuldades encontradas nas empresas no que se refere à aplicação de conceitos e técnicas da produção enxuta?
- 2) Em sua opinião, qual seria o maior desafio em implementar conceitos e técnicas de produção enxuta em pequenas e médias empresas? E em indústrias que operam em um ambiente produtivo de alta variedade e baixo volume de produtos?
- 3) Quais ferramentas, técnicas e conceitos você considera que são aplicáveis nessas indústrias?
- 4) Você considera que as recomendações sugeridas neste trabalho são pertinentes à implementação de alguns conceitos e técnicas da abordagem enxuta nesses ambientes?
- 5) As informações contidas nas recomendações, incluindo os anexos, são claras? Caso negativo, em sua opinião, o que precisaria ser melhorado?
- 6) Você incluiria alguma nova recomendação dentre as enumeradas neste trabalho? Se sim, seria uma recomendação sobre qual assunto?
- 7) A sequência sugerida para a implementação dessas recomendações é viável? Você mudaria algo nessa sequência? Se sim, o quê e por qual motivo?

-
- 8) Quais fatores você julga fundamentais para o sucesso de iniciativas enxutas em pequenas e médias empresas fabricantes de produtos customizados?