

UNESP
Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

Guaratinguetá
2010

IVAN BARTOLI

MANUFATURA ENXUTA VOLTADA PARA INDÚSTRIAS
SIDERÚRGICAS QUE UTILIZAM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO SOB-ENCOMENDA – um estudo de caso de uma
empresa siderúrgica nacional

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia do Campus de Guaratinguetá,
Universidade Estadual Paulista, para a
obtenção do título de Mestre em Engenharia
Mecânica na linha de pesquisa de Gestão e
Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

Guaratinguetá

2010

Bartoli, Ivan

B292m Manufatura Enxuta voltado para indústrias
siderúrgicas que utilizam sistemas de produção sob-
encomenda – um estudo de caso de uma empresa
siderúrgica nacional / Ivan Bartoli – Guaratinguetá :
[s.n.], 2010.

110f. : il.

Bibliografia: f.103-110

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Engenharia do Campus de
Guaratinguetá, 2010.

Orientador: Messias Borges Silva

siderurgia 2. Manufatura enxuta I. Título

CDU 669.1



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

**MANUFATURA ENXUTA VOLTADO PARA INDÚSTRIAS
SIDERÚRGICAS QUE UTILIZAM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB
ENCOMENDA – UM ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA
SIDERÚRGICA NACIONAL**

IVAN BARTOLI

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA”

ESPECIALIDADE: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA DE TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA

Orientador / UNESP-FEG

Prof. Dr. MAURICIO CÉSAR DELLAMARO

UNESP-FEG

Prof. Dr. JOÃO BATISTA TURRIONI

UNIFEI

Fevereiro de 2010

DADOS CURRICULARES

DADOS CURRICULARES

FILIAÇÃO Alberto Bartoli
 Claudia Kassinoﬀ Bartoli

1993 – 2000 Curso de graduação em Engenharia de Produção, Metalurgista na Faculdade de Engenharia Industrial (FEI)

2007 – 2010 Curso de Pós-graduação, nível Mestrado, linha de Gestão e Otimização, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Alberto e Claudia (in memoriam), à minha querida esposa Joyce e a meus filhos Lucas e Julia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Causa Primordial pela oportunidade de viver e evoluir;
aos meus pais pelo Dom da Vida;
à minha amada esposa pela paciência e amor a mim devotados;
ao meu orientador Prof. Dr Messias Borges Silva pela dedicação e apoio;
aos membros da banca Prof. Dr. Mauricio César Dellamaro e Prof. Dr. João Batista Turrioni, e aos professores do Departamento de Produção pelas sugestões e contribuições no decorrer da pesquisa;
à Aços Villares nas figuras dos Engenheiros Mario Mikyo e Paulo Guarita pelo apoio e oportunidade de aperfeiçoamento.

Gayatri Mantra

***Aum bhuuhu bhuvaha svaha
tat savitur vare(n)yam
bhargo devasya dhiimahi
dhiyo yo naha pracodayaat***

Meditemos na Causa Primordial desta realidade e
do que lhe é inferior e superior
O que provê a luz do Sol permite que o melhor
de nosso intelecto brilhe
Possas Ele iluminar nosso intelecto para
atingirmos a Meta Divina.

Bartoli, I. **Manufatura Enxuta voltada para indústrias siderúrgicas que utilizam sistemas de produção sob encomenda – um estudo de caso de uma empresa siderúrgica nacional**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica – Área de Concentração de Produção) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010

RESUMO

Processos contínuos que utilizam o sistema de produção sob encomenda, como o caso do processo siderúrgico, tem sido pouco abordados como exemplos de implantação da manufatura enxuta por sua pequena similaridade com processos discretos que utilizam o sistema de produção para estoque. Por meio da utilização de práticas e ferramentas enxutas em uma companhia siderúrgica que utiliza o sistema de produção sob encomenda, da análise de seus resultados e de uma pesquisa de campo realizada com gestores de dessa companhia com o objetivo de levantar suas impressões e os resultados alcançados e sobre a eficácia dessas práticas e ferramentas, o trabalho demonstra que a Manufatura Enxuta é aplicável em indústrias siderúrgicas que utilizam sistemas de produção sob encomenda.

PALAVRAS-CHAVE: Manufatura Enxuta, Lean Manufacturing, Siderurgia, MTO, Aço

BARTOLI, I. Lean Manufacturing turning to make-to-order make-steel industries – a case research in a national make-steel company. 2010. 110 f. Dissertation (Mastering in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

ABSTRACT

Continuous processes that use the make-to-order (MTO) system, as the case of the make steel process, has been little attention as examples of implementation of lean manufacturing for its similarity to small discrete processes that use the production system of make-to-stock (MTS). Through the use of lean tools and practices in a MTS steel company, of the analysis of their results and a field research with managers of that company in order to raise their views and achievements and the effectiveness of these practices and tools, the work demonstrates that Lean Manufacturing is applicable in steel industries that use MTO production system.

KEY-WORDS: Lean Manufacturing, make-steel , MTO, Steel

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Toyota de Produção e perdas de rendimento.....	14
Figura 2 – Processo dos critérios P e R.....	16
Figura 3 – Exemplos de frases afixadas em indústrias japonesas.....	16
Figura 4 – Orientação do Kaizen e inovação.....	17
Figura 5 – Novo JIT, O novo princípio chamado TQM-S.....	19
Figura 6 – Significado dos “5Ss”.....	23
Figura 7 – Os oito pilares da TPM.....	35
Figura 8 – Iceberg do conhecimento dos problemas.....	37
Figura 9 – PDCA.....	38
Figura 10 – SDCA.....	40
Figura 11 – Processo típico de implementação enxuta.....	41
Figura 12 – Estratégias de produção para alcançar a demanda de customização.....	43
Figura 13 – Abordagem hierárquica para o problema MTO-MTS.....	48
Figura 14 – Diagrama de fluxo do gerenciamento da ordem.....	49
Figura 15 – Apresentação do Método.....	59
Figura 16 – Classificações da Pesquisa.....	60
Figura 17 – Produtos fabricados pela Gerdau AEB e suas aplicações.....	65
Figura 18 – Fluxo de uma usina siderúrgica semi-integrada.....	67
Figura 19 – Selos da certificação interna do “Programa 5S”.....	68
Figura 20 – Mapa de fluxo de valor atual do processo.....	70
Figura 21 – Mapa de fluxo de valor futuro do processo.....	71
Figura 22 – Os 4 passos da manutenção autônoma.....	73
Figura 23 – Exemplo de instrução OPL da Manutenção Autônoma.....	73
Figura 24 – Tela do software GSP.....	76
Figura 25 – SDCA.....	79
Figura 26 – Fluxograma de processo da Laminação de Pindamonhangaba.....	79
Figura 27 – Layout eletrônico da Pesquisa sobre a utilização da Manufatura Enxuta na siderurgia.....	81
Figura 28 – Necessidades de um modelo de gestão mais competitivo.....	94
Figura 29 – Similaridades e divergências entre sistemas MTS e MTO.....	95
Figura 30 – Sistema Integrado de gestão de manufatura enxuta.....	98
Figura 31 – Etapas de evolução do Sistema de Gestão Enxuta e seus resultados.....	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições e limites do termo Lean.....	9
Quadro 2 – Principais benefícios do 5S de cada senso.....	25
Quadro 3 - Estágios e etapas para implantação da metodologia de TRF.....	28
Quadro 4 – Atividades e resultados da polivalência.....	36
Quadro 5 – Comparação entre os sistemas MTS e MTO.....	46
Quadro 6 – Focos de manufatura MTO e MTS.....	47
Quadro 7 – Diferentes estratégias de entregas de produtos relatadas com CODPs.....	47
Quadro 8 – Propostas de tipos de pesquisas.....	53
Quadro 9 – Vantagens de desvantagens de cada tipo de caso.....	55
Quadro 10 - Distribuição das respostas segundo área e planta.....	83
Quadro 11 – Resultados da implementação das ferramentas e práticas.....	85
Quadro 12 – Ferramentas que mais influenciaram os resultados.....	89
Quadro 13– Aplicabilidade das ferramentas enxutas em áreas fabris siderúrgicas.....	92
Quadro 14 – Implementação das ferramentas e práticas enxutas.....	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Evolução da sobre-capacidade de produção de aço mundial.	6
Gráfico 2 – Previsão de aço bruto 1980-2020.....	8
Gráfico 3 – Limites hipotéticos e custos de estratégias de troca de ferramenta.....	27
Gráfico 4 – Exemplo de CPT.....	42
Gráfico 5 – Evolução das Paradas do Lingotamento Contínuo – Aciaria de Mogi	74
Gráfico 6 – Evolução do indicador de performance OEE na área de Acabamento	75
Gráfico 7 - Distribuição das respostas segundo área e planta.....	83
Gráfico 8 – Ferramentas implementadas nas áreas produtivas.....	84
Gráfico 9 – Resultados da implementação das ferramentas e práticas.....	86
Gráfico 10 – Ferramentas que continuam a ser utilizadas.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATO – Assembly-to-order

CODP – Customer order decoupling point

FiFo – First In First Out

IBS – Instituto Brasileiro de Siderurgia

IMVP – International Motor Vehicle Program

JIT – Just-In-Time

JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance

OEE – Overall Equipment Effectiveness

OJT – on-the-job-training

OMC – Organização Mundial do Comércio

MTO – Make-to-order

MTS – Make-to-stock

SMED – Single minute exchange die

STP – Sistema Toyota de Produção

TDS – Sistema de Desenvolvimento Toyota ou Toyota Development System

TPM – Manutenção Produtiva Total

TMS – Sistema de Marketing Toyota ou Toyota Marketing System

TQM-S – Total Quality Management Science

TQC – Total Quality Management

TRF – Troca rápida de ferramentas

VSM – Value Stream Map

WIP – Work in Process

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.2 TEMA E OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo geral	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 JUSTIFICATIVA.....	5
1.3.1 Exposição do estado atual do problema.....	5
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 CONCEITOS.....	10
2.1.1 Surgimento da Manufatura Enxuta.....	10
2.1.2 Conceitos de desperdício.....	12
2.1.3 Kaizen – melhoria contínua.....	15
2.1.4 A filosofia JIT/TQC.....	17
2.1.5 O novo JIT.....	18
2.1.6 O pensamento enxuto	20
2.1.7 Focalização da produção.....	22
2.2 PRÁTICAS E FERRAMENTAS.....	23
2.2.1 “5S”.....	23
2.2.2 Troca rápida de ferramentas.....	25
2.2.3 Layout celular	28
2.2.4 Mapeamento de Fluxo de Valor.....	30
2.2.5 A produção puxada e o sistema Kanban.....	32
2.2.6 Manutenção Produtiva Total	33
2.2.7 Operadores Polivalentes / Grupos semi-autônomos	35
2.2.8 Times de trabalho.....	37
2.2.9 Trabalho Padrão.....	39

2.2.10	Inter-relacionamento dos elementos da Manufatura Enxuta.....	40
2.3	SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA E PARA ESTOQUE.....	42
2.3.1	Sistemas de Produção para Estoque (MTS)	44
2.3.2	Sistemas de Produção sob Encomenda (MTO)	44
2.3.3	Ponto CODP.....	46
2.3.4	Combinação de sistemas MTO-MTS.....	48
2.3.5	Estoque de segurança.....	50
3	METODO DA PESQUISA.....	51
3.1	DEFINIÇÃO DO MÉTODO DA PESQUISA.....	51
3.1.1	Estrutura da pesquisa.....	52
3.2	DESCRIÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO.....	58
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO.....	59
3.4	PLANEJAMENTO DO TRABALHO DE CAMPO.....	60
3.5	REALIZAÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO.....	61
4	ESTUDO DE CASO.....	63
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	63
4.2	GERDAU AÇOS ESPECIAIS BRASIL (AEB)	64
4.2.1	Características dos produtos siderúrgicos abordados.....	64
4.3	O AÇO E A SIDERURGIA.....	65
4.3.2	Fluxo de produção de uma usina siderúrgica semi-integrada.....	66
4.4	EMPREGOS DAS PRÁTICAS E FERRAMENTAS ENXUTAS.....	67
4.4.1	Kaizen.....	67
4.4.2	Método “5S”	68
4.4.3	Mapeamento de Fluxo de Valor.....	69
4.4.3.1	Mapeamento do Estado Atual.....	69
4.4.3.2	O Mapa do Estado Futuro.....	70
4.4.4	Manutenção Produtiva Total (MPT)	72
4.4.5	Operadores polivalentes / Autogestão da Produtividade.....	74
4.4.6	Times de trabalho e Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	75
4.4.7	Sistemas híbridos MTO e MTS.....	77
4.4.8	Trabalho padronizado.....	78
4.5	PESQUISA SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS ENXUTAS NA GERDAU AÇOS ESPECIAIS BRASIL.....	80
4.5.1	Teste piloto.....	80

4.5.2	Resultados da pesquisa.....	82
5	DISCUSSÃO.....	90
5.1	ANÁLISE DA APLICABILIDADE DAS PRÁTICAS/FERRAMENTAS ENXUTAS	90
5.2	MANUFATURA ENXUTA E A COMPETITIVIDADE NA SIDERURGIA.....	93
5.3	APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA NO MEIO SIDERÚRGICO QUE UTILIZA SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA.....	94
5.4	ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS PARA CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO ENXUTA VOLTADA PARA A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA MTO.....	97
6	CONCLUSÕES.....	102
	REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	103

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nas últimas décadas, com a intensificação da competitividade mundial o setor siderúrgico se tornou mais competitivo, exigindo a redução de custos, melhores níveis de produtividade e qualidade, entre outras necessidades, pois a ameaça de indústrias siderúrgicas de países emergentes, como a China, tomou enormes proporções. Dados coletados pela Organização Mundial do Trabalho (OMC) apontam que em outubro de 2007, os chineses exportaram US\$ 111,4 bilhões, ante US\$ 105,8 bilhões dos alemães. Pela 1ª vez, a China acumula o maior volume de exportações do mundo, superando Alemanha e os EUA. O feito mostra que a China veio para ficar entre os grandes e a ameaça de ser o número 1 é cada vez mais uma realidade (CHADE, 2007).

Assim todo o panorama do setor siderúrgico foi afetado e se vê uma corrida acelerada para novas fusões e aquisições com o intuito de não ser engolido por grandes conglomerados.

A lucratividade, o acompanhamento interno de indicadores financeiros como o EBTIDA (Lucro antes de impostos, interesses, depreciação e amortização) e sua relação com os indicadores operacionais têm ganhado cada vez mais destaque na área fabril, o que reflete a ligação cada vez maior do impacto dos resultados operacionais com os resultados financeiros (KAPLAN & NORTON, 2001), o que nos leva, impreterivelmente, a um modelo de gestão mais competitivo e que enfoque mais a eliminação das perdas, um sistema de produção eficiente, flexível, ágil e inovador.

As variações de demanda no mercado consumidor de aço são rotineiras, principalmente na cadeia automobilística, exigindo que toda a cadeia produtiva atenda a estas variações, das siderúrgicas às montadoras. Este novo panorama mundial faz cada organização rever seus objetivos e buscar novos horizontes no desafio da sobrevivência das organizações, pois o ritmo de competitividade ultrapassa barreiras a cada novo dia.

A Manufatura Enxuta caracteriza-se como um sistema de produção adaptável às flutuações de demanda. Isto foi obtido através da constante identificação e eliminação

das perdas. O sistema é composto por um conjunto de ações práticas desenvolvidas por seus criadores ao longo de quase 30 anos desde a criação da Toyota Motor Company. Segundo Holweg (2007), constituíram-se em um benchmark internacional dentro da indústria automobilística. O Sistema Toyota de Produção (STP) deu início, então, a um modelo de sistema produtivo definido como Produção Enxuta. Esse termo surgiu a partir de um estudo chamado *International Motor Vehicle Program* (IMVP) – através do Massachusetts Institute of Technology (MIT) sobre as técnicas de produção de automóveis das indústrias no mundo, particularmente as japonesas, em especial a Toyota (WOMACK, JONES e ROSS, 2004 b).

Muitos ramos industriais implementaram ou adaptaram o sistema de Manufatura Enxuta, a produção enxuta é causa fundamental da vida ou morte de inúmeras organizações, vide a utilização em larga escala da metodologia enxuta e suas ferramentas nas montadoras automobilísticas com processos discretos. O mesmo não acontece com tal profundidade nas indústrias de base com processos contínuos, ex. processos siderúrgicos, segundo Abdullah (2003). Gerentes de indústrias de processos contínuos têm sido hesitantes em adotar a Manufatura Enxuta e suas ferramentas por sua pouca similaridade com os processos discretos, que tem outras características, como maquinário grande e inflexível, grandes tempos de *setup*, dificuldades de produzir em pequenos lotes, entre outras (ABDULMALEK; RAJGOPAL, 2007). Ha (2007) sinaliza que apesar de desenvolvido para processos discretos, a Manufatura Enxuta pode ser aplicada a manufatura de processos contínuos.

A pressão da concorrência e as reservas de mercado no nicho siderúrgico podem ser fatores impeditivos em comparação com outros ramos mais agressivos. As ferramentas enxutas não foram desenvolvidas para este ramo e as que existem não tem foco voltado para muitos processos pesados o que desacelera essa tendência sistêmica de eliminação dos desperdícios e de superprodução, baseada em conceitos já fundamentados no ramo automobilístico. Bhasin e Burcher (2006) promovem a visão que companhias raramente buscam a Manufatura Enxuta ao menos que estejam sentindo grandes necessidades.

A evolução do sistema de produção na indústria motora foi amplamente estudada como tem sido a história do Sistema de Produção da Toyota, que foi uma das maiores histórias de sucesso corporativo. (HOLWEG, 2007).

Apesar de algumas ferramentas enxutas parecem ter difícil adaptação nesse processo industrial, outras não são. A Alcoa Inc., uma empresa cujos processos em grande escala - refinação, fundição, etc. - tem pouca semelhança com operações de montagem de peças isoladas da Toyota, adaptou o espírito STP para seus negócios, que foi a base do Sistema de Negócios Alcoa ou *Alcoa Business System (ABS)*. Algumas ferramentas foram apropriadas e a filosofia enxuta largamente disseminada proporcionando uma economia de US\$ 1,1 bi de 1998 a 2000 para a Alcoa, melhorando sua segurança, produtividade e qualidade. (DRICKHAMER, 2004)

Cada vez mais a competição se dá entre cadeias produtivas e não apenas entre empresas. Isto requer que as empresas aumentem a eficiência e a eficácia de seus processos e operações, procurando produzir cada vez mais, com menos recursos e ao menor custo possível, o que só é obtido através da redução dos desperdícios. Holweg (2007) acrescenta que a busca das empresas pela vantagem competitiva tem seu lado negativo, pois se oferecem às empresas teorias, modismos, panacéias e fórmulas mágicas como soluções universais para as dificuldades sutis e geralmente incontornáveis da gestão competitiva. Muitos desses conceitos geraram grandes benefícios, porém, muitos não corresponderam às expectativas.

Gomes (2001) acrescenta que a simples “compra” de técnicas, sem uma visão global, sistêmica, faz com que, muitas vezes, os dirigentes das empresas não consigam vislumbrar suas implicações mais amplas na estrutura da organização. Talvez residam neste fato as causas de alguns fracassos de implantações das “técnicas japonesas de manufatura” em algumas empresas.

Holweg (2007) conclui que as maiores dificuldades que as companhias encontram em aplicar a Produção Enxuta são a falta de direção, falta de planejamento e a falta de um projeto adequado. Conhecimento de ferramentas e técnicas não são sempre um problema. Ainda para Holweg (2007) um apanhado de ingredientes é vistos como indispensáveis para uma implementação de sucesso:

- Aplicar simultaneamente cinco ou mais técnicas ou ferramentas;
- Ver a Manufatura Enxuta como uma jornada longa;
- Instalar um ponto de vista de melhoria contínua e fazer numerosas mudanças culturais envolvendo a delegação de responsabilidades aos operadores de chão de fábrica e patrocinando os princípios enxutos através da cadeia de valor.

1.2 TEMA E OBJETIVOS

O tema desta pesquisa está relacionado sobre a implementação e de ferramentas Manufatura Enxuta voltadas para o setor siderúrgico que utilizam sistemas de produção sob-encomenda ou do original em inglês Make-to-Order (MTO). Isto possibilita, pela análise das causas de desperdícios dentro do sistema de produção, avaliar as razões da pequena adaptabilidade da prática enxuta e suas ferramentas nesse setor.

1.2.1 Objetivo geral

Essa dissertação tem como objetivo principal investigar se, por meio da utilização de práticas e ferramentas enxutas e de uma pesquisa de campo realizada com gestores de uma companhia siderúrgica, a Manufatura Enxuta é aplicável em indústrias siderúrgicas que utilizam sistemas de produção sob encomenda.

1.2.2 Objetivos específicos

Os itens a seguir podem ser relacionados como objetivos específicos do presente trabalho:

- Demonstrar a aplicação das práticas e ferramentas enxutas em uma indústria siderúrgica que utiliza sistema de produção sob encomenda;

- Realizar uma pesquisa de campo com gestores de uma companhia siderúrgica que utiliza sistema de produção sob encomenda para levantar suas opiniões e impressões sobre a implementação de práticas e ferramentas enxutas.
- Identificar os benefícios da utilização das práticas e ferramentas enxutas em uma indústria siderúrgica que utiliza sistema de produção sob encomenda;
- Analisar o cenário da competitividade nas indústrias siderúrgicas e suas características;

1.3 JUSTIFICATIVA

1.3.1 Exposição do estado atual do problema

Dentro da literatura consultada não foi encontrado nenhum caso de envolvendo a utilização da Manufatura Enxuta voltada para a indústria siderúrgica MTO. No portal da CAPES foram consultadas as bases de dados da Emerald, Science Direct, Scielo e Wilson. Foram acessados os periódicos do European Journal of Operational Research, Journal of European Industrial Training, Manufacturing Engineering, Industrial Management & Data Systems, Quality Progress, International Journal of Operations & Production Management, Journal of Purchasing & Supply Management, Journal of Manufacturing Technology Management, Journal of Operations Management, Construction Innovation, International Journal of Information Management, Journal of Manufacturing Technology Management, International Journal of Production Economics, Harvard Business Review, Omega International Journal of Management and Science e Journal of Organizational Excellence.

Foram também, consultadas as revistas nacionais: Gestão e Produção (periódico da Universidade Federal de São Carlos), Revista Gestão Industrial (periódico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná) e Revista Produção (periódico da Associação Brasileira de Engenharia de Produção).

Até o início do 2º semestre de 2008 tinha-se um panorama bastante favorável para a siderurgia mundial. “O Brasil está virando um importante pólo de atração de negócios no campo da siderurgia, em meio a mudanças na indústria mundial” (CGEE,

2008). Verifica-se no gráfico 1 que após duas décadas de sobras de capacidade de produção de aço, existia um panorama atual de praticamente falta de capacidade das siderúrgicas para atender a crescente demanda o que leva a sucessivos aumentos de preços, a criação de novos investimentos e de recordes de lucratividade e de valorização do capital siderúrgico.

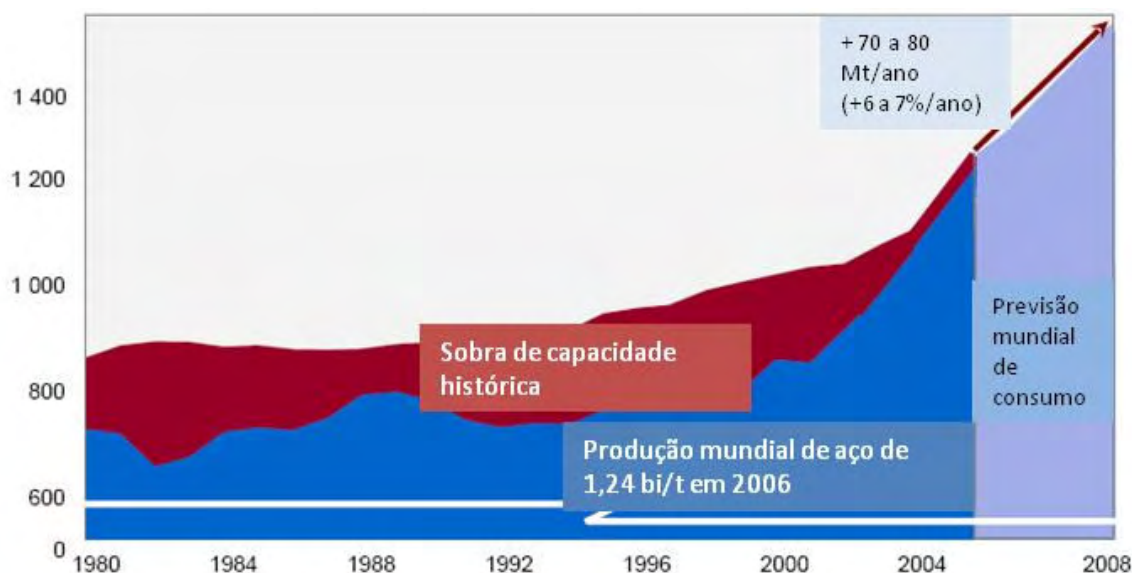


Gráfico 1– Evolução da sobre-capacidade de produção de aço mundial.
Fonte: Laplace Conceil (2009)

Porém no terceiro trimestre de 2008, a indústria entrou em recessão, numa mudança radical no cenário macroeconômico mundial. Inúmeros investimentos foram suspensos ou cancelados por causa da queda da demanda internacional por aço e de acordo com Durão (2009) as previsões não são otimistas em uma recuperação em um curto prazo, a produção em 2009 deverá ser de 25 mi toneladas de aço ante 33,7 mi em 2008.

A principal justificativa para o estudo do tema proposto está na necessidade de assegurar a competitividade das empresas no segmento siderúrgico, com vista à eliminação dos desperdícios e conseqüente diminuição o custo da produção para

assegurar margem ao negócio, pois a quantidade de fusões e aquisições que aconteceu na siderurgia mundial aumentou muito.

O Brasil perdeu para a China mais de US\$ 1 bilhão em exportação para os Estados Unidos só em 2007. Essa é uma das principais conclusões de um estudo inédito da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). Mantido o ritmo de avanço dos chineses sobre os mercados tradicionais brasileiros, a entidade estima que, em uma década, o País deixará de exportar o equivalente a quase a metade de suas vendas para os EUA.

Preocupados com a crise financeira mundial, os produtores latino-americanos de aços tentam evitar em seus mercados um aumento de produtos siderúrgicos de origem chinesa e do Leste Europeu. O clima geral é de apreensão com os efeitos da retração da demanda, em especial nos países desenvolvidos. Como esses países já têm mecanismos de proteção e deverão reforçá-los, o argumento é que os fluxos comerciais de bens chineses, russos e ucranianos tendem a se voltar para a América Latina. Nos 8 primeiros meses do ano de 2008, o volume de aços provenientes da China tiveram aumento expressivo para o mercado latino-americano, variando de país para país. No Brasil, este aumento foi de 25%. Em outros países, como Colômbia, Chile e Equador, atingiram de 60% a quase 100%.

Em 2006, no Brasil a produção de aço bruto foi de 30,9 mi de toneladas com receita bruta de R\$63,3 bi. O setor contribuiu com 11,9% do saldo da balança comercial do País trazendo importantes divisas para a economia (Instituto Aço Brasil, 2007).

Instala-se uma nova ameaça para as empresas siderúrgicas: a sobrevivência destas empresas como corporações independentes. O medo de ser engolido por uma empresa maior aumenta a competitividade em nível global destas empresas aonde a eficiência e a busca por resultados cada vez melhores é fator crucial para a melhor remuneração dos acionistas e consequentemente a manutenção da vida destas empresas.

Segundo a Laplace Conceil (2009), em 2020, a previsão é da produção de aço da China e Índia irá exceder a somatória de produção de aço em países desenvolvidos (gráfico 2).

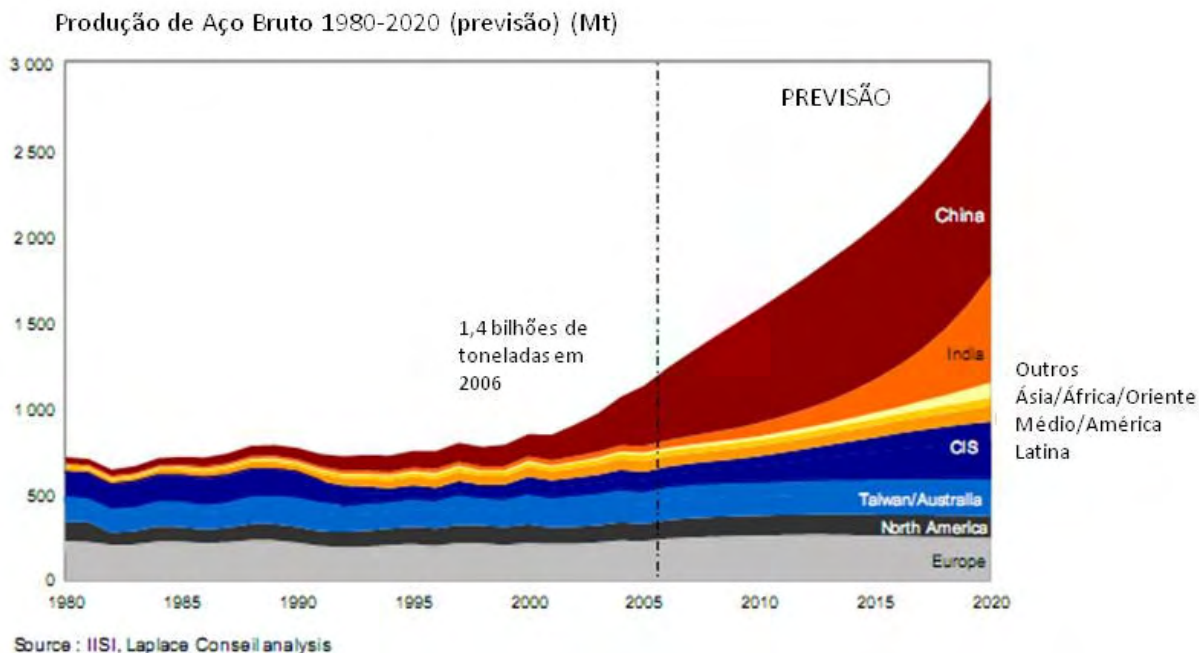
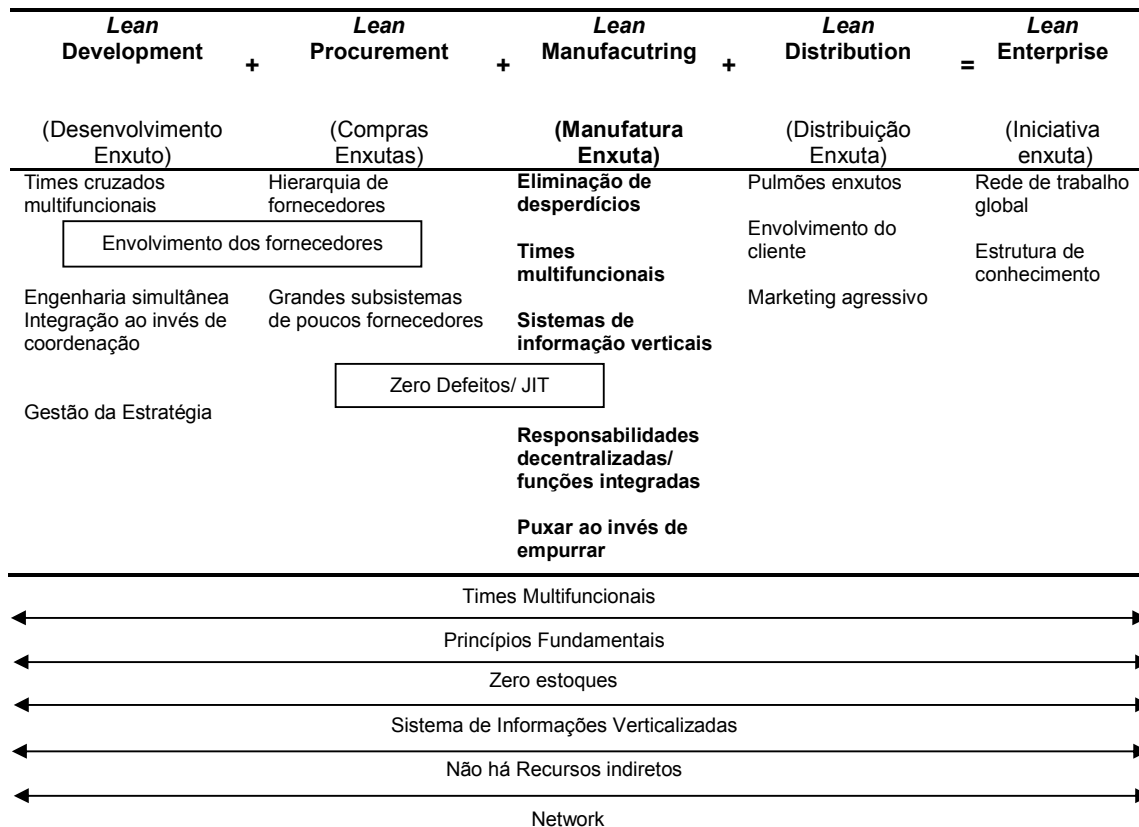


Gráfico 2 – Previsão de aço bruto 1980-2020.
Fonte: Laplace Conceil (2009)

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho se propõe a estudar dentro da Produção Enxuta, que engloba várias áreas, os limites definidos coma Manufatura Enxuta dentro do panorama do setor siderúrgico que trabalha com sistemas de produção eu utilizam sistemas de produção sob-encomenda. Karlsson, Christer e Åhlström (1996), no quadro 1 procuram traçar limites e definir termos utilizados na literatura, que geralmente, não tem definições claras e são utilizados sem distinções.

Lean Production (Produção Enxuta)



Quadro 1 – Definições e limites do termo *Lean*.
 Fonte: Adaptado de Karlsson, Christer e Åhlström (1996).

Sendo a pesquisa um estudo de caso, a parte prática se limita a verificar a implementação das ferramentas de Manufatura Enxuta por meio do levantamento dos resultados alcançados de uma pesquisa realizada na empresa Gerdau Aços Especiais Brasil, maior siderúrgica de aços longos especiais da América Latina que atua, principalmente, no fornecimento de aços longos para a indústria automobilística.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS

2.1.1 Surgimento da Manufatura Enxuta

Entender a criação e o desenvolvimento da Manufatura Enxuta nos ajuda em termos de identificarmos condições equivalentes ou que possam nos induzir a adaptar ou até mesmo criar novos conceitos e ferramentas na área onde estamos inseridos.

Segundo Holweg (2007) o STP foi se desenvolvendo por um longo tempo, porém seu ponto de partida foi o desafio de existir em meio a um panorama social altamente inóspito tendo como cenário o final da II Grande Guerra. As dificuldades econômicas encontradas aliadas com a visão de melhorar a produtividade dos trabalhadores japoneses que era cerca de dez vezes inferior a da mão de obra americana, levou os visionários criadores do STP, Taichi Ohno e Eiji Toyoda enxergarem sua principal falha: as perdas.

A partir daí, o que se viu foi a estruturação de um processo sistemático de identificação e eliminação das perdas.

O tema Manufatura Enxuta surgiu na década de 30, porém não foi formalmente documentado antes de 1965, mas foi amplamente divulgado, de acordo com Ohno (1997), apenas na primeira crise do petróleo em 1973.

A produção enxuta (do original em inglês, *Lean*) é, na verdade, um termo criado nos anos 80, pelos pesquisadores do International Motor Vehicle Program (IMVP), um programa de pesquisas ligado ao Massachusetts Institute of Technology (MIT), e difundido por Womack em seu livro “A máquina que mudou o mundo” (WOMACK, JONES e ROOS, 2004b) que é um dos trabalhos mais citados na Engenharia de Produção (LEWIS, 2000). A terminologia “Enxuta” é usada para definir um sistema de produção eficiente, flexível, ágil e inovador, superior à produção em massa, um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança. Na verdade, Manufatura Enxuta é um termo genérico usado para definir o Sistema Toyota de Produção - STP.

A troca rápida de ferramentas (TRF) foi desenvolvida a partir de uma carência de recursos de capital para compra de maquinário que era necessário no sistema de produção em massa na época do pós-guerra. Assim concluiu-se que, para fabricar diversos tipos de componentes, em vez de dedicar várias prensas por meses sem mudar os moldes, se desenvolveria técnicas simples de trocas de molde para troca freqüentemente e com a ajuda de Shingo (2000) essa metodologia foi desenvolvida. Assim, Ohno descobriu que o preço de produção de um número menor de peças era inferior, pois não havia gastos com estoque.

Ainda segundo Holweg (2007) o preço do custo do estoque não era apenas economizado, como também fazia com que os erros provenientes das trocas de ferramental fossem mais facilmente descobertos.

Sob a ótica das dimensões da estratégia de produção, o Sistema Toyota de Produção (STP) ou Manufatura Enxuta, surgiu originalmente para (i) reduzir custos de fabricação, (ii) aumentar a flexibilidade no tocante a alterações no mix, introdução de novos produtos e tempo de resposta, (iii) melhorar a qualidade dos produtos e (iv) promover a inovação (ANTUNES, 1995). Portanto, ele embarca todas essas qualificações e a necessidade constante de melhoria nas competências que sustentam a competitividade das empresas.

De acordo com Monden (1984) a proposta básica para o STP é aumentar os lucros, reduzindo o custo de produção, por meio da eliminação dos desperdícios como os excessos de estoques e da força de trabalho (atividades desnecessárias). Para obter a redução de custos a produção deve ser capaz de prontamente se adaptar as mudanças de demanda.

Já para Womack e Jones (2004a), Manufatura Enxuta é um sistema de administração da produção que promove um combate total aos desperdícios. É uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz.

Sempre organizações vêem a Manufatura Enxuta como um processo quando eles deveriam abraçar como uma cultura organizacional. (BHASIN e BURCHER, 2006).

2.1.2 Conceitos de desperdício

Segundo Womack e Jones (2004a), “Muda” é uma palavra japonesa que significa desperdício, que é definido como sendo toda atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor.

Conforme Shingo (2005) existem dois tipos de operação:

- a) Operações que agregam valor: transformam realmente a matéria-prima, modificando-lhe a forma ou a qualidade. São percebidos pelo cliente final.
- b) Operações que não agregam valor: podem ser consideradas perdas que são toda atividade que não contribui para as operações.

As principais perdas são sugeridas por Womack e Jones (2004a), Liker (2005), Abdullah (2003), Corrêa e Corrêa (2006), Ghinato (1996), Ohno (1996), Shingo (2005) e Slack (2002):

Superprodução: é o ato de se produzir em um ritmo acima do necessário. É considerada uma ilusão porque dá a impressão de que as atividades fluem normalmente. Tende a esconder defeitos e produções ineficientes causando desperdícios secundários, como aumento de estoques e diminuição do capital de giro.

Movimentação desnecessária: Está relacionado aos altos estoques e desorganização do ambiente de trabalho, consequentemente resultando em atrasos de produção e perda de itens.

Espera: É o desperdício do tempo perdido na espera de peças para processá-las por filas. É gerada normalmente pelas altas taxas de defeitos, antecipação da programação e desbalanceamento da linha de produção.

Transporte: É apenas uma movimentação que não agrega valor aos produtos porque o produto não valerá mais se ele teve um deslocamento maior no seu processamento.

Processamento: Estas perdas ocorrem quando há execução de atividades desnecessárias durante o processamento, realizadas com a finalidade de atribuir ao produto ou serviço as características de qualidade que são exigidas.

Defeitos: Está entre os piores desperdícios, pois é gerado retrabalho, aumento de custo, sucateamento do material e reclamações em clientes.

Estoque: Ocorre quando há excesso de fornecimento de peças entre os processos subsequentes, assim capital é empregado para sua manutenção, o que gera custo, porque esta atividade não remunera o capital, ou seja, gera perdas.

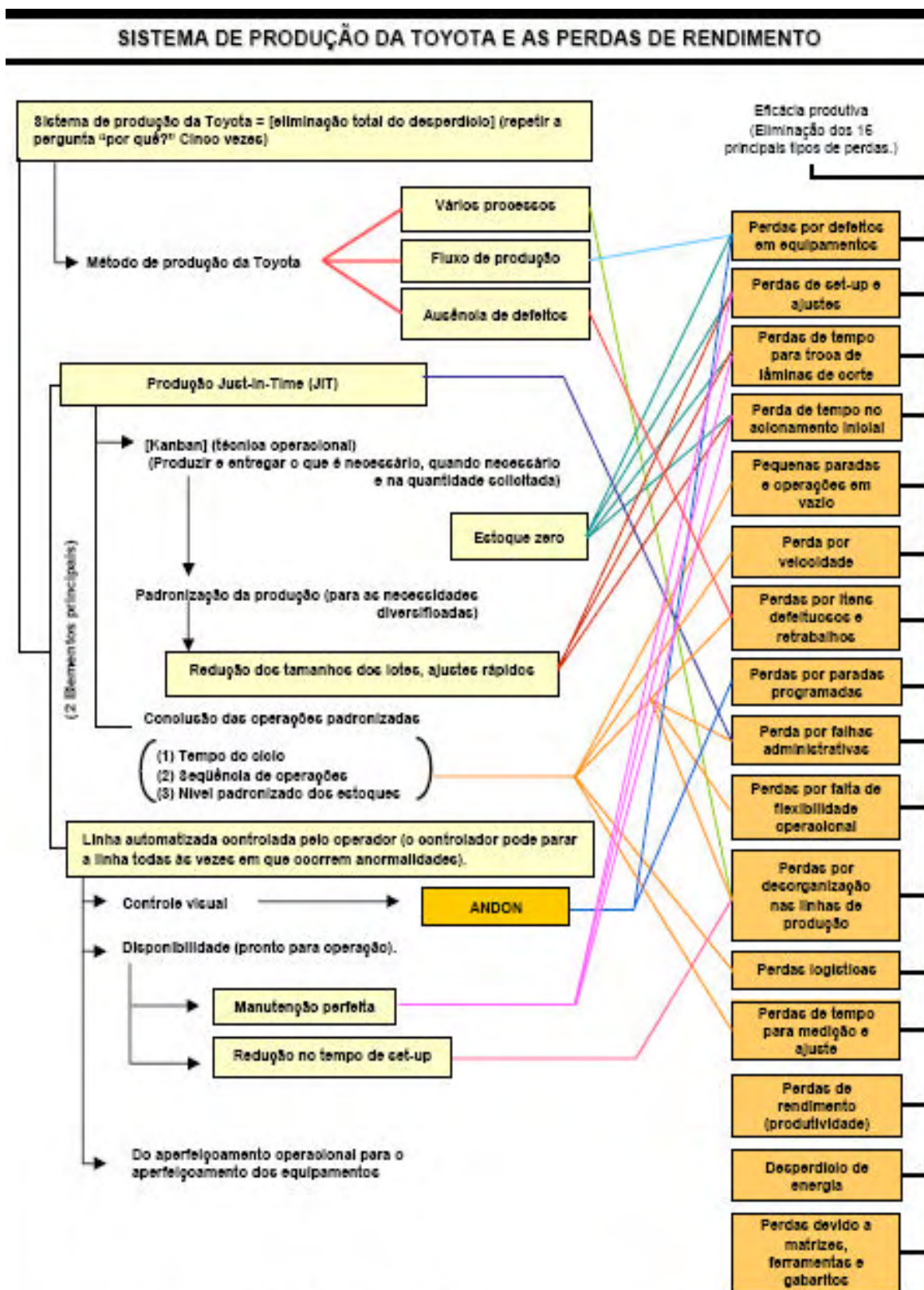


Figura 1 – Sistema Toyota de Produção e perdas de rendimento.

Fonte: Ohno (1997)

De acordo com Corrêa e Corrêa (2006) os estoques têm sido empregados para se evitar descontinuidade do processo produtivo, que se dá devido a três problemas principais: problemas de qualidade, quebra de máquina, setup de máquina.

Slack *et al* (2002) afirmam que os estoques representam um “manto negro”, colocado sobre o sistema de produção, impedindo que os problemas sejam visualizados. A Manufatura Enxuta tem como objetivo final um sistema aonde exista um fluxo contínuo de peças unitárias em que tudo esteja ligado sem estoques ou com um nível mínimo de estoque.

2.1.3 Kaizen – melhoria contínua

“Kaizen significa melhoria contínua. Mais do que isso, significa continuar melhorando na vida pessoal, na vida do lar, na vida social, na vida profissional. Quando aplicado ao local de trabalho, kaizen significa melhoria continua envolvendo a todos, desde gerentes até funcionários por igual.” Imai (1994, p. 21).

O Kaizen é um método gradual e incremental, suas atividades podem ser conduzidas de muitos objetivos, mas o aspecto essencial é que são orientadas para times de trabalho que, através de intenso envolvimento pessoal, sugerem, analisam, propõem alterações e implementam melhoramentos de forma contínua em aspectos como: processos; fluxos de trabalho; arranjo físico; método e divisão do trabalho; equipamentos e instalações; entre outros (CORRÊA; CORRÊA, 2006).

A estratégia KAIZEN é o conceito mais importante da administração, gera o pensamento orientado para o processo, já que os processos devem ser melhorados antes que consigamos resultados melhores.

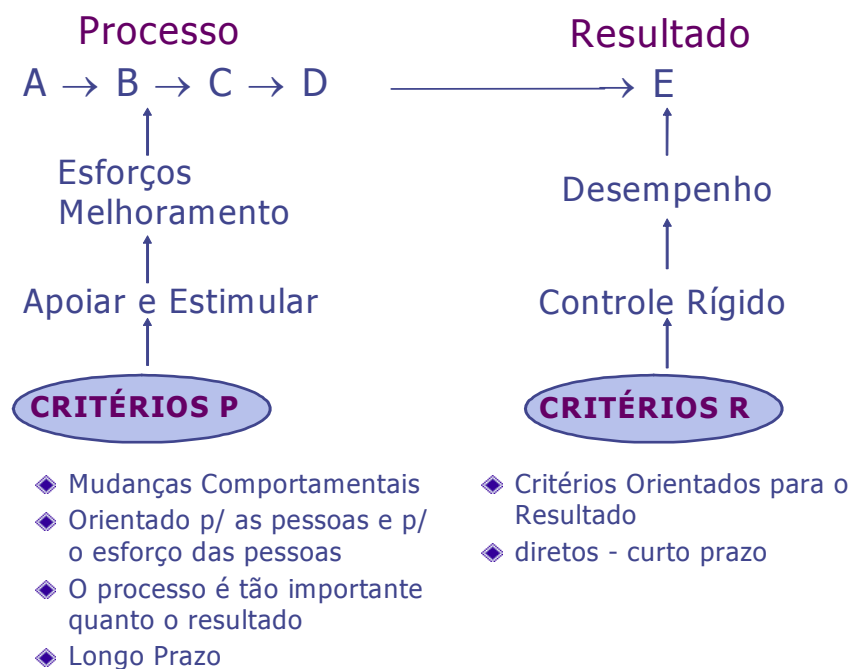


Figura 2 – Processo dos critérios P e R
 Fonte: Adaptado de Imai (1994)

Algumas frases de efeito são afixadas em pontos estratégicos das áreas fabris de fabricas japonesas. Entre as muitas existentes, frases kaizen são utilizadas para motivar a inovação:

“Se nenhum problema for descoberto, não haverá descoberta da necessidade de melhoramento.”

“Não haverá nenhum progresso se vocês continuarem a fazer as coisas exatamente da mesma maneira o tempo inteiro.”

Figura 3 – Exemplos de frases afixadas em indústrias japonesas.
 Fonte: Adaptado de Imai (1994)



Figura 4 – Orientação do Kaizen e inovação

Uma metodologia largamente utilizada é o do evento Kaizen segundo George *et al.* (2005). Suas principais diretrizes são:

- A equipe deve trabalhar em regime de dedicação total (tempo integral) durante o evento Kaizen, cuja duração é de uma semana;
- O escopo do Kaizen deve ser definido anteriormente e de forma precisa. Seus dados básicos devem ser previamente coletados;
- A implementação deve ser imediata, ou em um prazo máximo de 20 dias.

Os projetos de kaizen também se manifestam em forma de sugestões. Portanto, a atenção e a receptividade da administração para com o sistema de sugestões são essenciais, se deseja ter “operários pensantes”, que procurem por maneiras melhores de realizar o seu serviço. Dessa forma, a administração deve implantar um plano bem projetado, para assegurar que o sistema de sugestões seja dinâmico. Biazzo e Panizzolo (2000) comentam que a Produção Enxuta tem fomentado a gestão participativa e a comunicação horizontal no local de trabalho. Esse fato é observado pelo uso crescente dos planos de sugestões e pela busca do envolvimento dos funcionários na solução dos problemas.

2.1.4 A filosofia JIT/TQC

Surgido na Toyota Motors Company na década de 1960, o Just-in-time se constitui em uma nova filosofia de organização da produção, que permite maior flexibilidade do sistema produtivo através da produção ininterrupta de bens e serviços que são demandados naquele exato momento, melhorando sobremaneira o nivelamento entre a produção e a demanda, reduzindo a quantidade de estoques por

todo o processo produtivo e permitindo uma melhor visualização e entendimento dos processos.

Na planta da DuPont na Carolina do Sul aonde produtos têxteis são produzidos, o JIT foi utilizado para concertar problemas de escassez de produtos, excessivo acúmulo de trabalho, etc. Um sistema puxado foi utilizado o kanban como abordagem. Os resultados foram promissores: 96% de redução em WIP, redução no giro de capital de \$ 2 mi e melhora na qualidade de 10%. Os princípios enxutos adotados pela planta da DuPont podem ser utilizados por muitas companhias de processos contínuos (ABDULLAH, 2003).

Segundo Ohno (1997) o just-in-time é definido como sendo um dos pilares necessários para a absoluta eliminação do desperdício, ou seja, define que, em um processo de fluxo, somente as partes exatas e necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária.

Para Slack et al (2002) “o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários - não antes para que não se transformem em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar”.

2.1.5 O novo JIT

O STP da Toyota está sendo desenvolvido com um sistema compartilhado internacionalmente, conhecido como Sistema Enxuto (AMASAKA, 2002).

Amasaka (2002) desenvolveu um novo princípio de gerenciamento da tecnologia chamado - Novo JIT (figura 5) para renovar a qualidade do gerenciamento, o qual contém sistemas de hardware e software como a próxima geração de princípios técnicos para transformar a tecnologia de gerenciamento em uma estratégia de gerenciamento com um conceito de ir além da produção, renovando o processo de negócio de cada divisão, a qual abrange o negócio de vendas, desenvolvimento e produção para ligar todas as atividades em uma ampla base.

O sistema de software consiste na disposição do Gerenciamento da Qualidade Total ou Total Quality Management utilizando a ciência SQC ou Science SQC (TQM-

S), a qual é o novo princípio de gerenciamento para a qualidade. O objetivo do TQM-S é melhorar a qualidade do processo de trabalho em todas as divisões e renovar as atividades de gerenciamento da qualidade.

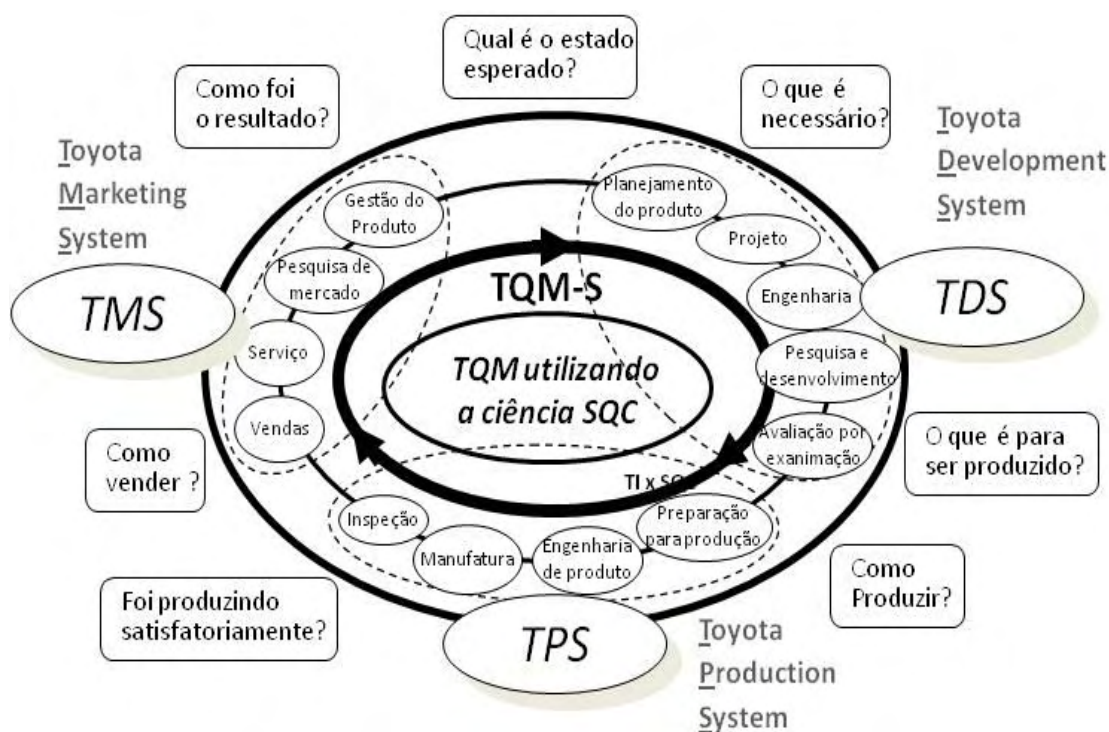


Figura 5 – Novo JIT, O novo princípio chamado TQM-S.
Fonte: Adaptado de Amasaka (2002)

O sistema de hardware abrange três principais elementos:

- (a) Sistema de Marketing Toyota ou Toyota Marketing System (TMS). Suas expectativas incluem:
 - A criação de mercado através do recolhimento e utilização de informações de clientes;
 - Melhoria do valor do produto através da compreensão dos elementos essenciais para aumentar a mercadoria de valor e;
 - Estabelecimento de sistemas de comercialização de hardware e software para formar laços com os clientes.

- (b) Sistema de Desenvolvimento Toyota ou Toyota Development System (TDS). O TDS é a sistematização de um método de gerenciamento de projeto, oferecendo produtos altamente criativos e suas expectativas são:
- O processo de concepção de desenvolvimento.
 - Método de projeto que incorpora tecnologia de design avançado para a obtenção de soluções gerais.
 - Diretrizes para o desenvolvimento designer (teoria, a ação, a tomada de decisões).
- (c) Sistema de Produção Toyota ou Toyota Production System (TPS). As expectativas e novo papel do terceiro princípio, TPS, são os seguintes:
- Um sistema de controle de produção orientado para que a prioridade de colocar a primeira informação sobre a qualidade interna e externa;
 - Criação e gestão de uma organização racional processo de produção;
 - Criação de oficinas de ativos, capazes de implementar parcerias.

Ainda segundo Amasaka (2002) o Novo JIT renova o processo de negócios de cada divisão, que engloba as vendas, desenvolvimento e produção, com o objetivo do gerenciamento de produção “primeiro o consumidor” e sua eficácia, demonstrada com os resultados positivos nas vendas, concepção, desenvolvimento e produção foram obtidos a partir de aplicá-lo dentro da Toyota

2.1.6 O pensamento enxuto

Womack & Jones (2004a) p.212 definiram o Pensamento Enxuto da seguinte maneira:

“O Pensamento Enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz.”. Ou seja, o Pensamento Enxuto pode ser resumido como uma forma de fazer cada vez mais, com cada vez menos.”

Womack & Jones (2004a) estabeleceram cinco princípios para o Pensamento Enxuto, que estão citados a seguir:

Valor – o valor é especificado sempre pelo cliente e deve ser definido em relação a todo o produto, este deve ser continuamente repensado buscando-se o conceito da melhoria continua.

A Cadeia de Valor – é o conjunto de todos os processo necessários para converter insumos em produtos. É essencial que toda a cadeia de valor, ou seja, todos os setores da organização e inclusive os fornecedores sejam tratados. O objetivo é eliminar todos os desperdícios.

Fluxo – uma vez que o valor tenha sido especificado, a cadeia de valor mapeada e os desperdícios eliminados é necessário fazer com que as etapas fluam. O desafio aqui é proporcionar um fluxo contínuo e em pequenos lotes.

Produção Puxada – o proposto é que o cliente puxe o produto e a produção do fornecedor quando for necessário, isto é quando a demanda existir. O sistema de produção puxada força a diminuição de estoques intermediários.

Perfeição – após a implementação dos 4 princípios anteriores, a perfeição ou estado ideal não parece ser mais algo inatingível porque eles interagem entre si evoluindo em uma espiral ascendente.

Uma nova tendência é analisar as perdas e desperdícios dos sistemas de informação, que também faz parte do processo produtivo de grande parte das indústrias. Hicks (2007) discute o desenvolvimento de uma nova abordagem para a melhoria do gerenciamento de informações e em particular da performance de todo o sistema de gerenciamento de informações e sua infra-estrutura. As quatro categorias de desperdícios falha de demanda, fluxo de demanda, excesso de fluxo podem ser

mapeadas diretamente das perdas tradicionais de processamento, espera, superprodução e defeitos, respectivamente.

Entretanto três dos tradicionais tipos de perdas: transporte, estoque e movimentação desnecessária, não são claramente identificadas quando se considera o sistema digital/eletrônico.

2.1.7 Focalização da produção

Segundo Slack et al, (2002), “o conceito por trás do foco nas operações é que a simplicidade, a repetição e a experiência trazem competência”. Isto significa:

- Aprender a focalizar cada fábrica num conjunto limitado e gerenciável de produtos, tecnologias, volumes e mercados;
- Aprender a organizar políticas básicas de manufaturas e serviços de suporte, para se focalizar uma única missão de manufatura.

Segundo Corrêa e Giansi (1996) uma fábrica não pode, simultaneamente, tornar-se excelente em todos os critérios de desempenho, sendo assim, a moderna manufatura tem que ter suas unidades produtivas focalizadas no atendimento de excelência naqueles critérios prioritários. Isto se obtém através da alocação das unidades produtivas a um limitado e administrável conjunto de produtos, tecnologias, volumes e/ou mercados e do desenvolvimento de manufaturas e serviços de apoio focalizados neste Conjunto limitado e não em tarefas variadas e dispersas.

Segundo Tubino (2004) o que se espera da produção focalizada é estancar o crescimento excessivo e desordenado da produção, fazendo com que cada produto, ou famílias de produtos, possam ser tratados como um negócio específico, baseado numa estratégia competitiva adequada. As principais vantagens da fábrica focalizada na busca pelos princípios da filosofia JIT/TQC são: (i) domínio do processo produtivo; (ii) gerência junto à produção; (iii) staff reduzido e exclusivo; (iv) estímulo à polivalência de funções; (v) uso limitado dos recursos.

Estas vantagens provenientes da aplicação do conceito de focalização podem ser obtidas, por exemplo, através da transformação da grande fábrica convencional em

estruturas menores, focalizadas e mais ágeis, através da transformação do layout por processo ou departamental para um layout composto por células de manufaturas.

2.2 PRÁTICAS E FERRAMENTAS

2.2.1 “5S”

A metodologia "5S" foi concebida por Kaoru Ishikawa em 1950 no Japão pós-guerra, inspirado na necessidade que existia de colocar ordem na grande confusão a que ficou reduzido o país após sua derrota para as forças aliadas. Foi a base de implementação da Qualidade Total e a sustentação da Manufatura Enxuta nas empresas. Foi desenvolvido com o objetivo de transformar o ambiente das organizações e a atitude das pessoas, melhorando a qualidade de vida dos funcionários, diminuindo desperdícios, reduzindo custos e aumentando a produtividade das instituições.

Worley e Doolen (2006) levantaram a hipótese de que a utilização das ferramentas de Manufatura Enxuta (5S, Troca Rápida, Poka Yoke) exige uma linha de comunicação mais aberta entre os trabalhadores e as metas comuns entre a organização e esses trabalhadores. Warwood e Knowles (2004) descrevem o caso do emprego do 5S no Reino Unido.

Segundo Osada (1992), os passos estão divididos em palavras japonesas iniciadas com a letra "S" que compõem os 5S. Em português é acrescida a palavra “Senso” antes de cada fase para manter a analogia com os “5 Ss” da língua japonesa.

SEIRE Utilização	SEITON Ordem	SEISO Limpeza	SEIKETSU Padronização	SHITSUKE Disciplina
----------------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------

Figura 6 – Significado dos “5Ss”
Fonte: O próprio autor

Segundo Fujita (1999) a descrição dos “5Ss” são:

Seiri (Senso de Descarte) – a palavra Seiri consiste em dois caracteres, “Sei” que significa “pôr algo desorganizado em ordem” e “Ri” que quer dizer “lógica”. O significado é de “organizar o que é necessário de acordo com uma lógica e descartar o que não é mais necessário”.

Seiton (Senso de Arrumação) – “Sei” que significa “pôr algo desorganizado em ordem” e “Ton” que significa “imediatamente”. Podemos interpretar Seiton como “organizar de maneira que as coisas possam ser acessadas e utilizadas o mais rápido possível” Osada (1992). É a etapa onde devemos arrumar as coisas que sobraram depois da aplicação do Seiri o qual deve ter tudo o que é necessário, na quantidade certa, na qualidade certa, na hora e no lugar certo.

Seiso (Senso de Limpeza) – Nesta etapa devemos limpar a área de trabalho (iluminação deficiente, mau cheiro, ruídos, pouca ventilação, poeira, etc.), tentando modificá-las. Durante a limpeza serão investigar as fontes geradoras de sujeira e contaminação, para que as causas "raízes" sejam eliminadas utilizando os “5 Porquês”.

Seiketsu (Senso de Padronização) – depois de cumpridas as fases anteriores, rotinas e práticas padrão devem ser estabelecidas para a repetição regular e sistemática dos "5s" anteriores. Para isso deverão ser criados procedimentos e formulários de avaliação e auditorias regulares, para padronizar a sistemática implantada.

Shitsuke (Senso de Disciplina) – seu significado é “inculcar cortesia e educação”, ou seja, a formação de hábitos. Esta fase está ligada à manutenção sistêmica, de forma que atividades anteriores se tornem habituais e altos padrões sejam alcançados. Uma equipe de gerenciamento também deve ser criada, para auditorias, com a finalidade de verificar a adesão à Padronização e Manutenção do Padrão.

SENSOS BENEFÍCIOS	SEIRI Descarte	SEITON Arrumação	SEISO Limpeza	SEIKETS Padrão	SHITSUKE Disciplina
Eliminação de itens fora de uso	X	X	X	X	X
Otimização do espaço	X	X	X	X	X
Redução de custos	X	X		X	
Facilita o transporte interno	X	X	X	X	
Redução do tempo improdutivo	X	X		X	X
Melhoria da qualidade		X	X	X	X
Melhoria das relações interpessoais		X	X		X
Melhoria do ambiente de trabalho	X	X	X	X	
Melhoria na comunicação				X	X
Redução de acidentes	X	X	X	X	X
Aumento da vida útil de equipamentos			X	X	
Melhora a produtividade				X	X
Evidencia a importância do padrão				X	

Quadro 2 – Principais benefícios do 5S de cada senso
Fonte: O próprio autor

2.2.2 Troca rápida de ferramentas

A troca rápida de ferramentas (TRF) pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos lotes o que geralmente exige baixos investimentos no processo produtivo (SHINGO, 2000). Isso confere à fábrica - menores lead times, possibilidade de redução do inventário geral e maior agilidade na resposta às oscilações do mercado permitindo, assim, uma flexibilização da fábrica.

Shingo (2000), afirma que embora nem todo e qualquer tempo setup seja realizável em menos de dez minutos, este é o objetivo do TRF que pode ser atingido em uma surpreendente percentagem dos casos. Mesmo onde isto não é possível, reduções drásticas do seu tempo são normalmente possíveis.

O lead time é fator diferencial no custeio de um processo de manufatura. Sua redução resulta em menores custos de operação e agrega benefícios ao consumidor. Movimentações de materiais por meio de operações mais rápidas resultam em sistema mais enxuto e produtivo (GARCIA; LACERDA; AROZO, 2001).

Ao longo de seus anos de experiência em trabalhos com TRF, Shingo (2000) desenvolveu algumas técnicas práticas que se baseia em 4 estágios:

- Estágio Inicial aonde o setup interno e externo se confundem
- Estágio 1 – Separar setup interno e externo
- Estágio 2 – Converter setup interno em externo
- Estágio 3 – Racionalização das operações de setup que se desdobram em mais 6 passos: (i) padronizar a função dos elementos de setup; (ii) utilizar fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminar fixadores; (iii) utilizar dispositivos intermediários para eliminar ajustes; (iv) adotar operações paralelas; (v) otimizar operações para eliminar ajustes; e (vi) mecanizar as operações.

Moxham e Greatbanks (2000) apresentam uma modificação na metodologia proposta por Shingo (1996; 2000) em um caso aplicado à indústria têxtil. Eles reforçam a necessidade um estágio preliminar que aborda aspectos referentes à cultura da empresa, ao processo produtivo e ao sistema de gestão da empresa, tendo sido denominado de TRF-ZERO e consistindo no atendimento de quatro etapas:

- (i) interação da equipe de trabalho;
- (ii) medição do desempenho através de metas e indicadores;
- (iii) controle visual das variáveis;
- (iv) aplicação do kaizen aos processos e equipamentos.

Meireles (2004) estuda um caso de troca rápida de ferramentas na empresa siderúrgica Gerdau Riograndense, mais precisamente na área de laminação aonde mostra resultados consistentes de redução do setup desse equipamento.

Mileham *et al* (1999) propõe duas estratégias que podem ser adotadas para reduzir o tempo de troca de ferramentas, sendo que ambas são bem sucedidas, em função das reduções exigidas.

A primeira estratégia é a de melhorar o sistema existente, através, por exemplo, de um programa de melhoria contínua, ou seja, fazer melhor as coisas existentes. A segunda abordagem, mais radical, é a de reprojetar e implementar um sistema completamente novo, ou seja, fazer melhor as coisas.

O gráfico 3 mostra a relação hipotética entre os custos e a redução associada em tempo para estas duas abordagens. A primeira estratégia de melhorar o sistema existente, pode ter duas sub-abordagens; somente metodologia de melhorias ou uma combinação de projeto e metodologia. A metodologia de melhorias trata de reduzir o tempo através da reorganização dos métodos existentes, a fim de torná-las mais eficazes.

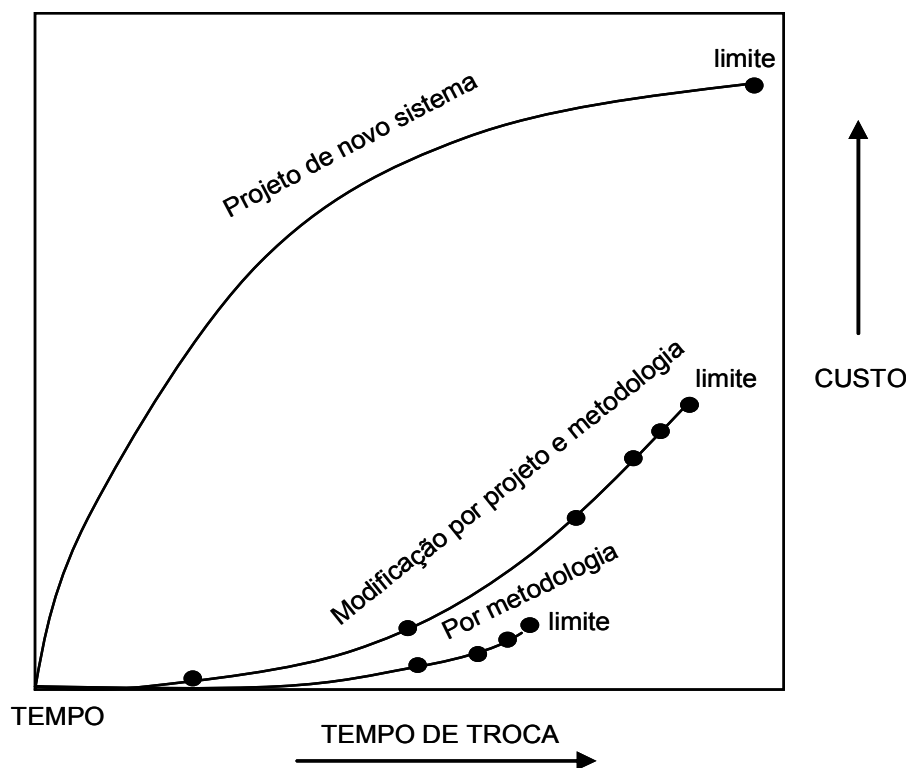


Gráfico 3 – Limites hipotéticos e custos de estratégias de troca de ferramenta.
Fonte: Adaptado de Mileham, et al (1999)

As duas curvas menores indicam que adotando qualquer uma das sub-abordagens do “sistema de melhoramento existente”, embora mais barata, irá impor limites à redução de tempo possível e, muitas vezes, impedir redução de níveis mais elevados de TRF sejam atingidos. Eles também irá limitar o nível enxuto de resposta que pode ser alcançada dentro de um sistema.

Fogliato (2004) propõe uma metodologia para a TRF dividida em quatro estágios: 1- estratégico; 2- preparatório; 3- operacional; e 4- de comprovação.

Estratégico	Definição de metas
	Escolha da equipe de implantação
	Treinamento da equipe de implantação
	Definição da estratégia de implantação
Preparatório	Definição do produto a ser inicialmente abordado
	Definição do processo a ser inicialmente abordado
	Definição da operação a ser inicialmente abordada
Operacional	Análise da operação a ser inicialmente abordada
	Identificação das operações internas e externas do <i>setup</i>
	Conversão do <i>setup</i> interno em externo
	Prática da operação de <i>setup</i> e padronização
	Eliminar ajustes
Comprovação	Eliminar o <i>setup</i>
	Consolidação da TRF em todos os processos da empresa

Quadro 3 - Estágios e etapas para implantação da metodologia de TRF.
Fonte: Fogliatto e Fagundes (2004)

2.2.3 Layout celular

Slack et al (2002) mostram, através da citação abaixo, a importância do arranjo físico na maioria dos tipos de produção: “Se o arranjo físico está errado, pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamentos desnecessariamente longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos”.

De acordo com Tubino (2004) o crescimento desorganizado das empresas, fez com que as mesmas desenvolvessem seus layouts produtivos de forma departamental, ou por processo, centralizando em um mesmo local todas as máquinas destinadas a um tipo específico de operação., resultando nos sete desperdícios.

Não é incomum encontrar máquinas em plantas de processos antigas (brownfields) que estão em uso há muitos anos, se não décadas, que estão obsoletas com relação à design e tecnologia. Como máquinas obsoletas elas operam com desperdício em termos de qualidade, disponibilidade e eficiência, e em condições mecânicas deficitárias. De acordo com Ha (2007) tecnologia e design são outras duas maiores causas de desperdício.

Slack *et al* (2002) recomendam, para melhor satisfazer os princípios da filosofia JIT, a utilização do arranjo físico celular, por conseguir trazer alguma ordem para a complexidade de fluxo que caracteriza o arranjo físico por processo ou departamental.

Na mesma linha, Corrêa & Giansi (1996) afirmam que o arranjo físico geralmente utilizado nas empresas que adotam o sistema JIT é o arranjo físico celular, pois favorecem a redução de estoques, redução dos lotes de fabricação, envolvimento da mão de obra, fluxo contínuo de produção e aprimoramento contínuo.

De acordo com Martins & Laugeni (2006) o layout da fábrica com células de produção (layout JIT) é muito diferente, já que o estoque é mantido no chão da fábrica entre as estações de trabalho e não em almoxarifados convencionais, facilitando seu uso nas estações seguintes, na quantidade suficiente para manter o fluxo produtivo.

A célula de produção é uma unidade ordenada dentro do layout celular, que reúne os recursos produtivos necessários e suficientes para processar completamente um produto (ou parte dele), dentro de um roteiro de fabricação.

Agora com os recursos de transformação operando por itens, ou famílias de itens, evitam-se os setups pela especialização das células, promovendo a redução no tamanho dos lotes, e, por conseguinte, redução no tempo de processamento e no tempo de espera na fila (produção por fluxo unitário). Além disso, a proximidade estratégica dos recursos de transformação acaba por reduzir os tempos de movimentação e oferece maior satisfação aos operadores, que podem agora se livrar do trabalho repetitivo e de baixa mobilidade, operando vários recursos de forma a poder participar ativamente e conscientemente do processo de produção (operadores polivalentes), assumindo mais responsabilidades na qualidade dos produtos que estão processando, e ainda podendo auxiliar os outros operadores em caso de não conformidade dos produtos (ajuda mútua).

Segundo Martins & Laugeni (2006) o layout em células de manufatura consiste em arranjar em um só local (a célula) máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro, fazendo com que o material se desloque dentro da célula buscando os processos necessários, facilitando a flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto, a especificidade por produto, a redução do transporte de material e a redução de estoques. Com relação aos operadores, o layout celular favorece o trabalho

cooperativo ou em time de pessoas que formam um grupo coeso com relação à produção, destacando como principais vantagens, a qualidade, a produtividade, o aumento da motivação e a responsabilidade sobre o produto fabricado.

2.2.4 Mapeamento de Fluxo de Valor

Para que seja feito o Mapeamento de Fluxo de Valor, torna-se necessária a definição de valor, que, segundo Womack, Ross e Jones (2004b), é feito pelo cliente e só é significativo quando expresso em termos de produto específico (bens ou serviços), que atenda às necessidades do cliente a um preço e momento específicos.

Olhar para as atividades básicas envolvidas no negócio, identificar o que é o valor e separar do que é desperdício na visão dos clientes é a meta maior da Manufatura Enxuta. Para termos essa visão, utilizamos o Mapa de Fluxo de Valor.

A grande vantagem da Manufatura Enxuta é identificar todos os tipos de desperdícios no Mapa de Fluxo de Valor e passo-a-passo tentar eliminá-los (Rother e Shook, 2003).

Para Shingo (1996), a produção consiste em um grande fluxo de processos e operações, sendo cada processo um fluxo de material. O processo é a transformação da matéria-prima em produtos semi-acabados, e as operações são os trabalhos realizados para efetivar essa transformação – a interação do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço.

O Fluxo de Valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto desde a matéria prima até os braços do consumidor. Considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais; melhorar o todo, não só otimizar as partes. (ROTHER AND SHOOK, 2002).

Na realização de um mapeamento, tanto o fluxo de processo, quanto o fluxo de informações, devem ser trabalhados com a mesma importância, pois anteriormente havia um foco somente na produção, não sendo considerado o desperdício do fluxo de informações, o qual pode aumentar ou reduzir o valor agregado, dependendo da sua estrutura.

Enquanto pesquisadores tem desenvolvido um grande numero de ferramentas para otimizar operações individuais na cadeia de suprimentos, a maioria destas ferramentas falham na ligação e visualização a natureza dos materiais e fluxo de informações através da completa cadeia de suprimentos da companhia. Tomar o ponto de vista do Mapa de Fluxo de Valor significa trabalhar na grande figura e não nos processos individuais. O Mapa de Fluxo de Valor cria uma base comum para o processo de produção, então facilitando mais decisões para melhorar o fluxo de valor.

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor. A meta é identificar todos os tipos de perdas no fluxo de valor e tomar passos para tentar eliminá-los (Rother e Shook, 2003).

Dentre vários benefícios do Mapa de Fluxo de Valor destacamos:

- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor.
- Torna as decisões sobre o fluxo aparentes, de modo que se pode discuti-las.
- Agrega conceitos e técnicas enxutas, evitando a implementação de algumas técnicas de impacto isolado.
- Forma a base de um plano de implementação. Os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta.
- Mostra a ligação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Nenhuma outra ferramenta faz isso.
- É uma ferramenta qualitativa com a qual se descreve em detalhes como a sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo.

Mapeamento do estado atual: na realização de um mapeamento, tanto o fluxo de processo, quanto o de informação, deve ser trabalhado com a mesma importância, pois, antecedendo a utilização dos conceitos de Manufatura Enxuta, havia foco somente na produção, não sendo considerado o desperdício do fluxo de informações, que pode aumentar ou reduzir o valor agregado, dependendo da sua estrutura.

Mapeamento do estado futuro: O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las, através da implementação de um fluxo de valor de um “estado futuro”, que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo. O mapa do estado futuro visa à construção de uma cadeia de produção em que os processos individuais sejam articulados aos seus clientes por meio de fluxo contínuo ou puxado, sendo produzido apenas aquilo de que o cliente precisa, no momento certo. (ROTHER e SHOOK, 2003).

Abdulmalek e Rajgopal (2007) descrevem um caso aonde o Mapa de Fluxo de Valor e outros princípios enxutos são adaptados para o processo de uma usina siderúrgica integrada de grande porte.

2.2.5 A produção puxada e o sistema Kanban

O Kanban é uma ferramenta específica para controlar as informações e regular a movimentação de materiais entre os processos de produção (o termo é japonês e significa “sinal” ou “quadro de sinais”). Usualmente é usado para sinalizar quando um produto é consumido pelo processo seguinte. Este evento emite um cartão para a reposição do produto no processo anterior (SMALLEY, 2004). Para operacionalizar a produção puxada é necessário que os centros produtivos acionem seus centros predecessores a partir da primeira solicitação do produto, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais.

Pode-se dizer que o fornecedor que mais rapidamente atender às demandas terá a preferência dos clientes, o que se precisa analisar é o “preço” desta prontidão no atendimento, ou seja, precisa-se analisar se esta aparente eficácia se deve à presença de estoques excessivos, que acabam por imobilizar muito capital, distorcendo os custos dos produtos e ocultando os erros de produção (conforme já comentado), ou se deve a uma produção realmente eficiente e bem nivelada com a demanda.

A menos que a pesquisa de demanda seja perfeita (o que é muito difícil, por se tratar de dados estatísticos e não determinísticos), ou que os produtos tenham demandas contínuas (como serviços essenciais e bens de base), o que o sistema just-in-

time preconiza é a produção contra demanda, ou seja, a produção puxada em oposição à produção para estoque ou empurrada.

De acordo com Tubino (2004), dependendo das funções que exercem, o *Kanban* se divide em dois grupos: o de produção e o de transporte, formando um sistema de controle do fluxo de informações e produção de processos repetitivos em lotes , garantindo uma produção puxada em um ambiente JIT.

2.2.6 Manutenção Produtiva Total

Entre os primeiros conceitos, destaca-se uma frase de Nakagima (1989, p.12), referente ao assunto, definindo MPT como a “Manutenção conduzida com a participação de todos”.

Para Slack *et al* (2002) as atividades de manutenção preventiva, quando realizadas de maneira integrada, através de pequenos grupos de operadores, que tomam para si a responsabilidade por suas máquinas e executam atividades rotineiras de manutenção e reparo simples, recebe a denominação de Manutenção Produtiva Total, ou TPM. A TPM visa eliminar os efeitos de quebras não planejadas que interromperia o fluxo de produção.

McKone, Schroeder e Cua (2001) demonstra em seu artigo que os resultados das análises indicam que a TPM tem um forte impacto positivo em múltiplas dimensões da Performance da Manufatura ou *Manufacturing Performance* (MP). Embora TPM impacte diretamente a MP, há também uma forte relação indireta entre TPM e MP através do JIT. É demonstrado que os programas de manutenção foram há muito utilizado como um meio para controlar a fabricação dos custos. A TPM faz mais do que controlar os custos, pode melhorar dimensões de custo, qualidade, e entrega. TPM pode ser um forte condutor para a resistência do organismo e tem a capacidade de melhorar a MP.

Para McKone, Schroeder e Cua (2001) são considerados sete elementos do TPM:

Quatro elementos da manutenção autônoma:

- 1- 5S;
- 2- treinamento cruzado dos operadores;
- 3- times de produção e manutenção;
- 4- envolvimento do operador no sistema de manutenção;

E três elementos do planejamento da manutenção:

- 5- planejamento disciplinado das tarefas de manutenção;
- 6- monitoramento das informações do equipamento e do condições do processo;
- 7- cumprimento da programação ao plano de manutenção.

Ao estabelecer as relações das ferramentas da produtividade com a automação, que, junto com o JIT constituem os pilares de sustentação da Produção Enxuta, Ghinato (2000) define a Manutenção Produtiva Total, como uma abordagem de parceria entre produção e manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação, garantia da capacidade e segurança.

De acordo com Ghinato (2000), a TPM, hoje, ganha um enfoque estratégico na Gestão das Operações Industriais, sendo uma das bases para a obtenção de vantagem competitiva na produção. Com a atual evolução do “pensamento enxuto”, criando-se um canal para ganhos em toda a cadeia produtiva e a necessidade de grande flexibilidade de produção, pode-se afirmar que a TPM é um programa que promove os ganhos necessários no atual cenário competitivo, pois é voltada para a otimização dos ativos, diminuição dos custos de produção, de retrabalho, aumento da disponibilidade operacional, aumento da capacidade de produção e confiabilidade de toda a organização, promovendo total envolvimento e conscientização da necessidade constante da eliminação das perdas na operação.

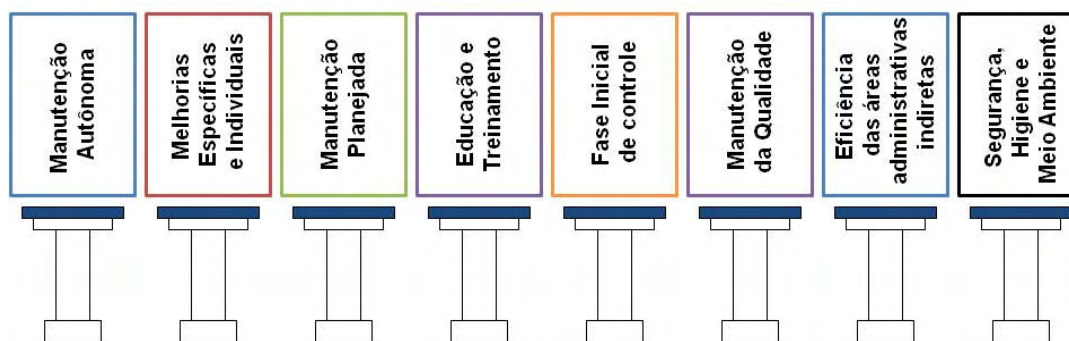


Figura 7 – Os oito pilares da *TPM*.
Fonte: adaptado de Ghinato (2000)

2.2.7 Operadores Polivalentes / Grupos semi-autônomos

Womack, Ross e Jones (2004b) menciona que em 1915 uma pesquisa revelou que os operários das linhas de montagem da Ford eram provenientes de diferentes lugares e falavam mais de 50 idiomas diferentes, e muitos mal falavam o inglês. Os autores utilizaram esta referência para evidenciar como a Ford levava a divisão do trabalho a suas últimas conseqüências, ou seja, o trabalho tinha um caráter tão individualista, que nem a comunicação entre os operadores era totalmente necessária.

Atualmente Kaplan & Norton (2001) mencionam a seguinte declaração de um gerente de uma fábrica de motores renovada da FORD:

“As máquinas são projetadas para operar automaticamente. A função das pessoas é pensar, solucionar problemas, garantir a qualidade, e não olhar as peças passando. Aqui, as pessoas são vistas como solucionadoras de problemas, não como custos variáveis”.

Esta contradição que resulta de quase um século de avanços, demonstra que a nova revolução industrial é favorecida pelo surgimento dos grupos semi-autônomos de produção, formados preferencialmente por operadores polivalentes.

Shingo (2000) cita que ao visitar pela primeira vez a Toyota Motors em 1955, se surpreendeu com os 700 trabalhadores, capazes de operar 3500 máquinas, numa proporção de um trabalhador para cinco máquinas, privilegiando uma queda nas taxas de operação de máquina, ao invés de um aumento no tempo de espera do operador (as perdas por hora para trabalhadores são geralmente cinco vezes mais altas que as perdas para as máquinas). Este modelo é chamado de operações multimáquinas, e evoluiu

para as operações multiprocessos, à medida que as operações simultâneas em várias máquinas seguem o fluxo do processo.

As operações multiprocessos, quando aplicadas em células de produção bem dimensionadas, favorecem o conceito de ajuda mútua que estabelece áreas comuns de atuação entre operadores polivalentes, permitindo que um operador auxilie o outro em caso de disponibilidade de tempo ou da ocorrência de algum problema, como atrasos, quebras, não conformidades e desbalanceamento pela alteração da demanda.

Por exemplo, Martins & Laugeni (2006) ao resolverem um problema de balanceamento de linhas de montagem, onde a eficiência média foi calculada em 77,8%, citam que os operadores mais livres poderiam auxiliar os operadores com maior carga de trabalho, ou seja, haveria uma melhor distribuição do trabalho se em vez de uma linha de montagem o *layout* fosse em célula de manufatura.

Segundo Tubino (2004) o emprego de operadores polivalentes ou multifuncionais favorece a flexibilidade do sistema produtivo através de uma série de atividades e seus resultados que destacamos no quadro 4:

Atividades	Resultados
• exercício de várias funções no ambiente de trabalho • diversificação das ações físicas • rotatividade entre os postos de trabalho • formação natural dos grupos de CCQ • implantação de sistema de remuneração que leve em conta o desempenho	• aumento do compromisso com os objetivos globais, • reduz a fadiga e o estresse • auxilia na disseminação dos conhecimentos • amplia as técnicas de TQC • defende uma remuneração mais justa

Quadro 4 – Atividades e resultados da polivalência
Fonte: O próprio autor

Para Tubino (2004) a preparação de uma equipe de operadores polivalentes deve acontecer a longo prazo, seguindo o princípio de melhoramentos contínuos do JIT/TQC, e dentro do local de trabalho, num sistema conhecido como treinamento no local de trabalho (OJT do original em inglês *on-the-job-training*), através de treinamento e rotação de operadores e supervisores.

2.2.8 Times de trabalho

O engajamento dos operadores e o seu treinamento são fundamentais para que a mudança ocasionada pela implantação de melhorias seja absorvida de forma natural. Para que isso ocorra, os operadores devem participar das decisões e principalmente no processo de identificação e eliminação dos problemas.

Conforme o trabalho de Chavez (2000) o conhecimento geral dos aspectos relacionados aos problemas existentes em um processo são 100 % de domínio do quadro operativo, já que essa parcela convive com as dificuldades diariamente durante a execução de suas atividades. Apenas 4% dos problemas são do conhecimento da alta administração. Isso coincide com a premissa apresentada por Shingo (1998) que as melhorias devem seguir o método científico, porém efetuadas no chão-de-fábrica. Uma escala de conhecimento a respeito dos problemas pode ser traçada em uma pirâmide como demonstrado na Figura 8:



Figura 8 – Iceberg do conhecimento dos problemas

Fonte: Adaptado de Chavez, 2000

O conhecimento operário é uma alavanca de inovações, melhoria contínua e busca de valor agregado, através de seu uso na eliminação dos outros sete tipos de

desperdícios, que seria o baixo aproveitamento do uso do conhecimento operário na busca de resultados (MUNIZ, 2004).

Ohno (1994) percebeu, porém, que para alcançar o sucesso nesse novo processo, os trabalhadores teriam que ser motivados a procurar e corrigir erros e ser extremamente treinados em seu trabalho. O processo começou a ser repensado. As responsabilidades começaram a ser delegadas e os trabalhadores começaram a ser organizados em times ao invés da maneira ocidental de individualizar o trabalho.

O grande salto desse modelo de gestão era os próprios operadores entenderem suas falhas e corrigi-las de uma maneira disciplinada e metodológica com apoio e motivação. O produtor enxuto define seu objetivo na perfeição, produzindo sempre maiores benefícios e delegando, a cada trabalhador, uma parte da responsabilidade. A produção enxuta induz cada indivíduo a aprender um vasto número de habilidades profissionais e aplicar essa criatividade no time.

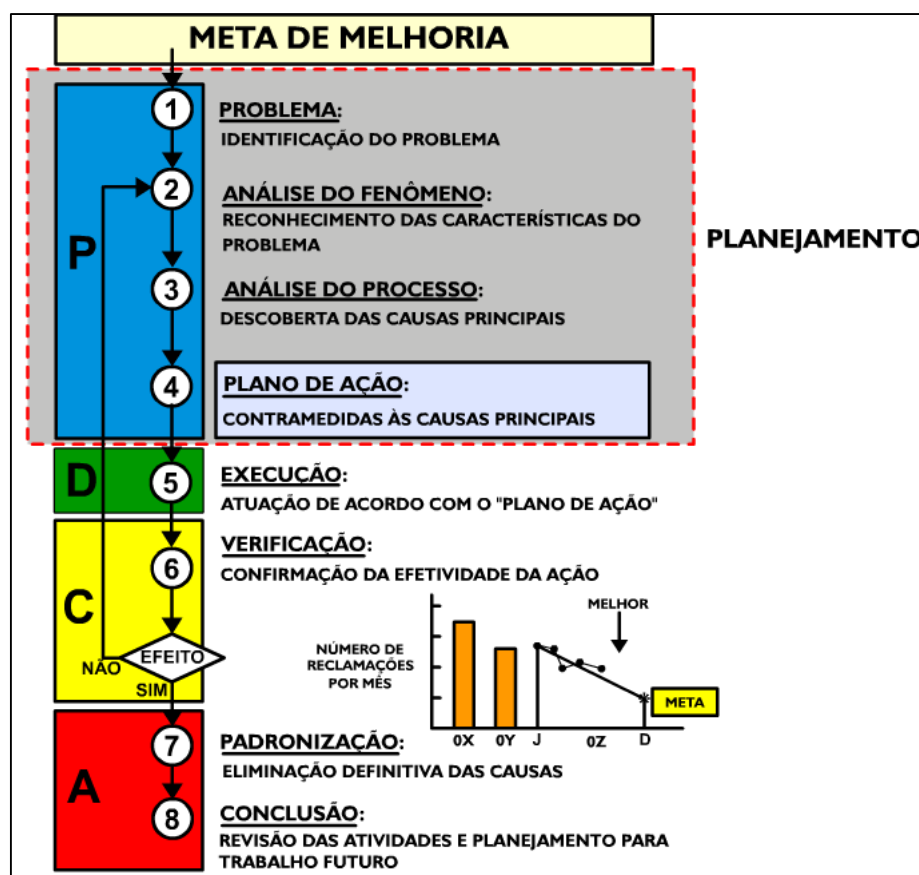


Figura 9 – PDCA.
Fonte: Campos (2004 a)

A Gestão Participativa corresponde a um conjunto de princípios e processos que dependem e permitem o envolvimento regular e significativo dos trabalhadores na definição de metas e objetivos, na resolução de problemas, no processo de tomada de decisão, no acesso à informação e no controle da execução (SANTOS, 2002).

2.2.9 Trabalho Padrão

O trabalho padrão pode ser definido como um método efetivo e organizado de produzir sem perdas, com foco na qualidade e na estabilidade do processo fabril.

A padronização das operações procura otimizar a produtividade de um processo por meio da identificação e padronização dos elementos de trabalho (seqüência de atividades, pontos chaves e tempo de cada micro atividade) que agregam valor e eliminação das perdas. Para o sucesso do trabalho padronizado, é necessário definir as micro-operações de forma a atender as especificações do processo nos níveis de qualidade, produtividade, segurança e meio ambiente.

Segundo Campos (2004 b) todo trabalho consta do estabelecimento, manutenção e melhoria dos padrões: especificação e projeto, padrões de processo e procedimentos-padrão de operação. É essencial ter um bom sistema de padronização montado na organização e que sirva como referência para o seu gerenciamento. Ainda segundo Campos (2004 a) o SDCA permite a aplicação de um método para padronizar a rotina-padrão de operações.

A rotina-padrão de operações é um conjunto de operações executadas por um operador em uma seqüência determinada, permitindo-lhe repetir o ciclo de forma consistente, ao longo do tempo. A determinação de uma rotina-padrão de operações evita que cada operador execute de maneira aleatória os passos de um determinado processo reduz as flutuações de seus respectivos tempos de ciclo e permite que cada rotina seja executada dentro do Takt time, de forma a atender à demanda.

Esta rotina deve estar na gestão visual de cada departamento, isto é, a colocação em local fácil de visualização todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do

sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003).

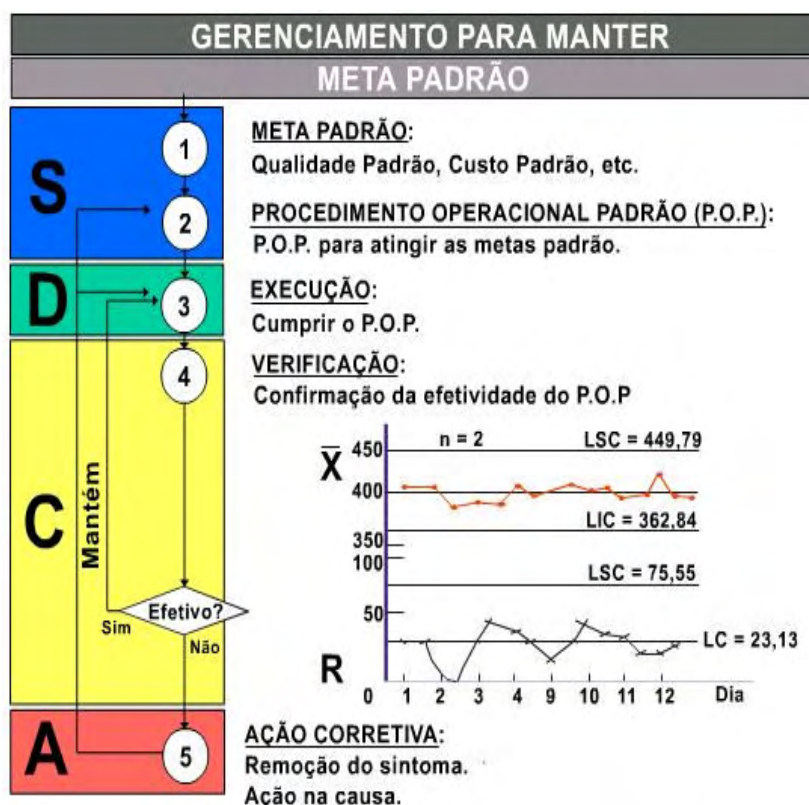


Figura 10 – SDCA.
Fonte: Campos (2004a)

2.2.10 Inter-relacionamento dos elementos da Manufatura Enxuta

Manufatura Enxuta pode ser vista como uma configuração de práticas e ferramentas porque o relacionamento entre os elementos da Produção Enxuta não são nem explícitos nem precisos em termos de linearidade ou causalidade. Uma abordagem de configuração nos ajuda a explicar como um sistema enxuto é desenhado desde interação de elementos constituintes tomados como um todo, como opostamente desenhando um sistema de um elemento de cada vez.

De um ponto de vista teórico, a Manufatura Enxuta parece como um completo sistema duplo onde os elementos constituintes estão juntos em dependência mutua.

Este é o efeito do mutuo reforço de sua mutua dependência que contribui para uma performance superior associada com a Produção Enxuta em uma mão.

A Produção Enxuta é uma sistema integrado composto de um elementos altamente inter-relacionados. O principal objetivo da Produção Enxuta é eliminar desperdício pela redução ou minimização da variabilidade relacionada ao suprimento, tempo de processamento e demanda.

A maioria das ferramentas e técnicas de Manufatura Enxuta são boas práticas de engenharia industrial que podem ser aplicadas em companhias em muitos contextos sem grandes dificuldade. Entretanto o impacto real que pode ser obtido destas técnicas deve ser sustentável e parte de um esforço de melhorias. (RIVERA e CHEN, 2007). A figura 11 mostra a estrutura básica para este processo de implementação.

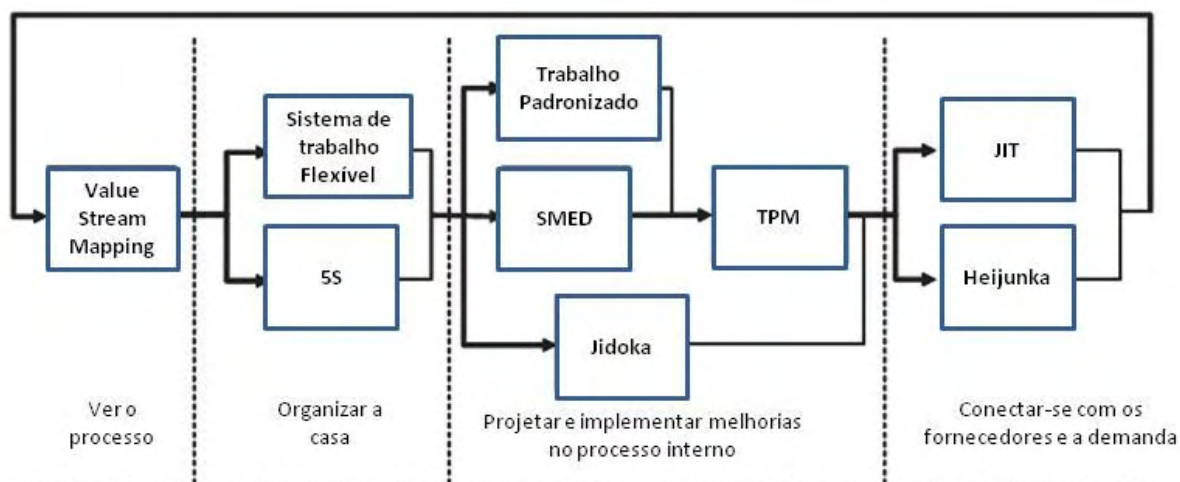


Figura 11 – Processo típico de implementação enxuta.
Fonte: Adaptado de Rivera e Chen (2007)

Ainda Rivera e Chen (2007) desenvolveram um gráfico chamado de Perfil Custo-Tempo ou do original em inglês - Cost-Time Profile (CPT) que mostra o custo acumulado que é esperado durante o processamento de manufatura de um produto. O CPT utiliza alguns elementos como: atividades, materiais, esperas, custo total, custo-tempo do investimento (CTI) e custo direto.

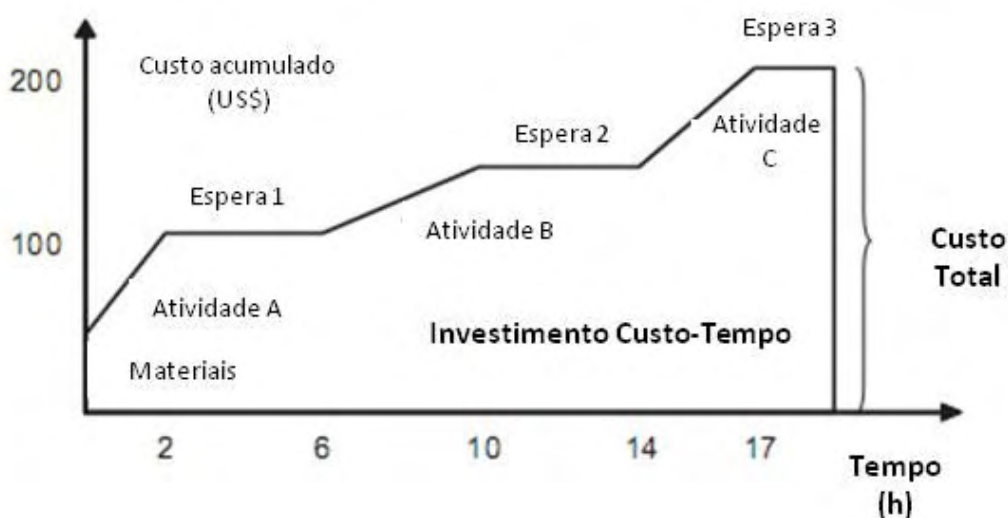


Gráfico 4 – Exemplo de CPT.
Fonte: Adaptado de Rivera e Chen (2007)

É o efeito da complementaridade e sinergia de 10 elementos ou práticas e ferramentas distintas, porém inter-relacionados elementos que dão à Manufatura Enxuta sua característica única e superior de alcançar múltiplas metas de desempenho.

Enquanto cada elemento por si mesmo está associado com um melhor desempenho, empresas que são capazes de implementar estas ferramentas como um sistema completo podem alcançar uma performance ainda maior que pode resultar em uma vantagem competitiva sustentável. A sustentabilidade da vantagem é seguida por dificuldades de implementar diversos aspectos da Manufatura Enxuta simultaneamente.

2.3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA E PARA ESTOQUE

Com relação à relevância dos sistemas Sistema de Produção Sob Encomenda ou do original em inglês *Make-to-Order* (MTO) pode-se dizer que a literatura dirigida às necessidades de companhias que produzem sobre ordens de clientes é modesta. A maioria das pesquisas publicadas na área de engenharia de produção tende a tratar todas as companhias igualmente, como companhias que trabalham com sistemas de produção para estoque ou do original em inglês *Make-to-stock* (MTS) e tem

negligenciado as necessidades do setor MTO (AMARO; HENDRY; KINGSMAN, 1999).

A maioria da literatura de gerenciamento de operações e a literatura de produção classifica companhias não-MTS em três tipos, a saber: Montagem sob encomenda ou do original em inglês - *Assembly-to-Order*, Sistema de Produção Sob Encomenda ou *Make-to-Order* (MTO), e Engenharia Sob Encomenda ou *Engineer-to-Order* (ETO). Porém MEREDITH e AKINC (2007) inserem um tipo de sistema de produção a mais entre o MTO e MTS, a Produção Sob Previsão ou *Make-to-Forecast* (MTF).

Indústrias que trabalham com os sistemas MTO e MTS têm tipos de conceitos diferenciados em essência, portanto não compartilham do mesmo conceito de gerenciamento e não podem ser tratados exatamente da mesma maneira, pois tem características peculiares a cada sistema.

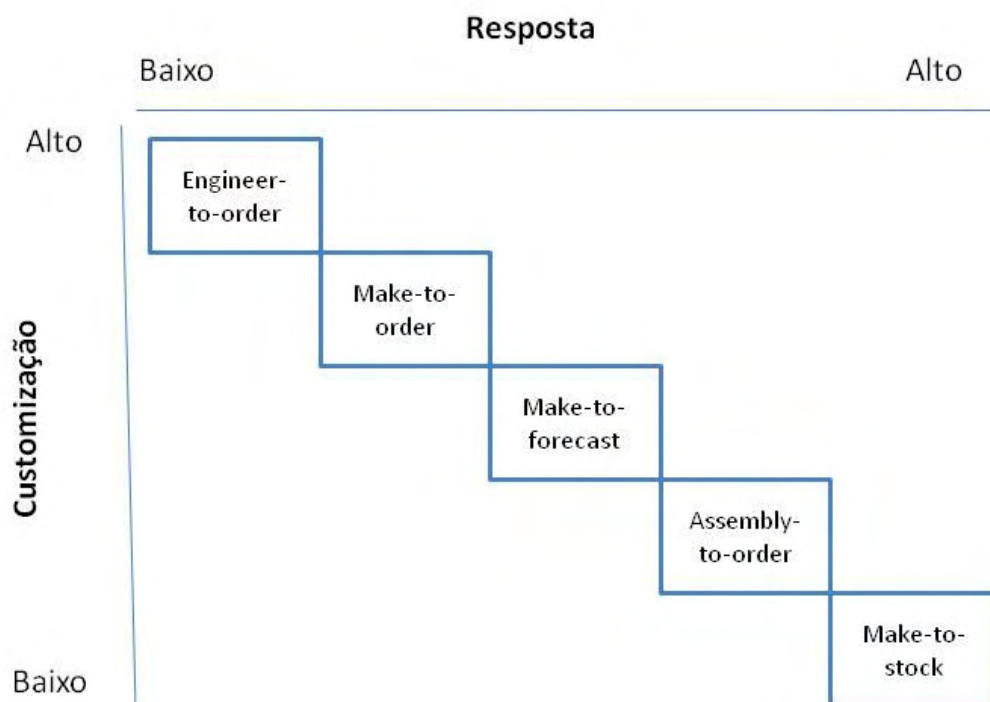


Figura 12 – Estratégias de produção para alcançar a demanda de customização.
Fonte: MEREDITH e AKINC (2007)

2.3.1 Sistemas de Produção para Estoque (MTS)

Empresas que utilizam o sistema de Produção para Estoque ou do original em inglês *Make-to-Stock* (MTS) produzem o produto final em tipos padrões de acordo com o projeto do produto realizado. Trabalham com uma baixa variedade de produtos padronizados e tipicamente, produtos menos caros. O foco é antecipar a demanda por meio de previsões de acordo com tendências do mercado e o planejamento para o encontro da demanda. A prioridade competitiva é a taxa de preenchimento da produção alta (SOMAN; DONK; GAALMAN, 2002). O cliente pode escolher entre uma gama de variações preestabelecidas, porém sem modificações customizadas, ou seja, um produto padrão é produzido com pequenas e limitadas variações.

O conceito de Manufatura Enxuta foi criado no ambiente automobilístico, especificadamente na montadora Toyota. Têm uma afinidade natural com o conceito original de Manufatura Enxuta, os sistemas de fabricação chamados de manufatura discreta para estoque, ou MTS.

Os sistemas MTS que trabalham em fluxos contínuos de tipos de produtos, que podem ser programados para serem sistemas puxados, utilizando a ferramenta enxuta - *kanban*, baseados na demanda real dos clientes, e são, portanto, na maioria dos casos, adaptáveis em toda extensão na metodologia da Manufatura Enxuta.

O sistema MTS oferece uma baixa variedade de especificações e tipicamente, produtos menos caros. O foco é antecipar a demanda (previsões) e o planejamento para o encontro da demanda. A prioridade competitiva é a taxa de preenchimento da produção alta.

2.3.2 Sistemas de Produção sob Encomenda (MTO)

Para as empresas que trabalham em processos de Produção sob Encomenda, o cliente define, obedecendo a normas internacionais ou específicas, os parâmetros e tolerâncias de um produto exclusivo para a sua necessidade, existindo não algumas variações de um produto padrão, mas chegando a milhares de variações customizadas de um único produto ou de vários produtos. Esse sistema oferece uma alta variedade

de especificações customizadas e tipicamente produtos mais caros (SOMAN; DONK; GAALMAN, 2002).

O foco do planejamento da produção é na execução da ordem e no desempenho das ordens, ex. tempo de resposta médio e média de atraso das ordens. A prioridade competitiva é o curto *lead-time* de entrega. Portanto o modo que estas companhias competem em seus mercados, a vantagem competitiva que devem manter para serem capazes de fazer seus negócios e o modo que tem para organizar-se devem com certeza exigir que façam a locação de suas demandas de maneira especial em suas operações.

O sistema MTO oferece uma alta variedade de especificações customizadas e tipicamente produtos mais caros (SOMAN, DONK, GAALMAN, 2002). Existe um largo número de companhias em diferentes tipos de operações que não produzem para estoque (KINGSMAN, 2000).

Em empresas MTO a ordem de produção somente é criada quando o cliente faz o pedido do que ele encomenda, assim, o ponto de partida da fabricação de um produto é a colocação do pedido pelo cliente, que define as características que seu produto deve conter. Nestes sistemas a chegada das ordens dos clientes é estocástica na maior parte do tempo. Programações acuradas de ordens no chão de fábrica podem levar a redução do lead time e do WIP (EBADIAN *et al*, 2007). Em geral produtos customizados qualquer que seja o grau de customização, podem apenas serem fabricados ao menos finalizados por ordens (KINGSMAN, 2000).

Logo o conceito de “puxar a produção” utilizando cartões *kanban*, na maioria das vezes, não tem aplicabilidade porque os produtos são customizados, não sendo possível um sistema puxado. Para termos um sistema puxado, necessitamos ter poucas variações de produtos padronizados.

Diferenças de processos como esta, entre outras, e a pequena adaptabilidade das ferramentas usualmente utilizadas na metodologia de Manufatura Enxuta, criam uma barreira e um paradigma de que ferramentas mundialmente difundidas como *just-in-time*, *kanban*, *VSM*, *jidoka*, *heijunka*, entre outras, tem pouca aplicabilidade em empresas MTO, mais especificadamente na área siderúrgica.

Então o modo que estas companhias competem em seus mercados, a vantagem competitiva que devem manter para serem capazes de fazer seus negócios e o modo

que tem para organizarem-se devem com certeza locar suas demandas de maneira especial em suas operações as quais necessitam ser alocadas (p. 350)

O foco do planejamento da produção para o sistema MTO é na execução da ordem e no desempenho das ordens, ex. tempo de resposta médio e média de atraso das ordens. Sua prioridade competitiva é o curto lead-time de entrega.

SISTEMA MTS	SISTEMAS MTO
Produção em tipos padrões de acordo com o projeto do produto realizado, porém sem modificações customizadas.	Oferece uma alta variedade de especificações customizadas e tipicamente produtos mais caros (SOMAN; DONK; GAALMAN, 2002).
O foco é antecipar a demanda por meio de previsões	O foco do planejamento da produção é na execução da ordem e no desempenho das ordens, ex. tempo de resposta médio e média de atraso das ordens.
A prioridade competitiva é a taxa de preenchimento da produção alta (SOMAN; DONK; GAALMAN, 2002).	A prioridade competitiva é o curto <i>lead-time</i> de entrega.

Quadro 5 – Comparação entre os sistemas MTS e MTO

Fonte: O próprio autor

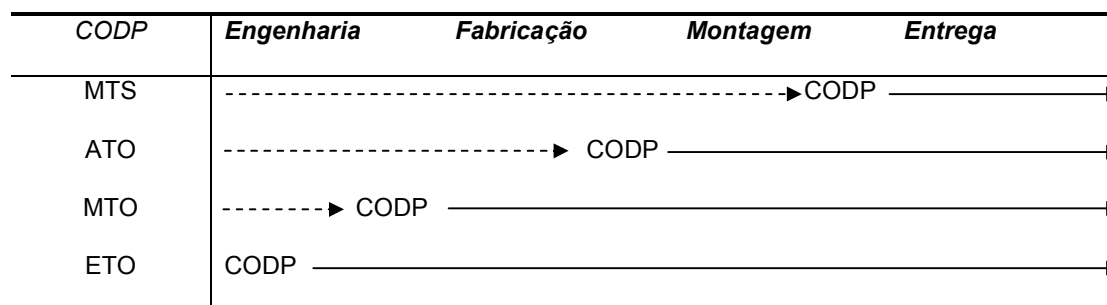
2.3.3 Ponto CODP

Segundo Hallgren e Olhager (2006) o posicionamento do CODP é um ponto importante para o entendimento das diferenças entre as estratégias dos sistemas de produção MTO e MTS e devem se gerenciadas de diferentemente. O CODP é o *customer order decoupling point* ou ponto de dissociação da ordem do cliente e é tradicionalmente definido como um ponto na cadeia de valor da manufatura para um produto.

Foco	MTS	CODP	MTO
Prioridade competitiva	– Produto – Qualidade – Confiabilidade de entrega – Preço		– Processo – Qualidade – Velocidade de entrega – Confiabilidade de entrega – Flexibilidade de volume – Flexibilidade de Mix de Produto
Tarefa de manufatura	– Prover baixo custo de manufatura – Manter alta confiabilidade de estoque no CODP		– Manufaturar para a especificação do cliente – Alcançar baixo e acurado lead time
Propriedades chave	– Produtividade		– Flexibilidade
Prioridade na melhoria de performance	– Redução de custo		– Redução de Lead Time

Quadro 6 – Focos de manufatura MTO e MTS.
 Fonte: Adaptado de Halgren e Olhager (2006)

Algumas vezes o CODP é chamado de ponto de penetração da ordem ou do original em inglês *order penetration point* (OPP). Diferentes situações de manufatura como MTS, ATO, MTO, e ETO relatam posições diferentes do CODP. As linhas pontilhadas mostram que as atividades de produção são dirigidas para a previsão, enquanto as linhas contínuas mostram que as ordens dos clientes ordenam as atividades.



Quadro 7 – Diferentes estratégias de entregas de produtos relacionadas com CODPs.
 Fonte: Adaptado de Halgren e Olhager (2006)

2.3.4 Combinação de sistemas MTO-MTS

Enquanto existem numerosos artigos sobre controle de produção MTO e MTS, menos sistemas de produção são na prática plenamente MTO ou MTS. (WILLIAMS, 1984; VAN DER WAL, 1998). A combinação MTO-MTS foi relativamente negligenciada. Existem poucos trabalhos de pesquisa que explicitam a combinação de situação MTO-MTS, segundo Chetan (2002).

Soman (2004) também enfatiza que existem poucos trabalhos de pesquisa que explicitam a combinação de situação MTO-MTS. O tempo de espera para a avaliação da capacidade para produtos individuais é estimado usando aproximação para M/G/m filas. Esta pesquisa lida com muitas questões levantadas por produtos MTO – o que produzir para ser estocado? Como poderíamos escolher tamanhos de lotes para MTS?

A presente classe de política de base cíclica de estocagem para a qual a variedade de custo e desempenho pode ser avaliada por métodos analíticos para modelos de pesquisas.

A presente classe de política de base cíclica de estocagem para a qual a variedade de custo e desempenho pode ser avaliada por métodos analíticos para modelos de pesquisas. Rajagopalan (2002) permite baixos itens de demandas para o seguinte sistema MTS. Ele fornece um procedimento heurístico para a resolução não-linear, programação inteira para o problema que determina a partilha MTO/MTS e tamanho de lotes para os itens MTS.

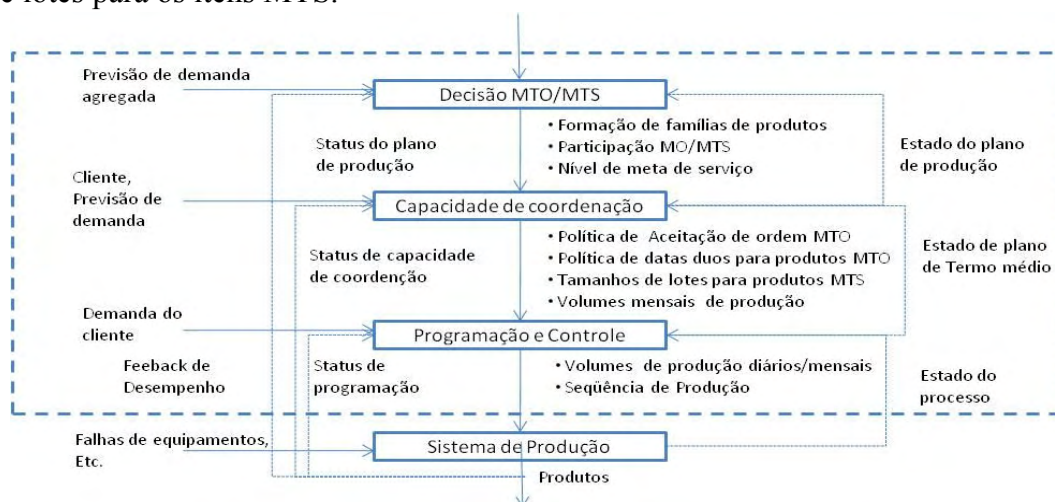


Figura 13 – Abordagem hierárquica para o problema MTO-MTS
Fonte: Adaptado de SOMAN et al., (2004)

Produtos com grande volume, pouca variabilidade são candidatos pra a produção MTS. A maioria dos produtos com baixo volume, alta variabilidade deveriam ser produzidos em uma base MTO. A maioria dos produtos pertencentes a um alto volume, baixa variabilidade deveriam ser produzidos em uma base MTS.

Kercknen (2007) relata um caso de decisão entre um sistema puramente MTO para um sistema híbrido MTO-MTS no processo de lingotamento contínuo de tarugos da área da Aciaria.

Tang (2007) coloca a natureza altamente competitiva do mercado global de aço, juntamente com o empurrão para a produção Just-In-Time no ambiente de manufatura de hoje fez razoável produção científica e de gestão cada vez mais importante para as empresas siderúrgicas diferenciarem-se dos concorrentes. Uma das principais tarefas de gestão da produção é a redução dos prazos e melhorar níveis de serviço ao cliente que se baseiam na confiabilidade da produção para cumprimento tempo. A tarefa da programação de produção é a de determinar o ponto de partida e termina tempos de produção em ordens correspondentes operações sob restrições de capacidade, com a intenção de minimizar a soma ponderada dos tempos de conclusão todas as encomendas.

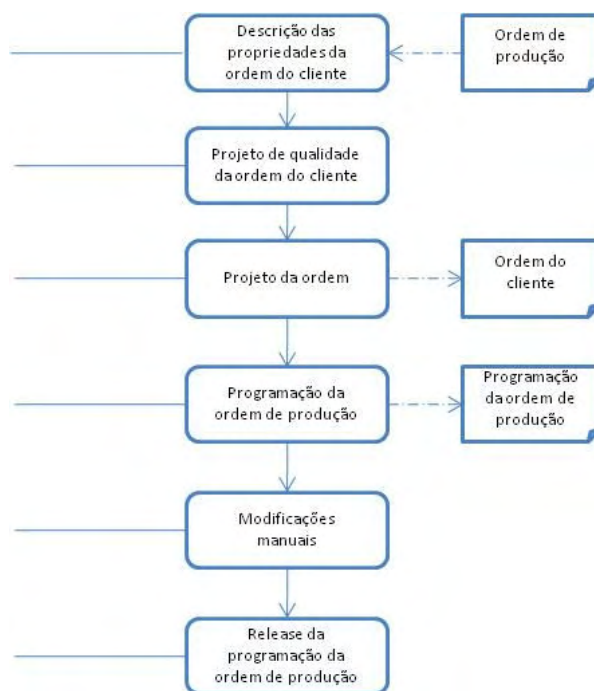


Figura 14 – Diagrama de fluxo do gerenciamento da ordem.
Fonte: Adaptado de Tang (2007)

2.3.5 Estoque de segurança

O estoque de segurança é uma ferramenta efetiva para proteger a companhia contra as incertezas e variabilidade da produção e suprimentos de matérias primas. Este instrumento pode simultaneamente melhorar o nível de atendimento ao cliente e reduzir a instabilidade da programação da produção De Bodt and Wassenhove, (2001).

A literatura apresenta três principais abordagens para determinar o melhor nível de estoque de segurança para sistemas MTO e ATO. De acordo com Persona et al (2007), a primeira é baseada na demanda, a segunda na variação dos erros de previsão, e finalmente a terceira abordagem é baseada na estrutura e padronização dos produtos e componentes.

Sharma (2005) destaca que a adoção da Manufatura Enxuta em processos de Construção sob encomenda ou BTO (do original em inglês *Build-to-order*) tem sido revolucionária na última década e auxiliado uma grande variedade de indústrias a melhorar sua posição competitiva.

3 METODO DA PESQUISA

Neste capítulo, apresenta-se, primeiramente, a definição do método de pesquisa, a descrição do método de pesquisa empregado na construção do modelo de gestão enxuta, baseado nos conceitos e ferramentas enxutas para a indústria siderúrgica MTO. Em seguida, descrevem-se a caracterização do método utilizado, o delineamento do trabalho de campo e, por último, os aspectos relacionados com a própria realização do trabalho de campo.

3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DA PESQUISA

O estudo de caso tem sido constantemente, um dos mais poderosos métodos de investigação no âmbito da Engenharia de produção, particularmente no desenvolvimento de novas teorias. Muitos dos inovadores conceitos e teorias no âmbito de operações de gestão, desde a produção da estratégia de Manufatura Enxuta foram desenvolvidas através de processo de investigação campo e estudos de caso (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002).

O estudo de caso é um método de pesquisa de natureza empírica que investiga um fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas (YIN, 2005). Tem como objetivo aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido, visando estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver a teoria (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002).

Trata-se de uma metodologia indutiva, onde a teoria é feita a partir de observações empíricas com ênfase na interação entre os dados e sua análise. Um estudo mostrou que nos Anais do ENEGEP, essa é a metodologia mais empregada (BERTO e NAKANO, 2000).

3.1.1 Estrutura da pesquisa

Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) sugerem para o desenvolvimento da pesquisa em um estudo de caso alguns passos a serem seguidos, dentre os quais destacam-se:

- a) Quando utilizar o estudo de caso.
- b) Desenvolvimento a estrutura da pesquisa, sua construção e questões
- c) Escolha dos casos
- d) Desenvolvimento dos instrumentos e condução da pesquisa de campo
- e) Documentação e análise dos dados, desenvolvimento da hipótese e teste

a) **Quando utilizar o estudo de caso** - Segundo Leonard-Barton (1990) o estudo de caso é uma história de um fenômeno atual ou passado, traçada a partir de múltiplas fontes de evidência. Qualquer fato relevante para o fluxo de eventos que descreve o fenômeno é um potencial ponto de partida em um estudo de caso, uma vez que contexto é importante. Segundo Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) o estudo de caso é uma unidade de análise no processo de investigação. Meredith (1998) cita três pontos fortes do processo de investigação:

1. O fenômeno pode ser estudado em sua configuração natural e significativa, gerar teoria relevante a partir de ganhos compreendidos através da observação prática;
2. O método do estudo de caso permite que questões de por que, o que e como possam ser respondidas com relativa compreensão das suas naturezas e do fenômeno;
3. O método de caso presta-se a explorar investigações onde as variáveis estão ainda desconhecidas e o fenômeno não é em todo entendido.

Existem muitos métodos disponíveis para o pesquisador de engenharia de produção. O estudo de caso pode ser utilizado para diferentes tipos de propósitos como a exploração, construção de teoria, teste de teoria e extensão de teoria / refinamento (ver quadro 8).

Proposta	Questão da pesquisa	Estrutura da pesquisa
Teoria de extensão/refinamento		
Para melhor estruturar as teorias à luz dos resultados observados	O quanto a teoria é generalista? Aonde a teoria é aplicável?	Experimento Quase-experimento Estudos de caso Amostras de população de larga-escala
Exploração		
Encobre áreas para pesquisa e desenvolvimento de teoria	Existe algum interesse suficiente para justificar a pesquisa?	Aprofundamento de estudos de caso não focados, estudo de campo longitudinal
Construção de teoria		
Identificar/descrever as variáveis chaves Identificar links entre as variáveis Identificar porque estas relações existem	Qual são as variáveis chaves? Quais são os padrões ou links entre as variáveis? Porque estas relações deveriam existir?	Poucos estudos de caso focados Estudos aprofundados Estudos de caso em vários locais/empresas Estudos de caso dos melhores casos em cada área
Teste de teoria		
Teste de teoria desenvolvido em estágios prévios	As teorias que temos gerado são capazes de sobreviver a teste de dados empíricos?	Experimentos Quase experimentos Estudos de caso Amostras em larga escala de população
Prever saídas futuras	Será que vamos buscar o comportamento que foi previsto pela teoria ou não observamos outro não antecipado comportamento?	

Quadro 8 – Propostas de tipos de pesquisas
Adaptado de Handfield e Melnyk (1998)

O presente trabalho tem o propósito de verificar se a Manufatura Enxuta é aplicável na indústria siderúrgica MTO. Desta maneira se encaixa naturalmente dentro da proposta *Extensão da teoria / refinamento* que é utilizado como um seguimento ao inquérito de investigação baseado em uma tentativa de analisar mais profundamente e validar os resultados empíricos anteriores. Em termos globais, a engenharia de produção tem um domínio muito dinâmico, sendo que novas práticas estão continuamente surgindo.

b) **Desenvolver a estrutura da pesquisa, sua construção e questões** - O ponto de partida do processo de investigação é o quadro de investigação e as perguntas. No estudo de caso, a investigação tem sido reconhecida como sendo particularmente boa para analisar como e por que às perguntas (YIN, 2005). O processo de investigação enriquece não apenas teoria, mas também os próprios investigadores. Da realização de

estudos na área e estar exposto a problemas reais, as ideias criativas do povo em todos os níveis das organizações, e os variados contextos dos casos, o indivíduo pesquisador irá pessoalmente se beneficiar do processo de realização da pesquisa.

Miles e Huberman (1994) sugerem fazer isto através de uma construção de uma estrutura conceitual que delinea a pesquisa. Como a estrutura explica, graficamente ou de forma de narrativa, os principais objetos que são para serem estudados – os fatores chaves, variáveis ou construtos – e a presumida relação entre elas. Construir uma estrutura conceitual força o pesquisador a pensar cuidadosamente e seletivamente sobre os construtos e as variáveis a serem incluídas no estudo.

O próximo passo vital no projeto do estudo de caso são as questões iniciais por trás do estudo proposto. Mesmo se neste estágio as questões sejam tentativas, é importante ter bem definido no início, para guiar a coleção de dados. (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002).

De um estudo que aborde as questões pertinentes às possibilidades de implantação de uma metodologia moderna de gestão no panorama siderúrgico, derivam a questão fundamental:

- O quanto a Manufatura Enxuta é extensível ao cenário siderúrgico e mais especificadamente em companhias que utilizam o sistema MTO?

E desta se ramificam em questões a serem respondidas na presente dissertação:

- Porque a aplicação da Manufatura Enxuta é necessária na indústria siderúrgica MTO? Quais são seus benefícios?
- Quais são as dificuldades encontradas na sua aplicação?
- Por meio dos resultados nas aplicações das ferramentas e práticas podemos analisar que a metodologia de Manufatura Enxuta é aplicável em siderúrgicas MTO?
- Por meio da análise da pesquisa realizada podemos avaliar o nível de implementação das ferramentas (quais foram implementadas) e sua relação com os resultados relatados?

c) **Escolha dos casos** - No âmbito das características essenciais do estudo de caso, existem uma série de escolhas a serem feitas. Isto inclui quantos casos serão estudados, a seleção dos casos e a amostragem.

<i>Escolha</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
Casos únicos	Grande profundidade	Limites na generalização das conclusões. Influências como mau julgamento na representatividade de um evento único e exagerar facilmente nos dados disponíveis.
Casos múltiplos	Validação externa, ajuda contra observador	Mais recursos são necessários, menos profundidade por caso
Casos restropectivos	Permite coleção de dados em eventos históricos	Pode ser difícil para determinar causa e efeito, os participantes podem não lembrar eventos importantes
Casos longitudinais	Superar os problemas dos casos restropectivos	Muito tempo despedido e mais dificuldade para fazer

Quadro 9 – Vantagens de desvantagens de cada tipo de caso.

Fonte: Adaptado de VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH (2002).

O presente trabalho verifica se uma teoria de gestão - no caso a Manufatura Enxuta - é aplicável num ambiente particular – ou seja, no ambiente siderúrgico. Escolhe o caso único porque se aprofunda no estudo desta aplicabilidade de uma metodologia que é utilizada em larga escala em processos discretos MTS em um particular processo contínuo MTO.

d) **Desenvolvimento da condução e instrumentos da pesquisa de campo** - A pesquisa terá como base a coleta de dados sobre a implementação de ferramentas enxutas em diversificadas áreas e seus resultados atingidos, isto é se as ferramentas foram implementadas eficientemente e dão resultados tangíveis.

Também será realizada uma pesquisa com os supervisores sobre os conceitos e ferramentas enxutas para averiguar sob a ótica dos gestores sua viabilidade de implantação e sua visão a respeito da implantação das práticas e ferramentas enxutas e seus resultados.

Com relação à indicação de procedimentos e regras gerais da pesquisa para sua condução, segue indicação da origem das fontes de informação:

Com relação aos locais, serão avaliadas as quatro unidades fabris da empresa Gerdau Aços Especiais Brasil – Charqueadas, Mogi das Cruzes, Pindamonhangaba e Sorocaba; divididas em três áreas produtivas principais – Aciaria, Laminação e Acabamento. A pesquisa será realizada nas quatro plantas e nas três principais áreas para ter-se uma visão generalista sobre a extensão de sua abordagem, verificando desta maneira se existem divergências entre aplicação de seus conceitos.

Com relação aos indivíduos a serem pesquisados serão avaliados gestores das áreas aonde foram implantadas as ferramentas selecionadas.

e) Documentação e análise dos dados, desenvolvimento da hipótese e testar - A documentação será totalmente eletrônica, os questionários enviados por e-mail e serão arquivados em pastas de acordo com a área produtiva do respondente. Uma análise criteriosa desse setor será realizada no intuito de encontrar as possíveis causas das barreiras encontradas para a larga disseminação dessa metodologia, analisando seu processo de produção e o cenário mundial desse negócio para propor adaptações das ferramentas enxutas abordando a nova tendência mundial de mega-fusões.

O período de coleta dos dados se estende do ano de 2004 a 2008. A pesquisa será realizada no período do 1º semestre de 2009.

Tendo desenvolvido o caso, as descrições detalhadas e os dados codificados, o primeiro passo é analisar algum padrão de dados dentro dos casos. O método mais simples e muitas vezes mais eficaz é construir uma matriz. Envolve a construção planilhas ou gráficos de grandes dimensões, e estes, por sua vez, refinados em células. Tendo construído um matriz, uma simples, porém muito eficaz abordagem analítica é o de buscar um grupo ou categoria para o grupo de pesquisa dentro de semelhanças ou diferenças. A abordagem semelhante é o de selecionar os pares de casos e de buscar semelhanças e diferenças, inclusive aquelas sutis. Miles e Huberman (1994) sugerem um número de abordagens para facilitar a análise cruzada dos casos. A primeira é parcialmente ordenando a mostra. Estes são apropriados para o primeiro corte de

análise para ver “no que o território se parece”. Eles sugerem que ainda a matriz pode ser construída através da organização pelo conceito ou pelo processo.

O processo de investigação é utilizado tanto para testar hipóteses e a teoria de desenvolvimento. Na maioria dos casos de investigação, haverá algumas hipóteses iniciais, o que pode ser testado diretamente usando o caso de dados, em especial no caso maiores dimensões amostrais. Wacker (1998) apresenta um quarto-passo de teoria geral processo de construção - definição de variáveis, limitação do domínio, relacionamento (modelo de construção) e, finalmente, previsão da teoria e suporte empírico.

Uma das principais vantagens do processo de investigação é que ela aumenta as chances de sermos capazes de determinar a relação entre causa e efeito, algo que é difícil, no inquérito de investigação. Por isso, é importante para tentar determinar a seqüência de eventos e as ligações entre eles. Esta não é uma tarefa fácil, pois muitas vezes entrevistados atribuem uma causa e efeito após o evento, que pode não corresponder à realidade atual links.

Para manter o rigor exigido em uma investigação científica pertinente a esta dissertação de mestrado de abordagem qualitativa, Godoy (2005) propõe uma agenda mínima, que é um conjunto de aspectos que se constituem em preocupações comuns para vários especialistas na área da pesquisa qualitativa:

- realização de estudo-piloto;
- explicitação de como se desenvolveu o trabalho de campo e o processo analítico;
- consistência entre dados coletados e resultados;
- fornecimento de dados ricos e abundantes;
- realização de checagens pelos participantes e pesquisadores;
- fornecimento de informações suficientes para que haja possibilidade de ocorrer a generalização naturalística;
- organização de arquivos que preservem os dados de fornecimento

Godoy (2005, p. 93) também enfatiza:

“Tomando estes sentidos como referência espera-se que o ato de pesquisar não seja entendido como uma atividade meramente técnica e objetiva, mas como uma atividade que envolve também as subjetividades do pesquisador e daqueles que estão sendo estudados.”

Além da revisão bibliográfica sobre a teoria que envolve o modelo, faz-se necessário detalhar o método utilizado e suas características, explicitado abaixo.

3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO

Nesta seção, apresenta-se uma descrição detalhada do método de pesquisa utilizado para a construção do modelo proposto, através da apresentação das etapas seguidas até a sua validação.

O método esquematizado na Figura 16 contempla três fases distintas de ações: (1) a construção do modelo de gestão, utilizando-se de revisão bibliográfica; (2) o planejamento do trabalho de campo, com a caracterização do método e a construção do instrumento de pesquisa, e (3) a realização do trabalho de campo.

Para a construção do modelo, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica (i) para ampliação da base conceitual, incluindo o levantamento na literatura de fatores ligados à metodologia da Manufatura Enxuta, incluindo a seleção de ferramentas que são consideradas enxutas, a definição de conceitos enxutos e sistemas MTO.

No planejamento do trabalho de campo (ii) foi levantado na literatura trabalhos que pudessem orientar a pesquisa para sua caracterização e delimitar o estudo do método a ser utilizado.

O trabalho de campo (iii) compreendeu a coleta de informações e dados referentes a aplicação prática das ferramentas e práticas enxutas em campo. Também a realização de aplicação de questionários com gestores de produção, de áreas fabris nas plantas de Mogi, Pindamonhangaba, Sorocaba e Charqueadas.

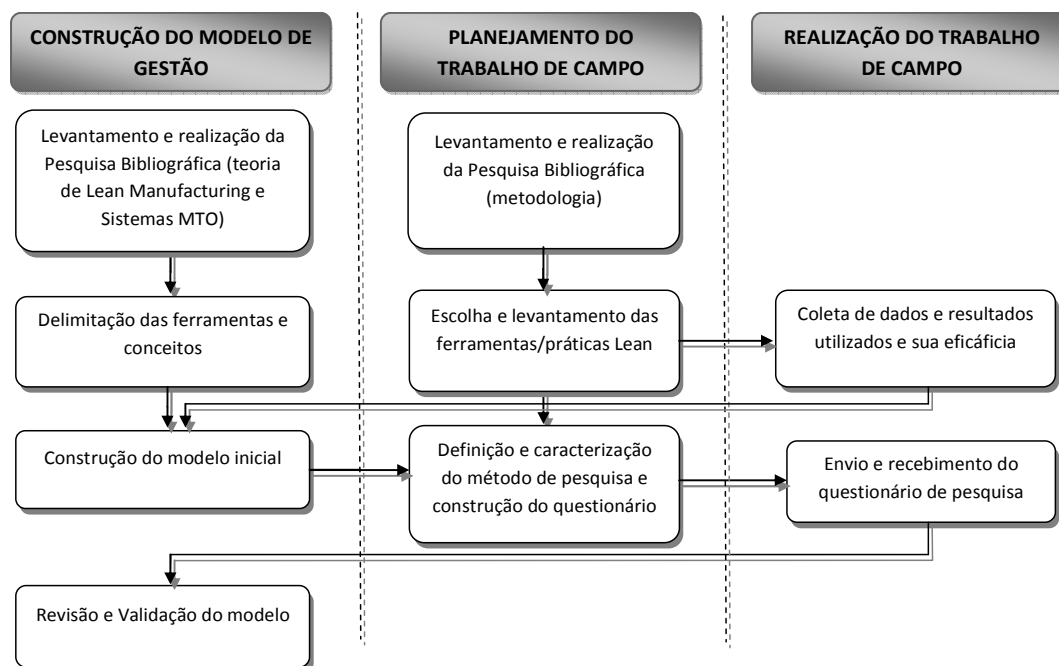


Figura 15 – Apresentação do Método

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO

Adotaram-se para a classificação e as características apresentadas por Diehl e Tatim (2004): bases lógicas de investigação, abordagem do problema, natureza, objetivo geral e procedimento técnico.

Na construção do modelo proposto, com relação à abordagem utiliza-se a pesquisa qualitativa, pois expressa uma abordagem referente a um sistema de gestão tendo foco nos processos do objeto de estudo e não utiliza técnicas estatísticas avançadas no desenvolvimento do trabalho.

Do ponto de vista de sua natureza é uma pesquisa aplicada, porque envolve a aplicação prática que propõe uma solução específica, de aplicação junto à empresa do segmento siderúrgico MTO estudando as características particulares deste setor e a utilização conceitos de sistemas produtivos de Manufatura Enxuta.

Do ponto dos objetivos a pesquisa é exploratória, pois tem como objetivo estudar experiências de aplicações de ferramentas, que agrupadas e aliadas com uma profunda reforma na cultura organizacional atinge os objetivos determinados pelo Pensamento

Enxuto. É também explicativa, pois visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

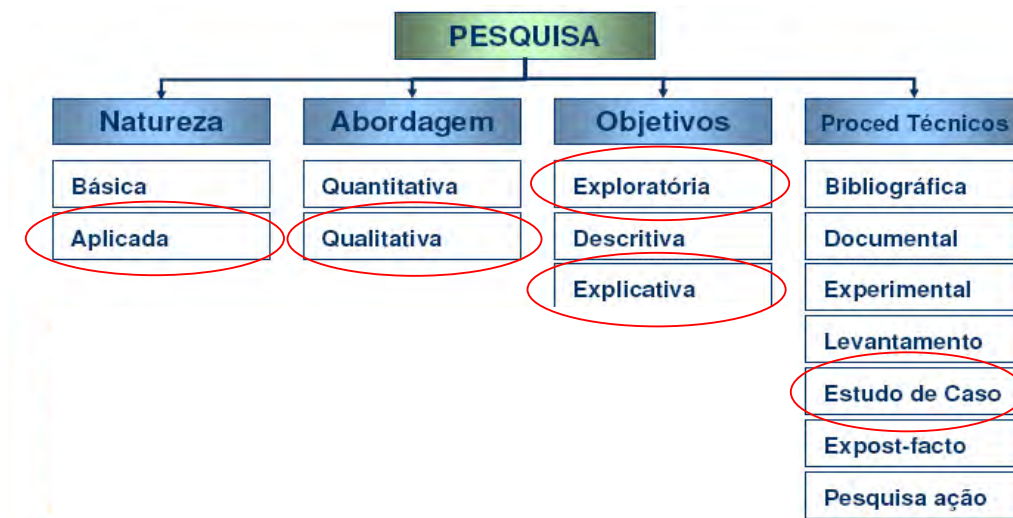


Figura 16 – Classificações da Pesquisa

3.4 PLANEJAMENTO DO TRABALHO DE CAMPO

Esta seção apresenta o planejamento do trabalho de campo, que foi dividido em duas partes distintas:

i) escolha, coleta de dados de aplicações empíricas de ferramentas e práticas enxutas ao longo da cadeia produtiva de uma usina siderúrgica semi-integrada que utiliza o sistema de produção sob encomenda.

ii) Definição e caracterização do método de pesquisa e construção do questionário pesquisa sobre a aplicação de ferramentas e práticas enxutas em uma indústria siderúrgica MTO

A pesquisa consiste na análise de uso do instrumento de coleta de dados para o questionário, que teve o próprio autor como principal ator na coleta e análise de dados, buscando-se especificamente a compreensão do significado dos conceitos e ferramentas enxutas, a aplicabilidade das ferramentas e práticas enxutas em diversificadas áreas fabris e os resultados provenientes de sua aplicação empírica. Na realização da pesquisa bibliográfica, foram focados aspectos teóricos das ferramentas, práticas e conceitos enxutos e também do conceito MTO inerente a este tipo de

processo industrial. Além disso, foi estudado aspectos da metodologia, a fim de suportar a análise e relação do Modelo com a realidade industrial.

O roteiro do questionário é composto de questões sobre a utilização de ferramentas e práticas enxutas, visando verificar a compreensão e familiaridade do respondente sobre o assunto, suas opiniões e os resultados obtidos nas implantações nas áreas fabris da empresa.

3.5 REALIZAÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO

Nesta seção descreve-se a realização do trabalho de campo, que compreendeu duas etapas: (i) levantamento de documentos relativos à aplicação em campo das ferramentas em diversificadas áreas, seus dados, os resultados obtidos e sua respectiva documentação.

O trabalho de campo também incorporou (ii) a realização de uma pesquisa sobre aplicação das ferramentas e práticas enxutas em áreas produtivas de uma empresa siderúrgica.

A seleção da empresa baseou-se no critério da importância da empresa no contexto siderúrgico mundial, sendo que é a maior empresa siderúrgica do ramo de aços especiais no mundo e da proximidade e facilidade de acesso, pois o autor trabalhava na referida empresa. Esta escolha veio a dar ensejo ao estudo das possibilidades de implantação de ferramentas de Manufatura Enxuta em áreas pilotos para uma posterior disseminação do seu conceito dos benefícios alcançados e disseminação da cultura enxuta pela empresa.

Com relação ao levantamento de exemplos das aplicações em campo das ferramentas, seus dados e os resultados obtidos, estes foram levantados com referência à relevância da ferramenta/prática realizada em determinadas áreas, tentando abranger as principais áreas dentro do fluxo de produção siderúrgico de uma usina semi-integrada que trabalha com sistemas MTO em que as práticas enxutas auxiliaram a melhoria de indicadores de performance. Desta maneira garantimos uma representatividade em áreas correlatas em outras plantas, demonstrando desta maneira,

a aplicabilidade e obtenção de resultados pela utilização das ferramentas/práticas enxutas no ambiente siderúrgico, que é um dos objetivos específicos deste estudo.

Estas aplicações traduziram o objetivo principal da pesquisa em demonstrar que o emprego de determinadas ferramentas e práticas enxutas são peças chaves na gestão focada na obtenção de resultados diferenciados no qual tais aplicações é um fator crítico de sucesso.

Com relação ao segundo tópico abordado, o da pesquisa sobre a aplicação das ferramentas e práticas enxutas, os respondentes do questionário foram selecionados como uma amostra não probabilística de conveniência e por julgamento. Segundo Rea e Parker (2002), a amostragem por conveniência ocorre quando os entrevistados são selecionados com base na sua presumida semelhança com a população útil e na sua disponibilidade imediata. Na amostragem por julgamento, o pesquisador usa sua experiência profissional, ao invés do acaso na seleção dos entrevistados. Segundo Eisenhardt (1989), este procedimento contribui para controlar variáveis desconexas ao processo estudado e ajuda a definir os limites de generalização dos achados.

No presente estudo foram selecionados os cargos relativos à gerencia e supervisão das áreas fabris e das áreas de apoio de quatro unidades de uma empresa siderúrgica nacional. Foram selecionadas as principais áreas de produção da empresa (explicitadas a seguir no estudo de caso) de modo a abranger todo o processo fabril e representar o fluxo de produção desde a chegada da matéria prima na área da Aciaria até a liberação do produto final nas áreas de Acabamentos.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta a implementação de ferramentas e práticas de Manufatura Enxuta em diversificados eventos e métodos de melhoria. Apresenta também a realização de uma pesquisa nas unidades fabris da de uma indústria siderúrgica multinacional sobre a utilização das ferramentas e práticas enxutas.

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido diretamente nas áreas fabris de uma indústria siderúrgica que produz aço para construção mecânica para diversos segmentos da indústria, entre eles se destacam o segmento automobilístico. As fábricas que fazem parte desta pesquisa estão localizadas nas regiões sul e sudeste do Brasil.

O problema em questão trata da implementação de práticas e ferramentas enxutas nas plantas desta indústria.

Com relação à parte prática, serão utilizados trabalhos utilizando ferramentas enxutas, como o Mapa de Fluxo de Valor, Programa 5S, Troca Rápida de Ferramentas, Auto Gestão da Produtividade, Operadores, Kaizen, Trabalho Padrão, Manutenção Produtiva Total entre outras em uma empresa siderúrgica que trabalho com sistema sob-encomenda.

Um estudo de caso com a companhia siderúrgica que trabalha com sistema de produção sob encomenda, Gerdau – divisão Aços Especiais Brasil (AEB) será realizada com o intuito de verificar qual o nível que cada companhia está com relação à utilização das ferramentas enxutas e se alguma empresa, além do simples uso das ferramentas, tem o foco da utilização das ferramentas dentro de um sistema inter-relacionado e se efetivamente se apropriam e instituem a filosofia enxuta em toda a cultura da organização com foco bem definido e disseminado em todos os níveis.

4.2 GERDAU AÇOS ESPECIAIS BRASIL (AEB)

O Grupo Gerdau ocupa a posição de 13º maior produtor de aço do mundo e é líder no segmento de aços longos nas Américas e líder mundial em aços longos especiais para a indústria automotiva.

Possui 337 unidades industriais e comerciais, além de cinco joint ventures e quatro empresas coligadas, o que faz com que esteja presente em 14 países. Possui 46 mil colaboradores, capacidade instalada de 26 milhões de toneladas por ano e fornece aço para os setores da construção civil, indústria automobilística e agropecuária entre outros.

A divisão Aços Especiais Brasil (AEB) produz aços longos especiais principalmente para a indústria automotiva e tem 4 plantas, 3 no estado de São Paulo localizadas nas cidades de Mogi das Cruzes, Sorocaba, Pindamonhangaba e uma no Rio Grande do Sul localizada na cidade de Charqueadas.

4.2.1 Características dos produtos siderúrgicos abordados

Existem, basicamente, 3 tipos de produtos fabricados pela Gerdau AEB:

- Tarugos
- Barras
- Bobinas de aço

Esses produtos podem ter os seguintes perfis:

- Redondo
- Quadrado
- Sextavado
- Chato e especiais.

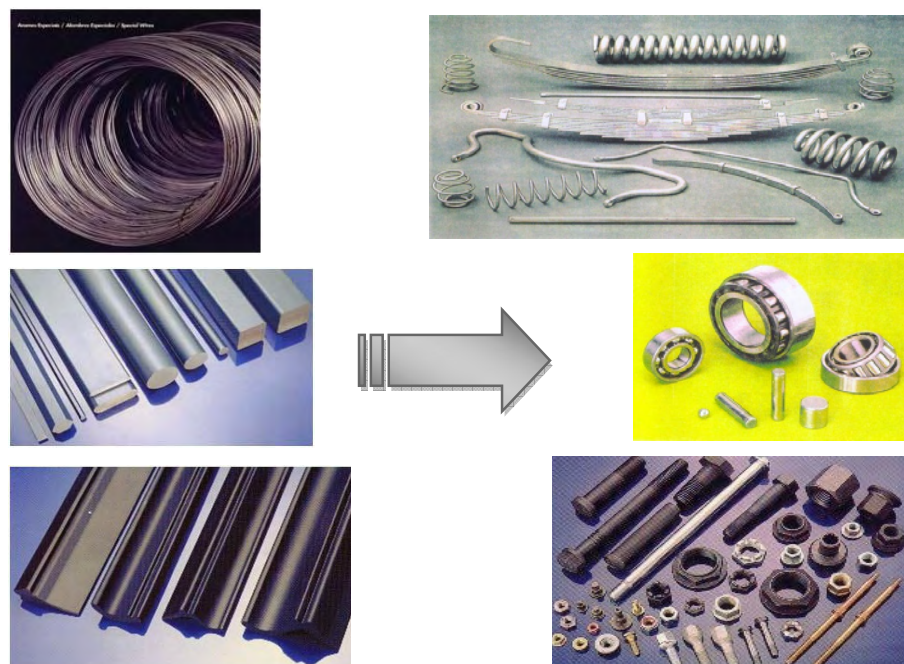


Figura 17 – Produtos fabricados pela Gerdau AEB e suas aplicações

4.3 O AÇO E A SIDERURGIA

O aço é um produto de extrema importância na dinâmica da atividade humana, assumindo papel determinante no funcionamento da economia, sobretudo por figurar como um elemento essencial para o perfeito encadeamento de diversas cadeias produtivas.

Basicamente, o aço é uma liga de ferro e carbono produzido a partir de minério de ferro, carvão e cal. Por causa de suas propriedades e do seu baixo custo passou a representar a produção de cerca de 90% de todos os metais consumidos pela humanidade.

A siderurgia, setor no qual ocorre a fabricação do aço em forma de produtos semi-acabados, laminados, trefilados, entre outros, é considerada um ramo da metalurgia, seção na qual estão inseridas outras atividades correlatas.

4.3.2 Fluxo de produção de uma usina siderúrgica semi-integrada

As usinas de aço segundo o seu processo produtivo classificam-se em duas categorias:

- Integradas - que operam as três fases básicas: redução, refino e laminação;
- Semi-integradas - que operam duas fases: refino e laminação. Estas usinas partem de ferro gusa, ferro esponja ou sucata metálica adquiridas de terceiros para transformá-los em aço em aciarias elétricas e sua posterior laminação.

Segundo o Instituto Aço Brasil (2009) o processo siderúrgico pode ser dividido em quatro etapas: preparação da carga, redução, refino e laminação. O presente estudo foi realizado em usinas semi-integradas que partem do processo de refino assim explicadas a seguir:

- Refino e Preparação: A sucata e ferro gusa são fundidas na Aciaria, passando ao estado líquido, assim, parte do carbono contido no gusa e na sucata é removida juntamente com impurezas. O aço líquido é solidificado em equipamentos de lingotamento contínuo para produzir tarugos ou convencionalmente para produzir lingotes.

- Laminação: Os lingotes e tarugos provenientes da Aciaria são reaquecidos e deformados mecanicamente, sendo transformados em barras, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, etc. Os lingotes e tarugos, são processados por equipamentos chamados laminadores e transformados em uma grande variedade de produtos siderúrgicos cuja nomenclatura depende de sua forma e/ou composição química.

- Acabamento: É a fase que realiza a inspeção final que o aço sofre antes de ser enviado ao cliente. Esta etapa é realizada apenas em produtos com maior valor agregado e que irão formar peças ou componentes com solicitações críticas.



Figura 18 – Fluxo de uma usina siderúrgica semi-integrada

Fonte: Gerdau (2009)

4.4 EMPREGOS DAS PRÁTICAS E FERRAMENTAS ENXUTAS

4.4.1 Kaizen

Na Gerdau AEB cada área tem uma comissão que gerencia o Programa de Melhorias. Esse programa incentiva, por meios de uma premiação anual a fomentação de novas idéias para serem implementadas nas áreas fabris para as seguintes categorias: segurança, produtividade, redução de custo e meio ambiente. Qualquer funcionário da empresa pode dar idéias para melhorar os processos produtivos. Para isto, existe uma ferramenta interna chamada de formulário PIM, que tem a finalidade de padronizar e sistematizar o processo de geração de melhorias. Somente as idéias implementadas concorrem à premiação.

Os gestores de cada área selecionam as melhorias mais bem cotadas de acordo com critérios estabelecidos para cada categoria. Após essa seleção inicial por área, as

idéias são votadas por um comitê composto por integrantes de todas as áreas. Anualmente são premiadas as melhores sugestões implantadas. O Programa de Melhorias proporcionou uma economia de R\$ 32,3 mi de 2004 a 2007, melhorando sua segurança, meio ambiente, produtividade e qualidade.

4.4.2 Método “5S”

Na Gerdau AEB existe um departamento que organiza corporativamente o “Programa 5S” e o “Programa de Melhorias”, entre outras ferramentas. As áreas são auditadas e certificadas em 3 selos de acordo com o estágio de desenvolvimento de 5S que se encontram: Bronze, Prata ou Ouro e tem 4 metas principais que são parte dos indicadores de cada área:

- Meta 1: 100% dos colaboradores envolvidos com atividades 5S
- Meta 2: 50% do departamento certificados com o Selo Bronze
- Meta 3: 01 Selo Prata (Certificação Interna 5S) por departamento
- Meta 4: Nota Média > 9,0 (sendo 27 quesitos da lista de verificação)

Para que a área alcance o selo Ouro são necessários pelo menos 4 anos de trabalho (ainda não completados) que se iniciou em 2004. No total foram 92 áreas certificadas em 3 anos de trabalho. A figura 20 mostra o estado atual do 5S na Gerdau AEB, nas plantas de Pindamonhangaba, Mogi das Cruzes e Sorocaba:



Figura 19 – Selos da certificação interna do “Programa 5S”

4.4.3 Mapeamento de Fluxo de Valor

Para a implementação desta ferramenta, fez-se a contratação de uma consultoria que realizou treinamentos “on-the-job” em diversas áreas fabris. Nesses treinamentos participaram colaboradores de cada área e colaboradores de outras empresas que auxiliaram na formulação dos mapas.

4.4.3.1 Mapeamento do Estado Atual

De acordo com Rother e Shook (2003), o objetivo do mapa de estado atual é fazer uma análise do estado corrente da produção a ser estudada, para ter melhorias implementadas, garantindo, assim, a eliminação de desperdícios trabalhando o fluxo de informação tanto quanto o fluxo de processo. Primeiramente foram identificadas as fases principais do processo que necessitariam abordagem mais aprofundada. Na etapa seguinte os participantes foram divididos em grupos que focaram cada uma das fases do processo produtivo “in loco” para a obtenção dos fluxos de informações, da cronometragem dos tempos de ciclos, da existência de estoques intermediários e outros aspectos abordados no estado atual.

Na Figura 20 mostra-se o Mapeamento do Estado Atual do processo siderúrgico semi-contínuo da planta de Mogi das Cruzes:

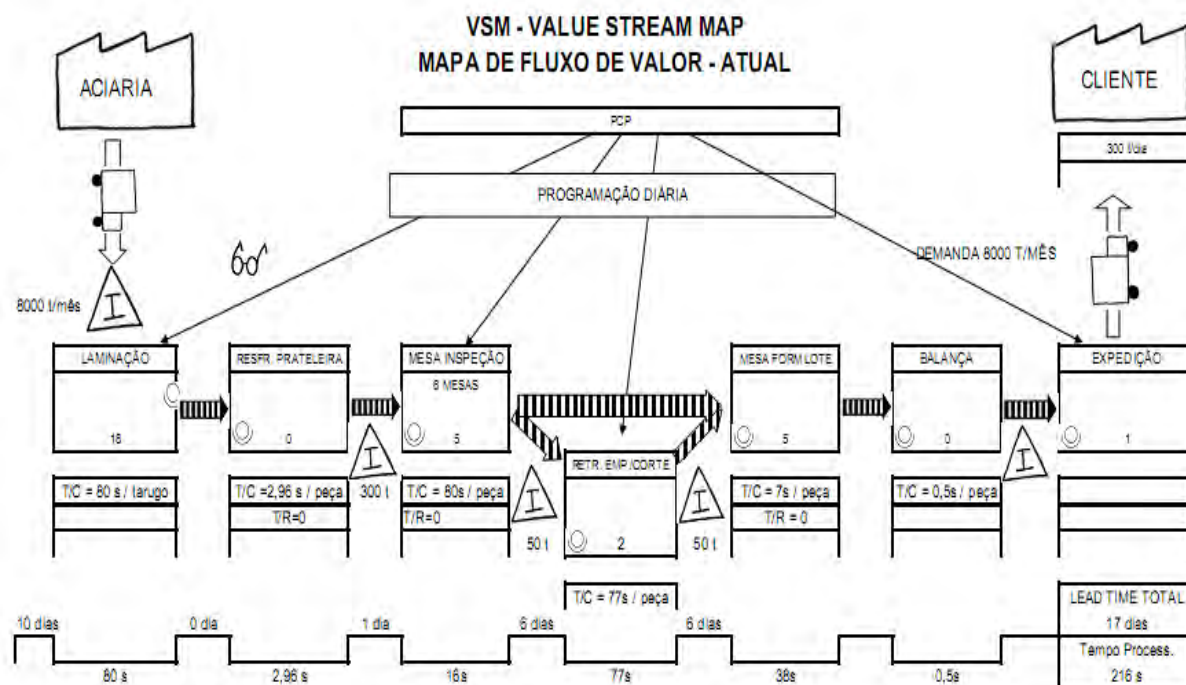


Figura 20 – Mapa de fluxo de valor atual do processo

Fonte: Gerdau (2009)

4.4.3.2 O Mapa do Estado Futuro

Através da implementação do mapa do “estado futuro” pode-se visualizar e quantificar as melhorias propostas torná-lo uma realidade em um curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo, e cada processo se aproxima o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam, minimizando o estoque intermediário. (ROTHER; SHOOK, 2003).

Em processos MTO, não é possível transformá-los, na maioria das vezes, em fluxos puxados porque desde o nascimento do produto, o mesmo é diferenciado de acordo com as características solicitadas pelo cliente. Portanto, a melhor maneira de diminuir o estoque intermediário é sempre que possível adotar o método de estocagem Primeiro que Entra Primeiro que Sai (PEPS) pois assim o primeiro produto que chega ao estoque intermediário é o primeiro a sair, melhorando o fluxo de materiais.

Em função desta análise do mapa do estado atual, foi elaborado um plano de ações para a melhoria do fluxo, eliminação dos desperdícios e consequentemente

redução do lead-time e dos estoques intermediários. A partir disto foi elaborado o mapa de fluxo de valor futuro.

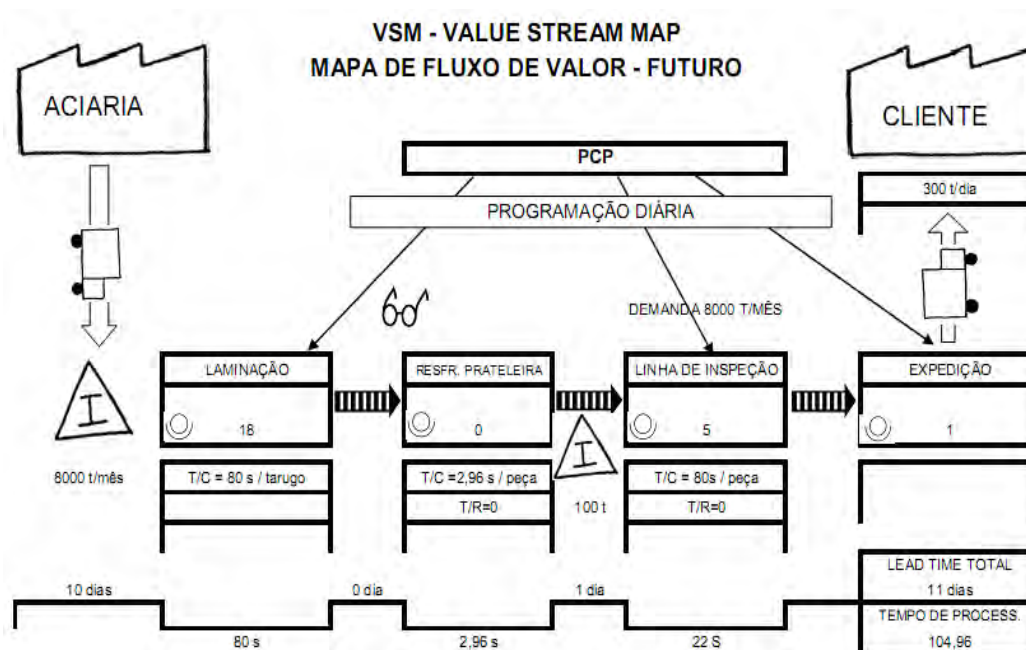


Figura 21 – Mapa de fluxo de valor futuro do processo
Fonte: Gerdau (2009)

Neste fluxo analisado, o lead time total teve uma melhoria de 17 para 11 dias. E o tempo de processamento passou de 215 para 105 segundos. Esta diferença grande entre o lead time total e o tempo de processamento se deve a que quando o aço é fundido e lingotado na aciaria, a característica mandatória é o tipo de aço produzido, assim aços iguais são lingotados em sequência para otimizar o rendimento da corrida. A cada troca de tipo de aço na produção da aciaria, existe uma perda no sub-processo de lingotamento contínuo em rendimento que é em média 1%. Pela importância deste procedimento, existe um indicador KPI que monitora o número de corridas do mesmo aço lingotado em sequência que é chamado indicador de sequência mista.

No processo subsequente – a laminação, a característica mandatória é a dimensão de bitola e/ou perfil das barras laminadas, pois as diversas bitolas são laminadas por montagens. Basicamente existem 5 tipos de perfil: redondo, quadrado, sextavado, chato e perfis não simétricos.

Para otimizar a fundição de um aço na aciaria, em uma corrida podem ser agrupadas várias ordens que atendem diversos clientes de um mesmo aço. Portanto, uma corrida lingotada pode ser desmembrada em várias ordens de fabricação para atender várias bitolas de diferentes clientes. Desta maneira é freqüente ocorrer a espera de uma parte de uma corrida que foi desmembrada e que será laminada em diferentes perfis em diferentes montagens. Para cada tipo de bitola é necessário fazer um grande setup que atende um determinado número de ordens.

Assim, para balancear a necessidade de produzir diferentes tipos de perfis, se agrupam um determinado grupo de ordens em uma montagem. Entre a troca de montagens existe um setup que varia de acordo com as características de cada laminador.

4.4.4 Manutenção Produtiva Total (MPT)

Dentro da MPT o aspecto abordado com mais profundidade foi o da Manutenção Autônoma aonde esta ferramenta é implementada utilizando-se um método definido como os 4 passos.

Em um primeiro estágio da implementação da manutenção autônoma contou-se com a contratação de uma consultoria externa para auxiliar a implementação e gestão da Manutenção Autônoma em uma área piloto. A partir da experiência adquirida com nesta implementação piloto, recursos foram alocados de forma a expandir esta experiência para outras áreas das 4 plantas da Gerdau AEB.

Resumidamente, o método dos 4 passos é iniciada com:

Passo 1 – Limpeza, aonde são limpos os equipamentos e as fontes de sujeira são levantadas e padrões de limpeza são determinados.

No Passo 2 – é realizada a análise das fontes de sujeira e ADA adotando-se controles visuais utilizando-se quadros e etiquetas para realizarem-se as inspeções.

No Passo 3 – já com as fontes de sujeira resolvidas a lubrificação dos equipamentos é abordada sistematicamente.

Por fim no ultimo e quarto passo – são realizadas inspeções gerais nos equipamentos com a análise minuciosa dos componentes mais críticos.

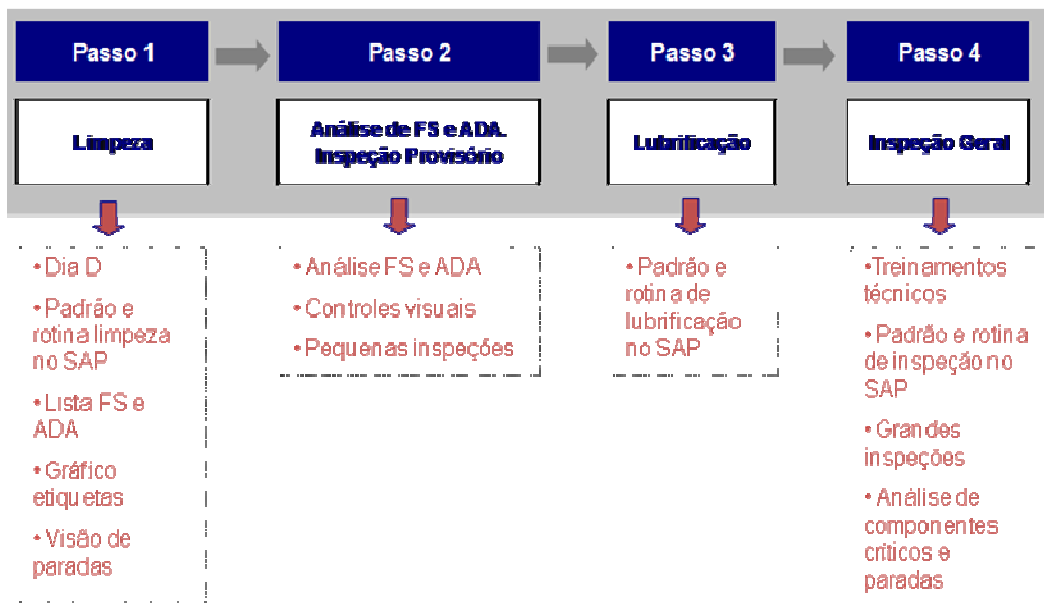


Figura 22 – Os 4 passos da manutenção autônoma
Fonte: Gerdau (2009)

Local: Piso 4 mil Ponto de lubrificação centralizada dos rolos		OPL - one Point Lesson		OPL : N 42	
Conhecimento	Problema	Melhoramento			
Preenchido por : Benedito Marcos Soares	Avaliado por : Antonio de O Lima	Data : 05/set/07			
		Durante a lubrificação centralizada deve-se observar se todos os pinos das linhas (A) ou (B) estão posicionados para fora ou para dentro Caso haja algum pino oposto aos demais de cada linha , indica que esta linha possivelmente esta obstruída			
Problema : Falta de identificação nos pontos de lubrificação		Melhoramento: Melhor conhecimento do sistema operacional e identificar os pontos de lubrificação			
Resultados / Esperado : Facilitar a lubrificação do equipamento					
Data do treinamento : 07/09/2007					
Instrutor : ...					

Figura 23 – Exemplo de instrução OPL da Manutenção Autônoma
Fonte: Gerdau (2009)

Abaixo, (gráfico 5) mostra-se a evolução do índice de paradas no equipamento do lingotamento contínuo, após a implantação da manutenção autônoma na Aciaria da planta de Mogi.

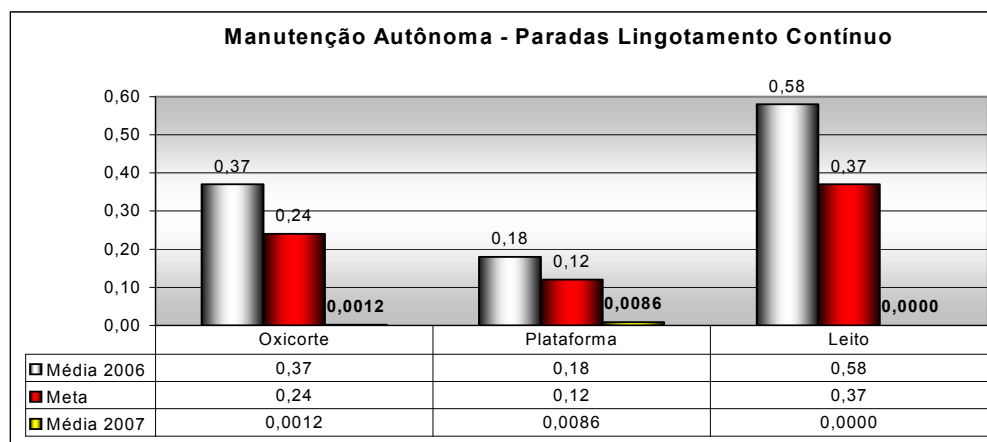


Gráfico 5 – Evolução das Paradas do Lingotamento Contínuo – Aciaria de Mogi
Fonte: Gerdau (2009)

4.4.5 Operadores polivalentes / Autogestão da Produtividade

Para implementar esta ferramenta, fez-se necessário a criação de padrões operacionais seguindo o conceito do Efetividade Global do Equipamento ou do original em inglês - Overall Equipment Effectiveness (OEE) para as principais máquinas do setor.

A apresentação dos resultados alcançados é apresentada pelos operadores por meio de reuniões mensais aonde participavam a produção, o PCP e a manutenção. Um representante de cada equipamento apresentava seu OEE, apresenta as principais dificuldades encontradas no mês, que envolvem a manutenção, compras PCP ou engenharia, sugeriam melhorias. Dessa reunião todos os assuntos levantados eram registrados e posteriormente discutidos em outra reunião que somente participavam as supervisões das áreas envolvidas que repassavam os problemas ou sugestões apresentados e detalhavam, imediatamente, um plano de ação.

Desta forma se praticava a delegação de poder aos operadores, pois assim eles eram valorizados, os problemas eram compartilhados e as soluções eram ágeis e imediatas.

Em seguida (gráfico 6), mostramos o resultado do trabalho de uma área que adotou a Autogestão da Produtividade com operadores polivalentes, no Acabamento de Barras da planta de Mogi. O OEE teve um incremento de 65% em 3 anos, passando de 46 para 70%.

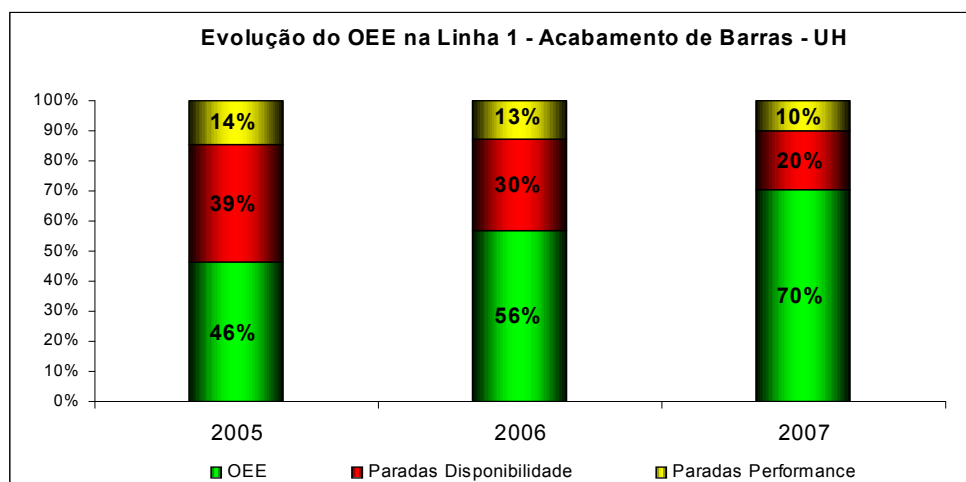


Gráfico 6 – Evolução do indicador de performance OEE na área de Acabamento

Fonte: Gerdau (2009)

4.4.6 Times de trabalho e Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

Anualmente, os problemas mais relevantes de cada área são levantados e selecionados para que sejam criados Times de trabalho que recebem o nome de Grupos de Solução de Problemas (GSP). Estes grupos são constituídos de profissionais multifuncionais que visam solucionar um problema ou melhorar alguma condição ou índice, por exemplo.

Estes grupos utilizam o método PDCA como padrão e dispõem de um software elaborado especificamente para esta finalidade que auxilia a análise e registro de todas as fases no andamento do trabalho. Além de registrar as fases, o software gerencia o plano de ação, ajudando o coordenador do grupo no andamento das análises, no cumprimento dos prazos e distribuição e status das ações.

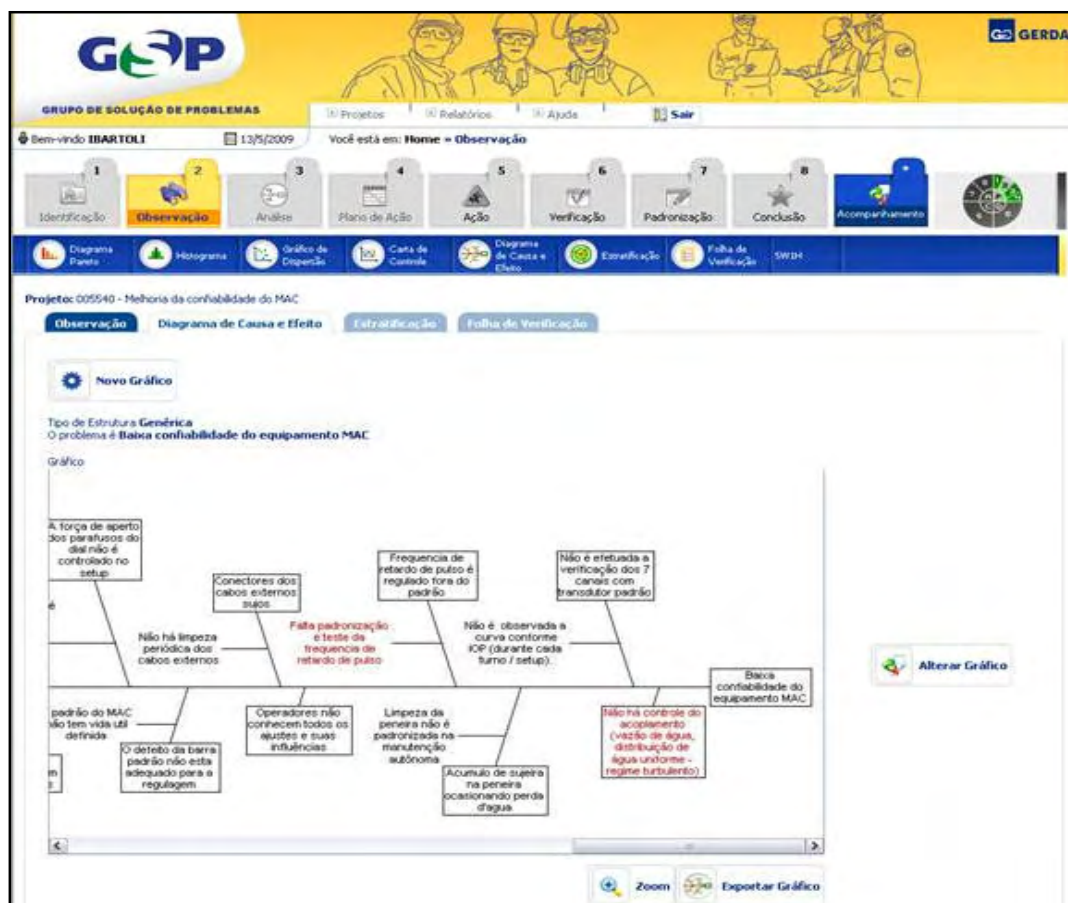


Figura 24 – Tela do software GSP
Fonte: Gerdau (2009)

Utilizando o método PDCA conjuntamente com a troca rápida de ferramentas, a área de Acabamento a Frio focou o problema do alto índice de paradas por troca de bitola em um equipamento gargalo, aonde um minuto ganho neste equipamento reflete na utilização de outros equipamentos da célula.

Um time multifuncional com integrantes da manutenção, operação e PCP foi criado para atuar nos 4 estágios criados por Shingo (2000). Por meio de reuniões semanais, após passar pelas etapas de observação e análise, elaborou-se um plano de ação no quais foram executadas 32 ações e conseguiu-se atingir uma redução de 49% no tempo de setup das descascadeiras, otimizando as trocas de bitola e consequentemente a utilização desses equipamentos.

4.4.7 Sistemas híbridos MTO e MTS

Na área da Aciaria, para determinados casos, foi adotado a combinação de um sistema híbrido MTO-MTS para otimizar o rendimento do lingotamento contínuo. Esta perda se deve ao fato de grande parte dos aços serem lingotados em sequência.

Isto se faz utilizando modelos de previsão de demanda no planejamento da produção, para alguns tipos de aços a serem produzidos. Analisa-se o intervalo de produção de determinadas ligas para poder vaziar várias corridas de um mesmo aço, pois em cada troca de aço há uma perda de cerca de 1% de tarugos lingotados.

O processo de lingotamento contínuo transforma o aço líquido que está em uma panela a 1500° C para a forma de tarugos. Desta forma quando 1 tipo de aço é lingotado após outro tipo de aço em sequência (por exemplo um aço SAE 1050 e lingotado após um SAE 4140), uma parte do aço líquido do 1050 se mistura com o 4140 na panela intermediária e conseqüentemente os tarugos lingotados com esse aço misturado não atendem a composição química nem do 1050, nem do 4140. Estes tarugos são segregados e são sucataados, reduzindo o rendimento, nesse procedimento em 1% em média em cada corrida. Esse procedimento é chamado de sequencial misto.

Para aperfeiçoar o rendimento deste processo, procura-se produzir aços iguais e lingotá-los em sequência. Portanto, se faz necessário analisar o intervalo de produção de determinados aços que são produzidos periodicamente, verificando qual a intensidade dessa periodicidade e a quantidade a ser produzida.

Desta forma, se um aço é produzido em um intervalo de tempo, por exemplo, de 1 corrida a cada semana, pode-se agrupar essas 2 corridas para que este aço possa ser produzido sequencialmente e desta maneira ter seu rendimento melhorado.

Porém, este procedimento sequencial tem um efeito negativo que é o de aumentar o estoque intermediário, pois se antecipa uma ordem que deveria ser produzida posteriormente. E este aumento de estoque leva a um aumento no custo do aço. O lingotamento sequencial somente é viável, se o aumento custo de rendimento compensar o aumento no custo de oportunidade do aumento do estoque intermediário.

Além da periodicidade de fabricação das corridas, que irá impactar negativamente nos estoques deve-se também analisar o tipo do aço a ser produzido,

isto é, se ele é muito ligado (tem a adição de elevado teor de elementos de liga) porque de acordo com o tipo de aço, o mesmo tem um custo de fabricação mais ou menos elevado. Os elementos de liga impactam fortemente na composição do preço do aço e consequentemente impactam no custo de oportunidade de aumentar-se o estoque.

A análise da periodicidade de fabricação do aço se faz utilizando modelos de previsão de demanda no planejamento da produção.

A análise do custo desses aços, que são produzidos sob encomenda (MTO) e passam a serem produzidos para estoque (MTS), é realizada, levando-se em conta o custo de oportunidade, para que a diferença do custo de estoque não ultrapasse o ganho de rendimento obtido.

Porém, apenas uma parcela dos pedidos MTO pode ser transformada em MTS, tendo-se assim um sistema híbrido MTS-MTO.

Desta forma, para este caso particular, podemos dizer que o aumento do estoque tem uma influência positiva no custo do produto final por melhorar seu rendimento, contradizendo um dos princípios básicos da Manufatura Enxuta que é a diminuição dos estoques.

4.4.8 Trabalho padronizado

A utilização da ferramenta SDCA, que é chamado de Gerenciamento para manter é uma opção para a padronização das atividades. É uma ferramenta que tem um amplo espectro de atuação, por ser aplicável em praticamente todas as atividades fabris. A área de Laminação de Pindamonhangaba implementou o SDCA com um método utilizando etapas bem definidas:

- Na etapa S de Standard (padronização): Elaboração da descrição de negócio, identificação de indicadores; elaboração de padrões e fluxograma de processos e instruções operacionais;
- Na etapa D de Do (execução): Divulgação e Treinamento nos padrões, diagnóstico do cumprimento dos padrões;
- Na etapa C de Check (verificação): Estruturação e acompanhamento de indicadores;

4.5 PESQUISA SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS ENXUTAS NA GERDAU AÇOS ESPECIAIS BRASIL

4.5.1 Teste piloto

O pré-teste foi realizado com um coordenador de uma unidade pesquisada, no seu próprio local de trabalho, e serviu de base para saber se havia entendimento do respondente sobre o questionário e se havia algum erro na formulação do arquivo em Excel. No caso, o pré-teste foi considerado satisfatório, pois o respondente não apresentou nenhuma dúvida ou dificuldade em responder o questionário.

Foi constatado também, que o questionário não continha nenhum erro de digitação ou de formulação, pois foi concebido utilizando recursos avançados de Excel como a utilização de caixas de controles de formulário. Estes recursos permitem uma maior facilidade para o respondente escolher a opção que mais lhe agrada e facilitam a compilação dos dados de todos os questionários de uma forma mais rápida e segura.

O contato do pesquisador com os respondentes foi realizado via e-mail pela facilidade de acesso de todos os respondentes a esta ferramenta. No correio eletrônico foi salientado a importância do trabalho e o aspecto sigiloso baseado no Código de Conduta da UNESP, para preservar a identidade dos respondentes.

É oportuno salientar que o instrumento de pesquisa não foi desenvolvido com a finalidade de comparação, desta maneira, para diagnóstico não suporta uma análise relativa entre cada fábrica.

PESQUISA SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS LEAN NA SIDERURGIA

Esta pesquisa é parte de estudo de mestrado e tem o intuito de avaliar o nível de UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN Manufacturing ou Manufatura Enxuta voltadas à diminuição dos desperdícios no ambiente industrial siderúrgico. Esta pesquisa NÃO tem o objetivo de comparar diretamente o nível de cada planta ou área, portanto seja sincero em suas respostas analisando cada item.

1) Quais ferramentas foram IMPLANTADAS NA SUA ÁREA nos últimos anos:		Quem auxiliou na implantação das ferramentas?
a.	5S e Gestão à Vista	
b.	Kaizen – melhoria contínua	
c.	A produção puxada e o sistema <i>Kanban</i>	
d.	Manutenção Produtiva Total	
e.	Lay out celular	
f.	Troca Rápida de Ferramentas	
g.	Trabalho Padronizado (SDCA)	
h.	Grupos semi-autônomos	
i.	Just-in-Time	
j.	Operadores polivalentes	
k.	Mapeamento de Fluxo de Valor	
l.	Times de trabalho	

2) Escolha quais ferramentas/práticas CONTINUAM A SER UTILIZADAS e diga se elas tem algum INDICADOR:		
	CONTINUIDADE DA IMPLANTAÇÃO	A FERRAMENTA TEM INDICADOR?
a.		
b.		
c.		
d.		
e.		
f.		
g.		
h.		
i.		
j.		
k.		
l.		

3) Com relação aos RESULTADOS da implantação das ferramentas e práticas, ESCOLHA A OPÇÃO que mais se encaixa com relação aos itens:		Qual ferramenta você acha que mais INFLUENCIOU O RESULTADO? (Apenas uma escolha)
a.	Tamanho do lote mínimo de fabricação	
b.	Tempo de paradas	
c.	Índices operacionais	
d.	Automatização de processos	
e.	Melhoria contínua	
f.	Movimentação do material dentro da usina	
g.	Estabilização de processos	
h.	Retrabalho (ordem de:)	
i.	Tempos de set up	
j.	Responsabilidades dos operadores	
l.	Nivelamento da produção	
m.	Nível dos estoques	
n.	Autonomia (colocação sistemas Poka-Yoke)	
o.	Melhoria do ambiente de trabalho	
p.	Motivação dos operadores	
q.	Organização das áreas produtivas	

4) Com relação ao MEIO e CONDIÇÕES de implantação das ferramentas:		A própria empresa
a.	Existe algum departamento específico que acompanha a implantação e monitora as ferramentas?	
b.	Com relação à implantação das práticas e ferramentas, de quem foi a iniciativa da implantação:	

Figura 27 – Layout eletrônico da Pesquisa sobre a utilização da Manufatura Enxuta na siderurgia

O questionário foi desenvolvido em termos que os respondentes pudessem facilmente escolher as respostas com agilidade e de uma maneira sistemática, de acordo com os objetivos da pesquisa. Portanto, o autor desenvolveu uma planilha eletrônica em Excel que utiliza recursos de *controles de formulário* com *células vinculadas*. Estes recursos permitem proporcionar maior agilidade e facilidade para o respondente escolher, de uma forma visualmente elaborada, as opções das questões elaboradas para a pesquisa.

Outro benefício é que estes recursos permitem um Layout do questionário compacto, visualmente limpo. Podemos assim, condensar as questões para proporcionar a impressão de uma pesquisa curta, simples e rápida, que com certeza, colabora para o interesse do pesquisado em responder as questões.

Por fim, o maior benefício é que os recursos citados permitem uma grande facilidade na etapa de tabulação e análise dos dados finais, evitando-se erros pelo grande número de dados gerados.

As áreas produtivas do processo siderúrgico de uma usina siderúrgica semi-integrada foram condensadas em três áreas principais: Aciaria, Laminação e Acabamento. Os questionários respondidos foram separados nestas três áreas, levando em consideração a área principal de atuação dos pesquisados.

4.5.2 Resultados da pesquisa

Nesta seção apresentam-se os resultados da pesquisa de campo de que trata o Capítulo 3. Inicialmente, é realizada a análise das respostas levantadas nas entrevistas realizadas nas 3 áreas principais do fluxo produtivo nas quatro fábricas.

Foram enviados 97 pesquisas para profissionais ligados à supervisão/coordenação de áreas de produção das 4 plantas da Gerdau Aços Especiais Brasil. Deste montante, 34 profissionais responderam os questionários no período.

Segundo Área e planta a distribuição das respostas deu-se conforme o quadro 10: (observação: não existe área de Aciaria na planta de Sorocaba)

	Charqueadas	Pinda	Mogi	Sorocaba
Aciaria	2	2	5	-
Laminação	1	4	3	2
Acabamento	2	6	6	1

Quadro 10 - Distribuição das respostas segundo área e planta

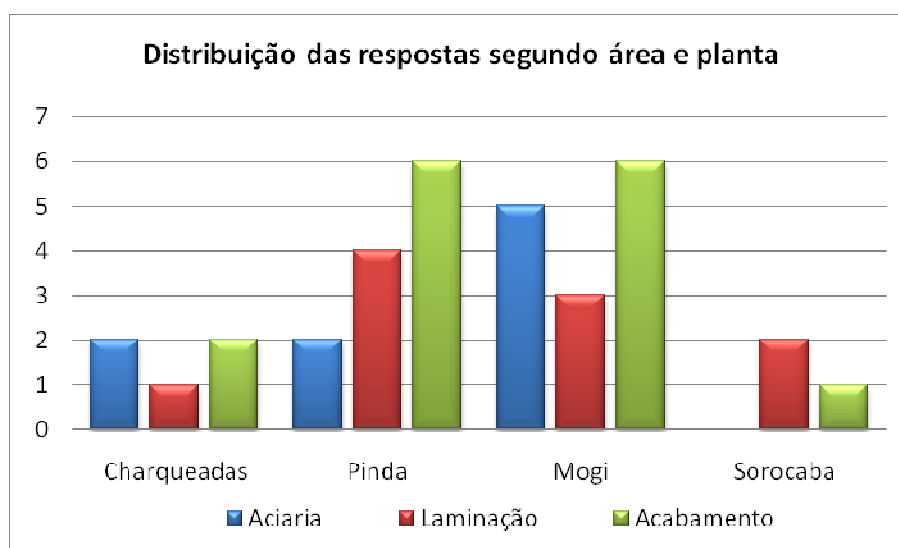


Gráfico 7 - Distribuição das respostas segundo área e planta

Nas três áreas produtivas pesquisadas: Aciaria, Laminação e Acabamento, verificam-se pela análise dos gráficos 8 – Ferramentas Implementadas nas áreas produtivas, que as principais práticas e ferramentas implementadas são respectivamente: *5S e Gestão à vista, Trabalho padronizado, Times de Trabalho e Kaizen (sugestões de melhorias)*. Este fato se deve à implementação corporativa destas ferramentas sob uma estratégia top-down, isto é a alta direção definiu que estas práticas e ferramentas seriam relevantes, forneceu recursos (como consultorias e verbas de implantação) e impôs sua implementação. Além disso, estas ferramentas também são bem disseminadas, bem conhecidas e não oferecem muitas dificuldades na sua implementação.

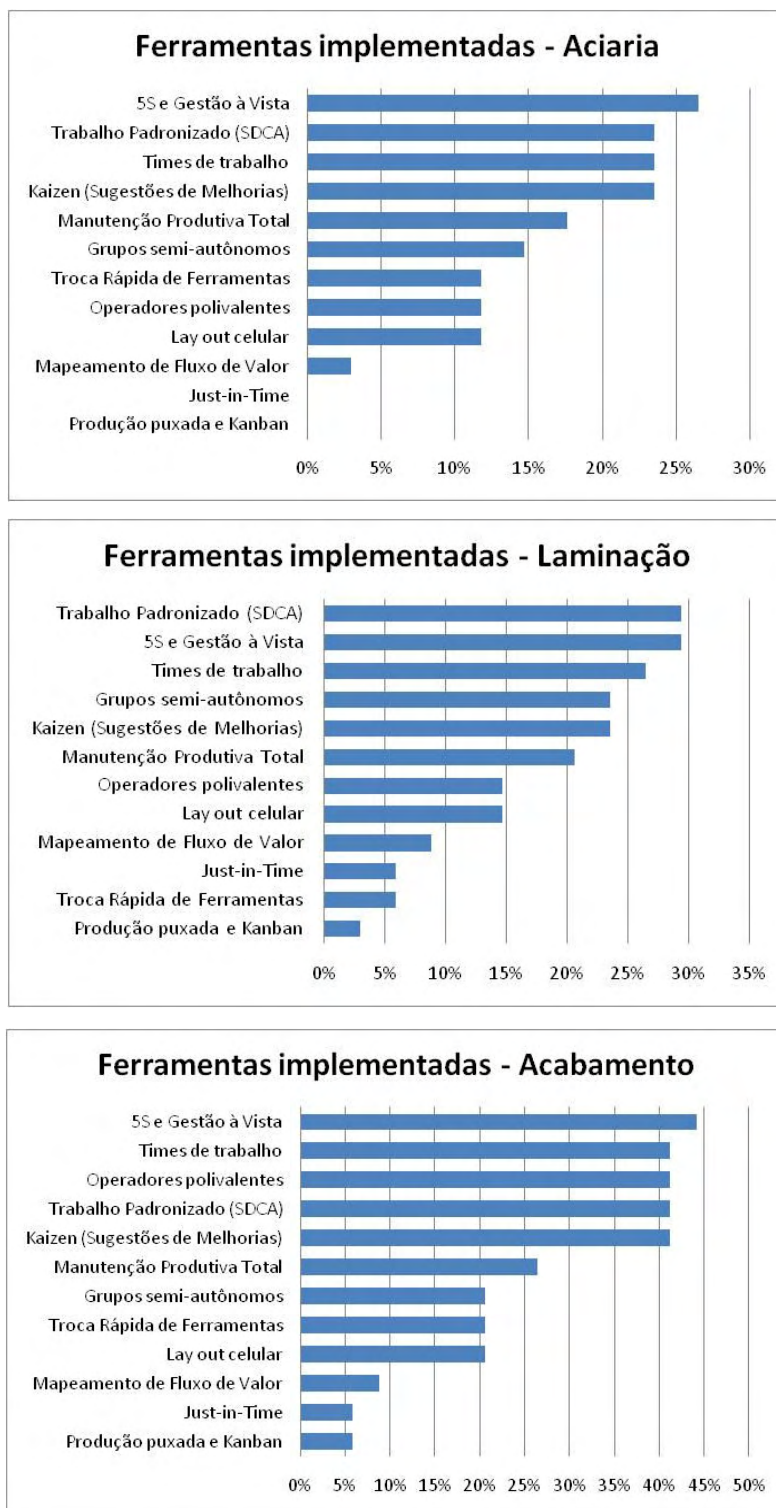


Gráfico 8 – Ferramentas implementadas nas áreas produtivas

O quadro 11, que trata os resultados da implantação das ferramentas e práticas pode ser demonstrado pelo gráfico 8, que está pintado com duas cores – verde e

vermelho. As barras em verde são resultados de melhoria e as barras vermelhas são os resultados que demonstram um comportamento pior.

Deve-se analisar os resultados em termos absolutos, assim se um índice aumentou e para ser melhor deveria diminuir, está pintado de vermelho.

Pode-se visualizar que os resultados mais expressivos, isto é, citados com maior pontuação, levando-se em conta os quatro níveis, foram respectivamente a *Responsabilidade das Áreas Produtivas*, seguido da *Organização das Áreas Produtivas* e da *Melhoria do Ambiente de Trabalho*. Outro resultado expressivo é o *Tempo de Paradas* que apresenta uma pontuação negativa, isto significa que os tempos que as máquinas estiveram paradas diminuíram, ou seja, houve uma melhora no índice, por esta razão ele está pintado de verde.

Os resultados *Nível dos Estoques* e *Movimentação de Material* (pintados de vermelho) apresentaram aumento de seus níveis em termos absolutos, isto é, estes dois resultados pioraram, pois são 2 dos 7 desperdícios já citados anteriormente. Isto se deve à inexistência de trabalhos realizados com o objetivo de diminuir estes fatores, pois são fatores menos evidentes para a corporação de desperdícios dentro do ambiente produtivo, isto é, seus impactos não são mensurados em termos financeiros.

RESULTADOS da implantação das ferramentas e práticas	Diminuiu	permaneceu igual	aumentou entre 0 e 30%	aumentou mais de 30%
Tamanho do lote mínimo	26%	71%	0%	3%
Tempo de paradas	82%	15%	3%	0%
Rendimento, desempenho e produtividade	0%	12%	85%	3%
Automatização de processos	0%	62%	38%	0%
Melhoria contínua	0%	18%	68%	15%
Movimentação do material	3%	65%	26%	6%
Estabilização de processos - ferram. estat.	0%	29%	65%	6%
Retrabalho	47%	41%	12%	0%
Tempos de setup	59%	32%	6%	3%
Responsabilidades dos operadores	0%	6%	59%	35%
Nivelamento da produção	3%	65%	26%	6%
Nível dos estoques	9%	47%	35%	9%
Automação (sistemas Poka-Yoke)	0%	47%	41%	3%
Melhoria do ambiente de trabalho	0%	6%	56%	29%
Motivação dos operadores	6%	6%	59%	21%
Organização das áreas produtivas	0%	3%	53%	35%

Quadro 11 – Resultados da implementação das ferramentas e práticas

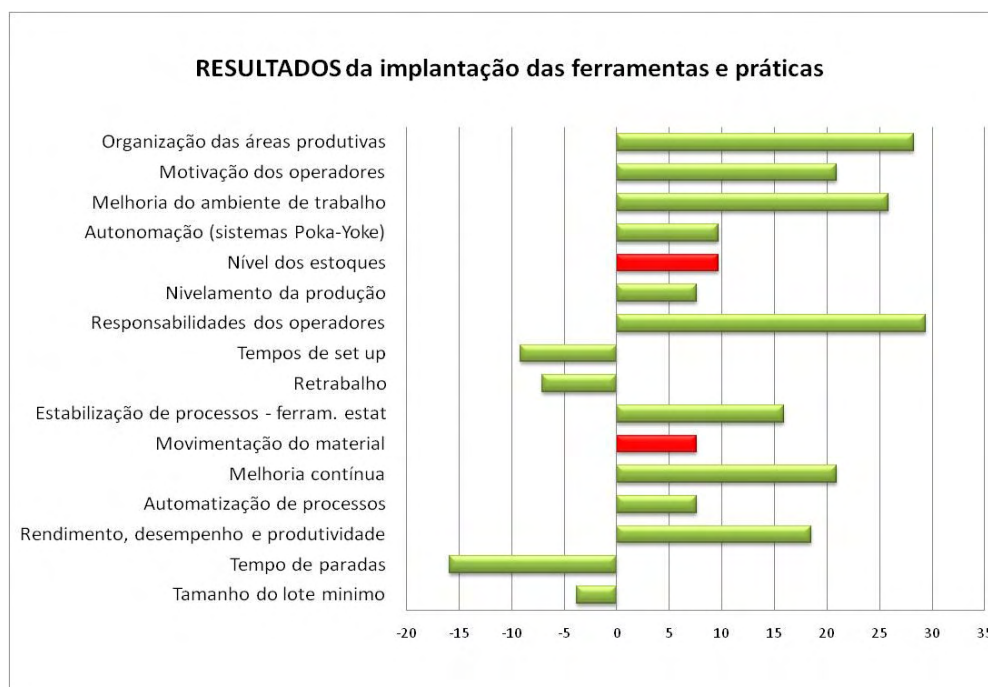


Gráfico 9 – Resultados da implementação das ferramentas e práticas

O gráfico 10 foi elaborado baseado nas respostas sobre a escolha de quais ferramentas/práticas que continuam a ser utilizadas e mostra que, analogamente às respostas da 1ª questão, as ferramentas *5S* e *Gestão à vista*, *Trabalho padronizado (SDCA)*, *Times de Trabalho* e *Kaizen (sugestões de melhorias)* foram as ferramentas mais citadas. Este dado reforça a plausibilidade das respostas dadas.

Originalmente, as respostas foram escolhidas entre 3 opções: NÃO UTILIZADO, UTILIZADO EM POUCAS ÁREAS, e UTILIZADO CORPORATIVAMENTE. Dentro destas opções, atribuiu-se uma nota entre 0 e 100 para podermos simplificar a análise das respostas obtidas. Desta maneira, para a opção NÃO UTILIZADO foi definido um fator de porcentagem de 0%, UTILIZADO EM POUCAS ÁREAS foi definido como 33%, UTILIZADO NA MAIORIA DAS ÁREAS foi definido como 66% e UTILIZADO CORPORATIVAMENTE foi definido como 100% para a finalidade de cálculos. Multiplicando-se o fator atribuído e a porcentagem das respostas. Portanto, temos 4 faixas de utilização mostradas no gráfico 10.

O gráfico 10 ainda reforça os resultados dos gráficos 8, aonde *5S e Gestão à vista, Kaizen (sugestões de melhorias), Times de Trabalho e Trabalho padronizado* são as práticas e ferramentas mais consolidadas dentro do sistema de gestão aplicado.

Num sistema de gestão em estado de maturidade as práticas e ferramentas devem ter notas, não exatamente iguais, mas próximos entre si porque a implementação das ferramentas já está bem consolidada e tem sua eficácia comprovada e provém os resultados esperados.

As notas acima demonstram que existem ferramentas bem utilizadas e largamente implementadas em todas as áreas, porém práticas e ferramentas como Operadores Polivalentes, Manutenção Produtiva Total, Grupos Semi-autônomos e Troca Rápida de Ferramentas, que são práticas e ferramentas de extrema importância num ambiente enxuto, tem uma pontuação baixa que significa que não estão sendo implementadas corporativamente.

Isto acontece, principalmente por dois fatores: o primeiro é que algumas ferramentas como Manutenção Produtiva Total estão sendo implementadas inicialmente em áreas piloto para posteriormente, com um método de implementação mais embasado ser implementada no restante das áreas. O segundo fator é da pequena relevância dada a ferramentas como a Troca Rápida de Ferramentas por parte da alta direção que ainda não delegou prioridade na aplicação desta ferramenta, ficando assim por livre iniciativa das áreas produtivas na sua aplicação.

O motivo da falta de prioridade na implementação das ferramentas com baixa pontuação é o desconhecimento dos benefícios dessas ferramentas por não estarem tão em evidência e serem de mais difícil implementação.

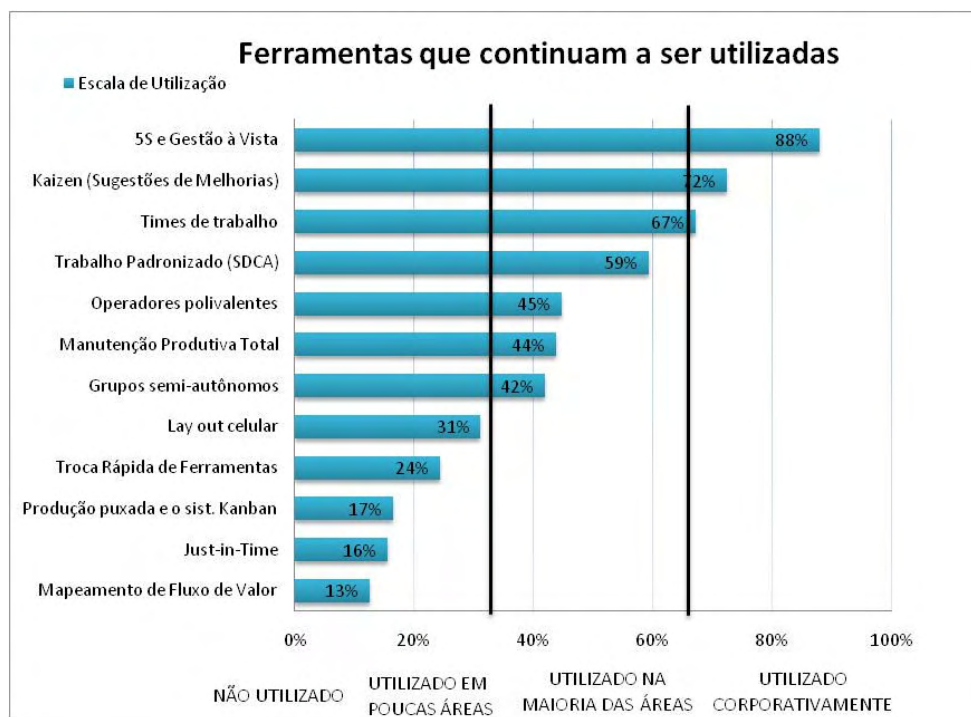


Gráfico 10 – Ferramentas que continuam a ser utilizadas

O quadro 12 mostra quais práticas e ferramentas mais influenciaram os benefícios listados. Isto é de extrema importância para avaliar quais são as ferramentas que estão mais em evidência na percepção dos respondentes em termos de mostrar-se uma ferramenta útil, e ainda mais, quais são as ferramentas que mais influenciam determinado aspecto, ou seja foram mais eficazes e para alcançar determinado benefício. Desta maneira podemos aliar cada aspecto com a aplicação de cada ferramenta.

As células pintadas de amarelo mostram as maiores pontuações de cada item em relação a cada ferramenta. Analisando o quadro 12 pode-se destacar que os fatores relacionados aos *Times de Trabalho* são citados com mais frequência, seguido do *Trabalho Padronizado* e obtiveram as maiores pontuações, isso quer dizer que estes fatores influenciam mais os resultados listados. *Times de Trabalho* e *Trabalho Padronizado* são as principais ferramentas que são vistas pelos respondentes como as ferramentas que proporcionaram os resultados mais abrangentes.

A ferramenta *Mapa de Fluxo de Valor (VSM)* e a prática *Just-in-Time* não alcançaram as maiores pontuações em nenhum dos aspectos. Isto se deve, como já

visto em gráficos anteriores, a pouca prioridade na implementação destas práticas e ferramentas.

QUAL FERRAMENTA MAIS INFLUENCIOU	5S e Gestão à Vista	Kaizen Sugestões de Melhorias	Produção puxada e Kanban	Manutenção Produtiva Total	Lay out celular	Troca Rápida de Ferramentas	Trabalho Padronizado (SDCA)	Grupos semi-autônomos	Just-in-Time	Operadores polivalentes	VSM	Times de trabalho
Tamanho do lote mínimo	3%	0%	12%	3%	3%	3%	6%	0%	3%	0%	3%	12%
Tempo de paradas	6%	0%	3%	21%	3%	9%	9%	3%	0%	0%	0%	35%
rendimento, desempenho e produtividade	0%	6%	0%	9%	0%	6%	18%	0%	0%	3%	0%	50%
Automatização de processos	0%	12%	0%	21%	3%	3%	3%	0%	0%	6%	0%	3%
Melhoria contínua	0%	38%	0%	3%	0%	0%	9%	0%	0%	6%	0%	26%
Movimentação do material	3%	0%	9%	0%	12%	0%	6%	3%	0%	0%	3%	9%
estabilização de processos - ferram. est.	3%	3%	0%	0%	0%	0%	50%	3%	0%	0%	0%	18%
Retrabalho	0%	3%	0%	0%	0%	0%	18%	6%	3%	0%	0%	24%
Tempos de set up	3%	0%	0%	3%	0%	29%	12%	0%	0%	0%	0%	24%
Responsabilidades dos operadores	0%	3%	0%	9%	24%	0%	0%	21%	0%	21%	0%	15%
Nivelamento da produção	0%	0%	15%	0%	3%	0%	6%	3%	3%	0%	3%	3%
Nível dos estoques	3%	0%	12%	0%	3%	0%	0%	3%	3%	0%	3%	12%
Autonomia (sistemas Poka-Yoke)	3%	24%	0%	9%	0%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	3%
Melhoria do ambiente de trabalho	59%	3%	0%	0%	9%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	15%
Motivação dos operadores	3%	3%	0%	6%	15%	0%	3%	12%	0%	24%	0%	24%
Organização das áreas produtivas	65%	3%	3%	3%	12%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	0%

Quadro 12 – Ferramentas que mais influenciaram os resultados

5 DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DA APLICABILIDADE DAS PRÁTICAS/FERRAMENTAS ENXUTAS

A pesquisa realizada mostrou o cenário existente sob a ótica dos gestores de áreas produtivas de uma siderúrgica MTO a respeito da implementação de práticas e ferramentas enxutas.

Em contrapartida, o autor realizou, paralelamente, duas análises: uma análise teórica a respeito da aplicabilidade de cada prática e ferramenta enxuta em áreas produtivas em um contexto siderúrgico que utilizam sistemas de produção sob-encomenda, levando em conta restrições de suas naturezas e uma análise prática, que verifica a implementação das mesmas práticas e ferramentas na mesma companhia siderúrgica que foi realizada a pesquisa com os gestores.

De acordo com a análise realizada e com os resultados dos exemplos apresentados sobre cada ferramenta e prática, os quadros 13 e 14 sumariam, respectivamente, a aplicabilidade teórica e as implementações em um contexto real das principais ferramentas enxutas.

Para cada prática\ferramenta adotou-se a seguinte classificação para o quesito “APLICABILIDADE”:

- NÃO APLICÁVEL
- APLICABILIDADE PARCIAL
- APLICABILIDADE TOTAL

Este quesito classifica as práticas\ferramentas com relação à sua condição teórica das serem aplicáveis ou não em um processo siderúrgico MTO.

Pode-se verificar que, a **Produção Puxada** e o **Sistema Kanban**, o **Layout Celular** e o **Just-in-Time** são as ferramentas e práticas que a aplicabilidade e implementação foram classificadas como NÃO APLICÁVEL.

Não é possível juntar dois grandes processos, modificando seu layout para trabalharem em células, agrupando operações em uma Laminação ou Aciaria, que tem equipamentos de centenas de toneladas que não estão de acordo com um fluxo otimizado. Em alguns casos específicos como o caso dos Acabamentos, em que os equipamentos são de menor porte, o Layout celular é possível, apesar de ter um custo alto pela maioria dos equipamentos necessitarem de base civil.

A utilização de cartões **Kanbans**, que são a base da produção puxada, em um processo MTO que tem milhares de tipos de produtos customizados produzidos de acordo com necessidades específicas de cada cliente não é possível.

Desta maneira, produzir num sistema JIT se torna um desafio ainda insuperável, pois para otimizar-se o processo siderúrgico em relação à rendimentos é necessário vazar corridas de mesmo aço e ter-se um estoque intermediário para atender a laminação que lamina os tarugos em campanhas de tipos de bitolas, não levando em conta o tipo de aço.

Enquanto algumas ferramentas enxutas são de difícil adaptação nesse contexto, outras não são.

O **Mapeamento de Fluxo de Valor** foi classificado como APLICABILIDADE PARCIAL porque o Mapeamento por si é aplicável, porém algumas das análises que o mapeamento disponibiliza, como por exemplo transformar o fluxo empurrado para puxado e alguns outros detalhes que precisam ser adaptados para a implementação desta ferramenta em uma operação MTO.

As outras práticas\ferramentas são de aplicação universal.

APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS

Ferramentas \ Áreas	Aciaria	Laminação	Acabamentos
5S e Gestão à Vista	+	+	+
Kaizen (Sugestões de Melhorias)	+	+	+
A produção puxada e o sistema Kanban	-	-	-
Manutenção Produtiva Total	+	+	+
Layout celular	-	-	+/-
Troca Rápida de Ferramentas	+	+	+
Trabalho Padronizado (SDCA)	+	+	+
Grupos semi-autônomos	+	+	+
Just-in-Time	-	-	-
Operadores polivalentes	+	+	+
Mapeamento de Fluxo de Valor	+/-	+/-	+/-
Times de trabalho	+	+	+

Legenda: + = Total Aplicabilidade +/- = Aplicabilidade Parcial - = Não Aplicável

Quadro 13– Aplicabilidade das ferramentas enxutas em áreas fabris siderúrgicas

Com relação à implementação das práticas/ferramentas na empresa Gerdau Aços Especiais Brasil, verifica-se que a **Produção puxada e o sistema Kanban**, o **Just-in-Time** e o **Mapeamento de Fluxo de Valor** não foram implementados.

O Layout celular e a **Troca Rápida de Ferramentas** foram apenas implementadas nas áreas dos Acabamentos.

A Manutenção Produtiva Total e os Grupos semi-autônomos foram implementados com sucesso nas áreas de Aciaria e Acabamentos, porém nas áreas de laminação não foram implementados, apesar de terem-se as condições para tal, por causa da deficiência nas gestões dessas áreas.

IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Ferramentas \ Áreas	Aciaria	Laminação	Acabamentos
5S e Gestão à Vista	+	+	+
Kaizen (Sugestões de Melhorias)	+	+	+
A produção puxada e o sistema Kanban	-	-	-
Manutenção Produtiva Total	+	+/-	+
Layout celular	-	-	+/-
Troca Rápida de Ferramentas	-	-	+/-
Trabalho Padronizado (SDCA)	+	+	+
Grupos semi-autônomos	+	+/-	+
Just-in-Time	-	-	-
Operadores polivalentes	+	+	+
Mapeamento de Fluxo de Valor	-	-	-
Times de trabalho	+	+	+

Legenda: + = Implementado com sucesso +/- = Implementado Parcialmente - = Não Implementado

Quadro 14 – Implementação das ferramentas e práticas enxutas

5.2 MANUFATURA ENXUTA E A COMPETITIVIDADE NA SIDERURGIA

A figura 28 ilustra a necessidade de um modelo de gestão mais competitivo por causa de quatro fatores específicos para o atual cenário do mercado siderúrgico atual:

- Forte tendência fusões e aquisições, pois o segmento siderúrgico é muito segmentado, estando muito abaixo do nível de consolidação encontrado em outros segmentos;
- Globalização do mercado mundial, particularmente futura ameaça da China, quando o crescimento da capacidade do parque industrial siderúrgico ultrapassar as demandas por aço;
- Enfoque em um sistema mais enxuto, minimizando os custos e, portanto maximizando os lucros das empresas siderúrgicas que, comparativamente, não acompanharam na mesma medida o desenvolvimento acelerado que outros segmentos industriais tiveram entre eles o segmento automobilístico;

– Variações bruscas na demanda internacional por commodities devido à grande instabilidade do mercado financeiro mundial que rege o ritmo da economia e a crise que se instala nos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

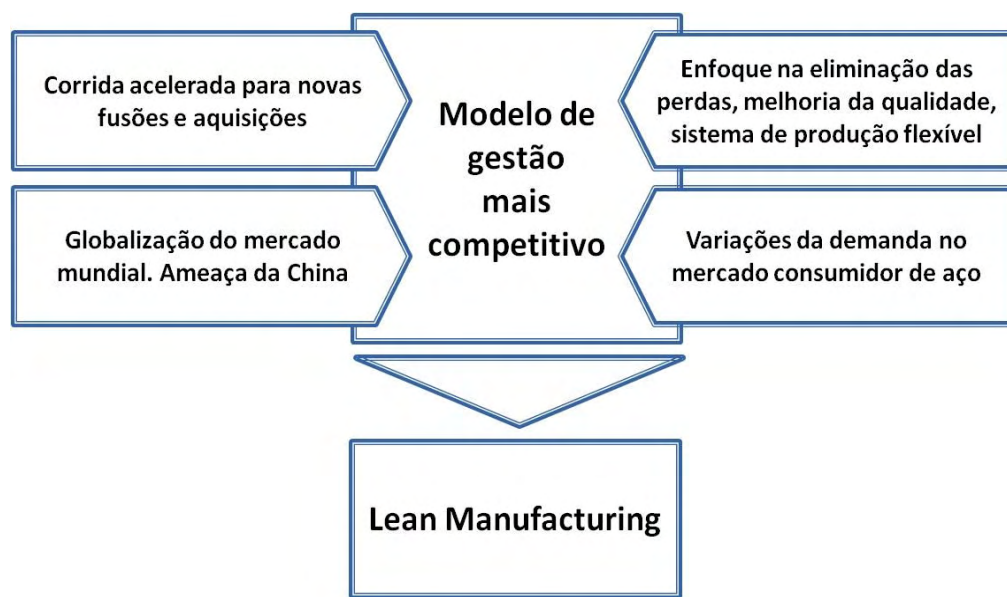


Figura 28 – Necessidades de um modelo de gestão mais competitivo

5.3 APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA NO MEIO SIDERÚRGICO QUE UTILIZA SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA

Conforme já visto, Abdullah (2003) e Abdulmalek (2007) sinalizam que apesar das dificuldades encontradas na implementação e de diferenças na aplicação de algumas ferramentas e práticas, a Manufatura Enxuta pode ser aplicado a processos contínuos, como exemplo o processo siderúrgico.

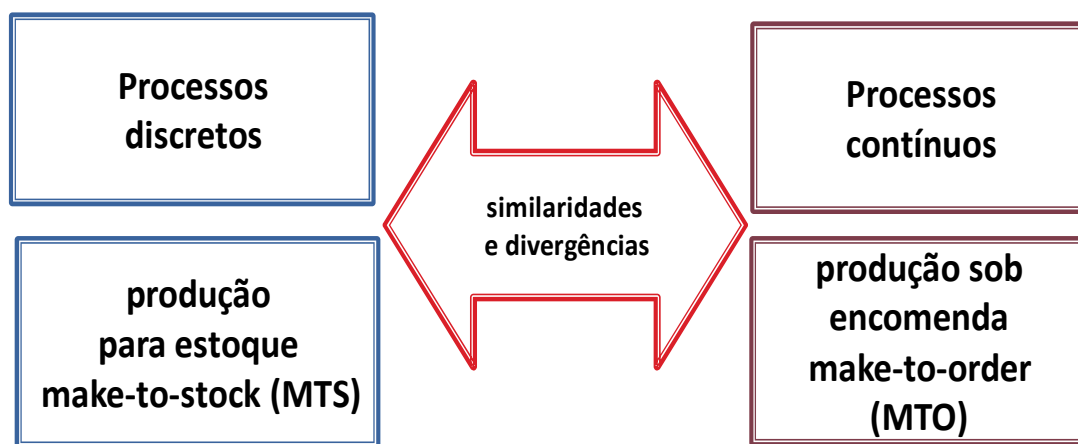


Figura 29 – Similaridades e divergências entre sistemas MTS e MTO

O sucesso da Manufatura Enxuta adveio da indústria automobilística, especialmente no processo de linhas de montagem, essencialmente um sistema MTS. Outras companhias de manufatura discretas seguiram os passos da indústria automobilística e implementaram a Manufatura Enxuta.

Assim os conceitos e ferramentas enxutas parecem estar muito distantes, pois o conceito de Manufatura Enxuta foi criado e desenvolvido para o ambiente automobilístico. Têm uma afinidade natural com o conceito original de Manufatura Enxuta, os sistemas de fabricação chamados de manufatura discreta para estoque, ou MTS. Empresas que utilizam esse sistema produzem o produto final em tipos padrões de acordo com o projeto do produto realizado. Trabalham com uma baixa variedade de produtos padronizados e tipicamente, produtos menos caros. O foco é antecipar a demanda por meio de previsões de acordo com tendências do mercado e o planejamento para o encontro da demanda.

Indústrias siderúrgicas que trabalham com processos de fabricação por encomenda, têm como característica processos robustos, imóveis e inflexíveis, trabalha com grandes volumes e maquinários gigantescos. O desafio hoje é adaptar as idéias enxutas e implementar elas no ambiente manufatureiro de processos contínuos, e em processos MTO.

Porém o pensamento enxuto está, por exemplo, muito além do uso de ferramentas como o Kanban, que é utilizado em produções puxadas. Está além da simples redução de estoques, como evidenciamos utilizando modelos de previsão de produção para os aços produzidos na aciaria.

A cultura enxuta se estende a todos os tipos de organizações, porque segundo Hagime Obha, gerente geral da Toyota Supplier Support Center, “Manufatura Enxuta” ele diz, “é um modo de pensar, não uma lista de coisas para fazer”.

Num futuro muito próximo, as corporações que não mudarem sua cultura e foco totalmente dentro dos conceitos enxutos não serão competitivas com o restante das outras empresas em cada segmento, porque uma vez começada a busca pela maximização dos resultados que invariavelmente leva à diminuição dos desperdícios e, segundo Womack (2004a), ao quinto aspecto do pensamento enxuto – a perfeição, esta não cessa.

O conceito enxuto está por detrás das ferramentas e práticas utilizadas, porém essas ferramentas necessitam ser implementadas, adaptadas e difundidas nesse meio para gerarem frutos, pois sem as ferramentas o não há como implementar a Manufatura Enxuta.

O maior problema que muitas empresas encontram é a falta de visão corporativa da dimensão de seus desperdícios. Este é o retrato de um panorama onde muitas empresas tentam implantar a Manufatura Enxuta, mas pouquíssimas conseguem ter resultados comparáveis, salvo cada fatia, a da Toyota.

Fujimodo (1999) diz que o coração do STP é a capacidade dinâmica de aprendizado e conclui sobre a evolução do STP que:

A organização da Toyota adotou vários elementos do sistema Ford seletivamente (...), o STP também foi elaborado com experiências de outras indústrias (ex.: têxteis)... mas não podemos subestimar a imaginação dos gerentes de produção da Toyota (ex.: Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, Eiji Toyoda) que integraram elementos do sistema Ford em um ambiente doméstico bem diferente dos EUA. Então o sistema Toyota não é puramente original nem totalmente imitação. É essencialmente híbrido.

5.4 ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS PARA CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO ENXUTA VOLTADA PARA A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA MTO

O Sistema Integrado de Gestão Enxuta (figura 30) propõe que ocorra a integração das ferramentas já utilizadas com ferramentas que foram pouco desenvolvidas neste estudo de caso, ou que necessitam uma adaptação à esta realidade.

O Sistema Integrado também propõe que todas as práticas e ferramentas se integrem umas às outras e sejam complementadas por um conceito enxuto, visando à criação de um contexto favorável à obtenção de melhores resultados. Não é suficiente a aplicação isolada de várias práticas e ferramentas enxutas, pois cada uma é gerenciada de uma maneira diferente. Algumas têm métodos de implantação mais bem definidos, outras tem indicadores como parâmetros de avaliação de performance da área mais utilizados.

É evidenciado neste sistema, a necessidade da adoção de indicadores padronizados e procedimentos, tanto relativos aos resultados, como relativos ao controle sobre a aplicação e a manutenção de toda essa cadeia de gerenciamento, numa relação dinâmica de causa e efeito entre as ferramentas e os resultados gerados. Inclui-se também, o grau de autonomia dos diversos níveis hierárquicos dos operadores do chão de fábrica, para gestão, melhoramento dos processos produtivos, e apresentação dos indicadores monitorados com a finalidade de promover o foco nas atividades produtivas e nos operadores, para que os operadores desenvolvam iniciativa, e se sintam valorizados.

O conceito de unidade é muito importante porque em organizações de grande porte, como o caso das siderúrgicas, é muito comum uma disparidade acentuada acerca da cultura organizacional impressa por iniciativas distintas dentro de uma única empresa. Assim, faz-se necessário unir os diversos pontos para que a cultura organizacional cresça unidirecionalmente, alcançando desta maneira, uma consolidação no nível corporativo – o mais alto a ser instituído.

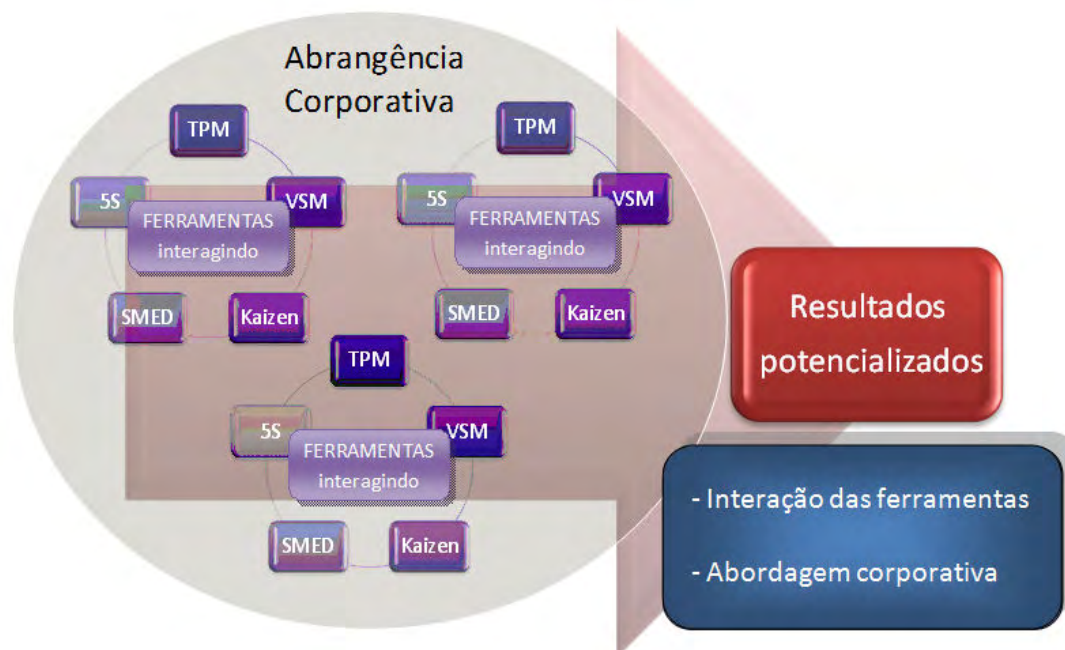


Figura 30 – Sistema Integrado de gestão de manufatura enxuta

Deve-se ressaltar que o sistema integrado enxuto, baseado na integração das práticas e ferramentas entre si e sendo gerenciado em todas as produtivas numa abordagem corporativa, é um modelo conceitual que contribui para a ampliação da sistematização e organização da implantação e gestão sobre o processo produtivo e, conseqüentemente sobre o impacto desta gestão na cultura organizacional.

Há preocupações referentes às dificuldades de implementação e gestão sistemática das práticas e ferramentas enxutas, que devem, necessariamente, ser geridas por um departamento com dedicação exclusiva e com foco inteiramente neste tipo de atuação e que seja, impreterivelmente, voltado à disseminação nas áreas produtivas.

Com relação às etapas de amadurecimento, e conseqüentemente, de implementação, um conceito de plataformas é passível de uso. Toda evolução se

realiza em etapas. A organização deve trabalhar para alcançar um nível mais elevado, não de uma só vez, dando um salto enorme, mas gradativamente, estabelecendo metas e realizando um plano de ação para alcançá-las, passo-a-passo. A realidade é que a meta final é muito clara para a organização, mas o caminho para alcançá-la é interrompido ou perde o foco e forças após certo tempo de esforços, pois é necessário consolidar a disciplina e a metodologia científica como sua pedra fundamental.

A figura 31 mostra que o nível de Cultura é o mais avançado na maturidade de operações pela busca da perfeição que a organização pode alcançar. Isto requer décadas de esforços ininterruptos, visando um objetivo claro, previamente traçado sem alucinações de grandeza, mas com um horizonte altamente desafiador e condizente com a visão da corporação. Este nível de Cultura é bem caracterizado no estudo de Bhasin (2005). Para alcançar este fim, a organização deve, não apenas planejar, mas gradativamente mudar o modo de pensamento e conseqüentemente, das ações, de sua população, ou seja, de seus funcionários – em todos os níveis.

A plataforma anterior à Cultura é a plataforma Sistema, aonde a empresa organiza corporativamente as ferramentas, disseminando indicadores específicos e metas progressivas por todas as áreas.

O sistema deve regulamentar a utilização das ferramentas adotadas pela corporação de uma maneira científica com uma metodologia bem fundamentada e acompanhada. O acompanhamento da implementação e manutenção das ferramentas por meio de indicadores é uma maneira eficaz de não permitir que a utilização das ferramentas perca força e importância. O sistema provém, por sua vez, de ferramentas que tem um resultado mais eficaz se estiverem relacionadas entre si.

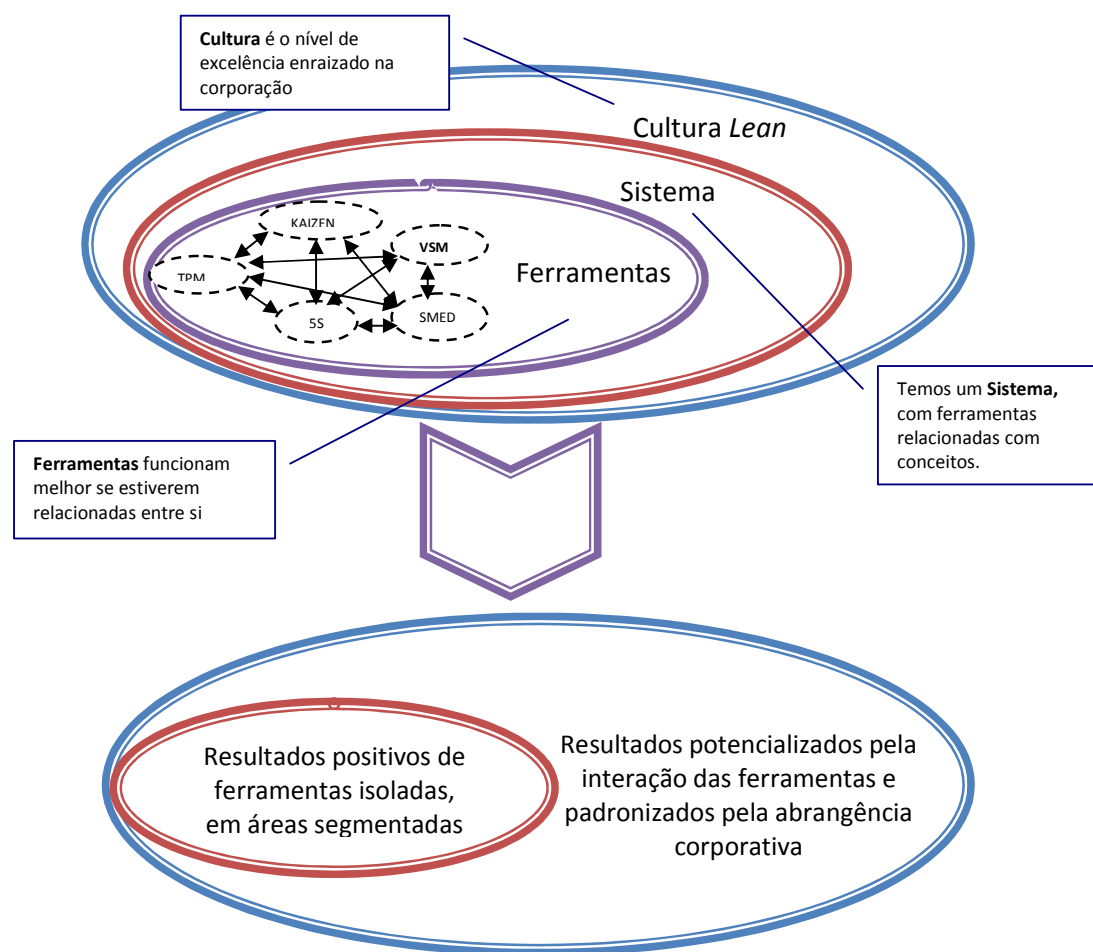


Figura 31 – Etapas de evolução do Sistema de Gestão Enxuta e seus resultados

Assim sendo, o Sistema Integrado de Gestão Enxuta teórico é passível de promover um aprimoramento da utilização das práticas e ferramentas processo siderúrgico MTO. Objetiva-se, desta maneira, um incremento potencializado dos resultados alcançados e comparação com somente a aplicação das práticas e ferramentas isoladamente, aprofundando o nível de abordagem e alcançando o patamar de Cultura.

Abaixo segue sugestão de sequência de implementação de práticas e ferramentas enxutas:

- Identificação e padronização dos indicadores chaves operacionais para cada prática/ferramenta;
- Implantação de 5S e gerenciamento visual;
- Implantação do Trabalho Padronizado;
- Implantação dos Operadores polivalentes;
- Implantação de Kaizen/Plano de Sugestões;
- Padronização dos indicadores chaves para áreas correlatas;
- Escolha de áreas piloto que tenham mais facilidade para implementar as gestões de cada prática/ferramenta;
- Levantamento e análise dos indicadores que necessitam serem melhorados para cada área;
- Criação de Grupos de Trabalho multifuncionais para melhorar o desempenho dos indicadores chaves;
- Acompanhamento dos grupos em reuniões mensais com os operadores;
- Acompanhamento do desempenho dos grupos em reuniões mensais pela diretoria com a presença dos grupos;
- Implantação Mapa de Fluxo de Valor;
- Implantação de Layout celular;
- Implantação Manutenção Autônoma;
- Implantação Troca Rápida de Ferramentas;
- Implantação dos Grupos Semi-Autônomos;

6 CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou a aplicação de práticas e ferramentas enxutas, em um segmento da cadeia produtiva de base em que este conceito não é amplamente difundido e documentado. Com aplicação da metodologia exposta sumariamos neste capítulo o atendimento ou não dos objetivos específicos e geral que foram expostos dentro do escopo do estudo.

O objetivo específico de demonstrar a aplicação das práticas e ferramentas enxutas em uma indústria siderúrgica que utiliza sistema de produção sob encomenda é atendido pela análise do emprego e aplicabilidade das práticas e ferramentas na Gerdau Aços Especiais Brasil, que estão nos capítulos 4 e 5.

O objetivo específico referente à realização de uma pesquisa de campo com os gestores de uma companhia siderúrgica para levantar suas opiniões e impressões sobre a implementação de práticas e ferramentas enxutas é atendido pela análise de conteúdo das respostas apresentado no capítulo 4 seção 4.5.

O objetivo específico de identificar os benefícios da utilização das práticas e ferramentas enxutas fica explícito no capítulo 4 seção 4.4 aonde mostram-se aplicações e resultados de 7 das principais ferramentas que podem ser implementadas em uma indústria siderúrgica que utiliza sistema de produção sob encomenda.

O objetivo específico da análise do cenário da competitividade nas indústrias siderúrgicas e suas características é demonstrado no Capítulo 5, Itens 5.2 e 5.3.

Considerando o escopo do trabalho e diante da consecução dos objetivos específicos, é atingido o objetivo principal da presente dissertação de mestrado que é investigar se, por meio da utilização de práticas e ferramentas enxutas e de uma pesquisa de campo realizada com gestores de uma companhia siderúrgica, a Manufatura Enxuta é aplicável em indústrias siderúrgicas que utilizam sistemas de produção sob encomenda.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ABDULLAH, Fawas. Lean Manufacturing Tools and Techniques in the Process Industry with a Focus on Steel. 2003. 232f. Tese (Doutorado em Engenharia) – University of Pittsburgh, 2003.

ABDULMALEK, Fawaz A.; RAJGOPAL, Jayant. Analyzing the benefits of Lean Manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *Int. J. Production Economics*, 107, p. 223–236, 2007.

GOMES, L.C. Avaliação da contribuição das técnicas do sistema Toyota de produção para os objetivos estratégicos das empresas. 2001. 120 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ALVES, J. M.; ANDRADE, H. S.; FERNANDES, L. J. A Aplicação dos Princípios da Produção Enxuta em uma Indústria Manufatureira com Produção Não Seriada, *Anais do IX SIMPOI*, São Paulo, FGV – EAESP, 2006.

AMASAKA, K. “New JIT”: A new management technology principle at Toyota, *Int. J. Production Economics*. 80, 135–144, 2002.

AMARO, G.; HENDRY, L.; KINGSMAN, B. Competitive advantage, customisation and a new taxonomy for non make-to-stock companies. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19 No. 4, p. 349-371, 1999.

ANTUNES, J.A.V. A lógica das perdas nos Sistemas de Produção: uma análise crítica. *Anais do XIX ENANPAD*, João Pessoa [s.n.], 1 CD-ROM p.357-371, 1995.

BARTON, H.; DELBRIDGE, R. Delivering the “Learning Factory”? evidence on HR roles in contemporary manufacturing. *Journal of European Industrial Training*, v. 30, n. 5, p. 385-395, 2006.

BHASIN, S.; BURCHER, P. *Lean* viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 No. 1, p. 56-72, 2006.

BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento dos métodos e tipos de pesquisa. *Produção*, v. 9, n. 2, p. 65-75, jul. 2000.

CAMPOS, V.F. TQC - Controle da Qualidade Total, (no estilo japonês). Nova Lima – MG. INDG Tecnologia e Serviços, 2004 a, 256p.

CAMPOS, V.F. Gerenciamento da Rotina do Trabalho no dia-a-dia. Nova Lima – MG. INDG Tecnologia e Serviços, 2004 b, 266p.

CHADE, J. Tit Artigo. O Estado de S. Paulo, São Paulo, 23/10/2007.

CHAVEZ, N. Soluções em equipe. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2000. 192 p.

CGEE. Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico. Outubro de 2008. Disponível em: http://www.abmbrasil.com.br/cim/download/cadernode_informacoesdasiderurgia.pdf. Acesso em: 13 abr. 2009.

CORRÊA, C.A.; CORRÊA, H.L. Administração de Produção e Operações. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 690 p.

CORRÊA, H., GIANESI, I. Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996. 186 p.

DIEHL, A.; A.; TATIM, D. C. Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 176 p.

DRICKHAMER, D. Lean Manufacturing: The 3rd Generation. Industry Week. 3.1.2004. Disponível em: <http://www.industryweek.com/CurrentArticles/ASP/articles.asp?ArticleId=1574>. Acesso em 25/02/09.

DURÃO, V.S. Consumo do país começa a sair do fundo do poço. Valor Econômico. Rio de Janeiro, 15 abr. 2009. Empresas - Pág.B8.

EBADIAN, M.; RABBANI, M.; JOLAI, F.; TORABI, S.A.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. A new decision-making structure for the order entry stage in make-to-order environments. I. J. Production Economics p. 1 – 17, 2007.

EISENHARDT, K.M. Building Theories From Case Study Research. Academy of Management. The Academy of Management Review; Oct 1989; 14, 4; ABI/INFORM Global, 532 p.

FILHO, M.G.; FERNANDES, F.C.F. Manufatura Enxuta: Uma Revisão que Classifica e Analisa os Trabalhos Apontando Perspectivas de Pesquisas Futuras, Gestão da Produção, v.11, n.1, p.1-19, Jan-Abr, 2004.

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

FUGIMOTO, T.. The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. Oxford University Press, Oxford. 1999, 274 p.

FUJITA, S. 5S Activities Change the Working Environment. Kenshu, Tokyo, 1999, 176 p.

GARCIA, E. LACERDA, L.; AROZO, R. Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança. *Revista Tecnológica*, v.63, p. 36-42, 2001.

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção mais do simplesmente Just-in-Time, Caxias do Sul; Editora da Universidade de Caxias do Sul EDUCS, 1996.

GHINATO, P. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações. Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.

GODOY, A. S. Refletindo sobre critérios de qualidade da pesquisa qualitativa. *Revista Eletrônica de de Gestão Organizacional* Volume 3, Número 2, mai./ago. 2005.

GOMES, L.C. Avaliação da contribuição das técnicas do sistema Toyota de produção para os objetivos estratégicos das empresas. 2001. 120 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

HA, S.M. Continuous Processes Can Be *Lean*. *Manufacturing Engineering*. 138, 6; ABI/INFORM Global p. 103 -110, Jun. 2007.

HALLGREN, M.; OLHAGER, J. Differentiating Manufacturing Focus. 18th International Conference on Production Research, 2006.

HANDFIELD, R.S., MELNYK, S.A. The scientific theory-building process: a primer using the case of TQM. *Journal of Operations Management*, Vol. 16, p.321-39. 1998.

HENDRY, L.C.; KINGSMAN, B.G. Production planning systems and their applicability to MTO companies. *European Journal of Operational Research*. Vol. 40, no. 1, p. 1-15. 1989.

HICKS, B.J. Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management* 27, p.233-249, 2007.

HOLWEG, M. The genealogy of Lean production. *Journal of Operations Management* Vol. 25, p. 420-437, 2007.

Instituto Aço Brasil. Siderurgia Brasileira: Relatório de Sustentabilidade 2007. São Paulo: IBS, 14 out. 2007, Disponível em: http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/sustentabilidade/downloads/Relatorio_2007.pdf. Acesso em: 09 out. 2008.

INSTITUTO AÇO BRASIL. Disponível em: http://www.ibs.org.br/siderurgia_processo_siderurgico.asp . Acessado em 16/04/2009.

IMAI, M. - KAIZEN. A Estratégia para o sucesso Competitivo. Rio de Janeiro: Instituto IMAM, 1994, 236 p.

LEONARD-BARTON, D. A dual methodology for case studies: synergistic use of a longitudinal single site with replicated multiple sites. *Organisation Science*, Vol. 1 No. 1, pp. 248-66, 1990.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D.P. Balance scorecard, a estratégia em ação. São Paulo: Campus, 2001. 360 p.

KARLSSON, C.; ÅHLSTRÖM, P. Assessing changes towards *Lean* production Stockholm School of Economics, Sweden, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16 No. 2, pp. 24-41, 1996.

KERKKANEN, A. Determining semi-finished products to be stocked when changing the MTS-MTO policy: Case of a steel mill. *Int. J. Production Economics* p. 111–118, 2007.

KINGSMAN, B. Modeling input–output workload for dynamic capacity planning in production planning systems. *International Journal of Production Economics* 68, 73–93, 2000.

LAPLACE CONCEIL (2009). View on the future of the Global Steel Industry. Disponível em: <http://www.laplaceconseil.com/LaplaceConseil/htdocs/admin/upload/File/New%20steel%20Paradigm.pdf>. Acesso em 15/04/2009.

LEONARD-BARTON, D. A dual methodology for case studies: synergistic use of a longitudinal single site with replicated multiple sites, *Organization Science*, Vol. 1 No.1, p.248-66, 1990.

LIKER, J. K. Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. São Paulo: Bookman, 2005. 296 p.

LEWIS, M. “Lean production and sustainable competitive advantage”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, pp. 2-14, 2000.

MARTINS & LAUGENI. Administração da produção. São Paulo, Saraiva, 2006. 562p.

MCKONE, K.E.; SCHROEDER R.G., CUA, K.O. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management* 19, p.39–58, 2001.

MEIRELES, F. M. Implantação da troca rápida de ferramentas em uma indústria siderúrgica. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MEREDITH, J., Building operations management theory through case and field research, *Journal of Operations Management*, Vol. 16 pp.441-54. 1998

MEREDITH, J; AKINC, U. Characterizing and structuring a new make-to-forecast production strategy. *Journal of Operations Management* 25 ,p.623–642, 2007.

MILEHAM, A.R.; CULLEY, S.J.; OWEN, G.W. MCINTOSH; R.I.. Rapid changeover a pre-requisite for responsive manufacture. University of Bath, Bath, UK, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19 No. 8, pp. 785-796, 1999.

MILES, H.; HUBERMAN, M. *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook*, Sage Publications, Beverly Hills, CA, 1994. 338 p.

MONDEN, Y. *Produção sem estoques: uma abordagem prática do sistema de produção Toyota*. São Paulo: IMAM, 1984. 282 p.

MONDEN, Y. *Toyota Management System; linking the seven key functional areas*. Cambridge: Productivity Press, 1993. 243 p.

MOORE, R., Comparing the major manufacturing improvement methods. *Plant Engineering*, September, pp. 1-3. 2001.

MOXHAM, C.; GREATBANKS, R. Prerequisites for the implementation of the SMED Methodology: a study in a textile processing environment. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Manchester, UK, v.18, n.4, 2000.

MUNIZ, J. *Modelo conceitual de gestão de produção baseado na gestão do conhecimento: um estudo no ambiente operário da indústria automotiva*. 2007 148 p. (Tese de Doutorado em Engenharia de Produção). Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - Universidade Paulista (FEG-UNESP), Guaratinguetá, 2007.

NAKAJIMA, S. *Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989. 195 p.

OSADA, T. *Housekeeping, 5S's: cinco pontos-chaves para o ambiente da qualidade total*. São Paulo: IMAM, 1992.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997, 150 p.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Tradução de Cristina Schumacher. Revisão técnica de Paulo C.D. Motta. Porto Alegre: Bookman, 1997, 149p.

RAJAGOPALAN, S. Make-to-order or make-to-stock: Model and application. *Management Science* 48 (2), 241–256, 2002.

PERSONA, A., et al. Optimal safety stock levels of subassemblies and manufacturing components, *International Journal of Production Economics*, 2007.

REA, L. M.; PARKER, R. A. Metodologia de pesquisa: do planejamento à execução. Tradução de N. Montigelli Junior, N. Revisão técnica de O. NAGAMI. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

ROTHER, M.; HARRIS, R. Criando Fluxo Contínuo. Um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: *Lean Institute Brasil*, 2002.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: *Lean Institute Brasil*, 2003. 114 p.

SANCHES, A. M.; PEREZ, M., *Lean indicators and manufacturing strategies*. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 No. 11, pp 1433-1451, 2001.

SILVEIRA, G. J. C.; FOGLIATTO, F. S., Effects of technology adoption on mass ability of broad and narrow market firms, *Gestão da Produção*, v.12, n.3, Ago 2003.

SHARMA, Arun; LAPLACA, Peter. Marketing in the emerging era of build-to-order manufacturing. *Industrial Marketing Management* 34, 476– 486, 2005.

SHINGO, S. A Revolution in Manufacturing : The Smed System, *Productivity Press*, 1998. 85 p.

SHINGO, S. Sistema de Troca Rápida de Ferramentas, Uma Revolução nos Sistemas Produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000. 327 p.

SHINGO, S. O sistema toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção, Porto Alegre: Bookman, 2005, 263 p.

SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar, *Lean Institute Brasil*, 1999, 161 p.

SMALLEY, A. Criando o Sistema Puxado Nivelado. São Paulo: *Lean Institute Brasil*, 2004. 114 p.

SOMAN, C.A., VAN DONK, D.P., GAALMAN, G.J.C. Combined make-to-order and make-to-stock in a food production system. *International Journal of Production Economics*, p. 223–235, 2004.

SLACK, N. et al. Administração da Produção. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 725 p.

SOMAN, C.A.; DONK, D.P.; GAALMAN, G. Combined make-to-order and make-to-stock in a food production system, *Int. J. Production Economics* 90, p. 223–235, 2004.

TANG, L.; LIU, G. A mathematical programming model and solution for scheduling production orders in Shanghai Baoshan Iron and Steel Complex. *European Journal of Operational Research* 182, p. 1453–1468, 2007.

THE WALL STREET JOURNAL. New York, 02/09/2008. Disponível em: <http://online.wsj.com/public/us>. Acesso em 02/09/2008.

TUBINO, D. F. *Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica*. Porto Alegre: Bookman, 2004. 180 p.

TUBINO, D. F. *Manual de Planejamento e Controle de Produção*. São Paulo: Atlas, 2000. 224 p.

VALOR ONLINE. São Paulo, 28/10/2008. Disponível em: <http://www.valoronline.com.br/ValorOnLine/NewsCategorias.aspx?codCategoria=9999>. Acesso em: 28/10/2008.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management* Volume 22, Number 2, p. 195-219, 2002.

WACKER, J.G. A definition of theory: research guidelines for different theory building research methods in operations management, *Journal of Operations Management*, Vol. 16, p. 361-85, 1998.

WARWOOD, S. J.; KNOWLES, G. An investigation into Japanese 5-S practice in UK industry. *The TQM Magazine*, 16(5), 2004.

WOMACK, J.P.; JONES D.T. *Mentalidade Enxuta nas empresas: Lean Thinking*. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004a. 432p.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. *A Máquina que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 2004b. 360 p.

World Steel Association. *Crude Steel statistics 2008*. Disponível em: <http://www.worldsteel.org/?action=stats&type=steel&period=latest>. Acesso em: 15 nov. 2008.

WORLEY, J. M.; DOOLEN, T. L. The role of communication and management support in Lean Manufacturing implementation. *Management Decision*, v. 44, n. 2, p. 228-245, 2006.

YIN, R.K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.