

JOSÉ MANOEL SOUZA DAS NEVES

CONTRIBUIÇÕES DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA  
DE INFORMAÇÃO MES – *MANUFACTURING EXECUTION*  
*SYSTEM* – PARA A MELHORIA DAS DIMENSÕES  
COMPETITIVAS DA MANUFATURA –  
ESTUDO DE CASO NOVELIS BRASIL LTDA

Tese apresentada à Faculdade de  
Engenharia do Campus de Guaratinguetá,  
Universidade Estadual Paulista, para a  
obtenção do título de Doutor em  
Engenharia Mecânica na área de  
Transmissão e Conversão de Energia.

Orientador:

Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Guaratinguetá

2011

N518c

Neves, José Manoel Souza das

Contribuições da implantação da tecnologia de informação MES – Manufacturing Execution System – para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura – estudo de caso Novelis Brasil Ltda. / José Manoel Souza das Neves - Guaratinguetá : [s.n.], 2011.

190 f. : il.

Bibliografia: f. 158-181

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

1. Competitividade industrial 2. Planejamento dos recursos de manufatura I. Título

CDU 65.011.4

## **DADOS CURRICULARES**

### **JOSÉ MANOEL SOUZA DAS NEVES**

NASCIMENTO	08.03.1954 – São Paulo-SP
FILIAÇÃO	Abílio da Silva Neves Alda Dias de Souza
1975/1977	Curso de Graduação Tecnologia em Construção Civil na Faculdade de Tecnologia de São Paulo do Centro Paula Souza
1997/1999	Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, nível de Mestrado, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
1999/2000	Curso de Especialização em Administração de Empresas com ênfase em Recursos Humanos na Universidade São Francisco.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha esposa Deborah, grande amor da minha vida, companheira presente e parceira dedicada. Aquela que, pela sua insistência e perseverança, me faz acreditar no amor e nas alegrias da vida.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins que, com competência e paciência, me orientou de forma segura e dedicada, ajudando no meu amadurecimento acadêmico e na minha formação pessoal e profissional. Sua contribuição a este trabalho é mais uma referência para continuar a trilhar meu caminho neste mundo fantástico da educação.

Aos meus pais que sempre me incentivaram a estudar e trabalhar. Com eles aprendi que só o trabalho nos leva a realização pessoal e profissional.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção da FEG/UNESP que foram importantes nessa jornada, em especial ao Prof. Dr. Jorge Muniz Junior e Prof. Dr. Messias Borges da Silva que colaboraram intensamente.

Ao Prof. Dr. Fernando César Almada Santos, do Departamento de Engenharia de Produção da USP/EESC, que me auxiliou no início deste trabalho bem como aos professores e colegas daquele departamento.

Aos colegas do programa de pós graduação do Departamento de Engenharia de Produção da FEG/UNESP pela convivência e troca de experiências nos inúmeros trabalhos que fizemos.

Aos servidores do Departamento de Engenharia de Produção e da Secretaria da Pós graduação da FEG/UNESP.

Aos Prof. Dr. Severino Antonio Moreira Barbosa, Prof. Dra. Vanessa Cristhina Gatto Chimendes, Prof. Me Manuela Weyll Vasconcelos, Prof. Me João Ultramari, Prof. Luiz Henrique Lopes, Prof. Luiz Antônio Alvarenga, Profa. Deborah Orsi Murgel e Tecnólogo Gustavo Murgel Domingues pelas revisões feitas neste trabalho.

Aos professores e funcionários da FATEC Guaratinguetá que, as vezes sem saber, contribuíram com esse trabalho.

Aos professores José Mario Viégas, Breno Fabiani (In Memoriam), Rafael Kertzman, José Mutarelli (In Memoriam) que contribuíram para minha graduação e me orientaram no caminho do ensino, da pesquisa e da ética.

A Direção da NOVELIS Brasil Ltda pela oportunidade de realizar esta pesquisa de campo que muito contribuiu para o meio acadêmico. Em particular, meus

agradecimentos especiais a Luiz Carlos Oliveira, Sergio Tenório dos Santos Neto e Augusto César Silva pela colaboração.

A ATAN, em especial ao Prof. Constantino Seixas Filho, a Juliano Soares Simões e a Jarbas Mendes Queiroz pelo importante auxílio a esse trabalho.

Ao Centro Paula Souza pelo apoio integral, em particular a Profa. Laura Laganá, Prof. César Silva e Prof. Dr. Ângelo Luiz Cortelazzo.

A todos que, ao longo dessa jornada, me incentivaram. Muitas vezes ouvi pequenas frases que, ditas com carinho e sinceridade, me enchiam de esperança e força, ajudando a vencer o desânimo que de tempos em tempos aparecia.

## EPIGRAFE

Nós todos vivemos dias incríveis que não passam de ilusão,  
todos vivemos dias difíceis, mas nada disso é em vão.  
Viver, viver, ser livre, dar valor às coisas mais simples.  
Só o amor constrói pontes indestrutíveis.

(Chorão - Charlie Brown Jr.)

Viver e não ter vergonha de ser feliz,  
cantar e cantar e cantar a eterna beleza  
de ser um eterno aprendiz.

(Gonzaguinha).

O indivíduo recebe a vida como um dom:

oriundo do nada  
e despojado de seu dom pela morte,  
ao nada retorna.

(Arthur Schopenhauer)

NEVES, J. M. S. das. **Contribuições da implantação da tecnologia de informação MES – Manufacturing Execution System para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura – Estudo de caso NOVELIS Brasil Ltda.** 2011, 188p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar as contribuições da implantação da tecnologia de informação MES – Manufacturing Execution System - para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura. Foi realizada uma fundamentação teórica sobre as tecnologias de informação e sua importância para o negócio, as contribuições dos fatores organizacionais para a implantação do MES bem como os principais conceitos e aplicações da TI. O referencial teórico construído foi determinante para subsidiar a pesquisa de campo realizada na empresa NOVELIS Brasil Ltda., que vem implantando o MES desde 1999, inicialmente na área de refusão e atualmente na área de laminação a frio. Verificou-se, com a pesquisa de campo, que a implantação do MES contribuiu significativamente para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura, em particular custo, qualidade, flexibilidade, conformidade e confiabilidade. Concluiu-se que o MES melhorou o nível da informação gerada no chão de fábrica, fazendo com que esta fosse rápida, padronizada, confiável e precisa. Ao se integrar ao ERP da empresa, o MES preencheu uma lacuna, levando informação às várias áreas funcionais da organização. As entrevistas junto às áreas da empresa mostraram a importância da rastreabilidade de seus produtos, concluindo que esta dimensão é considerada uma prioridade competitiva da manufatura, pois permite, em tempo real, saber a situação de um produto no decorrer de seu processo.

Palavras-chave: MES - *Manufacturing Execution System*; dimensões competitivas da manufatura; fatores organizacionais; rastreabilidade.



NEVES, J. M. S. das. **Contributions of the implementation of technology information MES - Manufacturing Execution System - to improve the competitive priorities of manufacturing - A case study of NOVELIS Brasil Ltda**, 2011, 188p. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011

## ABSTRACT

This work investigates the contributions of MES – *Manufacturing Execution System* – for improve the competitive priorities of manufacturing. We present a theoretical framework on the information technologies and its business importance, the contributions of organizational factors for implementation MES as well as the main concepts and applications of that IT tool. The built theoretical framework was decisive to subsidize the research performance in the studied company since the beginning of MES adoption in 1999 until its conclusion in 2008. It was verified that MES contributed significantly to the manufacturing related to improvement cost, quality, flexibility, conformity and reliability. It was concluded that MES improved information quality generated in the plant floor, that is, information become it fast, standardized, reliable and precise. When integrated to the ERP of the company, MES filled out a gap, offering information to others functional areas of the organization. The interviews, conducted in businesses areas on the company, showed the importance of products tracking, and MES implementation was decisive to improve that issue, concluding that dimension is considered a competitive priority of the manufacture.

Keywords: MES - Manufacturing Execution System; competitive priorities of manufacturing; organizational factors; tracking.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide de automação sem integração da camada do chão de fábrica com o ERP .....	22
Figura 2 – Situação inicial – Lacuna separando a gestão da produção do chão de fábrica .....	23
Figura 3 – Situação Futuro desejável – Integração completa entre o chão de fábrica e o ERP .....	24
Figura 4 – Integração do MES pelas TIs do chão de fábrica e o sistema de gestão empresarial .....	28
Figura 5 – Esquema de implantação com foco na melhoria das dimensões competitivas da manufatura.....	30
Figura 6 - Triângulo estratégico .....	35
Figura 7 – Ambientes e componentes de modelos de negócio.....	41
Figura 8 – Agentes de pressão competitiva.....	61
Figura 9 - Integração das estratégias de gestão empresarial com as dimensões da manufatura a partir dos sistemas de TI e do MES.....	62
Figura 10 - Fluxo de dados do MES .....	63
Figura 11 - Vista da integração de TIs dentro da empresa.....	64
Figura 12- Esquema de relação entre as várias funções do MES.....	70
Figura 13 - Implementação do MES em relação a outras TIs em empresas dos EUA .....	72
Figura 14 - Hierarquia funcional segundo a ISA – 95 .....	74
Figura 15 - Modelo funcional de fluxo de dados da manufatura .....	75
Figura 16 – Integração horizontal e vertical da gestão da produção .....	75
Figura 17 - As relações entre a TI e a organização .....	83
Figura 18 - Ciclos de aprendizagem.....	110
Figura 19 - Modelo das dimensões do uso da TI em benefício dos negócios .....	114
Figura 20 - Conexões estabelecidas pela TI.....	117
Figura 21 - Unidades da NOVELIS no mundo .....	118
Figura 22 – Unidade da NOVELIS na cidade de Pindamonhangaba, SP .....	119

Figura 23 – Área de refusão .....	121
Figura 24 - Área de laminação a frio.....	122
Figura 25 - Esquema do processo completo de produção .....	123
Figura 26 – Produtos de Clientes da NOVELIS.....	123
Figura 27 – Visão da integração da produção na NOVELIS .....	125
Figura 28 - Diagrama estratégico da informação da NOVELIS .....	126
Figura 29 - Módulos do MES implantados na NOVELIS .....	140
Figura 30 – Redução de consumo de gás na laminação a quente (m <sup>3</sup> /ton) .....	145
Figura 31 – Redução de consumo de gás na laminação a quente (m <sup>3</sup> /ano).....	145
Figura 32 – Economia de gás na laminação a quente (Reais).....	146
Figura 33 – Redução do tempo médio de <i>setup</i> na laminação a quente (horas) .....	146
Figura 34 – Redução de rejeições por <i>Setup</i> na laminação a quente (ton/ano).....	147
Figura 35 - Fluxo da Implantação do MES na Novelis .....	153

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Registros encontrados sobre os temas utilizados na tese .....	32
Quadro 2 – Modelo de maturação das capacidades .....	48
Quadro 3 – Características dos estágios evolutivos da manufatura .....	56
Quadro 4 - Comparação entre o MES padrão e sistema equivalentes .....	77
Quadro 5 – Estudo de caso .....	93
Quadro 6 - Qualificação dos respondentes da pesquisa .....	94
Quadro 7 – Roteiro de coleta de dados.....	95
Quadro 8 - Características dos níveis de maturidade .....	97
Quadro 9 – Dinâmica do processo de coleta de dados .....	99
Quadro 10 - Dimensões competitivas da manufatura pesquisadas .....	101
Quadro 11 - Dimensões competitivas da manufatura escolhidos.....	102
Quadro 12 – Fatores organizacionais e respectivos autores pesquisados .....	107
Quadro 13 – Fatores organizacionais escolhidos a partir da revisão bibliográfica....	108
Quadro 14 – Especialistas pesquisados .....	124
Quadro 15 – Áreas e objetivos previstos .....	127
Quadro 16 – Nível de maturidade encontrado na empresa antes do MES .....	131
Quadro 17 – Melhoria das dimensões competitivas da área de refusão.....	143
Quadro 18 – Melhoria das dimensões competitivas da área de laminação a quente .	144

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	– Activity Based Costing
B2M	– Business to Manufacturing
B2MML	– Business to Manufacturing Markup Language
CAD	– Computer Aided Design
CAM	– Computer Aided Manufacturing
CIM	– Computer Integrated Manufacturing
CIV	– Critical Input Variable
CLP	– Controladores Lógicos Programáveis
CNC	– Controle Numérico por Computador
COV	– Critical Output Variable
EDI	– Electronic Data Exchange
ERP	– Enterprise Resource Planning
ISA	– Industry Standard Architecture
LF	– Laminação a Frio
LIMS	– Lab Information Management Systems
LQ	– Laminação a quente
MES	– Manufacturing Execution System
MESA	– Manufacturing Execution Systems Association
MRP	– Materials Requirements Planning
OEE	– Overall Equipment Effectiveness
PC	– Process Control
PCP	– Planejamento e Controle de Produção
PDI	– Process Data Input
PIMS	– Plant Information Management System
PLC	– Programmable Logic Controller
RH	– Recursos Humanos
SCADA	– Supervisory Control and Data Acquisition
SPC	– Statistical Process Control
TI	– Tecnologia da Informação
TPM	– Total Productive Maintenance
TQM	– Total Quality Management
WMS	– Warehouse Management Systems
XML	– Extensible Markup Language

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	16
1.1 Contextualização	16
1.2 Caracterização do tema	18
1.3 Formulação do problema de pesquisa	25
1.4 Objetivo da tese	29
1.5 Relevância do tema e da pesquisa	30
1.6 Estrutura da tese	33
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	34
2.1 Tecnologia da informação e sua importância para as organizações	34
2.1.1 Impacto da TI nas empresas	40
2.1.2 Ligações entre as estratégias de negócios, organização e TI	42
2.1.3 Maturidade como avaliação da integração da TI com a estratégia de negócios	44
2.1.4 A integração da TI com a área de recursos humanos	48
2.2 Tecnologias da informação aplicadas na gestão da produção e na manufatura	55
2.3 Manufacturing Execution System – MES e seu papel como TI integradora	60
2.3.1 Funções do MES	65
2.3.2 Particularidades do MES	71
2.3.3 Benefícios esperados da implantação do sistema MES	76
2.3.4 Impacto nos usuários do MES	76
2.4 Implantação da TI e dimensões competitivas da manufatura	77
2.5 Fatores organizacionais apoiadores na implantação da TI	80
<b>3 MÉTODO</b>	88
3.1 Introdução	88
3.2 Escolha do método	88
3.3 Planejamento do Caso	91
3.4 Protocolo do estudo de caso	92
3.5 Instrumento de coleta de dados	94
3.6 Composição da amostra	95
3.7 Coleta de dados	98
3.8 Análise dos dados coletados	99
3.9 Síntese	100
3.10 Limitações da pesquisa	100
<b>4 ESCOLHA DAS DIMENSÕES COMPETITIVAS DA MANUFATURA</b>	101
4.1 Conceitos e características das dimensões escolhidas	101
4.1.1 Custo	102
4.1.2 Qualidade	103
4.1.3 Rapidez das entregas	103
4.1.4 Flexibilidade	104
4.1.5 Conformidade	104
4.1.6 Confiabilidade	105
4.1.7 Integração da manufatura com a estratégia empresarial	106
<b>5 ESCOLHA DOS FATORES ORGANIZACIONAIS APOIADORES DA IMPLANTAÇÃO DE TI</b>	107
5.1 Apresentação dos fatores organizacionais pesquisados	107
5.2 Conceitos dos fatores organizacionais escolhidos	108
5.1.1 Equipes de trabalho articuladas	109
5.1.2 Aprendizagem organizacional	109

5.1.3	Cultura organizacional	111
5.1.4	Apoio da alta gerência	112
5.1.5	Treinamento	112
5.1.6	Envolvimento e experiência dos líderes de TI	113
5.1.7	Integração da TI com a estratégia de negócios	114
5.1.8	Integração da TI com a estratégia organizacional	116
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE CASO - NOVELIS DO BRASIL LTDA.</b>	<b>118</b>
6.1	Caracterização da empresa NOVELIS	118
6.2	Caracterização da empresa desenvolvedora do sistema MES	119
6.3	Caracterização das áreas pesquisadas	120
6.3.1	Refusão	121
6.3.2	Laminação a quente (LQ)	121
6.3.3	Laminação a frio (LF)	121
6.3.4	Acabamento	122
6.3.5	Produtos finais gerados	123
6.4	Profissionais pesquisados	124
6.5	Foco da integração da produção na NOVELIS	124
6.6	Resultados esperados para a implantação do MES	126
<b>7</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS</b>	<b>128</b>
7.1	Histórico da implantação do MES	128
7.2	Motivação para a implantação do MES	129
7.3	Requisitos necessários para a implantação do MES	130
7.4	As dificuldades do ERP em atender as necessidades da manufatura.	132
7.5	Vantagens da implantação do MES	133
7.6	Valores e sentimentos dos funcionários para a implantação do MES	133
7.7	Aquisição de conhecimento do sistema MES	135
7.8	Caracterização da equipe que liderou o processo de implantação do MES	135
7.9	Apoio da alta gerência para a implantação do MES	136
7.10	Fatores positivos	136
7.11	Redução dos custos operacionais com a implantação do MES	137
7.12	Melhoria da qualidade com a implantação do MES	138
7.13	Melhoria dos prazos de entrega dos produtos com a implantação do MES	138
7.14	Melhoria da flexibilidade com a implantação do MES	139
<b>8</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>140</b>
8.1	Características iniciais da implantação do MES	140
8.2	Contribuição da implantação da tecnologia de informação MES para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura	142
8.3	Contribuição dos fatores organizacionais para a implantação do MES	149
8.4	Fluxograma da implantação do MES	152
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>154</b>
9.1	Verificação dos objetivos	154
9.2	Possibilidade de trabalhos futuros	157
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>158</b>
	<b>ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO</b>	<b>182</b>
	<b>ANEXO 2- QUADRO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE</b>	<b>188</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A concorrência global tem provocado mudanças caracterizadas pela fabricação de produtos com ciclos de vida mais curtos e incertos, por meio de tecnologias inovadoras, para clientes que exigem respostas rápidas, baixos custos e maior customização. As empresas estão convivendo com mudanças contínuas ou até mesmo inesperadas para se mostrarem vivas e competitivas. A habilidade em responder rápida e efetivamente, de maneira a satisfazer as necessidades dos clientes, se tornou uma característica de competitividade para muitas empresas (DOWLATSHAHI e CAO, 2006).

As empresas para sustentar ou obter vantagem competitiva da qualidade ao custo, da produtividade à flexibilidade, precisaram melhorar seus sistemas de produção e gestão. Somando-se a isso, ainda a disponibilidade de recursos e o avanço da tecnologia, o processo de transformação se dá de forma rápida, o que provoca obsolescência de máquinas, equipamentos, métodos e consequentemente, a desatualização dos profissionais envolvidos, dentro de um fenômeno sócio-técnico de alto impacto (NEVES; MARINS, 2009).

Padilha *et al.* (2004) mostram que, num contexto mundial, as instituições buscam aumentar sua competitividade, buscando a redução de custos, a melhoria do produto e dos serviços associados e especialização em novos segmentos de mercado, de forma a se diferenciar da concorrência.

Além de um ambiente de competição, a necessidade de conquistar e de manter mercados, atender às demandas por produtos, a busca de melhores margens, a melhoria da qualidade e da produtividade têm levado as empresas a investirem, ao longo do tempo, em melhoria da gestão da produção.

Para Neves e Marins (2009), a gestão da produção determina e coordena as atividades relacionadas ao planejamento empresarial, a manufatura, o controle e programação da produção, engenharia industrial, cadeia de suprimentos e logística de distribuição, além da implantação de programas de melhoria da produtividade e desenvolvimento de tecnologias e equipamentos, com vistas a melhorar o desempenho,



adequar custos, garantir a qualidade e, mais recentemente, uma melhor relação entre a produção e a proteção do meio ambiente.

Sacomano Neto e Pires (2007) destacam que "a gestão da produção é um processo que rompe ou necessita romper com os limites internos das organizações para lidar com aspectos, variáveis e outros atores externos (principalmente clientes e fornecedores)".

A busca da melhoria na gestão da produção, inicialmente, se deu nos métodos e tempos tendo como foco a capacitação do operário bem como sua supervisão, de maneira a melhorar seu desempenho e a consequente produtividade para a produção. Os impactos gerados por essas melhorias foram significativos quanto à produtividade e os ganhos de escala, inaugurando uma nova forma de produzir. Unindo a máquina ao computador com o objetivo de buscar maior competitividade, confiabilidade, flexibilidade e previsibilidade resultaram em impactos positivos.

A Tecnologia da Informação - TI, como um conjunto tecnológico constituído de hardware, software, redes de comunicação eletrônica de dados, redes digitais de telecomunicações, protocolos de transmissão de dados e outros serviços tem se destacado como ferramenta indispensável para aumentar o desempenho das empresas no desenvolvimento tanto de seus processos produtivos quanto na gestão empresarial (NEVES; SANTOS, 2007), todos interagindo por meio de recursos humanos qualificados que, segundo Abreu e Rezende (2006) são componentes fundamentais para sua funcionalidade e utilidade.

Em busca da diferenciação e aumento da eficiência dos processos produtivos, o setor industrial realizou nos últimos anos grandes investimentos na automação do chão de fábrica, principalmente no que diz respeito à aquisição de ferramentas de hardware e software para suporte e implantação de sensores, atuadores e CLPs (Controladores Lógicos Programáveis), atualização de máquinas e sistemas supervisórios SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) (NEVES; MARINS, 2009).

Segundo Pupo (2002), CLPs tem sua utilidade em qualquer processo que envolva sequenciamento de operações. Os CLPs são controlados por sistemas SCADA que tem papel de gerenciamento e controle de unidades industriais que tenham elementos distribuídos em grandes distâncias.

As máquinas automatizadas e informatizadas passam a dominar a manufatura e as áreas gerenciais da empresa investem na modernização, automação e implantação de TI. No entanto, a implantação geralmente se dá de forma desordenada, localizada e com TIs que nem sempre "conversam" entre si e, assim, a empresa fica ainda dominada pela informação individualizada, por relatórios de difícil interpretação, falta de padronização da informação nas áreas da organização e, ainda, imprecisão ou demora na geração de dados. As áreas com mais informação acabam tendo mais poder dentro da empresa.

Com a nova geração de tecnologias da informação, mais precisamente os sistemas de gestão empresarial – ERP – *Enterprise Resource Planning*, esse descompasso da informação entre as áreas gerenciais da empresa pode ser solucionado.

Torna-se, então, necessário resolver uma ligação crucial, aquela entre as tecnologias da informação e de automação implantadas no chão de fábrica e o ERP, cuja falta ou deficiência se evidencia entre os processos automatizados e informatizados do chão de fábrica com as demais áreas, indo da gestão da produção (PCP, logística, suprimento) à área comercial, passando por RH e finanças.

Esta pesquisa foi desenvolvida com a intenção de contribuir para a ampliação do conhecimento acerca do processo de implantação de tecnologias de informação, utilizadas para ligação das TIs usadas no chão de fábrica com o ERP, e a melhora das dimensões competitivas da manufatura a partir dessa implantação. Busca-se ainda analisar quais fatores organizacionais apoiam essa implantação a partir de estudo de caso em uma empresa de laminação de alumínio.

## ***1.2 Caracterização do tema***

A TI tem se mostrado um dos componentes mais importantes no cenário empresarial, tanto em nível estratégico quanto operacional e essa presença é cada vez maior nas empresas por razões estratégicas fundamentais: a competitividade crescente leva à necessidade de maior domínio sobre os parâmetros que estão em jogo, maior flexibilidade para adaptar-se às novas condições do mercado e maior capacidade de

absorção de novas técnicas e tecnologias (SPINOLA; PESSOA, 1997; ALBERTIN; ALBERTIN, 2005b).

Laurindo (2000) adota um conceito de TI mais amplo e inclui o uso de hardware e software, telecomunicações, automação, recursos multimídia e todos os outros recursos e pessoas dedicados a TI, quer sejam centralizados ou descentralizados, ligados aos ambientes internos ou externos da empresa, sem deixar de considerar os sistemas de informação, serviços, negócios, usuários e as relações complexas envolvidas.

No entanto, Cerri e Cazarini (2004) deixam evidente que sistemas de informação ou tecnologias de informação não devem ser tratados isoladamente, isto é, sem que se busque atender aos negócios da organização. Qualquer tecnologia vista isoladamente dificilmente poderá proporcionar vantagens competitivas. O alinhamento entre a estratégia de TI e a estratégia de negócios deve existir e ser constantemente analisado e adaptado às mudanças do mercado, da organização e das tecnologias.

Por serem responsáveis pela captação, armazenamento, tratamento e disseminação da informação, as TIs têm sido utilizadas intensamente em empreendimentos onde os recursos de informação e conhecimento são de grande relevância, como no caso das organizações, em suas áreas administrativas e produtivas, ou ainda dentro das organizações cujo negócio está ligado à pesquisa e desenvolvimento (NEVES; SANTOS, 2005).

Vê-se que os sistemas de informações empresariais vêm gerando uma nova forma de vantagem competitiva face ao grande número de tecnologias que estão sendo introduzidas no mercado empresarial e a informação passa a ser um componente essencial que pode ser capaz de garantir o desenvolvimento de uma empresa.

A partir da nova necessidade de competir num mercado mais exigente, gerada pela economia globalizada, a gestão da produção tem levado as organizações a promoverem uma reestruturação produtiva verificada pelas mudanças tecnológicas, organizacionais e comerciais de suas atividades. O uso da TI passa a ter papel fundamental nas organizações, possibilitando melhor percepção das mudanças, maior flexibilidade e agilidade nas operações (FERREIRA; ALVES, 2005).

Os sistemas de informação permitem controlar toda a empresa, da área de produção à área de finanças, registrando e processando cada fato novo na engrenagem corporativa e distribuindo a informação de maneira clara e segura, em tempo real. Ao adotar uma TI, o objetivo é melhorar os processos de negócios. Essa adoção significa mais do que uma mudança de tecnologia, é um processo de mudança organizacional (MENDES; ESCRIVÃO FILHO, 2002).

Com o objetivo de construir alianças estratégicas entre empresas, Alcântara e Silva (2001) apontam alguns fatores críticos para a implementação bem sucedida de uma TI, com características limitadoras. Dentre as limitadoras, são apontadas:

- Ausência de um modelo a ser seguido como sinalizador dessas mudanças que minimize os custos de erros decorrentes delas;
- Inexistência de base conceitual comum, amplamente desenvolvida e entendida, que possa ser utilizada como linguagem comum;
- Falta de recursos humanos capacitados para as novas tarefas;
- Resistência às mudanças necessárias, advinda de cultura organizacional estabelecida há vários anos e de toda a estrutura de poder gerada dentro das empresas.

A partir do final dos anos 90, amplia-se significativamente a implantação de sistemas de gestão empresarial – ERP, com a finalidade de integrar todas as áreas gerenciais da empresa e permitir que a informação seja compartilhada, bem como tenha qualidade, ou seja, o todo passa a ser a premissa fundamental, e não as partes da empresa.

A busca de uma gestão integrada de TI possibilita a empresa tornar-se mais eficiente e eficaz, aumentando a sua capacidade de inovar e lançar novos produtos no mercado, antes dos seus concorrentes, de maneira a criar um diferencial competitivo da empresa, para a obtenção de uma maior lucratividade e produtividade.

Schmitt (2004, p.4) discutindo investimento em TI destaca que,

...segundo o Dataquest, os gastos mundiais com tecnologia de informação em 2002 foram estimados em US\$ 2,3 trilhões, significando um crescimento de 3,4%, em relação a 2001. Para 2003 a expectativa era de um crescimento de 7%, em relação a 2002. Estimativas do Gardner Group apontavam gastos de US\$ 78 bilhões, em tecnologia de informação, para o Brasil, em 2001 e, uma pesquisa realizada pelo

Meta Group revelou que as implementações de ERP levam em média 23 meses com um custo total de propriedade (TCO) médio de US\$ 15 milhões (SCHMITT, 2004, P.4).

Esses números mostram que os investimentos, em tempo e dinheiro, envolvidos com a TI, têm sido volumosos para as organizações e necessitam de retorno desse investimento.

Trabalhos têm tratado a implantação de ERPs na empresa, enfocando suas vantagens, dificuldades de sua absorção pelas pessoas, fatores críticos de sucesso, impactos gerados na organização e nas pessoas, relação da TI com a estratégia do negócio, possíveis aumento de competitividade e suas possibilidades de uso na pequena e média empresa (AL-MASHARI; AL-MUDIMIGH, 2003; BENDOLY; SCHOENHERR, 2005; CERRI, 2004; CERRI; CAZARINI, 2004; GUPTA 2000; MENDES; ESCRIVÃO FILHO, 2002; NICOLAOU, 2004; SCHMITT, 2004).

Ao mesmo tempo, o chão de fábrica tem apresentado, na última década, significativas mudanças no seu desenvolvimento, por meio de investimentos em infraestrutura, automação, treinamento e tecnologias da informação.

Algumas aplicações, ao longo do tempo, ganharam importância junto às empresas e foram amplamente disseminadas. Tecnologias como CNC, CIM, Sistemas MRP e MRPII, sistemas CAD/CAM, e controles industriais são os principais exemplos (FERNANDES, 2006). Essas tecnologias levaram as empresas que as implantaram a dar um salto de qualidade, ganhando competitividade no mercado global. Na manufatura, a gestão eficiente e eficaz, trabalho e uso da informação se tornam essenciais à vitalidade econômica e ao crescimento (MOLINA; SANTAELLA, 2006).

Porém, tem-se observado uma grande lacuna separando os sistemas ERP e as tecnologias utilizadas no chão de fábrica, no que diz respeito à troca de informações entre os mesmos. De um lado, os sistemas ERP existentes no mercado; de outro, sistemas de automação e controle de processos industriais envolvendo dispositivos diversos, ambos executando as atividades para as quais foram projetados, porém de modo independente e estanque entre si. Fica, com essa lacuna, evidenciada a necessidade de atualização do parque industrial no que diz respeito à disponibilidade de informações por meio da integração do chão de fábrica, de forma simples,

instantânea e confiável, com o sistema ERP da empresa, fundamental à melhoria dos processos produtivos (FERNANDES, 2006).

A Figura 1 mostra os níveis de automação e tecnologias desde a base até o nível estratégico e a lacuna existente entre os sistemas implantados no chão de fábrica e o ERP.

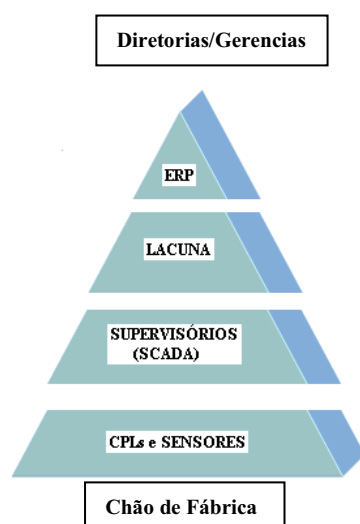


Figura 1 – Pirâmide de automação sem integração da camada do chão de fábrica com o ERP  
Fonte Adaptado de Fernandes, 2006

A escolha do chão de fábrica para exemplificar o processo de integração com as áreas gerenciais abrangidas pelos sistemas ERP tem um significado, pois atinge diretamente o objetivo atual da empresa que é ganhar qualidade da informação gerada e garantir seu compartilhamento de forma eficiente e rápida, de maneira a ganhar confiabilidade, com redução do erro e rapidez da geração da informação para as demais áreas da empresa.

Tomando como exemplo o nível específico da produção e de seu controle, é apresentado na Figura 2 um cenário típico encontrado em um grande número de empresas, e que indica a falta de integração.

De um lado, há o chão de fábrica operando máquinas e dispositivos automatizados em geral e todas as suas variáveis de processo, representadas por quantidades, pesos e metragens produzidas. Do outro lado, operando de forma independente, temos os sistemas ERP com seus módulos gerenciais e administrativos, representados pelos cadastros e listagens do PCP – Planejamento e Controle da

Produção e todas as suas variáveis de processo, representadas por apontamentos de produção, especificações de produtos e tomadas de decisão entre outros.

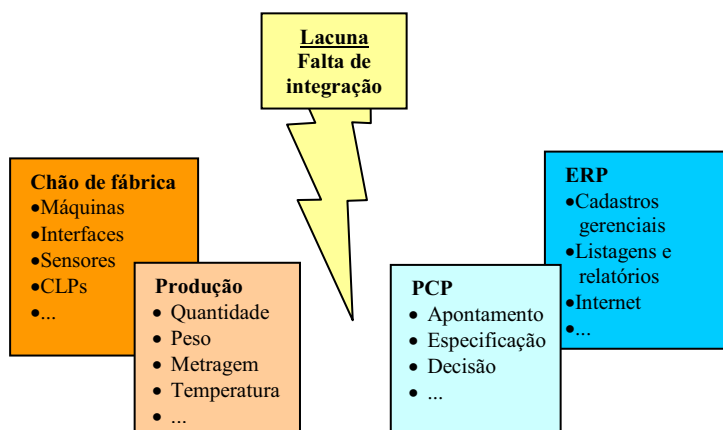


Figura 2 -Situação inicial – Lacuna separando a gestão da produção do chão de fábrica  
Fonte: adaptado de Fernandes, 2006

Sistemas de gestão empresarial e sistemas de chão de fábrica precisam ser ligados de forma plena, de maneira a reduzir o ciclo de tempo das decisões, bem como sua produtividade. Essa ligação, como um esforço de integração, é frequentemente negligenciada na implementação do sistema ERP.

Assim, a integração passa a ser um fator preponderante no sentido de fazer com que sistemas e processos trabalhem de forma conjunta nos diversos níveis hierárquicos do ambiente industrial, e ainda se comuniquem com o ERP, de forma simples, instantânea e confiável.

A Figura 3 ilustra a situação ideal desejável que contempla a integração dos diversos níveis organizacionais indo do chão de fábrica à gestão empresarial.

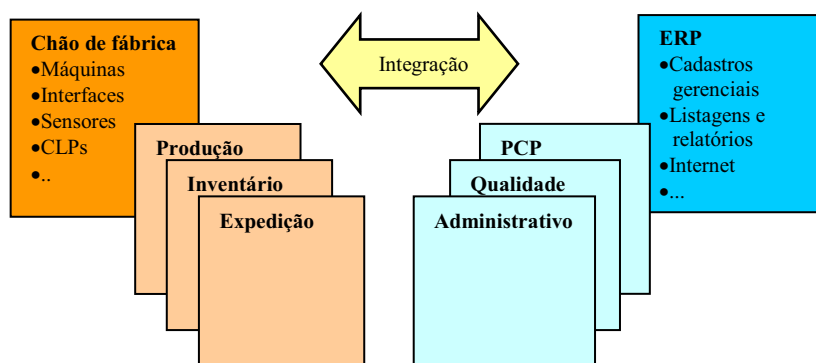


Figura 3 - Situação Futuro desejável – Integração completa entre o chão de fábrica e o ERP  
 Fonte: adaptado de Fernandes, 2006

Deve-se destacar, ainda, que na implantação de TIs têm sido apontados impactos gerados por essa ação. Nesse sentido, tem havido uma grande preocupação com a implementação efetiva da TI e seu impacto na organização. Vários trabalhos têm estudado esses impactos. Na área de gestão da produção há importantes contribuições principalmente na gestão da cadeia de suprimentos (FELDENS, 2005; FERREIRA; ALVES, 2005; WU *et al.*, 2006; MELVILLE *et al.*, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2001; ALCÂNTARA; SILVA, 2001; CROOM, 2005). Outras áreas da gestão da empresa também têm merecido estudos sobre os impactos gerados pela TI, que têm visado as áreas organizacional (PEREIRA, 2003), de recursos humanos (GARDNER *et al.*, 2003), de TQM – *Total Quality Management*, (ANG; FINLAY 2000) e da área financeira (MAÇADA, 2001).

Santos Jr *et al.* (2005) destacam que, dado o impacto que a implantação de uma TI gera sobre os indivíduos e sobre os processos produtivos e administrativos, é importante levar-se em conta a cultura da empresa. A manifestação maior ou menor de cada um dos aspectos da cultura da empresa implica o grau de aceitação e resistência dos indivíduos e das organizações às mudanças geradas pela TI.

Essa preocupação com a implantação de TIs e consequentes impactos é apontada por Neves e Santos (2005), que apresentam questões e práticas importantes para poder associar a implantação de uma TI à estratégia de gestão da produção e que, se não forem bem solucionadas, podem impactar negativamente o investimento feito:

- Quais as estratégias de recursos humanos para atender a implantação de uma TI?
- Quais impactos serão gerados na organização e nas pessoas?



- Quais fatores de sucesso podem fornecer suporte à estratégia da área de RH e integrá-la a estratégia de negócios da empresa?
- Quais indicadores podem medir a reação causada pela disseminação da Informação?
- Como administrar os impactos causados pela perda de poder (adquirido pela detenção da informação) pela gerência com a implantação da TI, devido ao compartilhamento da informação?
- *Empowerment* devido às novas responsabilidades criadas pela implantação da TI;
- Quais características facilitadoras e limitadoras surgiram na implantação da TI?

As questões acima são importantes para orientar os trabalhos de pesquisa e as contribuições da tese.

### ***1.3 Formulação do problema de pesquisa***

Para atingir os objetivos de diferenciação e aumento de eficiência dos processos produtivos, têm havido investimentos em TI para as áreas gerenciais e a automação da manufatura. Os investimentos são destinados à aquisição de hardware e software para suporte e implantação de sistemas ERP, bem como de TIs para automação do chão de fábrica. Os sistemas ERP têm por objetivo o registro e controle de todos os processos e transações da empresa, incluindo operacionais, produtivos, administrativos e comerciais ao passo que a automação busca aumentar a produtividade, eficiência e confiabilidade do processo produtivo.

Esta abordagem prevê e possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa, com informações centralizadas em um único banco de dados (PADILHA *et al.*, 2004; FERNANDES, 2006).

Ao mesmo tempo, as formas e técnicas de planejamento têm tentado se adequar a essa nova realidade. As filosofias e técnicas de gestão da produção evoluíram juntamente com a expansão da TI nos últimos dez anos, porém ainda apresentam marcantes lacunas, sendo uma das principais, a falta de informações confiáveis junto

ao planejamento da produção. Esta informação é tão ou mais vital aos sistemas de planejamento de controle da produção quanto mais complexas forem as operações de manufatura e estrutura de produtos (JUNQUEIRA, 2003).

Nesse sentido, a TI tem sido utilizada como ferramenta para melhorar os negócios da empresa e aumentar a eficácia da organização. As organizações estão mudando e precisam de práticas de gestão afinadas estrategicamente com os negócios da empresa, e preparadas para gerar as competências necessárias à integração das estratégias de negócios, de TI e da produção (NEVES; SANTOS, 2007).

Os investimentos realizados em tecnologias da informação e tecnologias da automação das empresas têm priorizado principalmente os ambientes gerenciais e administrativos e o chão de fábrica. Tais investimentos foram essenciais para a evolução da indústria brasileira nos últimos anos. Porém, esta abordagem altamente focada em cenários isolados e independentes resultou em um razoável índice de automação dos sistemas sem a necessária integração com os sistemas de gestão (FERNANDES, 2006)

A integração entre os níveis do chão de fábrica e os de gestão empresarial tende a ser fator crucial e visa permitir que os sistemas e processos operem de forma paralela nos diversos níveis hierárquicos do ambiente industrial e se comuniquem entre si, trocando, de forma simples, instantânea e confiável, os dados e informações de cada um dos níveis. Sem ela, é impossível considerar que se está obtendo o máximo de desempenho que a planta pode ter, pois sempre haverá retrabalho e desperdício de tempo, além de grande probabilidade de erro por falha humana (GAIDZINSKI, 2003).

Para fazer frente à integração das tecnologias do chão de fábrica com o ERP, pode ser utilizada a TI denominada MES – *Manufacturing Execution System*. Os sistemas MES têm a função de realizar a ligação entre o sistema de controle e supervisão do chão de fábrica e o ERP de maneira a transferir dados entre os dois níveis.

Segundo Jing e Wang (2009) e Liu *et al.* (2010) o MES, como uma ponte que liga o ERP aos sistemas de chão de fábrica, é essencial para a manufatura, pois coleta informações em tempo real e apoia a tomada de decisão da produção e da programação, aumentando a eficiência no processo. Na mesma linha, Fu *et al.* (2008)

afirmam que o MES fecha a lacuna de informação entre sistemas de controle e os sistemas de planejamento, fornecendo os decisórios no processo e nos recursos (tais como máquinas, ferramentas, operações, materiais e equipamentos).

Xuemei (2008) destaca que, analisando as aplicações atuais do MES na indústria mundial, a maioria dos sistemas têm sido desenvolvidos para uma empresa em particular, num determinado domínio da manufatura. Completa que assuntos chave, como desempenho do sistema implantado, técnicas gerais e princípios de execução, ainda não foram profundamente e completamente investigadas. Yongdi *et al.* (2009) destaca que muitos especialistas, estudiosos e profissionais da empresa têm estudado os módulos do MES mais profundamente, no entanto, estudos específicos sobre a análise de desempenho são muito poucos bem como sua implementação.

Diversos fornecedores disponibilizam sistemas MES no mercado que são adequados de acordo com as necessidades da empresa. São utilizados em empresas que já possuem sistemas ERP bem como significativo processo automatizado no chão de fábrica que serão integrados pelo sistema MES.

O sistema MES garante um gerenciamento muito mais eficiente, pois possibilita a tomada de decisões com base em informações úteis, atuais e confiáveis, permitindo verificar o que está ocorrendo na área de manufatura da empresa. E ainda:

- Consolida o planejamento e o mapeamento para a execução de todas as etapas de produção;
- Conecta o processamento de pedidos com os controles dos sistemas da produção;
- Otimiza os processos de produção;
- Democratiza a informação;
- Integra as informações da produção e permite visualizar a fábrica como um todo e em tempo real.

A Figura 4 apresenta a visão esquemática desejável que contempla a integração, pelo MES, dos diversos níveis organizacionais, do chão de fábrica à gestão empresarial.

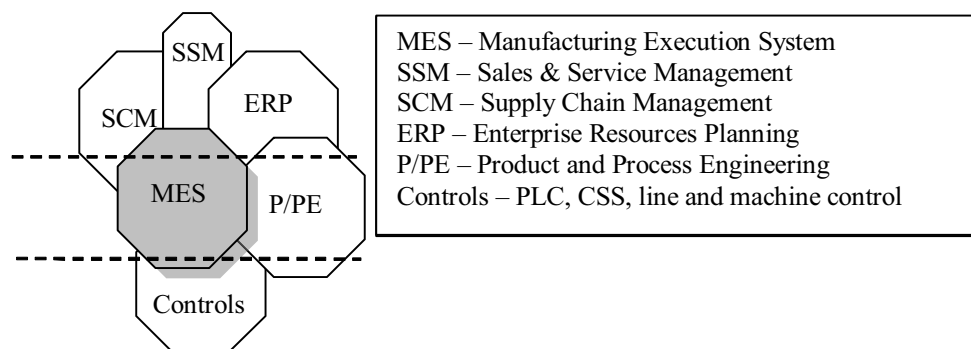


Figura 4 - Integração pelo MES das TIs do chão de fábrica e os Sistemas de Gestão Empresarial  
 Fonte: Snoiej (2006, pg.8)

Esse passa a ser um momento novo para a indústria e a manufatura, no sentido de promover a integração de todos os níveis ou camadas das tecnologias da automação e da informação, fazendo com que haja um processo informatizado, desde a fase inicial, onde estão máquinas e equipamentos da manufatura, até as diversas áreas administrativas da empresa, tais como comercial, financeira, além do planejamento e controle.

Essa integração, a partir da implementação e implantação de TIs, gera impactos nos processos, na gestão da produção, nas áreas da organização e nas pessoas envolvidas ao longo da cadeia integradora da tecnologia.

Dewett e Jones (2000) discutem que o uso da TI impacta os resultados da empresa e que os fatores organizacionais têm papel importante. Na implantação de TIs, fatores como estrutura e tamanho da empresa, aprendizagem, cultura, e relações inter-organizacionais resultam em melhores resultados estratégicos, eficiência organizacional e inovação.

A participação dos funcionários, comportamento organizacional, gestão de conflitos, envolvimento da alta gerência são fatores organizacionais que têm papel importante no processo de implantação de TI. Ahmed *et al.* (2006) completam, ainda, que fatores organizacionais têm tido significativa importância como uma das dimensões críticas na produção de software. Destacam, ainda, que um bom ajuste entre pessoas e a organização é essencial para um melhor desempenho organizacional.

Vários estudos apontam para esse fato da implantação de TIs poder gerar impactos nos processos, na organização e nas pessoas (ANG; FINLAY, 2000;

BERALDI; ESCRIVÃO FILHO, 2000; CROOM, 2005; FELDENS, 2001; GARDNER *et al.*, 2003; LUCAS, 2000; MAÇADA, 2001; PEREIRA, 2003).

Kathuria *et al.* (1999) apontam que o uso adequado de aplicações de TI ou sistemas de manufatura pode levar a empresa a ter vantagens competitivas. A escolha do tipo certo de TI que será aplicada é, porém, uma tarefa desafiadora. Quando uma empresa, com uma determinada estrutura dominante de processo, enfatiza duas ou mais dimensões competitivas, tais como qualidade, flexibilidade de produto, etc., há dificuldade para decisão da escolha das alternativas de TI disponíveis.

A partir da necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a implementação de tecnologias de informação e, em particular, a implantação da tecnologia de informação MES que promove a ligação da área produtiva com o ERP, bem como os fatores que apoiam essa implantação, o presente trabalho pretende responder os seguintes problemas de pesquisa:

**Qual a contribuição da implantação da tecnologia de informação - MES para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura?**

**Como e quais fatores organizacionais contribuíram para a implantação do MES?**

**Em que medida o MES contribui para as dimensões competitivas da manufatura?**

Delimita-se a pesquisa às áreas ou unidades de produção, cujos processos do chão de fábrica estão automatizados e que contem com o sistema ERP implantado, estejam na fase inicial de implantação do sistema de integração do MES ou o tenham implantado recentemente.

#### **1.4 Objetivo da tese**

Com o objetivo de resolver o problema da pesquisa, o estudo busca **investigar a contribuição da implantação da tecnologia de informação - MES para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura**. A Figura 5 mostra o esquema de implantação com foco na melhoria das dimensões competitivas da manufatura com o apoio de fatores organizacionais.

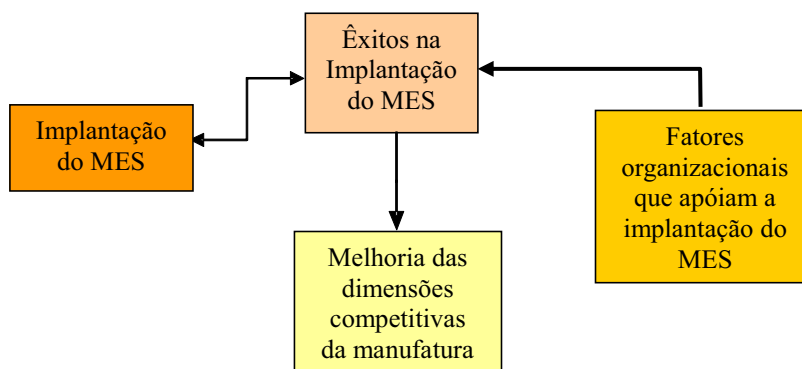


Figura 5: Esquema de implantação com foco na melhoria das dimensões competitivas da manufatura

A pesquisa permite ainda examinar as adaptações e dificuldades do usuário ocorridas no processo de implantação, bem como as prováveis reações causadas pelo novo sistema.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- 1-Apontar e quantificar as contribuições da implantação do MES para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura.
- 2-Identificar os fatores organizacionais que apoiaram a implantação do MES e como auxiliaram a superação das dificuldades identificadas;
- 3-Identificar a existência de outras dimensões evidenciadas pela implantação da TI.
- 4-Examinar como as áreas da empresa perceberam a implantação da nova tecnologia.

O trabalho pretende apresentar uma contribuição para as organizações que queiram implantar o MES ou que necessitam efetuar ajustes em seus sistemas já implantados, tendo em vista as experiências descritas, bem como teorizar essa tecnologia e sua aplicação, contribuindo com a área acadêmica.

### ***1.5 Relevância do tema e da pesquisa***

A relevância do tema se dá pela possibilidade de estudar todo o processo de implantação da tecnologia MES como um sistema de ligação entre o chão de fábrica e as áreas de gestão da empresa e examinar os êxitos e dificuldades geradas por essa implantação.

Martens (2001) acredita ser fundamental que, para a implantação e a gestão da TI, seja feita a análise dos custos, dos benefícios a serem gerados, dos resultados esperados, da realidade econômica e financeira e da cultura da empresa, além das questões sócio-políticas que podem surgir decorrentes do impacto da TI implantada.

Para Gaidzinski (2003), a utilização de sistemas integrados se tornará, em pouco tempo, uma necessidade na indústria brasileira, dado o diferencial competitivo trazido por esses sistemas, de forma a produzir mais e rapidamente, com maior qualidade, diminuindo perdas e custos. A empresa, para colocar seus produtos no mercado, precisará ter registro de toda a sua produção, de maneira a garantir ao cliente a qualidade final e a procedência das matérias primas utilizadas em sua linha de produção. O sistema MES se apresenta como uma ferramenta importante para levar as empresas manufatureiras a produzir produtos que atendam aos interesses do cliente.

Em fevereiro de 2011, foi feita uma busca no portal Periódicos CAPES e na ISI *Web of Science*, no período de 2000 a 2011, e ficou evidenciada a carência de trabalhos sobre MES – *Manufacturing Execution System* e as Dimensões competitivas da Manufatura (*Competitive priorities of manufacturing ou Manufacturing performance*) bem como MES e Fatores Organizacionais (*Organizational factors*) como apoiadores. Ficou evidenciada também a carência de trabalhos que mostrem a contribuição do MES para a manufatura. O Quadro 1 apresenta os registros encontrados e os temas.

Espera-se, a partir da bibliografia pesquisada e da análise do estudo de caso, que o tema proposto contribua sobremaneira para a teorização e descrição do processo de implementação e implantação da tecnologia MES para a integração entre o chão de fábrica e o ERP, com ênfase na melhoria do desempenho operacional da produção, e também nas demais áreas da organização e nas pessoas envolvidas no processo de geração e uso da tecnologia.

Quadro 1 - Registros encontrados na base de dados WEB OF SCIENCE sobre os temas utilizados na tese.

<b>Temas</b>	<b>Registros encontrados</b>	<b>Registros período 2000 a 2011</b>	<b>Principais periódicos</b>
Competitive priorities of manufacturing	97  *Web of Science	2011 (1) 2010 (18) 2009 (6) 2008 (12) 2007 (10) 2006 (8) 2005 (9) 2004 (6) 2003 (5) 2002 (6) 2001 (6) 2000 (10)	– International Journal of Operations & Production Management (17) – International Journal of Production Research (13) – Industrial Management & Data Systems(10) – International Journal of Production Economics (10) – Journal of Operations Management (6) – Omega-International Journal of Management Science (5) – Production Planning & Control (4) – Production and Operations Management (4) – European Journal of Operational Research (2)
Organizational factors	244	2010 (37) 2009 (22) 2008 (17) 2007 (18) 2006 (17) 2005 (13) 2004 (15) 2003 (13) 2002 (14) 2001 (11) Até 2000 (67)	– International Journal of Hospitality management... (18) – Human Factors and Power Plants (5) – Engineering Management (4) – Journal of the Academy of Marketing Science... (4) – Omega (4) – Chemical Marketing (4) – European Journal of Operational Research (4) – Journal of Business Ethics (3) – Management and Service Science (2) – Industrial Engineering Engineering Management (2) – Communications of the ACM (2)
MES Manufacturing Execution System	33  *Web of Science	2010 (3) 2009 (2) 2008 (6) 2007 (3) 2006 (8) 2004 (2) 2002 (4) 2001 (3) 2000 (2)	– Journal of Intelligent Manufacturing (3) – Engineering Applications of Artificial Intelligence (3) – International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2) – Control Engineering (2)
Competitive priorities of manufacturing and MES – Manufacturing Execution System	59  * Periódicos Capes	2009 (3) 2008 (2) 2007 (2) 2006 (1) 2003 (2) até 2002 (49)	– The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2) – Advances in Soft Computing (2) – Lecture Notes in Computer Science (2) – Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (2)
Organizational factors and MES – Manufacturing Execution System	61  * Periódicos Capes	2009 (1) 2007 (2) 2006 (2) 2004 (1) 2003 (2) 2002 (1) Até 2001 (52)	– Advances in Soft Computing (2) – Lecture Notes in Computer Science (2) – International Handbook on Information System (2) – Journal of Intelligent Manufacturing (2)

Fonte: Periódicos CAPES, ISI Web of Science (2011)



### 1.6 Estrutura da tese

Esta tese está estruturada em nove capítulos, assim distribuídos:

Capítulo 1	Apresenta a introdução, mostrando o problema de pesquisa, os objetivos do trabalho bem como as lacunas e relevância do tema.
Capítulo 2	Traz uma revisão da literatura abordando a importância da tecnologia da informação para os negócios, a organização e, em particular, a manufatura. Apresenta as ligações da TI com as estratégias de negócios e da organização. São mostradas, ainda, as contribuições das dimensões competitivas de RH para a implantação da TI. Apresenta as definições do MES, suas características e seu papel na integração entre o chão de fábrica e o sistema de gestão empresarial (ERP). São descritos os módulos que compõem o sistema MES.
Capítulo 3	É tratado o método aplicado neste trabalho. São apresentados os procedimentos relacionados à pesquisa qualitativa com a finalidade de analisar a implantação do sistema MES no processo produtivo da empresa pesquisada.
Capítulo 4	A partir da revisão da literatura, são definidas as dimensões competitivas da manufatura que serão pesquisadas no estudo de caso.
Capítulo 5	Mostra quais fatores organizacionais serão pesquisados nas áreas de manufatura da empresa a partir da revisão teórica apresentada.
Capítulo 6	Apresenta o estudo de caso e caracteriza a empresa pesquisada e as áreas a serem analisadas.
Capítulo 7	Apresenta os dados coletados no estudo de caso, mostrando a motivação, requisitos, vantagens e desvantagens da implantação do MES e os dados relativos às dimensões competitivas da manufatura e os fatores que foram observados na implantação da TI.
Capítulo 8	São analisados os dados colhidos e revela os resultados da pesquisa, responde o problema de pesquisa, mostrando as melhorias das dimensões competitivas das áreas da manufatura da NOVELIS, e ainda os fatores organizacionais que apoiam a implantação do MES, com especial atenção às dimensões competitivas de recursos humanos.
Capítulo 9	Apresenta as conclusões da pesquisa e possíveis trabalhos futuros.
Pós-texto	Apresenta as referências bibliográficas, os questionários utilizados na pesquisa e o quadro de avaliação da maturidade da empresa.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, é apresentada uma revisão da literatura, no intuito de mostrar o estado da arte sobre o tema objeto de estudo bem como definições, conceitos, modelos e procedimentos que permitam conhecer a TI e em particular o MES, seu papel para as organizações e sua integração com manufatura e com os negócios da empresa.

### *2.1 Tecnologia da informação e sua importância para as organizações*

A partir da década de 90, passou-se a viver a chamada era da informação, onde o conhecimento passa a ter mais valor para a empresa do que os bens tangíveis que possa ter. O conhecimento, aplicado a negócios, torna a empresa mais competitiva, mais do que sua própria capacidade de produzir.

O desenvolvimento da informática e a evolução das telecomunicações têm sido responsáveis por grandes mudanças que vêm sendo impostas, tanto na sociedade quanto nas organizações. Segundo Graeml (2003), essas tecnologias, "[...] encurtam distâncias e permitem que máquinas assumam e executem, com excepcional competência, tarefas que exigiam muito esforço e tempo humanos".

Assim, o processo de planejamento e controle dos recursos aplicados nos processos produtivos tornou-se cada vez mais importante. Com isso, as empresas se viram na necessidade de ampliar as áreas que compõem o seu processo de planejamento e controle integrado. A cada dia, aumentam as exigências dos clientes pela demanda de produtos e serviços bem como informações durante e depois do seus processamentos.

Ptak (1999) e Attaran (2003), afirmam que a diminuição do custo do software e do hardware, o desenvolvimento das redes e a disseminação dos computadores tornaram possível o uso intenso da informática e a democratização da informação nas empresas. A informática deixou de ser um privilégio das grandes empresas e os softwares empresariais não necessitam mais dos grandes e caros *mainframes* e, tampouco, memória para processá-los.

De um lado, a necessidade das empresas por informações rápidas, precisas e integradas, de outro lado, o avanço da TI utilizando equipamentos com maior

capacidade de processamento, a um custo menor e com tecnologia de interconexão mais ampliada, formam um ambiente adequado ao desenvolvimento e implantação de sistemas unificados de gestão empresarial, cuja abrangência inclui os módulos de recursos humanos, finanças, produção, logística, folha de pagamento, contabilidade, vendas, manutenção, e etc.

A TI reúne as contribuições da tecnologia e da administração para estabelecer uma estratégia integrada (negócios + organização + tecnologia), projetar e instalar sistemas de informação e as coerentes mudanças organizacionais. (WALTON, 1993).

A Figura 6 representa essa integração.

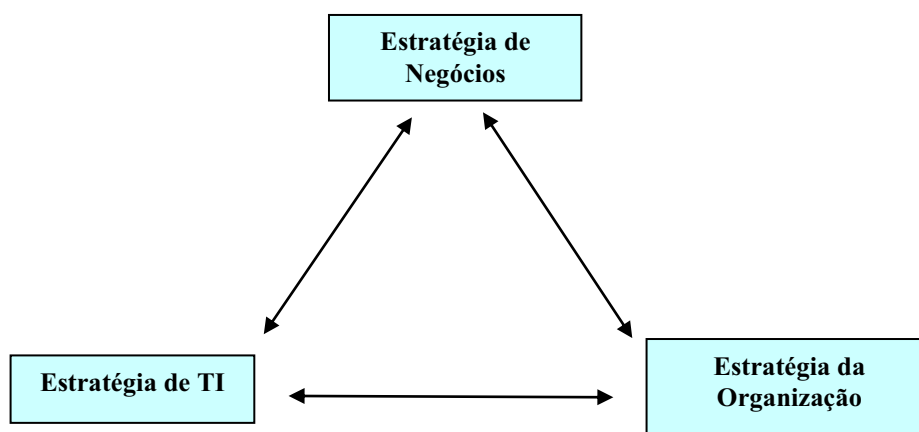


Figura 6: Triângulo estratégico  
Fonte: Adaptado de Walton (1993)

Marcovitch (1996) e Chan (2000) entendem a TI como a convergência da computação, telecomunicações e tecnologias de imagem, consistindo num complexo tecnológico que, envolvendo computadores, software, redes de comunicação eletrônica públicas e privadas, rede digital de serviços de telecomunicações, protocolos de transmissão de dados e outros serviços, tem sido apontada como importante fator para aumentar o desempenho das empresas no desenvolvimento dos processos produtivos e da gestão das organizações.

Há uma evolução ininterrupta do uso de tecnologias da informação na gestão das organizações, que tende a ser contínua, pois além da crescente evolução das tecnologias da informação, há por parte das empresas, novas necessidades a fim de criar diferenciais competitivos.

Tendência visível dessa evolução é a otimização o processo da cadeia produtiva (fornecedor-fabricante-cliente) por meio da ligação dos diversos sistemas e áreas. Perguntas como: O que foi solicitado? O que está disponível? O que é necessário e quando? São fundamentais para o atendimento dos pedidos, dentro dos prazos desejados e com os menores custos possíveis. As parcerias, a confiança mútua e a perfeita integração entre os sistemas das empresas, são fundamentais para a otimização do processo produtivo (GRAEML, 2003).

Como nunca, a velocidade das mudanças e a disponibilidade de informações crescem de forma exponencial e globalizada. A sobrevivência das empresas está relacionada à sua capacidade de captar, absorver e responder as demandas requeridas pelo ambiente. A nova realidade provoca uma reorganização intensa na sociedade, gerando modificações nas organizações (TAPSCOTT, 1997). O impacto desse fenômeno é observável em todas as empresas, independentemente de seu tamanho ou de sua atividade.

A partir dessa argumentação, a gestão da informação, focada em aspectos organizacionais e não meramente tecnicistas, se destaca fortemente. McGee e Pruzak (1997) reconhecem que o gerenciamento da informação é um fator de competitividade. Porter (1991) considerava vital o uso efetivo da TI para a estratégia competitiva das organizações bem com sua manutenção no mercado.

Com a crescente exigência do mercado, as organizações esperam que as pessoas produzam mais, com maior qualidade e menor custo. Uma das maneiras para atingir estes objetivos é aumentar a produtividade, pelo investimento em tecnologia de informação. Segundo Ptak (1999), os fornecedores de software de gestão tentam convencer os seus potenciais compradores a implantar sistemas informatizados, tanto tecnologias complexas para gerenciar todo o processo empresarial quanto tecnologias da informação específicas com a finalidade de melhorar o desempenho de uma determinada área.

Por ser crescente o volume de investimentos feito pelas organizações em tecnologia de informação, há uma especial preocupação em relação aos efetivos resultados a serem alcançados com o uso de TI e, também, com o processo de implantação de sistemas integrados de gestão empresarial (SCHMITT, 2004).

A falta de entrosamento ou mesmo de excesso de centralização pode fazer com que a área de vendas comercialize algum produto que a área de produção não está produzindo, ou não pode produzir. Os protótipos da engenharia podem não refletir as necessidades dos clientes, pela falta de entrosamento com marketing. Produtos estocados podem não estar à disposição para a área de vendas por demora no envio de dados (GRAEML, 2003).

É, pois, inegável a grande importância da informação para as organizações e cada vez mais tem sido considerada um ativo importante. Segundo Spinola e Pessoa (1997), a informação é um elemento essencial para a organização, sendo integradora e alimentadora das atividades, podendo caracterizá-la como a "mola propulsora" da organização. A informação não está limitada a dados, mas sim a dados obtidos de forma organizada e que sejam úteis à organização, para isso, os sistemas de informação criam um ambiente facilitado, integrado e consistente.

Para Moresi (2000), a importância da informação para as organizações é universalmente aceita, constituindo, senão o mais importante, pelo menos um dos recursos cuja gestão e aproveitamento estão diretamente relacionados com o sucesso desejado. A informação também é considerada e utilizada em muitas organizações como um fator estruturante e um instrumento de gestão. Portanto, a gestão efetiva de uma organização requer a percepção objetiva e precisa dos valores da informação e do sistema de informação.

O fato de as organizações estarem abarrotadas de informações não significa absolutamente nada. Em boa parte das empresas, elas estão em excesso, incoerentes, distorcidas, desatualizadas e dispersas. É imperativo que as informações estejam presentes, mas de forma atualizada, precisa e com qualidade. O fato de as companhias possuírem as últimas tecnologias lançadas no mercado torna-se irrisório se os usuários não fizerem o devido uso (CERRI; CAZARINI, 2004).

Segundo Robbins (2000), a qualidade, bem como a rapidez da tomada de decisão em uma empresa, estão ligadas, fundamentalmente, à qualidade e à disponibilidade das informações.

Dar valor a informação apresenta certa dificuldade, pois não está diretamente ligada a mesma, e sim, aos resultados que se obtém da sua utilização dentro da organização.

Para Oliveira (2001, p.37), "a eficiência na utilização do recurso informação é medida pela relação do custo para obtê-la e o valor do benefício derivado do seu uso". Por conseguinte, os custos da informação estão diretamente relacionados com os custos da sua coleta, processamento e distribuição.

Segundo Abreu e Rezende (2006), "a efetividade da informação pode ser avaliada em termos do produto da informação, do uso da informação para trabalhos organizacionais, da utilização dos Sistemas de Informação pelos usuários e o impacto dos mesmos na empresa, especialmente no desempenho organizacional".

Cerri (2004) assinala que, na atual conjuntura, a informação é um dos principais recursos que qualquer organização pode ter. Quando informações são bem coletadas, manipuladas e organizadas, pode-se expandir o conhecimento acerca dos negócios, e com isso, as empresas podem beneficiar-se sensivelmente. Complementa ainda, que as informações podem ser consideradas com um dos pilares fundamentais ou uma das premissas básicas para o eficiente desempenho de qualquer empresa. Características como precisão, coerência e alta disponibilidade da informação passam a ser indispensáveis para a sua sobrevivência.

Com a utilização da informática, as empresas têm tido grande facilidade para gerar dados a baixo custo. A geração de informação e sua qualidade estão ligadas a capacidade dos recursos humanos com competências para a interpretação e aplicação eficiente desses dados. A informação gerada pelos dados se torna conhecimento e o que se interpreta, a partir dos dados, depende de uma análise que está dentro de um contexto.

É importante que se tenha clareza do que sejam dados, informação e conhecimento. A seguir apresentamos as definições dadas por Abreu e Rezende (2006):

- Dados são entendidos como um elemento da informação, um conjunto de letras, números ou dígitos, que, tomado isoladamente, não transmite nenhum conhecimento, ou seja, não contém um significado claro;

- Informação é todo o dado trabalhado, útil, tratado, com valor significativo atribuído ou agregado a ele e com um sentido natural e lógico para quem usa a informação;
- Conhecimento é quando a informação é trabalhada por pessoas e pelos recursos computacionais, possibilitando a geração de cenários, simulações e oportunidades.

Com essa farta possibilidade de geração de dados e informações, surge uma maior exigência por relatórios e gráficos de controle e acompanhamento de processos. Tanta quantidade de dados tornou o processo de análise mais amplo e cuidadoso, que sem controle pode gerar custo maior que sua própria obtenção.

Com base nisso, Rezende (2002) contribui no sentido de que são informações oportunas aquelas que são geradas de forma antecipada, completa, útil e com qualidade, para uma tomada de decisão.

Assim, aquilo que é gerado em termos de informação pela empresa deve estar relacionado com algum processo de controle ou de auditoria. Isso garante qualidade e acurácia ao processo de obtenção da informação bem como a possibilidade de verificar novas necessidades e até examinar os impactos resultantes das decisões tomadas pela empresa.

Abreu e Rezende (2006) destacam que as empresas, embora tenham cultura, filosofia, políticas, modelo de gestão e atuação específicas no mercado bem como informações operacionais relativamente próximas, o mesmo não acontece com as informações executivas, nos níveis tático e estratégico, que são diferentes e personalizadas.

As empresas estão convencidas da importância da informação para o processo de gestão e tomada de decisão, no entanto parecem não se dar conta de que o maior valor da informação está no seu uso e não na sua geração. É muito mais importante selecionar e organizar a informação tornando-a útil e, principalmente, capacitar-se a utilizar e transformar a informação de maneira a agregar valor ao negócio da empresa.

McGee e Prusak (1994, p. 3) apontam que "muitos especialistas estimam que dados computadorizados constituem menos de 10% dos recursos de informação numa organização de médio porte".

Oliveira (2001) afirma que o propósito das informações é o de fazer com que a empresa alcance os seus objetivos pelo uso eficiente e eficaz dos seus recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros.

A informação pode ajudar as empresas a desenvolverem novos produtos visando novas necessidades do mercado, vislumbrarem novos investimentos e até aumentar a sua participação no mercado, podendo auxiliar na redução dos custos dos seus produtos, de maneira a levar a empresa para uma maior competitividade.

Portanto, mesmo com toda a tecnologia disponível, seria necessário também que as empresas investissem mais recursos nas pessoas, capacitando-as para um melhor uso da informação e do conhecimento gerado.

Assim, tendo em vista que as informações do nível operacional são relativamente padronizadas, é muito mais fácil, na maioria das vezes, o desenvolvimento ou mesmo a aquisição e implantação de uma TI mais específica do que de um complexo sistema de gestão da produção ou de apoio à decisão.

### ***2.1.1 Impacto da TI nas empresas***

As novas tecnologias estão provocando uma significativa mudança na natureza do trabalho humano, na forma como os negócios são conduzidos, na rapidez como a riqueza é criada e na própria natureza do comércio e das empresas (TAPSCOTT, 1997).

Segundo Albertin (2000, p. 94), "o ambiente empresarial, tanto mundial quanto nacional, tem passado por inúmeras mudanças nos últimos anos, as quais têm sido diretamente relacionadas com a tecnologia de informação". A utilização da TI nas empresas resultará em uma maior produtividade e eficácia da organização.

No entanto, é preciso destacar que na implantação de uma TI tudo começa e termina com as pessoas e, portanto, o resultando depende, fundamentalmente, de seu comportamento em relação aos processos de implantação dos sistemas (SCHMITT, 2004).

Tapscott (1999) afirma que toda a estrutura da empresa pode ser modificada a partir da implantação da TI e à medida que novas tecnologias vão sendo introduzidas novas mudanças vão acontecendo na empresa. É, portanto, necessário para



acompanhar essas mudanças o desenvolvimento de competências como prática da área de recursos humanos.

Dado o impacto que a implantação de uma TI gera sobre os indivíduos e sobre os processos produtivos e administrativos é importante levar-se em conta a cultura da empresa. A manifestação maior ou menor de cada um dos aspectos da cultura da empresa implica no grau de aceitação e resistência dos indivíduos e das organizações às mudanças geradas pela TI (SANTOS JR *et al.*, 2005). A Figura 7 representa a interação entre esses elementos e a TI.

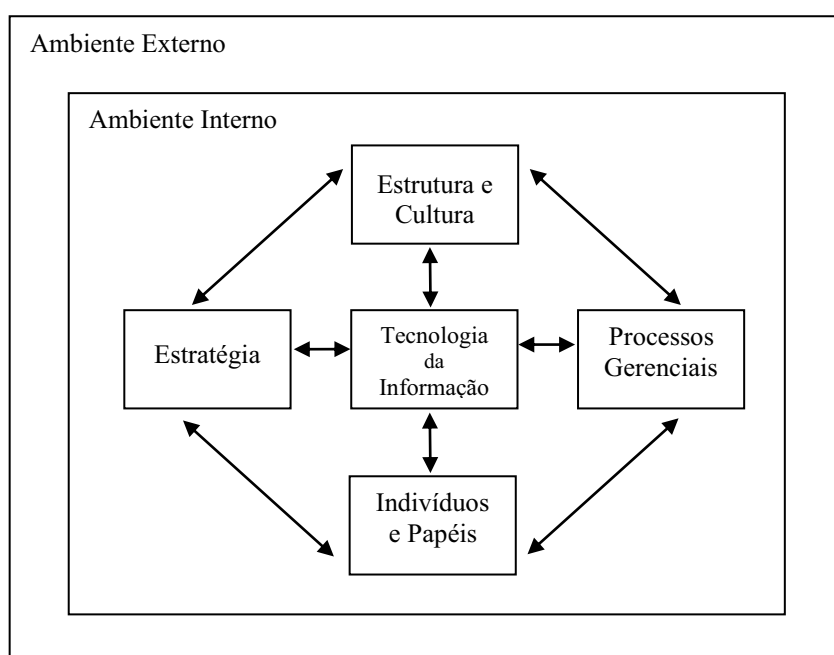


Figura 7: Ambientes e componentes de modelos de negócio  
Fonte: Albertin e Albertin, (2005a)

Laudon e Laudon (1999) e Ribeiro (2001) exemplificam a ocorrência de resistência por parte dos funcionários, quanto ao temor de possível controle e monitoramento.

Assim, é fundamental que para a implantação e a gestão da TI, seja feita a análise dos custos, dos benefícios a serem gerados, dos resultados esperados, da realidade econ mica, financeira e político-social da empresa, além das questões sócio-políticas que podem surgir decorrentes do impacto da TI implantada (MARTENS, 2001).

O impacto da TI pode mudar o ritmo do trabalho e alterar os limites de tempo e espaço do trabalho. Esse impacto pode ser visto como um incremento   flexibilidade organizacional. Com o uso adequado da TI, a organização pode aumentar sua

habilidade em dar respostas ao consumidor, competidores e meio ambiente em geral. A TI existe no contexto da organização: ela não opera isoladamente (LAUNDON; LAUNDON, 1999).

### ***2.1.2 Ligações entre as estratégias de negócios, organização e TI***

Martin *et al.* (1994) descreve que sistemas estratégicos de informação são um meio para implementação de estratégias que manipulam informações, transformando-as em conhecimento. O sistema permite também a comunicação da informação, transcendendo as fronteiras, focando os clientes, fornecedores e concorrentes. A estratégia pode ter um impacto abrangente sobre a empresa, mercado e indústria. Dessa forma, o sistema sustenta o processo de mudança organizacional e afirma "que a TI é importante por ser facilitadora destas transformações".

Observando os diversos trabalhos sobre a TI e organização, Laurindo (2000) pôde perceber que os seguintes pontos aparecem com maior frequência e com maior ênfase:

- Alinhamento estratégico entre a TI, o negócio e a organização;
- Busca de eficácia da TI e não somente de sua eficiência, na busca dos ganhos de produtividade e na competitividade do negócio;
- Necessidade de relacionamento intenso e próximo entre executivos de TI e do negócio;
- Critérios variados de avaliação conforme a aplicação da TI;
- Medidas de produtividade da TI ligadas às de produtividade do negócio;
- Gestão dinâmica como um “processo contínuo” e flexível da TI e de sua avaliação;
- Planejamento e uso de indicadores de desempenho que mostrem os ganhos advindos do uso da TI.

Alcântara e Silva (2001) apontam algumas características facilitadoras para a implementação bem sucedida de uma TI, a fim de construir alianças estratégicas entre empresas:

- Existência de aderência e de sinergia, estratégica e cultural, entre as empresas envolvidas;
- Dar um salto qualitativo em termos de estruturação de recursos humanos e investir em treinamento;
- Postura firme e definitiva da alta direção na incorporação dessas mudanças;
- Ter a expectativa de que haverá mudança no eixo de poder em algumas áreas da empresas e na distribuição de poder.

A TI cumpre papel significativo, ao ser utilizada como recurso para subsidiar a administração geral das firmas, quando:

- Fornece elementos para a definição de estratégias empresariais;
- Apoiar gestores no acompanhamento dos negócios;
- Promove maior rapidez na comunicação interna e com fornecedores e clientes;
- Agiliza tarefas burocráticas;
- Facilita a execução de atividades administrativas;
- Ajuda na gestão da produção (CAMPOS; TEIXEIRA, 2004).

Tapscott e Caston (1995) ressaltam que são necessárias mudanças nos processos organizacionais para que a tecnologia implantada traga efeitos positivos nos ambientes reestruturados em uma nova maneira de desempenho.

Campos e Teixeira (2004, p. 3) apontam que "a adoção de tecnologias, em particular dos sistemas de informação, se destaca como elemento integrador e útil para promover a reestruturação das organizações. Aplicações bem concebidas de TI permitiriam às empresas se tomarem mais planas com a eliminação de camadas gerenciais, onde a TI é um importante elemento na reestruturação não só de processos de negócios, mas de toda a empresa".

Para Cerri e Cazarini (2004) fica evidente, que Sistemas de Informação ou Tecnologias de Informação não devem ser tratadas isoladamente, isto é, sem que se busque atender aos negócios da organização. Qualquer tecnologia vista isoladamente, dificilmente poderá proporcionar vantagens competitivas. O alinhamento entre a

estratégia de TI e a estratégia de negócios deve existir e ser constantemente analisado e adaptado às mudanças do mercado, da organização e das tecnologias.

### ***2.1.3 Maturidade como avaliação da integração da TI com a estratégia de negócios***

A TI é vista como uma das maiores e mais poderosas influências no planejamento das organizações. As diretrizes fundamentais da mudança são tecnológicas e irreversíveis. As modernas tecnologias de informação e de comunicação permitem melhorar a qualidade de vários aspectos de negócio. Além disso, as mudanças em um setor são consideradas de grande influência na situação atual e tendências para a utilização de TI nos demais setores (ALBERTIN, 2001b).

No estudo de fatores críticos de sucesso da administração de TI, as organizações brasileiras têm utilizado largamente a TI para interligar suas várias áreas, fornecedores e clientes, processar um número muito grande de transações e atender a uma quantidade de clientes de forma rápida, segura e, muitas vezes, personalizada (ALBERTIN, 1999).

Morton (1991) apresenta o estudo sobre TI e a administração, em que considera duas premissas básicas:

- O ambiente de negócio é e continuará turbulento; e
- A TI continuará sua rápida evolução pelo menos durante as próximas décadas.

É, portanto, inegável que a TI pode ser considerada como uma ferramenta, ou conjunto de ferramentas, que altera as operações da empresa bem como seus produtos e serviços e, principalmente, o relacionamento com fornecedores, clientes, mercados e concorrentes.

Para Albertin (2001b), a organização precisa saber onde quer chegar e como o fará, para poder estabelecer suas prioridades e decidir, entre outras coisas, que TIs serão importantes para isso. Por outro lado, a área de TI precisa entender de tecnologia e do negócio da organização para poder sugerir sua aplicabilidade, tanto para a operacionalização como para a estratégia competitiva da organização. Assim como a

alta gerência e demais áreas organizacionais precisam ter conhecimento da TI para entender e aproveitar a sua potencialidade.

Graeml (2003) sugere que para avaliar a relação da TI com os negócios seja utilizado o CMMI (*Capability Mature Model Integration*) elaborado pela SEI (*Software Engineering Institute*).

O CMMI foi desenvolvido pelo *Software Engineering Institute* (SEI), com base nas melhores práticas observadas nas organizações de desenvolvimento bem-sucedido. Esta capacidade, realizada em termos de maturidade organizacional, resulta em melhor produtividade e qualidade, e possibilita reduzir riscos do projeto. Cada nível é dividido em um número de áreas de processo, que identifica um conjunto de atividades relacionadas consideradas importantes, para estabelecer a capacidade do processo e em que nível de maturidade.

No modelo CMMI, (2006) utilizam-se níveis para descrever um processo evolutivo recomendado para a organização, que deseja melhorar os processos utilizados para desenvolver e manter seus produtos e serviços. Os níveis também podem resultar de classificações obtidas por meio de avaliações realizadas em organizações compreendendo a empresa toda, ou grupos menores, tais como um grupo de projetos ou uma divisão de uma empresa.

Os níveis caracterizam melhorias em relação a um estado, em que processos estão pouco definidos em direção a outro, estado que utilize informações quantitativas que determinam e gerenciam melhorias necessárias para satisfazer aos objetivos estratégicos da organização. Para alcançar um determinado nível, uma organização deve satisfazer todas as metas estabelecidas e que estão associadas à área de processo ou ao conjunto de áreas de processo que constituem o alvo para melhoria.

O modelo CMMI (2006) estabelece que um nível de maturidade de uma organização é:

1. Composto por práticas específicas e genéricas relacionadas a um conjunto predefinido de áreas de processo que melhoram o desempenho global da organização.
2. Uma indicação do desempenho da organização em uma determinada disciplina ou conjunto de disciplinas. A experiência mostra que as

organizações têm seu melhor desempenho quando focam os esforços de melhoria de processo em um número gerenciável de áreas de processo em um dado momento, e que essas áreas requerem sofisticação crescente à medida que a organização melhora.

3. Um platô evolutivo definido para melhoria de processo da organização. Cada nível de maturidade representa o amadurecimento de um importante subconjunto dos processos da organização, preparando-os para alcançar o próximo nível de maturidade.

Os níveis de maturidade são medidos pelo cumprimento das metas específicas e genéricas relacionadas a cada conjunto predefinido de áreas de processo.

Existem 5(cinco) níveis de maturidade. Cada camada representa a base para as atividades de melhoria contínua de processo. Os níveis têm a seguinte denominação (CMMI, 2006):

1. Inicial
2. Gerenciado
3. Definido
4. Gerenciado Quantitativamente
5. Em Otimização.

A seguir são apresentadas definições de cada nível:

Nível 1 do modelo simboliza que as organizações operam dentro de um ambiente instável, e que necessitam de boas práticas de gestão. Normas e práticas existentes são muitas vezes sacrificadas em favor de outras prioridades de gestão. A capacidade do processo é imprevisível, com cronogramas não cumpridos, custos descontrolados e metas de qualidade não atingidas. A organização nível 1 pode, inconscientemente, fazer algumas práticas esperadas em níveis mais altos de maturidade, mas não conseguem obter resultados reprodutíveis, mesmo que sejam percebidos como eficazes.

Nível 2 do modelo aponta que as políticas para o gerenciamento de um projeto de software e procedimentos para implementar essas políticas estão estabelecidas. Compromissos realistas do projeto são feitos com base em resultados de projetos

anteriores e os requisitos específicos do projeto atual. Quando os problemas são identificados, as ações corretivas apropriadas são tomadas. Fortes relações cliente-fornecedor são desenvolvidas e gerenciadas. De uma perspectiva organizacional, os projetos são autorizados a ter os seus próprios processos únicos.

Nível 3, um conjunto padrão de processos de desenvolvimento e manutenção de processos é documentado e utilizado por toda a organização. Este processo integra, de forma coerente, os padrões de engenharia de software e os processos de gestão. Um grupo de pessoas dentro da organização passa a ser responsável pelas atividades do processo. Um programa de treinamento para toda a organização é implementado para assegurar que os funcionários e os gestores tenham o conhecimento e as habilidades necessárias ao cumprimento das funções atribuídas.

Nível 4, a organização estabelece metas quantitativas de qualidade para os produtos e processos. Produtividade e qualidade são medidas para as atividades do processo em todos os projetos como parte de um programa de avaliação organizacional. Um banco de dados é usado para coletar e analisar os dados disponíveis dos processos dos projetos definidos. Projetos para gerenciar o controle sobre produtos e processos são desenvolvidos, a fim de diminuir a variação em seu desempenho do processo e ficar dentro dos limites quantitativos aceitáveis.

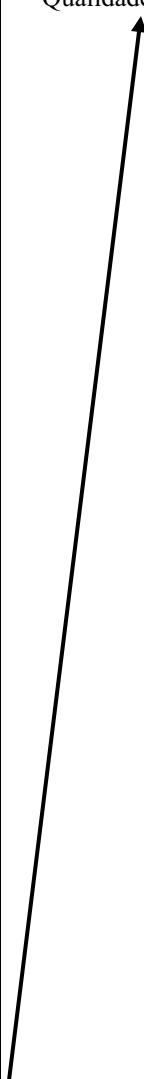
Nível 5 tem seu foco estabelecido na melhoria contínua do processo. Os objetivos de melhoria são estabelecidos e continuamente medidos e revisados. Os avanços tecnológicos são sistematicamente descobertos, analisados e aplicados, e a melhoria contínua do processo é formalizada. O Quadro 2 apresenta o modelo CMMI., com níveis, focos e áreas de processo.

Para garantir eficiência na empresa, os objetivos das unidades devem ser compatíveis com seus objetivos gerais. A integração interna é uma ferramenta eficiente para ajudar a fazer com que os objetivos da empresa se sobreponham aos interesses dos departamentos e contribuir para sua competitividade no mercado.

Essa integração significa a habilidade de comunicação, planejamento, formulação da estratégia e coordenação da produção entre os departamentos e unidades funcionais da empresa. E essa integração pode ser facilitada pela utilização da TI.

Assim, a área de TI e as áreas de negócio precisam procurar envolver as pessoas certas para as tarefas conjuntas, buscando a maior colaboração e integração possível, de maneira a aumentar a eficácia e eficiência da empresa.

Quadro 2 – Modelo CMMI com níveis de maturidade

Nível de Maturidade	Foco	Áreas de Processo	Qualidade
5 - Em Otimização	– Melhoria contínua do processo	– Inovação Organizacional – Análise e resolução das causas	
4 – Gerenciado quantitativamente	– Gestão quantitativa do processo	– Desempenho dos processos organizacionais – Gestão quantitativa dos projetos	
3 – Definido	– Padronização do processo	– Desenvolvimento de requisitos – Soluções técnicas – Integração de produtos – Verificação – Validação – Foco no processo organizacional – Definição dos processos organizacionais – Treinamento organizacional – Gestão integrada de projetos – Gestão de riscos – Gestão integrada de suprimento – Formação de equipes – Análise de decisão – Ambiente organizacional voltado à integração	
2 - Gerenciado	– Gestão básica do projeto	– Gestão de requisitos – Planejamento do projeto – Monitoramento e controle do projeto – Gestão de acordo com o fornecedor – Medição e análise – Garantia da qualidade do processo e do produto – Gestão da configuração	
1 - Inicial	-	-	

Fonte: CMMI (2006)

#### 2.1.4 A integração da TI com a área de recursos humanos

Segundo Power (2004), há uma clara ligação estabelecida entre a administração de recursos humanos e a implementação da TI. Porém, mostra-se que há evidências



para sugerir que o desenvolvimento de uma cultura participativa com o envolvimento das pessoas será mais efetivo que o investimento em programas de treinamento.

Não há dúvidas do impacto positivo da TI no desempenho financeiro da empresa bem como a geração de uma fonte intangível de vantagem competitiva. A impressão geral é que as organizações que têm os maiores benefícios do uso das TI's serão aquelas que não só usam e dominam a tecnologia, mas também envolvem, entendem e alavancam seu potencial de recursos humanos (POWER, 2004).

Cada vez mais será exigido que o profissional de TI tenha visão de negócio, bem como tenha domínio de ferramentas de gestão. Capacidade técnica no uso de softwares ou em programação não são suficientes para que se obtenha todo potencial da TI. Esse aspecto tem sido destacado e tornam mais exigentes as qualificações que se pedem para os profissionais de TI. Os executivos do negócio, cada vez mais, necessitam de uma visão de como a TI pode impactar o negócio em sua operação e estratégia, tornando-se fundamental que profissionais de TI e de negócio sentem-se à mesma mesa e falem linguagens mutuamente compreensíveis (LAURINDO, 2000).

As inovações tecnológicas estão reduzindo o tempo, modificando os processos e sua capacidade, agilizando os fluxos de informação bem como sua forma, alterando a organização e reorganizando os postos de trabalho, impondo ao trabalhador o desenvolvimento de novas capacidades e modificando o seu comportamento quanto aos aspectos sociais do trabalho e relações profissionais (KLING, 1999).

Assim, ao invés de somente focalizar as capacidades da TI, os responsáveis pela sua implantação, seriam mais bem sucedidos se prestassem melhor atenção às capacidades das pessoas existentes dentro de suas organizações, e em dar prioridade no envolvimento dessas nos projetos de TI. Isso significa que o foco de estratégias para implementação e uso de TI, assim como os planos para investimento, precisam, no mínimo, levar em conta a importância das interações entre as pessoas.

Vários estudos sugerem que a implementação bem sucedida de uma TI requer uma série de procedimentos e providências além da sua adoção e uso. Em particular, a necessidade para reprojeter processos empresariais e a exigência de se reavaliar o estilo de administração para apoiar e facilitar essa implantação, devem ser realçados.

Segundo Power (2004), um relatório do *Boston Consulting Group* de 2001 mostra essa exigência e a expressa no sentido de administrar as pessoas para apoiar o uso da TI. O sucesso da estratégia de TI de uma companhia aumenta ou diminui na medida de sua habilidade em se organizar de maneira apropriada, adquirindo uma estrutura adequada, ou seja, uma estrutura organizacional com a TI, ligada com o negócio principal da empresa é importante, mas a infraestrutura adequada de pessoas, a disposição para mudança, a cultura empreendedora, e a melhoria dos processos podem ser muito mais. Vários aspectos específicos dessa infraestrutura foram identificados como fatores potencialmente importantes, em recente pesquisa de estudo de caso feita na Austrália. Esses têm incluído:

- Treinamento em informática e conhecimento das tecnologias (Sohal *et al.*, in Power, 2004);
- A importância de envolvimento e comprometimento da alta gerência (Sohal *et al.*, Power, 2004);
- Níveis altos de envolvimento de empregado na implementação da TI (Power, 2004);
- Cultura organizacional aberta (em termos de comunicação), encorajadora da participação e caracterizada por uma convicção de compromisso para a mudança (Sohal *et al.*, in Power, 2004).

Se a reestruturação intensa dos processos organizacionais é condição necessária para a implementação de sucesso das TI's, também seria razoável esperar que tal reestruturação seja apoiada por políticas estratégicas apropriadas de administração de recursos humanos. É possível afirmar então que, para que as organizações possam extrair o máximo benefício do uso da TI, a administração das pessoas torna-se crítica.

A alta administração precisa acreditar na necessidade do sistema de informação e estar determinada a garantir sua implantação. O profissional responsável pela implantação da TI deve possuir os argumentos e práticas necessários para sensibilizar a alta administração, convencendo-a de que os benefícios resultantes da implantação da TI superam os esforços necessários para atingi-los. Se a alta administração não estiver plenamente convencida da absoluta necessidade de implantação do sistema de

informação, além dos benefícios gerados para o negócio, a probabilidade de fracasso é grande, pois sua atuação é fundamental, não só no financiamento do projeto, como também no gerenciamento das mudanças nos processos, na estrutura e na cultura da organização, que normalmente acompanham a implantação da TI (GRAEML, 2003).

No campo das competências individuais Fleury; Fleury (2000); Sveiby, (1998); Ubeda, (2003); Zarifian, (2001) contribuem definindo-a como um conjunto de conhecimento, habilidades e atitudes, relacionados ao saberes da ação, comunicação, aprendizado, mobilização, responsabilidade (inclusive social) e da visão estratégica da empresa, sendo ainda capaz de transmitir e dividir conhecimentos e experiências, sendo justo e preocupado em formar uma rede social que amplie a competência organizacional.

Para Silva (2002) a competência seria mais bem interpretada como um híbrido, envolvendo um sistema de coisas e um sistema de sentidos. Nessa mesma direção, Hamel e Prahalad (1990), afirmam que competência é um conjunto de habilidades e tecnologias, e não uma única habilidade e tecnologias isoladas, que permitem a uma empresa oferecer um determinado benefício.

A partir dessas considerações, pode-se dizer que competência organizacional seria um conjunto de capacidades, constituídas de rotinas e sistemas, que, no contexto de determinada cultura organizacional, são geridas com o objetivo tanto de concretizar a visão organizacional quanto de garantir a sustentação e distinção da organização junto ao mercado (SILVA, 2002).

Complementando essa ideia, Ubeda (2003) reafirma que competência essencial é a soma do aprendizado de todo o conjunto de habilidades e competências individuais nos processos decisórios da organização. Constituiu uma fonte de vantagem competitiva e, por ser única, tem valor percebido pelo cliente e difícil de ser copiada pela concorrência.

A organização deve buscar a integração das competências individuais (cultura e aprendizado organizacionais, equipes) e organizacionais (entre áreas RH, TI, Produção), com a implantação da TI, de maneira a alinhar tais competências às competências essenciais da empresa (Negócios).

Na prática, administrar o capital humano – que diferentemente do recurso humano, tem valor intrínseco – como um recurso competitivo, com vistas a formação de competências, requererá mudanças em muitas práticas e processos de RH. Usar um programa de gerenciamento de RH/TI é um exemplo de como o RH está se adaptando para afetar a linha de fundo diretamente. O pessoal especializado em RH/TI alinha o capital humano mais de perto das metas empresariais. Embora muito já tenha sido escrito sobre as relações dos negócios da empresa com o capital humano (recrutamento, recursos e administração de desempenho) a maioria das organizações ainda não integra esses processos. Um programa de gerenciamento de RH/TI pode ajudar organizações a superar uma abertura grande entre saber e fazer quando vier a implementar práticas de administração de capital humano (SCHAFER, 2005).

Segundo Mendes e Escrivão Filho (2002), o sucesso da implantação de TI também está relacionado com os profissionais envolvidos, que além da competência técnica devem reunir bons conhecimentos do negócio. O gerente de implantação da TI deve acompanhar os prazos, auxiliar na definição do escopo das modificações e não perder o foco do projeto. Os funcionários envolvidos devem ter bom conhecimento da empresa e das modificações que estão sendo introduzidas.

Uma firma de consultoria e pesquisa, especializada em ajudar empresas a usar a TI mais efetivamente, mostra que o número de organizações que utilizam especialistas de RH – às vezes chamados de gerente de programa RH/TI – está crescendo continuamente. Antes de 2005, quase 50% de organizações de TI teriam um especialista na área de RH (SCHAFER, 2005).

Mendes e Escrivão (2002) apontam em sua pesquisa que, na implantação do ERP, a dificuldade mais citada é a resistência dos funcionários. Apresenta como uma das barreiras à implantação a resistência dos funcionários às mudanças na rotina do trabalho em função da introdução do sistema, a resistência da alta administração e dos funcionários mais antigos por falta de conhecimentos básicos em informática, funcionários sem qualificação técnica para dar suporte e utilizar o sistema e, finalmente, falta de confiabilidade nas informações extraídas do sistema.

Segundo Hehn (1999), a resistência à implantação de mudanças numa organização está baseada na perda de aspectos materiais tais como emprego,

remuneração e premiação, e não materiais com autoestima, prestígio, reconhecimento, liberdade, poder, entre outros. Argumenta, ainda, que as organizações, bem como as pessoas, dirigem seu foco de atenção, num primeiro momento aos aspectos materiais, deixando os não materiais, que são os mais importantes numa implantação. Além de mais significativos, os ganhos e perdas não materiais são mais complexos, difíceis de serem constatados, mensurados e trabalhados.

A adoção de uma estratégia de TI apresenta demandas específicas com relação a gestão de recursos humanos. O desempenho das pessoas tem sido avaliado mais diretamente pelo resultado obtido do que pelo controle simples de sua presença.

A TI tem sido utilizada para melhorar os negócios da empresa, aumentar sua eficácia e procurar torná-la mais competitiva. Com as mudanças geradas pela TI, as organizações precisam de práticas e políticas de recursos humanos ligadas estrategicamente aos negócios da empresa e precisam estar preparadas para formar as competências necessárias à integração das estratégias de negócios, de TI e da organização.

Santos (1998, p. 91) apresenta as seguintes afirmações como nova postura estratégica de gestão de recursos humanos voltados para a criação de novas vantagens competitivas para os negócios:

- As estratégias de recursos humanos envolvem uma tentativa de estabelecer uma relação direta entre prioridades estratégicas e os processos organizacionais que produzirão os comportamentos necessários para a sua consecução. Portanto, as estratégias de recursos humanos devem estar integradas com a estratégia empresarial no sentido de serem mutuamente apoiadoras;
- Conseguir vantagem competitiva por meio das pessoas envolve, fundamentalmente, a alteração de nossa maneira de pensar sobre a força de trabalho e a relação empregatícia. Significa conseguir êxito trabalhando com pessoas, não substituindo-as ou limitando o escopo de suas atividades. Vincula ver a força de trabalho como fonte de vantagem estratégica, não apenas como custo a ser minimizado ou evitado;
- A área de recursos humanos deve tomar a iniciativa de identificar as questões relacionadas às pessoas e lutar por sua consideração no planejamento de negócios corporativos (SANTOS, 1998).

Nesse sentido, a implantação de sistemas de gestão empresarial, cujo objetivo é a gestão dos recursos de uma empresa de forma eficiente e integrada, assume um papel fundamental. Hoje, um dos principais desafios dos executivos é a busca por ferramentas e metodologias capazes de auxiliá-los no processo de tomada de decisão

para o alcance das suas metas: individuais, departamentais e empresariais (SCHMITT, 2004).

Chang Jr (2001) mostra a importância do comprometimento dos empregados com os objetivos organizacionais que deve estar evidenciado em função do novo paradigma de produção industrial: a automação industrial. Coloca ainda que nas novas técnicas emergentes da automação integrada flexível, que tem na diversificação um fator de vantagem competitiva e de captura de novos mercados, os recursos humanos ao invés de alienados e despreparados, exigem um quadro de empregados qualificados e comprometidos para participarem ativamente do processo produtivo. Aponta ainda, três fatores que auxiliam no funcionamento das organizações:

- As pessoas devem ser induzidas a entrar e a permanecer no sistema;
- Devem desempenhar seus papéis específicos de maneira confiável;
- Ser inovadoras e atuar espontaneamente, além das prescrições do seu papel.

Na medida em que as organizações crescem e se desenvolvem, suas necessidades de recursos humanos se modificam e, para que sejam eficientes, é necessário que cresçam junto com a organização. Simultaneamente, os componentes internos dos programas de gestão de recursos humanos, os sistemas e as práticas, precisam ser eficientemente organizados para que forneçam suporte uns aos outros.

Para se obter vantagem competitiva, com base em investimentos em TI, é preciso que os gerentes de informática e de negócios adquiram competências para:

- entender onde e de que forma a TI proporciona a capacidade de mudar a dinâmica da concorrência em um mercado;
- detectar possíveis opções de sucesso;
- não se atrelarem a ideias de projetos mirabolantes;
- entender os fatores que podem tornar sustentável uma vantagem competitiva baseada em TI;
- saber avaliar se a TI deve ser utilizada como parte de uma iniciativa de negócio maior ou para servir como infraestrutura para iniciativas futuras.

Essas competências são exigidas para todos aqueles que estão envolvidos no processo de implantação da TI, independente do nível de atuação, de maneira a disseminá-la e distribuí-la por toda as áreas da empresa.

## ***2.2 Tecnologias da informação aplicadas na gestão da produção e na manufatura***

Desde a revolução industrial, a tecnologia vem transformando continuamente os padrões de produção e o cotidiano das empresas. Em contraste ao sistema artesanal de manufatura, e dentro dos mais avançados sistemas flexíveis de manufatura do final dos anos 1990, pessoas estão cada vez mais ausentes da área de produção, onde as máquinas executam complexos procedimentos sob o controle de computadores. Operadores manipulam estações de trabalho, usam métodos científicos de observação, experimentação e análise de dados. Métodos de produção podem ser, de forma precisa, descritos, testados e incorporados por softwares. Métodos e conhecimentos gerais podem ser transferidos para outros locais, com pouco esforço e com comunicação face a face. Esta é, segundo Bohn (2005), a manufatura como ciência.

Em um estudo evolutivo do controle de processo, Jaikumar (2005) aponta seis estágios de evolução, do qual podemos extrair as características de cada época conforme mostra o Quadro 3.

Soares *et al.* (2000) e Caetano *et al.* (1999) apontam que dentro do processo de desenvolvimento da tecnologia, o monitoramento da produção ainda é muito deficiente. Dados relativos à produção ainda são coletados de forma manual e não representam a realidade do chão de fábrica. Esses dados são inseridos no sistema ERP e muitas vezes podem gerar informações irreais que são usadas para tomar decisões. A falta de informações confiáveis vindas do chão de fábrica gera uma visão distante da realidade. Para Kul'ga e Fanov (2008), implantar sistemas que geram informações reais e confiáveis, com base em informações precisas sobre os processos de fabricação, dentro dos prazos estabelecidos, pode fornecer um diferencial competitivo para a empresa manufatureira.

Quadro 3 - Características dos estágios evolutivos da manufatura – Épocas da manufatura  
 Fonte: Adaptado de Jaikumar (2005).

<b>Épocas da Manufatura</b>	<b>Época (cerca de)</b>	<b>Competências necessárias dos operários</b>	<b>Foco do processo</b>	<b>Foco do controle</b>	<b>Controle do trabalho</b>	<b>Mudança organizacional</b>	<b>Instrumento de controle</b>
<b>Estágio evolutivo Artesanal</b>	1500	Manuais	-	-	-	-	-
<b>Sistema Inglês de Manufatura</b>	1800	Mecânicas	Acurácia	Funcionalidade do produto	Inspeção do trabalho	Dissolução das corporações de ofício	Micrometro
<b>Sistema Americano de Manufatura</b>	1830	Repetitivas	Precisão (repetibilidade das máquinas)	Conformidade do produto	Controle rigoroso do trabalho	Separação da Staff-linha	Critério sim/não
<b>Sistema Taylorista</b>	1900	Repetitivas	Precisão (repetibilidade dos processos)	Conformidade do processo	Liberdade do trabalho/rigor nas contingências	Especialização funcional	Cronometro
<b>Controle Estatístico do Processo</b>	1950	Diagnóstico	Precisão Estabilidade ao longo do tempo	Capacidade do processo	Liberdade na supervisão das contingências	Equipes de solução de problemas	Gráfico de controle
<b>Controle Numérico</b>	1965	Experimental	Adaptabilidade	Integração produto-processo	Sem supervisão do trabalho	Células de controle	Critério eletrônico
<b>CIM/FMS</b>	1985	Aprendizagem, generalidade abstração	Versatilidade	Processo inteligente	Sem supervisão do trabalho	Programas produto/processo	Estações de Trabalho profissionais



Há vantagens inúmeras na automatização industrial. Os investimentos em automação resultaram na melhora da produtividade e da qualidade nos processos e produtos, bem como em toda a organização e geraram benefícios à empresa.

Vários sistemas compõem a automação do chão de fábrica, entre eles podemos citar:

- Sistemas operacionais SCADA
- Sistemas automáticos em controle de processos (PC)
- Controlador Lógico Programável (PLC)
- Centro de controle de máquinas e motores
- Painéis de controle
- Sensores

Como vimos anteriormente, a produção pode ser dividida em níveis ou camadas. Na primeira camada estão os equipamentos industriais com motores, sensores e leitores de código de barras, que geralmente estão conectados a um Controlador Lógico Programável (CLP).

Esses controladores são capazes de gerenciar o acionamento dos componentes de primeira camada, que são ligados em placas de entrada e saída de hardwares. O CLP pode receber ou enviar informações do processo, através de sinais, classificados como sinais digitais ou sinais analógicos e enviá-los aos sistemas existentes na segunda camada.

Nesse nível estão os Sistemas de Supervisão, ou SCADA, que permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações do processo produtivo de uma planta, sendo essas informações coletadas através de dispositivos de aquisição de dados.

Em muitos casos, as informações coletadas são digitadas manualmente no sistema ERP, podendo nessa fase haver erros ou dados não confiáveis.

Os sistemas ERP (*enterprise resource planning*) são definidos por Souza (2000) "como sistemas de informação integrados, adquiridos na forma de um pacote de software comercial, com a finalidade de dar suporte à maioria das operações de uma empresa". Os sistemas são divididos em módulos que se comunicam e atualizam uma mesma base de dados central, de modo que informações alimentadas em um módulo

sejam instantaneamente disponibilizadas para os demais módulos que delas dependam. Cao e Dowlatshahi (2005) completam que as aplicações dos sistemas ERP e de comunicações permitem que a manufatura fique mais agil, para conseguir redução de tempo e melhoria da qualidade na concepção e desenvolvimento de produtos.

Para Padilha e Marins (2005), estes sistemas, também chamados de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, controlam e fornecem suporte aos processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. Todas as transações realizadas pela empresa devem ser registradas para que as consultas extraídas do sistema possam refletir, o máximo possível, a realidade. O ERP pode ser considerado um sistema integrado, que possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa, sob uma única base de dados.

Na implantação de um sistema ERP, a customização é um dos requisitos que a empresa precisa realizar bem como definir as funcionalidades disponíveis no sistema. Segundo Borges *et al.* (2008), na maioria das vezes, os processos de negócio das empresas precisam ser redefinidos para que seus requisitos se aproximem das funcionalidades do sistema. Então, a primeira medida de customização é a seleção dos módulos que serão instalados. A característica modular permite que cada empresa utilize somente os módulos que necessite e possibilita que módulos adicionais sejam agregados com o tempo. Em seguida, para cada módulo, são feitos ajustes nas tabelas de configuração para que o sistema se adapte da melhor forma possível aos novos processos de negócio. Mesmo com a customização, a solução pode não atender a alguns requisitos específicos das empresas, precisando utilizar outros sistemas complementares.

Completa ainda "que por esse motivo, a decisão de implantação de um sistema ERP só deve ser tomada após uma análise detalhada dos processos da empresa e das funcionalidades dos sistemas ERP". Assim, é muito importante que as empresas considerem, desde o início da implantação, os impactos que a redefinição dos processos e a introdução do sistema terão na estrutura, cultura e estratégia da organização (BORGES *et al.*,2008).

Sobre as dificuldades de se ter uma solução para atender alguns requisitos próprios da empresa, Francischini e Laugeni (1999) já concluía que, quanto a atuação

do ERP na manufatura, este tem tratado a manufatura como os sistemas de MRP II, não acrescentando muito ao sistema. Com relação ao tratamento do controle do chão de fábrica, ERP parece tratar as ordens de fabricação como também eram tratadas pelos MRP II e, em alguns casos, resumindo-se ao MRP ou a um sistema de planejamento de capacidade de recursos.

O ERP é eficiente até o processo de planejamento de produção, porém, quando a programação de produção é necessária, torna-se incapaz para considerar todos os aspectos específicos da manufatura e seu acompanhamento.

Nesse sentido, Choi e Kim (2002) escrevem que os sistemas ERP ganharam uma popularidade explosiva entre os empreendimentos industriais no mundo. No entanto, por natureza, o sistema ERP não é satisfatório para controlar o dia a dia das operações do chão de fábrica, e para este propósito surge o MES, no final dos anos noventa.

Para Bartholomew (2002), o ERP tem sido criticado em algumas publicações por não atingir os resultados esperados na área produtiva. Muitas empresas manufatureiras tem encontrado caminhos para estender os benefícios do ERP como um sistema para distribuir dados em todas as direções pela empresa. Em alguns casos, o sistema ERP foi instalado sem interfaces suficientes para o chão de fábrica e em outros não foi provido de adequado sistema de informação às áreas de vendas, planejamento e outros níveis e áreas da empresa. Isto está mudando, com mais empresas instalando o MES em seu chão de fábrica, como um sistema de informação, de maneira a estender os benefícios do ERP. Da mesma forma, Kletti (2007) diz que o ERP não suporta a hierarquização e separação entre os níveis de automação existente em um sistema de produção. Completa que os ciclos de controle promovidos pelo ERP são mais longos no processo de mudança, enquanto o planejamento da produção precisa de ciclos de controle menores, da ordem de alguns minutos.

Segundo Katz (2005), a confiabilidade tem sido a questão do momento para empresas de manufatura. Porém, a realidade é que empresas de manufatura tem realizado investimentos para alocar recursos e tempo para localizar, monitorar e registrar dados no nível da fabricação. Para ganhar essa transparência de dados nas operações do chão de fábrica vem sendo implantado o MES. O MES é projetado para unir os dados no nível de operações com o ERP. Dessa forma, as empresas de

manufatura podem eliminar a demorada e pouco confiável informação baseada em papel. EM 2006, a *Industry Directions Inc.* mostra que um terço das 21 empresas de dispositivos médicos dos EUA utilizavam o sistema MES com o intuito de rastrear e identificar produtos, para melhorar a confiabilidade. Censo feito em 2006, em 766 empresas manufatureiras dos EUA, mostrou que 8.9% delas estão usando o MES.

Em outro trabalho, Katz (2006) dizia que, embora a medição de indicadores no chão de fábrica seja fundamental para saber como está seu desempenho financeiro, poucos fabricantes têm se preocupado em ligar a manufatura com áreas funcionais da empresa.

Um estudo da *Manufacturing Enterprise Solution Association* – MESA, mostra que somente 3% de 135 empresas manufatureiras responderam ter sistemas de medição de desempenho operacional ligados ao sistema de gestão empresarial. Isto significa que a maioria das companhias não estão obtendo informações precisas de sua produção.

Completando a pesquisa, o autor informa que um entre três respondentes planejam adquirir painéis de controle e 29% pretendem implantar sistemas MES.

Para uma companhia manufatureira tradicional, os investimentos em sistemas como ERP têm sido cada vez mais comuns, no sentido de se tornar mais competitiva. Choi e Kim (2002) mostram que os valores de investimentos para um FMS típico girava em torno de US\$5 a US\$10 milhões e que para um sistema de ERP típico custava aproximadamente US\$3 a US\$5 milhões. Assim, para uma companhia que tenha investido em um sistema FMS e ERP, é essencial que tenha um sistema MES para conectá-los de maneira a aumentar o desempenho da manufatura.

### ***2.3 Manufacturing Execution System – MES e seu papel como TI integradora***

Segundo Hayes e Wheelright, (1984), as empresas manufatureiras estabelecem suas estratégias de negócios baseados em uma estrutura hierárquica a partir da estratégia empresarial. A estratégia operacional surge da necessidade de atender as estratégias funcionais que, no caso da manufatura, geram prioridades competitivas para fazer frente às necessidades do mercado (SANTOS, 1999a).

Segundo Porter (1991), a estrutura de um setor produtivo está incorporada nas cinco forças competitivas que determinam, em conjunto, a rentabilidade desse setor: o poder de negociação dos compradores, o poder de negociação dos fornecedores, a ameaça de surgimento de novos concorrentes, a ameaça de produtos substitutos e a rivalidade entre os atuais concorrentes. A TI pode ser capaz de alterar cada uma dessas cinco forças e também a lucratividade do setor.

Porter (1991) sugere que, durante o planejamento estratégico, as empresas reflitam quais são os mais importantes atores do mercado: clientes, fornecedores, concorrentes ou novos entrantes. Propõe, ainda, que a análise das forças competitivas permite que as TIs sejam avaliadas de acordo com sua contribuição para o aumento do poder da empresa, pela neutralização ou enfraquecimento das forças do mercado (Figura 8). As partir das mudanças inevitáveis no novo contexto global, é importante prestar atenção especial aos produtos substitutos que, normalmente, não precisam enfrentar as barreiras aos entrantes potenciais, ou pelo menos, encontram barreiras enfraquecidas, e só são percebidos quando já estão fortes o suficiente para suportar qualquer tentativa de retaliação pelos concorrentes estabelecidos (GRAEML, 2003).

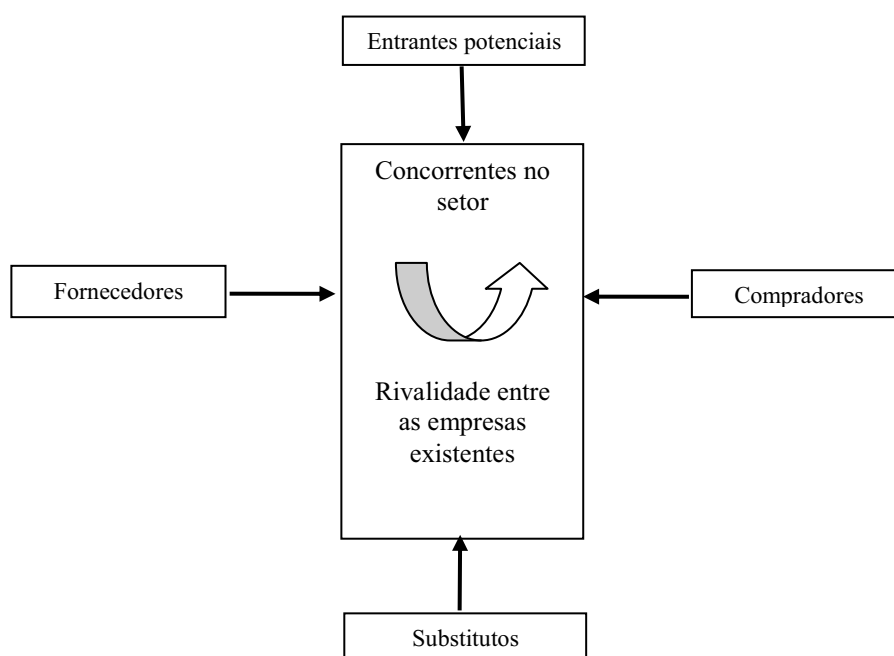


Figura 8: Agentes de pressão competitiva  
Fonte: Porter (1991) in Graeml (2003)

Porter (1991) mostra ainda que a TI afeta a concorrência no mercado de três formas distintas. Assim, a TI pode:

- Alterar a estrutura de um setor criando barreiras a entrantes, alterando o equilíbrio de forças entre fornecedores e clientes ou introduzindo novos produtos substitutos;
- Criar uma vantagem competitiva para uma empresa, que pode ser relativamente sustentável, tendo em vista o custo e o tempo necessários para o desenvolvimento de um sistema de informações estratégico;
- Possibilitar novos negócios ou mercados.

Cada uma dessas áreas estratégicas da empresa se cercaram de TIs para melhorar sua eficiência e, assim, atingir seus objetivos propostos. A principal característica dessas tecnologias de informação é dar suporte ao cumprimento dos objetivos das áreas funcionais. Assim como o CAD, CAM, CAE, EDI surgem para alavancar as dimensões competitivas da manufatura, o ERP vem prover a gestão da estratégia empresarial.

A Figura 9 mostra a estrutura das estratégias da empresa e a área de atuação das várias TIs utilizadas. Aquelas utilizadas na manufatura chegam a atingir as áreas funcionais da empresa, como a manufatura, mas não alcançam a área da alta gestão. Da mesma forma ocorre com a TI de gestão empresarial que atua até nas áreas funcionais da empresa mas não chega até a manufatura. O sistema MES preenche essa lacuna existente e integra as TIs do chão de fábrica à gestão da empresa, envolvendo todas as áreas funcionais.

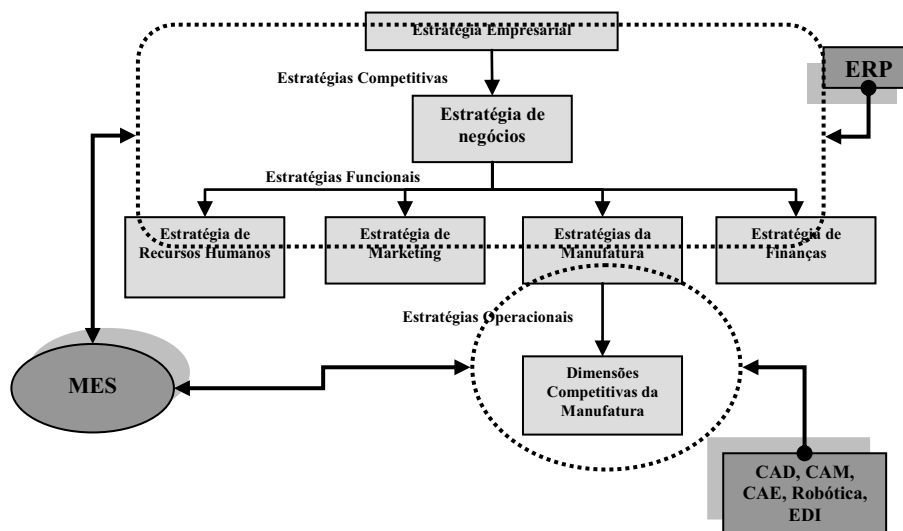


Figura 9 - Integração das estratégias de gestão empresarial com as dimensões da manufatura a partir dos sistemas de TI e do MES

Fonte: Adaptado de Hayes e Wheelright, (1984) e de Santos (1999)

Kall (1999) define MES – Manufacturing Execution System, como uma camada funcional informatizada que integra o ERP e o sistema de controle de chão de fábrica de maneira a gerar para a gestão da produção um planejamento de manufatura real e realizável. A Figura 10 mostra uma implementação típica, onde o MES preenche a lacuna entre o Sistema ERP e os sistemas automatizados do chão de fábrica. O tempo de processamento e de envio das informações é multiplicado por dez em cada camada. O MES processa informações dez vezes mais rápido que as camadas anteriores e, comparativamente, o ERP é 100 vezes mais.

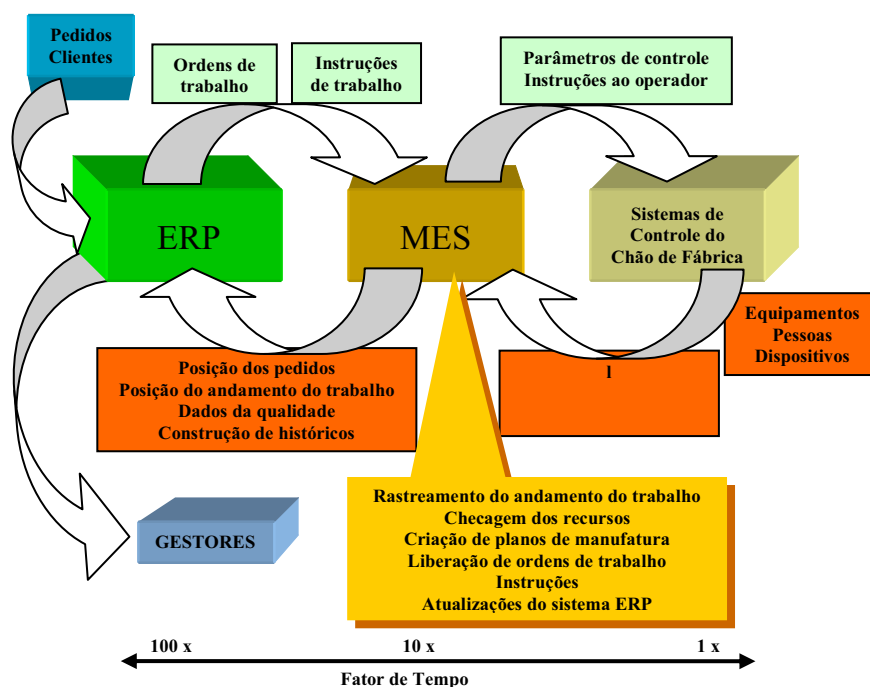


Figura 10 - Fluxo de dados do MES

Fonte: adaptado de GAIDZINSKI, 2003, SNOEIJ, 2006

A instituição MESA - *Manufacturing Execution Systems Association Internacional*, associação que integra empresas fornecedoras do sistema MES, define como sendo um sistema que disponibiliza informação e possibilita a otimização das atividades de produção desde a ordem de lançamento até o produto acabado. Usando dados atualizados e precisos, o MES dirige, inicia, responde e envia relatórios das atividades do chão de fábrica de forma rápida. O resultado dessa resposta a rápidas condições de mudança, somado ao fato de reduzir atividades que não agregam valor, faz com que o MES dirija efetivamente as atividades do chão de fábrica e seus

processos. O MES, ainda, de forma bidirecional, provê de informações o sistema ERP do que ocorre com as atividades de produção (NEVES; MARINS, 2009).

De acordo com o Blackstone Jr e Cox III (2004), MES é um sistema de informação e comunicação para o ambiente de produção de uma empresa. MES é responsável pela tradução entre os processos de informação no chão de fábrica e a gestão da empresa. O MES tem ainda como propósito controlar e melhorar todos os aspectos que influenciam no processo de produção, de maneira a alcançar alta flexibilidade e baixos custos de produção. Dispõe ainda de importantes funcionalidades, como registros da produção, relatórios de produção, histórico da trajetória do processo e detalhes de planejamento e agendamento.

A Figura 11 apresenta uma visão global e integrada dos sistemas e TIs que atuam dentro da empresa com ênfase em manufatura.

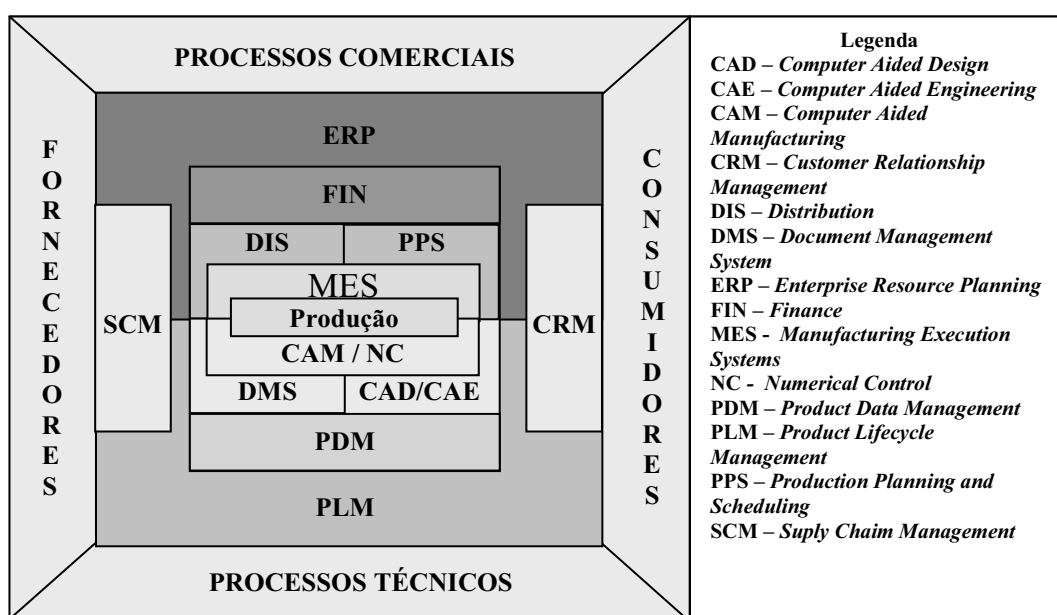


Figura 11 – Vista da integração de TIs dentro da empresa  
Fonte: Kletti, (2007, pg.67)

Para Hwang (2006), o MES é um sistema de informação de processo que, de forma ativa, coleta, processa e analisa materiais, produtos semi-acabados e acabados, máquinas, tempos, custos e etc. no local de produção, em tempo real e monitora o trabalho, enquanto este ocorre. Completa que o sistema MES funciona como uma central para distribuição de dados do chão de fábrica, para todos os outros sistemas da empresa.



Com a necessidade de obter vantagens competitivas num mercado cada vez mais exigente e a informática se desenvolvendo de forma rápida e a custos menores, o uso de TI como o MES se tornou um elemento fundamental para soluções de problemas de comunicação gerados entre os níveis da empresa.

### ***2.3.1 Funções do MES***

O sistema MES é provido de uma central de informação formada por 11 elementos ou funções, que se unem a outros bancos de dados. Essas principais funções do MES incluem (SEIXAS FILHO, 2000; GAIDZINSKI, 2003; HWANG, 2006; SANTOS NETO *et al.*, 2006; SNOEIJ, 2006; YU *et al.*, 2009):

#### *2.3.1.1 Gerenciamento dos Recursos de Produção*

Gerencia recursos de máquinas, ferramentas, materiais, outros equipamentos, outras entidades, tais como documentos e pessoal que precisam estar disponíveis na ordem de trabalho para iniciar a operação.

Disponibiliza o mapa de equipamentos e envia ao sistema de cadeia de suprimentos, para alimentar o escalonador de produção. Previsões de paradas para manutenção, *setup*, operador, podem gerenciadas. Todos os estoques intermediários de produtos são apontados no sistema.

#### *2.3.1.2 Programação detalhado de operações*

Provê sequenciamento das operações baseado em propriedades, atributos, características ou receitas, associadas a unidades de produção específicas em uma operação tais como forma, sequência de cor ou outras características que, quando programadas corretamente, minimizam o *setup*.

A função de planejamento global geralmente é realizada nas camadas superiores nos sistemas da cadeia de suprimento ou do sistema ERP ou outro nível de gestão.

Entretanto, alguns sequenciamentos dependem do que ocorre em tempo real na fábrica, ou seja, depende dos equipamentos (tanques, reatores, misturadores) que estarão disponíveis num dado momento e da sequência que estará sendo praticada.

### *2.3.1.3 Expedição de unidades de produção*

Gerencia o fluxo das unidades de produção na forma de tarefas, ordens, grupos, lotes e ordens de trabalho. A informação de expedição é apresentada na sequência em que o trabalho precisa ser feito e mudanças podem ser feitas no próprio chão de fábrica.

As ordens de produção são geralmente recebidas do módulo PCP do ERP e passam a ser acompanhadas pelo MES. A partir desse momento, é possível verificar, a qualquer tempo, a situação de uma ordem de produção e das ordens de serviço despachadas em cada célula de manufatura.

### *2.3.1.4 Controle de documentos*

Controles registram o que deve ser mantido com a unidade de produção, incluindo instruções de trabalho, receitas, desenhos, procedimentos de operação, programas parciais, registro de bateladas, notas de mudança na engenharia, comunicação ponto a ponto (*shift to shift*), bem como as informações do *us planned* e *us built*. Envia instruções até a área de operações, provendo dados a operadores ou receitas para controles de dispositivo. Inclui ainda o controle e a integridade do ambiente, regras de saúde e segurança e procedimentos para ações corretivas. Faz o armazenamento do histórico de dados. Um dos grandes benefícios do MES é a eliminação do trânsito de papel.

Todos os documentos importantes podem estar à mão a qualquer momento e podem ser arquivados ou descartados quando cumprida a sua função.

### *2.3.1.5 Coleta, aquisição e centralização de dados*

Esta função fornece uma interface de ligação para obter a produção intra-operacional e dados paramétricos que povoam as formas e registros que foram imobilizados na unidade de produção. Os dados podem ser coletados manualmente no chão de fábrica ou automaticamente por qualquer equipamento.

Os dados de processo são coletados de diversos sistemas do chão-de-fábrica, utilizando diferentes protocolos e reunidos num banco de dados único ou setorizado por área. Esses dados incluem não só informações do sistema de produção, mas

também a situação de estoques fornecidos por *Warehouse Management Systems* (WMS), dados de qualidade fornecidos por *Lab Information Management Systems* (LIMS) (SNOEIJ, 2006), apontamentos de produção introduzidos manualmente via coletores de dados fixos ou móveis.

É função dos sistemas MES gerar todos os relatórios relativos a produção com base semanal, mensal ou anual, além de propiciar funcionalidade para o usuário poder configurar seus próprios, usando aplicações específicas ou ferramentas genéricas como planilhas e geradores de relatórios específicos de banco de dados utilizado.

#### 2.3.1.6 Gerenciamento de trabalho

Provê a situação do pessoal do chão de fábrica, instantaneamente. Inclui relatórios de tempo e de frequência, localização do operador e capacidade de rastreamento indireto de atividades, tais como preparação de material ou do trabalho de ferramentaria com base na construção do *Activity Based Costing (ABC)* (SNOEIJ, 2006). Pode interagir com a função de gestão de recursos para determinar a melhor forma de realizar a "tarefa ótima".

Inclui o gerenciamento de todos os recursos humanos envolvidos na elaboração de um produto, com várias finalidades: atribuição de responsabilidade a cada operador sobre os itens produzidos, horas trabalhadas para elaborar uma ordem de produção para apropriação de custos e *benchmarking* para comparação de linhas mais produtivas.

#### 2.3.1.7 Gerenciamento da qualidade

Provê análise em tempo real das dimensões colecionadas da manufatura, de maneira a assegurar o próprio controle de qualidade de produto e identificar problemas que requerem atenção. Pode recomendar ações de correção do problema, inclusive relação de sintomas, ações, e conseqüências para determinar a causa. Pode incluir rastreamento para o controle estatístico da qualidade (SQC - *Statistical Quality Control*), controle estatístico do processo (SPC- *Statistical Process Control*) e gestão de operações de inspeção *off-line* (SNOEIJ, 2006) .

O MES desempenha um papel importante nesse processo. Às vezes, sua função é apenas de interface com os operadores que executam os ensaios e testes, outras é responsável por análises de tempo real, como o controle estatístico de processos, e por recomendar ações emergenciais e corretivas.

Pode também desempenhar a função ou estar ligado a sistemas de gerenciamento de laboratórios (*Lab Information Management Systems – LIMS*) (SNOEIJ, 2006), podendo, no primeiro caso, estar conectado diretamente aos equipamentos, como espectrômetros, balanças ou coletores de dados.

#### *2.3.1.8 Gerenciamento de processo*

Monitora todas as ordens de produção, anotando consumos de matérias primas, e de execução de cada etapa, disponibilidade de equipamentos, variáveis do processo. Computa o ritmo de produção, índices de eficiência e perdas, fornecendo uma imagem em tempo real para os níveis gerenciais e corrige automaticamente ou dá apoio a decisão para que operadores corrijam e melhorem atividades durante o processo. Estas atividades podem ser intra-operacional e especificamente focadas em máquinas ou equipamentos que são monitorados e controlados, ou inter-operacional onde há rastreamento de uma operação para outra. Pode incluir sistema de alerta para informar caso haja mudanças de processo fora de tolerâncias aceitáveis. Pode haver, ainda, a interface entre equipamentos inteligentes e a função de aquisição e coleta de dados do MES.

É uma função que representa a maior revolução no processo de gerenciamento. Em vez de agir sobre informações passadas que acusam desvios dos objetivos colocados para turno ou dia, a gerência estará equipada com informações sobre o andamento do processo, permitindo a tomada de ações no momento da ocorrência dos problemas.

#### *2.3.1.9 Gerenciamento de manutenção*

Rastreia e dirige as atividades para manter equipamentos e ferramentas e assegurar a disponibilidade de fabricação. Assegura a programação para manutenção

periódica ou preventiva, bem como alerta para problemas imediatos. Mantém um histórico dos eventos ocorridos ou problemas, de maneira a ajudar o diagnóstico.

Os sistemas de controle (CLP + SCADA) fornecem a data, hora e a causa de parada dos equipamentos de forma autônoma, sem estabelecimento de correlações de causa e efeito.

Esses dados são enviados pelo MES ao ERP, ou sistema de manutenção dentro do conceito *best of breed*, ou podem receber algum tratamento local. É comum, por exemplo, um tratamento de causa de paradas.

#### 2.3.1.10 Rastreamento de produto (*tracking*)

Permite visualizar a todo momento qual a fase do trabalho e sua disposição. Informações sobre o que está sendo executado; materiais componentes por tipo, lote, número de série, condições da produção em curso e qualquer alerta, retrabalho, ou outra ocorrência relacionada ao produto. A função de rastreamento *on-line* cria um registro histórico. Este registro permite a localização de componentes e práticas de cada produto final.

A função de rastreabilidade permite ainda recuperar todos os dados associados a uma ordem de produção, saber sua situação e correlacionar um produto final ao seu histórico de produção.

Essa função exige ferramentas diferentes em função do tipo de processo: trata-se de um processo de composição (manufatura de um computador, por exemplo) ou de desagregação (laminação de aço, onde um lingote gera diversos tarugos), se o processo é contínuo (mineração), em batelada (fábrica de detergente) ou de manufatura (produção de eletrodomésticos).

#### 2.3.1.11 Análise de desempenho

Permite, imediatamente, informar os resultados das operações industriais atuais junto com a comparação histórica passada e resultados esperados. Desempenho e resultados incluem medidas como utilização de recursos, disponibilidade de recursos, tempo de ciclo, conformidade da programação e do desempenho dentro dos padrões criados. Tiram das informações acumuladas de diferentes funções, medidas de

parâmetros operacionais. Estes resultados podem ser preparados na forma de relatórios ou apresentados on-line para avaliação do desempenho.

Vanderlei *et al.* (2009, p. 764), em pesquisa sobre o MES no sistema aeronáutico, mostram que na implantação do sistema:

...a visibilidade das perdas foi facilitada, bem como sua mensuração, permitindo priorizar os esforços de acordo com a importância. Antes do MES, não conseguiam ver o que ocorria na produção. Como não sabiam priorizar, escolhiam um problema e tentavam resolver, mas sem direção. Depois do MES, priorizar os problemas ficou fácil, pois o sistema mostrava, por meio dos relatórios e indicadores. Conclui-se que o MES forneceu uma visibilidade e direcionamento que tornou a gestão mais eficaz e eficiente (VANDERLEI *et al.*, 2009, p. 764).

A ideia central é medir para controlar. Os índices de desempenho são utilizados para comparar linhas de produção dentro da mesma fábrica, na empresa ou com resultados conhecidos.

Como descrito anteriormente, o sistema MES é responsável pela passagem dos dados dos sistemas de controle do chão de fábrica para os sistemas de gestão e vice-versa, mas possuem também diversas funções no gerenciamento da produção, sendo peça fundamental na integração dos sistemas de uma indústria. A Figura 12 representa relação e interação das várias funções do sistema MES.

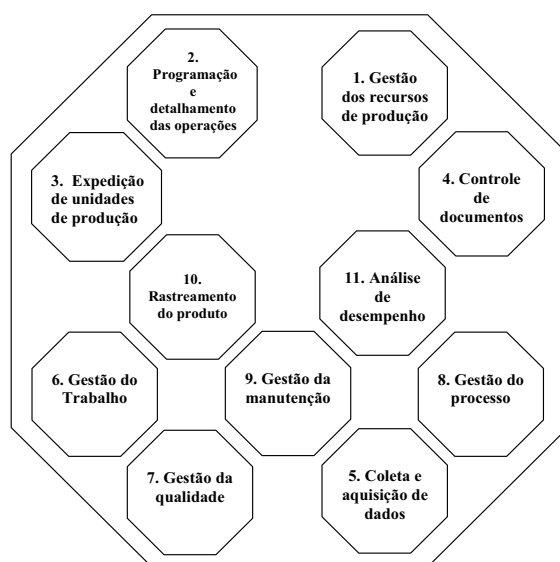


Figura 12: Esquema de relação entre as várias funções do MES  
Fonte: Snoeij (2006)

As funções acima, integradas com as áreas de vendas e prestação de serviços (SSM), gestão da cadeia de suprimento (SCM), sistema de gestão empresarial (ERP), engenharia (PPE) e controles, podem gerar os meios para uma gestão da produção

(VINHAIS, 1998; HWANG, 2006) totalmente informatizada, com informação rápida, segura e confiável para a empresa.

### ***2.3.2 Particularidades do MES***

A integração do sistema gerencial com os sistemas operacionais é crucial para as empresas, cujo principal negócio é a manufatura, uma vez que as principais informações como as atividades financeiras e contábeis, gestão de estoques e de ativos, são obtidas do chão-de-fábrica. A falta de uma integração efetiva e de confiabilidade dessas informações que estão relacionadas a resultados e eventos produtivos podem comprometer programas como a racionalização de custos de produção, a redução de *setup* e a melhoria da utilização de equipamentos e pessoal. A falta de integração pode, ainda, perder a rapidez na utilização da informação no sistema gerencial, pois esta poderá estar defasada, dificultando a gestão da empresa.

O MES é baseado nas necessidades e situações específicas de cada empresa, de maneira a escolher a melhor solução de integração. Muitos produtos MES dispõem de integração com o ERP e com os sistemas de controle da manufatura. Já existem muitas implementações com sucesso dessas integrações na Europa e nos EUA. No Brasil já há empresas especializadas em fornecer produtos MES. A Figura 13 mostra a relação de várias TIs e sistemas utilizados por empresas americanas na produção e sua relação com o MES.

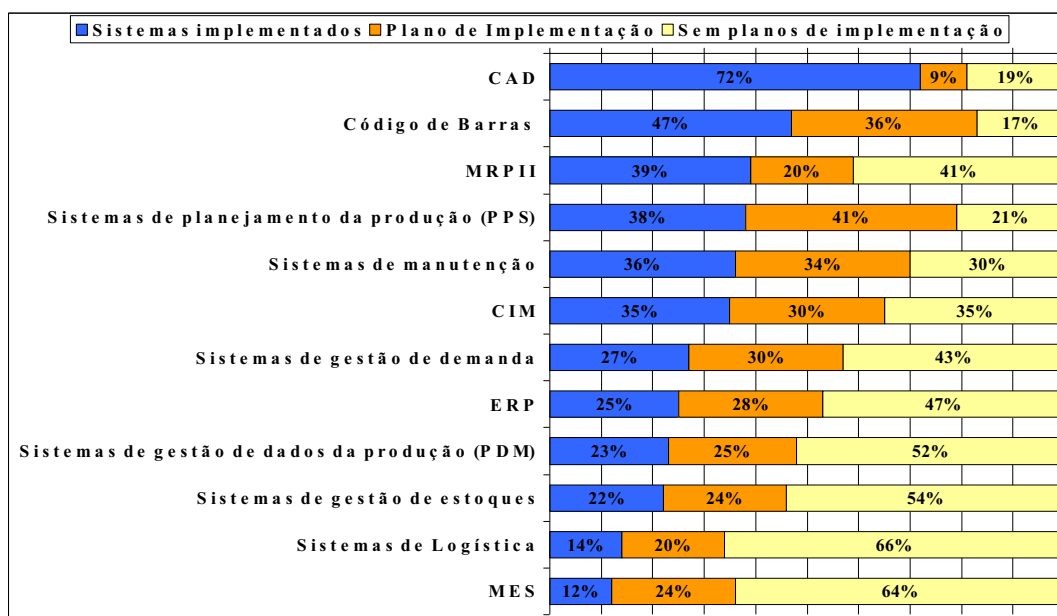


Figura 13 – Implementação do MES em relação a outras TIs em empresas dos EUA  
Fonte: Industry Week (2001).

O MESA - *Manufacturing Execution Systems Association* é uma organização Internacional fundada em 1992 para assessorar o MES junto a empresas que comercializam e integram o sistema. O objetivo maior do MESA é a busca da excelência em manufatura e tem promovido as melhores práticas, estratégias e inovação na gestão da operação da manufatura, chegando a excelência no trabalho do chão de fábrica. A instituição promove eventos, simpósios, publicações e auxilia empresas de manufatura, integradores e comercializadores do MES a alcançar a liderança em manufatura, preparando soluções práticas que combinem informática, negócios, manufatura e processos de cadeia de suprimento e tecnologias.

Como há diferença de culturas entre a automação e tecnologia da informação e ainda uma grande diversidade de tecnologias e protocolos de comunicação tais como PLCs, supervisórios, MES, PIMS, LIMS, ERP, o desafio de integração é enorme. A partir desse desafio, surgiu a norma ISA S-95, que criou um *framework* para projetos de integração de sistemas de manufatura com sistemas gerenciais. A partir da ISA S-95, foi formado um grupo de estudo com o objetivo de especificar a troca de informações utilizando o formato XML (*eXtensible Markup Language*), um formato de troca de mensagens largamente adotado, baseado em padrões abertos e fundamental em arquiteturas orientadas a serviços. Assim, foi criado o formato B2MML (*Business*



to *Manufacturing Markup Language*), atualmente adotado pelos principais fornecedores para a integração com ERPs, facilitando enormemente o gerenciamento do ambiente de integração (SEIXAS FILHO, 2000).

MESA organiza reuniões de grupos de trabalho formado por seus membros associados em várias regiões na Europa e dos USA. O objetivo principal desses grupos é a troca de conhecimento, experiência e melhores práticas na aplicação do MES.

Assuntos discutidos:

- Integração MES e ERP - ISA 95 standard
- Implicações das regulações na Europa
- Eficiência e Efetividade (OEE, TPM)
- Controle de qualidade
- Produção de artigos técnicos

A integração de sistemas industriais com sistemas empresariais é um problema desafiador. O ISA comitê SP95 desenvolveu o ISA-95 *Enterprise-Control System Inetration Standard* para resolver este problema. Este sistema apresenta cinco partes:

1. Modelos e Terminologia (aprovado em 15.07.2000)
2. Objeto Atributos Modelo (aprovado em 17.10.2001)
3. Modelos de Operações da Manufatura (aprovado em 6.6.2005)
4. Modelos de objeto & Atributos de Gestão de Operações da manufatura
5. Transações B2M (*business to manufacturing*)

O sistema desenvolvido se tornou um padrão internacional que ficou conhecido como MES e consiste:

- Limites do Sistema do sistema empresarial e dos sistemas de controle;
- Funções gerais dentro dos limites estabelecidos;
- Interfaces para os limites dos elementos Internos e as sua inter-relações.

O sistema usa uma hierarquia funcional, mostrada na Figura 14, que define os vários níveis onde são tomadas decisões. Os níveis 0, 1 e 2 definem as células e

funções da linha de supervisão, funções de operação e funções de controle de processo. Estes níveis não são incluídos no sistema, pois fazem parte do sistema de chão de fábrica. O sistema inclui as funções do nível 3 e a interface entre os níveis 3 e 4, e mais recentemente, o sistema inclui o nível 5 que se liga ao ERP.

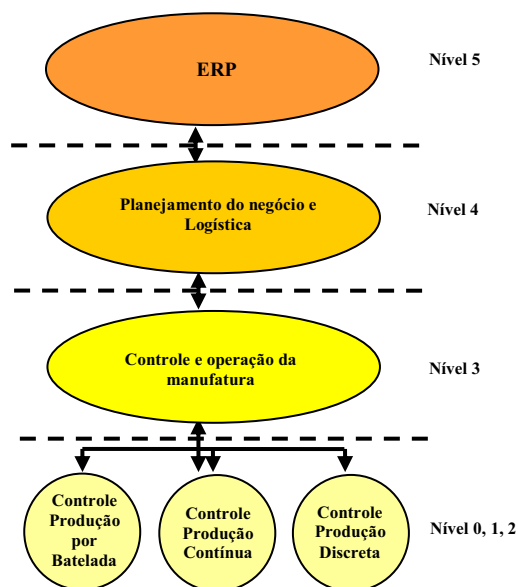


Figura 14 – Hierarquia funcional segundo a ISA S-95  
Fonte: SNOEIJ (2006)

Uma parte importante do MES é o modelo funcional de fluxo de dados. Este modelo descreve as funções de um empreendimento envolvido na manufatura, apresentado, também, os fluxos de informação entre essas funções, que cruzam a interface de gestão empresarial e os sistemas de controle.

No nível mais alto, o modelo funcional inclui 12 áreas de atividade. A informação é trocada entre as áreas como está apresentado pelas setas na Figura 15. A área escura central representa o sistema MES.

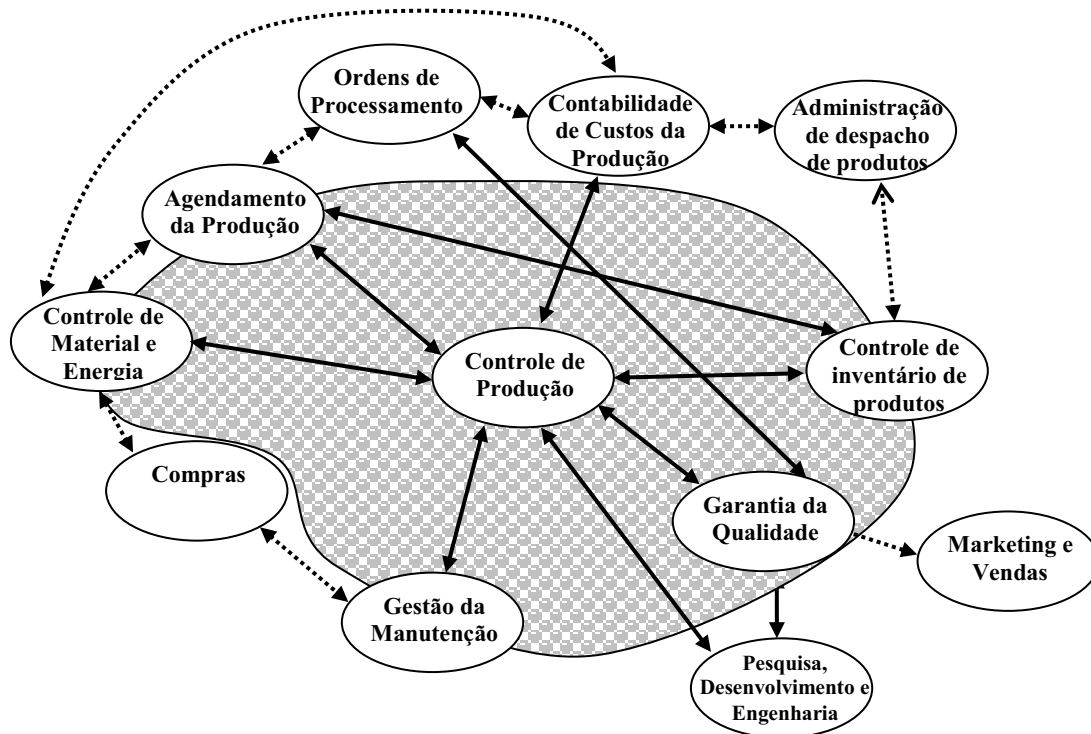


Figura 15 - Modelo funcional de fluxo de dados da manufatura  
Fonte: MESCC, 2006

Essas funções podem ser desdobradas em sub-funções, com seus fluxos de informação correspondentes e estes se subdividindo de maneira a representar todas as atividades desenvolvidas na empresa.

Klatt e Marquardt (2008) mostram uma visão ampliada do MES, que além da integração vertical, atua também na integração horizontal entre as áreas da manufatura. A Figura 16 apresenta essa integração.

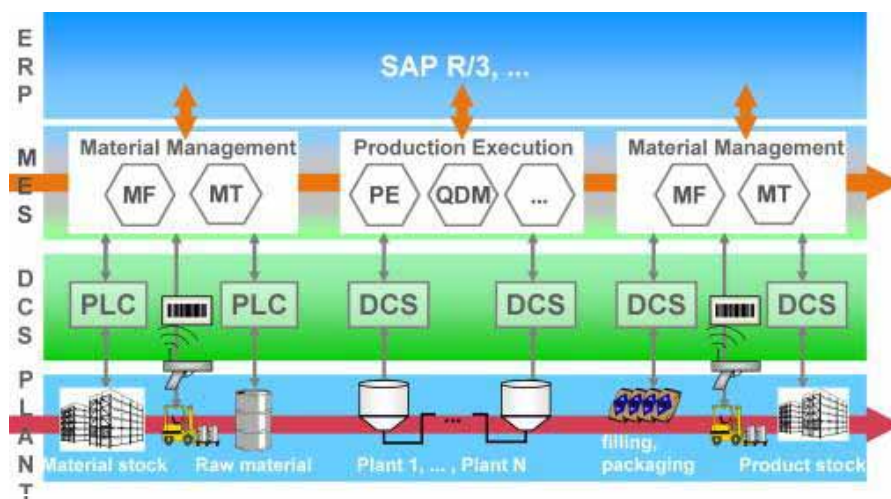


Figura 16– Integração horizontal e vertical da gestão da produção com o uso do MES  
Fonte: Klatt e Marquardt (2008)

Kletti (2007) mostra que o MES pode ser implantado em todos os tipos de sistemas de produção, ou seja, produção contínua, por lotes ou por projetos, o que pode alterar são os módulos a serem implantados e o tempo de implantação. Em função do tipo de sistema de produção poderá haver diferentes tipos de funcionalidades e de implantação do MES.

### ***2.3.3 Benefícios esperados da implantação do sistema MES***

O sistema MES básico tem uma terminologia consistente de conceitos e modelos. De acordo com o Comitê de SP95 constituído pela MESA, as comunicações são melhoradas entre todas as partes envolvidas, produzindo os seguintes benefícios:

1. Permite que os usuários identifiquem melhor suas necessidades.
2. Redução do tempo necessário pelos usuários para alcançar níveis de produção total para produtos novos;
3. Redução de custo da automação dos processos de manufatura;
4. Aperfeiçoamento das cadeias de suprimento;
5. Redução dos esforços da engenharia em busca da redução do ciclo de vida dos produtos;
6. Permite as empresa que comercializam o MES a disponibilizarem as ferramentas apropriadas de integração.

Soplop *et al.* (2009) mostram que o MES evoluiu os sistemas de automação do chão de fábrica para uma gama de indústrias e processos de fabricação. Completam que a implantação do MES traz benefícios que incluem aumento da produção, redução de custos, melhoria da qualidade, rastreamento de produtos, coleta automática de dados e cumprimento das especificações, entre outros.

### ***2.3.4 Impacto nos usuários do MES***

Do sistema padrão do MES, pode-se distinguir três grupos de usuários: indústrias, empresas de comercialização e integradores de sistemas. No Quadro 4

apresentamos uma comparação feita entre o sistema MES padrão e o equivalente sistema organizacional existente em várias indústrias.

Quadro 4 – Comparação entre o MES padrão e sistemas equivalentes

Uso do MES padrão	Usual nas indústrias
Modelos hierárquicos para <ul style="list-style-type: none"> <li>•Agendamento e controle</li> <li>•Equipamentos</li> </ul>	Departamentos <ul style="list-style-type: none"> <li>•Em muitos casos, hierarquia pouco clara</li> <li>•Algumas vezes, controles de equipamentos, de procedimentos e de atividades.</li> </ul>
Modelos funcionais de fluxo de dados	Estruturas organizacionais
Modelos de atividades	Atividades
Modelos objeto	Não há equivalente
Terminologia geral aplicadas a todos	Linguagem própria e terminologia específica

Fonte: SNOEIJ (2006)

Fica evidenciado que poderá haver alguma dificuldade de transposição de uma situação para outra. Por ser um tema importante e atual para as empresas de manufatura e os benefícios do sistema, a integração entre ERP e o MES tem sido utilizado de forma crescente. A experiência dos consultores e integradores de sistemas indica que o MES, realmente, apresenta resultados para a manufatura.

#### ***2.4 Implantação da TI e dimensões competitivas da manufatura***

Vantagens competitivas são obtidas com base em iniciativas que a concorrência não consegue igualar. Se a tecnologia criasse vantagem competitiva para todos, então, na verdade, não haveria diferencial a favor de ninguém. Quando o diferencial é apenas tecnológico, investimentos que representam vantagem competitiva, em determinado momento, podem transformar-se apenas em um custo adicional do negócio, quando os diversos integrantes do mercado passarem a oferecer o benefício e os clientes começarem a entendê-lo como algo intrínseco ao produto ou serviço (GRAEML, 2003). Portanto, é necessário que o investimento em TI deva ser constante e integrado ao negócio da empresa.

Segundo Kini (2002), os Estados Unidos da América investiu mais de um trilhão de dólares em TI entre 1991 e 2001. Indica que há cinco razões para o investimento em TI: redução do trabalho, melhoria da qualidade, aumento da variedade de produtos, melhoria dos serviços ao consumidor e respostas rápidas às demandas.

As empresas esperam ganhar vantagens competitivas bem como benefícios financeiros a partir da implantação de TI na manufatura. Mady (2006), estudando o desempenho de 61 empresas manufatureiras do Kuwait, mostrou que o desempenho da manufatura evoluiu em cinco dimensões: custo, qualidade, entrega, flexibilidade e produtividade. Mostrou, ainda, que o uso de intranets, CAD, CAM, sistemas de controle de qualidade e sistemas de planejamento tiveram relevante significância com a melhoria do desempenho da manufatura. No entanto, conclui que em muitas empresas pesquisadas, as aplicações da TI estão padronizadas, trabalhando independentemente e não utilizada totalmente.

Estudando a integração da manufatura com o ERP através de uma ferramenta de TI, Ng e Ip (1998) destacam que a estratégia da manufatura é necessária para responder à estratégia de negócios. A estratégia da manufatura está apoiada em dimensões de desempenho como primeira etapa para a implementação da tecnologia de interação. As dimensões competitivas, chamada de perspectivas operacionais, são: capacidade de produção, qualidade, custos, entrega, sistema de informação, recursos humanos, logística. Os autores tratam a flexibilidade e preço como perspectivas de negócios.

As dimensões competitivas da manufatura têm sido estudadas desde o final dos anos 1960, nos Estados Unidos. Um dos pioneiros no assunto foi Skinner (1969), que descreveu padrões para medir o desempenho da manufatura, entre eles estavam: menores ciclos de entrega, produto com qualidade e confiabilidade, garantia de entrega, produzir novos produtos, flexibilidade na produção.

Hayes e Wheelwright (1984) apresentaram quatro dimensões para o desempenho competitivo da manufatura: preço, qualidade, confiabilidade e flexibilidade. Pires (1994) adotou, em sua pesquisa, as seguintes quatro dimensões: custo, qualidade, desempenho nas entregas e flexibilidade. Santos (1999b) utiliza as mesmas quatro dimensões, chamando-as de dimensões competitivas da manufatura, caracterizando desempenho com rapidez nas entregas.

Slack *et al.* (2009) apontam cinco dimensões competitivas da manufatura, que podem contribuir para o sucesso da empresa: custo, qualidade, rapidez ou velocidade, confiabilidade e flexibilidade.

As empresas esperam adquirir vantagem competitiva utilizando, de forma correta, as aplicações em TI e os sistemas de manufatura. A questão reside em saber qual aplicação ou sistema usar. Com essa afirmação, Kathuria *et al.* (1999) propôs um sistema de auxílio para escolha de TI baseada nas dimensões competitivas da manufatura. Para esse estudo, os autores trabalharam com as seguintes dimensões: qualidade (de projeto e de conformidade), entrega (velocidade e confiabilidade), flexibilidade (de produto e de volume) e baixo preço.

O sucesso da manufatura de países emergentes, como o Brasil, Índia e China, em concorrer em uma competição global dependerá de sua velocidade para se mover de um mercado doméstico protegido para condição de manufatura classe mundial globalizada. Essa afirmação faz parte de pesquisa conduzida por Saxena e Sahay (2000) que definem manufatura de classe mundial como aquela que a empresa está presente, com seus produtos, em mercados globais. Nesse trabalho, os pesquisadores estudam quais objetivos da manufatura mais apoiam esse tipo de indústria na Índia: redução da base de fornecedores, produtos com qualidade, entregas no prazo, redução do *lead time* da manufatura, integração da manufatura com a estratégia empresarial, redução de estoque, utilização da capacidade produtiva, flexibilidade de *mix* de produtos e de volume de produção, desenvolvimento rápido de novos produtos.

Com o intuito de pesquisar os impactos gerados no desempenho da manufatura em função dos possíveis modos de suprimento (tradicional, ágil ou enxuto), Cagliano *et al.* (2004) consideraram como dimensões a conformidade, flexibilidade, entrega, *lead time* e custos.

Considerando haver inúmeros trabalhos afirmando que pequenas e médias empresas apresentam pior desempenho que as grandes, motivados pela falta de recursos humanos e financeiros que as impedem de adotar novas soluções tecnológicas e práticas inovadoras de gestão, necessárias para melhorar seu desempenho global, Grandi e Belvedere (2005) compararam o desempenho da manufatura entre empresas grandes, pequenas e médias e distritos industriais italianos. A comparação se baseou em 36 indicadores de desempenho da manufatura, agrupados em seis categorias: a) eficiência, b) perfil do operário, c) *lead time*, d) flexibilidade, gestão de estoque, aderência do cronograma de produção, e) qualidade e f) inovação.

Estudando o efeito dos sistemas CAD/CAM na estratégia da manufatura e no desempenho financeiro de empresas gregas, Theodorou e Florou (2005) estabeleceram como dimensões estratégicas da manufatura: custos (materiais baratos, despesas operacionais, custo do trabalho), qualidade (estabilidade da qualidade na produção, controle de qualidade na linha de produção), flexibilidade (nível de estoque, *lead time*, flexibilidade e confiabilidade de projeto, de produção, qualidade), inovação (do projeto, do produto, métodos de promoção). Nessa mesma linha, Paiva *et al.* (2009) apontam a inovação como sendo um critério competitivo das empresas e está fortemente associada ao conceito de aprendizado, uma vez que há o acúmulo de conhecimento ao longo do tempo.

Chen (2007), propondo um modelo de medida de desempenho da manufatura, tem como parâmetro o foco no cliente e estabelece quatro indicadores de satisfação da manufatura: reclamação do cliente (baseado em notificações de problemas com clientes externos, causado por falha na manufatura), entrega na hora certa (mede a entrega do produto na hora e na íntegra, sem erros no produto, embalagem, transporte ou documentação), eficiência de equipamentos (mede a confiança e a capacidade de entregar com desempenho esperado), custo da qualidade (mais precisamente o custo da qualidade deficiente).

Examinando o papel colaborador da cadeia de suprimento e o impacto no desempenho da manufatura gerado pelas atividades de colaboração dos vários atores envolvidos em processos ambientais, Vachon e Klassen (2006) escolheram para a pesquisa, além das quatro mais tradicionais dimensões da manufatura: custo, qualidade, entrega e flexibilidade, mais outras cinco: desempenho ambiental, entrega *on-time*, tempo de ciclo, tempo de *setup*, taxa de rejeição).

## ***2.5 Fatores organizacionais apoiadores na implantação da TI***

Nos últimos anos, organizações têm feito substancial investimento em tecnologia da informação. Um número muito grande de fatores externos e internos tem influenciado a adoção de TIs nas organizações. Enquanto os fatores externos incluem políticas de governo, forças do mercado como competição e custo da tecnologia,



infraestrutura nacional de informação existente, os fatores internos incluem o tamanho da empresa, o grau de centralização da decisão, formalização do trabalho e cultura organizacional (DASGUPTA, 1997).

As teorias organizacionais têm ajudado a estudar a integração entre pessoas e a implantação de sistemas. Em várias áreas, das ciências sociais aplicadas às engenharias, têm havido uma grande contribuição para o desenvolvimento das teorias organizacionais. Teorias organizacionais, comportamento organizacional e gestão organizacional identificam certos fatores (AHMED *et al.* 2007) que são considerados como blocos a serem utilizados na construção da integração de pessoas com o ambiente trabalho colaborativo.

Neste trabalho, a organização é considerada, como propôs Schein (1988), uma coordenação de atividades planejadas por várias pessoas com a finalidade de realização de algo comum, com propósito ou objetivo explícito, por meio das divisões de trabalho e funcional, através de uma hierarquia de autoridade e responsabilidade.

Vários são os trabalhos que relacionam os fatores organizacionais e a implantação de tecnologias da informação. A literatura tem identificado esses fatores organizacionais que podem ser associados à adoção de TIs.

Mostrando que os fatores organizacionais são basicamente o assunto interno das empresas que determina fortemente a habilidade de inovar, Koc (2007) diz que falhas ao apontar os fatores organizacionais que podem agir no processo representam um risco, uma vez que os implantadores podem desempenhar atividades que estão além de suas capacidades.

Albertin (2001b) apresenta como principais fatores ao processo de implantação da TI:

- Alta gerência - deve apoiar integralmente o projeto de implantação da TI. A garantia de continuidade e os recursos necessários são fundamentais para aumentar as chances de sucesso. Além do apoio em relação ao poder, a alta gerência deve deixar clara sua convicção da importância do projeto para a estratégia do negócio por meio de suas atitudes, o que inclui o aspecto referente a alinhamento estratégico;

- Patrocinador - é desejável a existência de um executivo que tenha o papel de patrocinador do projeto de TI que, com sua atitude, demonstre a importância do projeto e da própria TI, garanta sua continuidade com a alta gerência e resolva os possíveis conflitos entre os participantes;
- Equipes - devem trabalhar coesas e em acordo com o objetivo comum. Essa união também deve existir entre o patrocinador e as equipes;
- Usuários: a cultura e a experiência de utilização de TI dos usuários devem ser compatíveis com o projeto a ser executado, bem como com a própria área de TI e vice-versa;
- Responsáveis pelo projeto de TI - membros envolvidos no projeto de TI devem ter uma capacitação funcional e técnica compatível com as características da TI e com as necessidades da organização ou terem um plano para adquiri-la em tempo adequado.

Em sua revisão da literatura, Bruque e Moyano (2007) afirmam que desde que a TI passou a ter importante destaque no modo de gerenciar e organizar empresas, pesquisas têm investigado o grau do impacto dos fatores organizacionais na adoção da computação, robótica e tecnologias de comunicação.

Hong e Kim (2001), pesquisando sobre os fatores críticos de sucesso na implementação de ERP, apontam a mudança organizacional combinada com o pacote de software a ser adotado como fator organizacional apoiador da implantação dessa tecnologia. Relata ainda que, embora haja inúmeras dimensões organizacionais, as que consideram maiores apoiadoras são: a estrutura da empresa, seu tamanho, ambiente, tecnologia existente e características próprias.

Pesquisando o papel da TI nas organizações, Dewett e Jones (2001) examinam o papel de moderador da relação entre os fatores organizacionais e vários resultados da organização, em particular a eficiência e a inovação. Nos fatores organizacionais apontados estão a estrutura da empresa, o tamanho, a aprendizagem, a cultura e a relação interorganizacional.

Dedrick *et al.* (2003), fazendo uma revisão crítica entre o desempenho econômico e a implantação de TI, apontam como fatores que impactam nos seus

investimentos e ainda como evidência de falha na integração da TI com a estratégia de negócios, a estratégia de gestão de recursos humanos e a eficiente alocação de recursos. Apontam, ainda, as práticas de negócios, tais como comprometimento e gestão da empresa como contribuintes para o desempenho da empresa, a partir dos investimentos em TI.

Laudon e Laudon (2004) mostram na Figura 17 a integração da TI com a organização, onde aparecem os vários fatores organizacionais que apóiam essa integração.

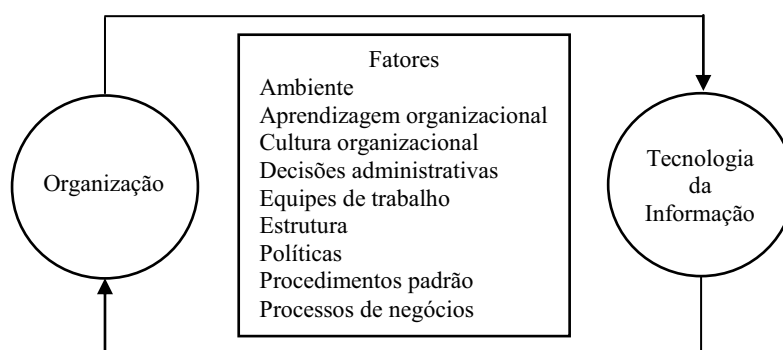


Figura 17 - As relações entre a TI e a organização  
Fonte: Adaptado de Laudon e Laudon (2004)

Segundo Power (2004), um relatório do Boston Consulting Group de 2001 mostra a exigência de administrar as pessoas para apoiar o uso da TI. O sucesso da estratégia de TI de uma companhia aumenta ou diminui de acordo com sua habilidade em se organizar de maneira apropriada. Adquirir uma estrutura adequada, ou seja, uma estrutura organizacional com a TI ligada com o negócio principal da empresa é importante, mas a infraestrutura adequada de pessoas, a disposição para mudança, a cultura empreendedora e a melhoria dos processos podem ser muito mais. Vários aspectos específicos dessa infraestrutura foram identificados como fatores potencialmente importantes em recente pesquisa feita na Austrália. Esses fatores são: treinamento em informática e conhecimento das tecnologias, envolvimento e comprometimento da alta gerência, níveis altos de envolvimento do empregado na implementação da TI, cultura organizacional aberta (em termos de comunicação).

Estudando os impactos dos fatores organizacionais sobre o desempenho de produtos de software para engenharia, Ahmed *et al.* (2007) consideraram os seguintes fatores organizacionais: estrutura organizacional, cultura organizacional, gestão de

conflitos, gestão de mudanças, comprometimento organizacional e aprendizagem organizacional.

Bruque e Moyano (2007) destacam que os fatores organizacionais por trás da adoção de TIs podem ser os mais importantes a despeito de outros elementos, tais como os fatores técnicos. Apresentam como fatores organizacionais determinantes para a adoção de TI, em pequenas e médias empresas: o apoio direto e explícito da administração para a adoção de informática; a existência de líderes em tecnologia que apóiam a mudança tecnológica; o nível de educação tecnológica dos trabalhadores nos departamentos técnicos; o nível de educação tecnológica do resto dos trabalhadores; a estratégia escolhida para cumprir implementação da TI (proativa, reativa, liderança/seguidora em tecnologia); o nível de integração entre a TI e a estratégia de negócios; o tamanho da empresa. Destacam, ainda, que a cultura organizacional é um importante tópico nesse campo e que dimensões da cultura, como flexibilidade de comunicação, ausência de conflitos, orientação voltada a inovação têm sido identificadas como facilitadores para a adoção de TIs.

De acordo com Law e Ngai (2007), para o sucesso da adoção de sistemas ERP, os fatores organizacionais que mais afetam os projetos de TI são: envolvimento do líderes de TI; envolvimento da alta gerência como mediador entre interesses da TI e dos negócios, experiência do executivo de TI; alinhamento entre a TI e os objetivos organizacionais; ajuste entre a TI e as estratégias de negócios.

Fazendo uma proposta de modelo conceitual sobre os fatores organizacionais na gestão da previsão de vendas, Davis e Mentzer (2007) destacam os fatores: clima organizacional, capacidade organizacional, aprendizagem organizacional e previsão de vendas.

Questionando quais fatores organizacionais influenciam o desenvolvimento de tecnologias *E-Commerce*, Tarafdar e Vaidya (2006) chegam a conclusão que o envolvimento da alta gerência e a cultura organizacional tem forte participação. No primeiro fator, os autores citam como características dos líderes (alta gerência) o papel de definir claramente o que se deseja com a adoção da TI, sua experiência como gestor de TI em guiar e concluir projetos e o papel de prover recursos à adoção de novas TIs.

Estudando fatores organizacionais que apoiam a segurança, em refinarias do Japão e Taiwan, com especial atenção em pesquisas de segurança dessas plantas em relação à comunidade, Hsu *et al.* (2008) apontam diferenças entre esses fatores nesses países. Em Taiwan, os estudos destacam o alto nível de comprometimento da gerência, harmoniosa relação interpessoal, mais ênfase nas atividades de segurança, alta dedicação em supervisão e alta eficácia própria em segurança. Nas refinarias japonesas, destacaram-se o alto nível de *empowerment* e de melhoria contínua dos funcionários, maior ênfase em gestão de sistemática de segurança; eficiente sistema de relatórios e trabalho em equipe e alta qualidade em desempenho da segurança.

Em um estudo recente, Koc (2007) investiga a relação entre fatores organizacionais e a capacidade de invocação em empresas de desenvolvimento de softwares. Utilizando métodos de análise de regressão, a pesquisa mostrou que de oito fatores (cultura da empresa, aprendizagem organizacional, recursos humanos, geração de ideias, gestão do conhecimento, foco em tecnologia, integração cruzada de funções e disseminação do conhecimento) pesquisados em 91 pequenas e médias empresas de desenvolvimento de software da Turquia, três mostraram importante significância, sendo duas positivamente (geração de ideias e recursos humanos) e uma negativamente (integração cruzada de funções).

Nessa mesma linha dos fatores organizacionais que impactam a capacidade de inovação, agora em empresas de larga escala de produção, Koc e Ceylan (2007), a pesquisa mostrou que de nove fatores (estratégia tecnológica, trabalho em equipe, aprendizagem organizacional, gestão participativa, delegação, geração de ideias, qualidade de ideias e aquisição e exploração de tecnologia) pesquisados em 119 empresas de manufatura da Turquia (com contato especial nos departamentos de pesquisa e desenvolvimento e de marketing), quatro mostraram significância positiva (estratégia tecnológica, qualidade da ideia e geração de ideias e aquisição e exploração de tecnologias).

No entanto, McManus e Wood-Harper (2007) descrevem pesquisa feita em empresas públicas e privadas, instaladas na Comunidade Europeia, no período de 1998 a 2005, em 214 projetos de implantação de TI e constataram que 23,8% deles, ou 51 projetos, foram cancelados. Na pesquisa ainda é caracterizado os estágios onde

ocorreram os cancelamentos, sendo a maioria na fase de projeto (28) e de programação (15). Os pesquisadores apontam os fatores que levaram aos cancelamentos dos projetos:

- 1- Falta de alinhamento com os processos de negócio;
- 2- Deficiente gestão dos requisitos;
- 3- Exagerada avaliação de benefícios para o negócio;
- 4- Diferenças entre a gestão e o cliente;
- 5- Falta de liderança;
- 6- Pouco domínio do conhecimento da empresa
- 7- Perda de pessoas nos postos chave;
- 8- Comunicação deficiente com os envolvidos;
- 9- Deficiente integração dos sistemas;
- 10- Deficientes procedimentos da gestão de mudança.

A pesquisa conclui que há a necessidade de reconhecer as múltiplas influências que os interessados têm sobre os projetos de TI bem como desenvolver uma metodologia para a gestão do projeto de TI fundamentada em liderança e gestão de risco dever melhorar a compreensão dos problemas de gestão e assim, contribuir para o êxito dos projetos.

Estudos mostram que práticas de recursos humanos podem ser consideradas como fatores organizacionais. Jayaram *et al.* (2001), estudando o impacto das práticas de RH no desempenho organizacional, apontam dez práticas apoiadoras a serem estudadas: comprometimento da alta gerência, comunicação de objetivos, treinamento, organizações abertas, treinamento interfuncional, articulação de equipes interfuncionais, autonomia do funcionário, impacto gerados pelos funcionários, enriquecimento de cargos, efetiva gestão das relações de trabalho.

Também examinando o impacto da gestão de RH no desempenho operacional, Ahmad e Schroeder (2002) apontam as seguintes práticas de RH: segurança do emprego, seleção de novas pessoas, times auto gerenciáveis, descentralização das decisões, compensação por desempenho organizacional, treinamento abrangente, redução de barreiras e distinção (incluindo vestimenta, idioma, locais diferenciados e

diferenças salariais por níveis), compartilhamento de informações financeiras e de desempenho da organização).

Daily e Huang (2001) descrevem as seguintes práticas de RH para alcançar a sustentabilidade na gestão ambiental: suporte da alta gerência, *empowerment*, trabalho em equipe, recompensa por desempenho e treinamento.

Shipton *et al.*, (2005) acreditam que as práticas de RH, efetivamente desenhadas e sincronizadas, aumentam a aprendizagem e a capacidade das pessoas, em todos os níveis, ao estimular a mudança e a inovação.

Num estudo de integração entre a gestão de pessoas e o desenvolvimento de produtos sustentáveis, Jabbour e Santos (2007) indicam as seguintes dimensões de RH: treinamento ambiental, avaliação de desempenho, recompensas e inserção de recursos humanos. Destacam ainda no trabalho, a importância da cultura organizacional e o trabalho em equipe como potencializadores das práticas de RH.

Nessa direção, a afirmação de Santos (1998) é oportuna e destaca que a manufatura considera a tecnologia como geradora de vantagem competitiva para a empresa e que a adoção de diferentes políticas de gestão de recursos humanos podem propiciar formas mais participativas e integradoras do fator humano ao processo produtivo, gerando níveis de desempenho superior. Podemos apontar como caminho, a contribuição das dimensões competitivas da gestão de recursos humanos como apoiadoras da implantação da TI, objeto deste trabalho, o MES e que são apresentadas a seguir:

- constituição de redes de trabalho baseadas em equipes que possibilitem a integração de conhecimentos, habilidades e tecnologias em competências essenciais relacionadas às vantagens competitivas da estratégia empresarial;
- aprendizagem organizacional que visa a renovação de competências gerenciais e técnicas, de todo o seu corpo de funcionários; e
- gestão da cultura organizacional, enquanto concepção e monitorização de valores organizacionais, que sirvam para orientar e coordenar o trabalho dos vários especialistas profissionais e das respectivas equipes, em vez de se buscar qualquer tipo de padronização ( SANTOS, 1999a, 1999b e 2000).

### **3 MÉTODO**

#### ***3.1 Introdução***

Neste capítulo será tratado o método aplicado à pesquisa empírica deste trabalho. São ainda apresentados os procedimentos relacionados à pesquisa qualitativa com a finalidade de investigar a implantação do sistema MES no processo produtivo de uma empresa de produtos de alumínio e avaliar a conseqüente melhoria das dimensões competitivas da manufatura, tendo como apoiadores os fatores organizacionais.

Conforme exposto no item 1.4, o objetivo desta pesquisa é investigar a melhoria das dimensões competitivas da manufatura a partir da implantação do MES nos processos de refusão, laminação a quente e laminação a frio da empresa estudada. O MES, como uma tecnologia que promove a ligação da manufatura com o ERP, tem papel fundamental para a geração de informação com vistas à integração do chão de fábrica e a gestão empresarial.

Para Kerlinger, 1980 (*apud* Santos, 1998), um problema de pesquisa científica é caracterizado por uma questão que mostra uma situação que precisa de investigação, decisão ou solução. As questões a serem respondidas com este trabalho são:

- Qual a contribuição da implantação da tecnologia da informação - MES para as dimensões competitivas da manufatura?
- Como e quais fatores organizacionais contribuíram para a implantação do MES?
- Em que medida o MES contribui para as dimensões competitivas da manufatura?

#### ***3.2 Escolha do método***

Este trabalho está pautado pela pesquisa qualitativa, fazendo uso de entrevistas semiestruturadas, com finalidade de atender aos objetivos propostos.

A pesquisa qualitativa preocupa-se com o desenvolvimento de conceitos e caracteriza-se por abranger a análise fenomenológica no contexto particular de seu



desenvolvimento, descrevendo o significado do problema investigado para os atores envolvidos, dentro de uma experimentação própria (ZANELLI, 2002).

Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa não procura enumerar ou medir os eventos estudados e nem sempre emprega o instrumental estatístico na análise dos dados. Ela parte de questões ou focos de interesse amplo, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve e busca, por meio da obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos através do contato direto do pesquisador com a situação estudada, a compreensão dos fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo .

O método qualitativo difere do quantitativo porque não emprega um instrumental estatístico baseado no processo de análise de um problema para sua generalização. Não pretende numerar ou medir unidades ou categorias homogêneas e se utiliza de problematização, isto é, o recorte investigativo do objeto a ser pesquisado situa-se dentro de uma totalidade contextual (TEIXEIRA; PACHECO, 2005)

O propósito das pesquisas qualitativas é, portanto, “retraçar, decodificar ou traduzir fenômenos sociais naturais, com vistas à obtenção de elementos relevantes para descrever ou explicar estes fenômenos” (HOPPEN *et al.*, 1996). A investigação qualitativa se esforça na busca de um resgate crítico da produção teórica ou do conhecimento produzido sobre a problemática a ser analisada, identificando as diferenças, as premissas e as conclusões anteriores e procurando superar as categorias de análise que se colocam como verdades absolutas e que se revelam insuficientes pela própria dinâmica da realidade histórica (RICHARDSON, 1985).

O método qualitativo, segundo Teixeira e Pacheco (2005), Triviños (1987) e Godoy (1995), apresenta cinco características básicas que configuram esse tipo de estudo:

- Ter ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como principal instrumento;
- Os dados coletados são predominantemente descritivos;
- O material é rico em descrição de pessoas, situações, acontecimentos e, portanto, inclui transcrição de entrevistas e de depoimentos;
- A preocupação é maior com o processo do que com o produto;

- O significado que as pessoas dão às coisas e sua vida é foco de atenção especial pelo pesquisador;
- A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

O método qualitativo fará uso de entrevistas que, para Pádua (2004), constituem uma técnica para coletar dados não documentados sobre um determinado tema. Embora os entrevistados possam não dar as informações de forma precisa ou o entrevistador interpretar as informações obtidas, ainda assim é um dos procedimentos mais usados e indicados para a pesquisa de campo.

No entanto, a pesquisa por entrevista pode focar diretamente o tópico do estudo de caso e fornecer inferências causais percebidas no entrevistado. Yin (2005) aponta que a entrevista pode ter problemas, tais como vieses devido a questões mal formuladas, respostas viesadas, imprecisões por esquecimento do entrevistado, além do entrevistado direcionar suas respostas ao interesse do entrevistador.

A fim de evitar ou reduzir as distorções acima citadas, opta-se pela entrevista semiestruturada com a elaboração de um conjunto organizado de questões sobre o tema da pesquisa. Tal técnica permite, no entanto, que o entrevistado possa falar livremente a partir do desdobramento da entrevista.

Para explorar o problema de pesquisa proposto, utilizar-se-á o estudo de caso. O método do estudo de caso diz respeito ao estudo de um problema, antigo ou contemporâneo, observado por meio de múltiplas perspectivas e em seu contexto original. Nele, o pesquisador não manipula os sujeitos envolvidos e não influencia o fenômeno (HOPPEN *et al.*, 1996), o qual geralmente é complexo e recente (MIGUEL, 2007).

A pesquisa com o uso do estudo de caso é uma abordagem bastante utilizada, tanto no Brasil quanto nos países desenvolvidos. Berto e Nakano (1998) mostraram que o estudo de caso é uma das abordagens mais utilizadas em pesquisas apresentadas no congresso do ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

Entre os principais benefícios da condução de um estudo de caso estão a possibilidade do desenvolvimento de nova teoria e o aumento o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos, e ainda há a possibilidade de geração e

desenvolvimento de novos conceitos contemporâneos na gestão de operações e engenharia de produção (SOUZA, 2005).

Entretanto, metodologicamente, a condução adequada de um estudo de caso não é uma tarefa fácil, sendo que os trabalhos estão sujeitos a críticas, em função de limitações metodológicas na escolha do caso, análise dos dados e elaboração das conclusões apoiadas nas suportadas pelas evidências (MIGUEL, 2007).

Nesta pesquisa, o estudo de caso é importante por poder explorar a complexidade inerente à adoção do sistema MES na manufatura, de forma a verificar as contribuições deste para a melhoria nas dimensões competitivas da manufatura. Nesta pesquisa, é especialmente oportuno o estudo de caso único (CUNNINGHAM, 1997), pois se pressupõe a investigação da melhoria das dimensões competitivas da manufatura a partir da implantação do sistema MES, cujas características sistêmicas são particulares a cada empresa manufatureira. A verificação do nível de maturidade da empresa, como propõe SEI – *Software Engineering Institute* através pela CMMI - *Capability Maturity Model Integration*, versão de 2006, que busca melhoria de processos visando melhores produtos, é importante para a escolha da empresa a ser pesquisada.

Em suma, a parte prática desta tese é pautada nos princípios qualitativos, utilizando a estratégia do estudo de caso para atingir o objetivo planejado, lançando luzes sobre a implantação do sistema MES e seus benefícios para desempenho da manufatura, discutindo-se de forma mais profunda essa TI e seus benefícios, a partir da integração do chão de fábrica e o sistema de gestão empresarial.

### ***3.3 Planejamento do Caso***

A escolha do caso deve ser determinada pela quantidade de casos, ou seja, único ou múltiplos (YIN, 2005), levando-se em conta as vantagens e dificuldades em cada um desses tipos. A avaliação do período de tempo a pesquisar também é importante, podendo ter casos retrospectivos ou longitudinais.

Um estudo de caso único permite um maior aprofundamento na investigação e é frequentemente utilizado em pesquisa longitudinal. Porém, existe uma limitação no

grau de generalização, uma vez que existe o risco de um julgamento inadequado em função de ser um evento único (MIGUEL, 2007; SOUZA, 2005; VOSS *et al.*, 2002). Assim, é necessário um planejamento adequado e cuidadoso para minimizar tal risco.

O estudo de caso retrospectivo investiga o passado, coletando dados históricos e o longitudinal investiga o presente. Considerando que estamos avaliando a implantação da TI MES e, portanto, investigando a melhoria do desempenho da manufatura, que ocorreu na empresa no ano de 2007, o estudo de caso em pauta será único e do tipo longitudinal (MIGUEL, 2007, VOSS *et al.*, 2002). Como recomenda Miguel (2010) o presente trabalho terá maior profundidade na investigação tendo em vista ser um estudo de caso único.

Exemplos de estudo de caso único e longitudinal podem ser encontrados em exemplos de aplicação em Jayanthi e Sinha (1998), Narasimhan e Jayaram (1998), e de forma teórica apresentados por Miguel (2007) e Voss, *et al.* (2002).

### ***3.4 Protocolo do estudo de caso***

O estudo de caso tem sido utilizado para explorar processos sociais na medida em que os mesmos se desenrolam nas organizações. Seu objetivo é estudar os fenômenos em profundidade dentro de seu contexto, ser adequado ao estudo dos processos e explorar fenômenos com base em vários ângulos, na medida em que eles se desenvolvem ou, por terem ocorrido recentemente, ainda estão presentes na memória dos envolvidos. Permite uma análise do processo, do contexto e da linha das ações e significados que se apresentam dentro das organizações. (ROESCH, 1999).

As pesquisas de estudo de caso em gestão de operações diferem da pesquisa de campo da área das ciências sociais aplicadas, uma vez que os pesquisadores estão interessados em analisar a manufatura, os processos e os sistemas de chão de fábrica. (HILL *et al.*, 1999).

Para a presente pesquisa, o estudo de caso será realizado por entrevistas, exame de documentação e de registro em arquivos, segundo os procedimentos e propostas contidas a partir de um protocolo do estudo de caso. Mais que um roteiro de entrevistas, o protocolo, como instrumento que melhora a confiabilidade e validade na

condução de um estudo de caso, deve conter procedimentos e regras gerais da pesquisa para sua condução, indicação da origem das fontes de informação (tipo de fontes, indivíduos, locais, etc.) (MIGUEL, 2007) bem como o contexto (área e local, unidade de análise, questões, procedimentos e fontes de informação), a parte a ser estudada (práticas, unidade de análise, questões, procedimentos e fontes de informação) e meios de controle da pesquisa (variáveis de controle e respectivas questões) (SOUZA, 2005).

A essência do protocolo de estudo de caso é representada por um conjunto de questões a serem utilizadas nas entrevistas. O protocolo esboça os assuntos a serem cobertos durante a entrevista, circunstâncias das perguntas a serem feitas e indica os dados específicos necessários. Um formato geralmente usado é o método do funil, indo primeiramente para as perguntas mais amplas e abertas, no decorrer da entrevista as perguntas ficam mais específicas e as perguntas detalhadas são feitas por último. Assim, o protocolo serve tanto como um indutor para a entrevista como um *checklist* para se ter certeza de que todos os tópicos foram cobertos (VOSS *et al.*, 2002). O Quadro 5 apresenta o protocolo do estudo de caso pesquisado.

Quadro 5 – Estudo de caso

<b>Questão principal de pesquisa</b>	Qual a contribuição da implantação da tecnologia de informação - MES para as dimensões competitivas da manufatura?
<b>Unidade de análise</b>	Relacionamento entre a TI MES e o desempenho da manufatura, a partir da estratégia de negócios bem como sua percepção nas áreas funcionais.
<b>Limites de Tempo</b>	Ano de 2007, 2008, 2009 e 2010.
<b>Local</b>	NOVELIS BRASIL Ltda. Empresa brasileira da área de manufatura de produtos de alumínio
<b>Validade dos construtos</b>	Várias fontes de coleta de dados (observações diretas, documentos, gráficos e entrevistas com o gerente da TI, o responsável pelas áreas da manufatura (refusão, laminação a quente e laminação a frio) e com empresa desenvolvedora da TI.
<b>Validade interna</b>	Pertinência ao objetivo de pesquisa
<b>Questões do estudo de caso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quais as deficiências do ERP para a manufatura?</li> <li>•Quais módulos do MES estão sendo implantados nesta empresa?</li> <li>•Quais os benefícios do MES para manufatura, em termos de dimensões competitivas da manufatura?</li> <li>•Em que medida o MES contribui para as dimensões competitivas da manufatura?</li> <li>•Como a TI é percebida junto às áreas funcionais?</li> <li>•Quais fatores organizacionais apoiam a implantação do MES? Como os fatores organizacionais apoiam a implantação da TI?</li> <li>•Qual a participação de profissionais de TI no processo de formulação da estratégia de negócios da empresa?</li> <li>•Qual a relação da área de TI, com a produção e a manufatura?</li> </ul>

### 3.5 Instrumento de coleta de dados

A coleta de dados em estudo de casos está calcada em entrevistas apoiadas em um modelo conceitual da pesquisa. (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002).

A importância que se dá às entrevistas nos estudo de caso é atribuída ao fato de fornecer relacionamento com pessoas que estão envolvidas diretamente e de forma cotidiana com o fenômeno a ser analisado (SHAH e CORLEY, 2006). Assim, a síntese do procedimento seria:

- Estruturar instrumentos de coleta de dados coerentes ao modelo conceitual. Para esta pesquisa, a fundamentação teórica construída foi utilizada para a elaboração dos roteiros de entrevistas. Assim, aspectos relevantes da fundamentação teórica deram origem às questões que orientaram o processo de entrevistas;
- Determinar a quantidade de respondentes. Para esta pesquisa, a quantidade de respondentes foi determinada pela complexidade do modelo conceitual da pesquisa. Dessa forma, projetou-se a condução de entrevistas junto aos envolvidos no processo de implantação do MES, como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 – Qualificação dos Respondentes da pesquisa

Área	Empresa	Entrevista
Tecnologia da Informação	Novelis	Gestores dos recursos de TI
	Desenvolvedora	Responsáveis pelo desenvolvimento do MES
Produção	Novelis	Gerência de produção
Manufatura <ul style="list-style-type: none"> <li>•Refusão</li> <li>•Laminação a quente</li> <li>•Laminação a frio</li> </ul>	Novelis	Gerentes de área e funcionários envolvidos na equipe de implantação

- Interagir com respondentes essenciais. Buscou-se agendar entrevistas com os profissionais mais experientes de cada área envolvida, por apresentarem maior conhecimento sobre o fenômeno investigado.

Para aumentar a confiabilidade dos dados e as conclusões do estudo de caso, recomenda-se a utilização de fontes de informação diversas, ou seja, a triangulação de fontes de dados (YIN, 2005). Os métodos que complementam as entrevistas são (SHAH e CORLEY, 2006):

- Observação - consiste em verificar o fenômeno em seu contexto original e quais configurações ele apresenta.
- Análise documental - busca-se coletar os documentos existentes, tais como relatórios e publicações voluntárias da empresa em estudo.

O Quadro 7 apresenta um roteiro, blocos e temas a serem explorados quando das entrevistas junto aos representantes da empresa.

Quadro 7 – Roteiro de coleta de dados.

Roteiro	Quantidade de Blocos	Temas explorados	Fonte da adaptação
<b>1.Caracterização da empresa (Anexo – Item 1)</b>	1	Caracterização geral	SANTOS, (1998, 1999)
<b>2.Caracterização das TI utilizadas na manufatura (Anexo – item 2)</b>	1	Histórico evolutivo	KUMAR <i>et al.</i> (2005); JIANG <i>et al.</i> (2007);
		Foco nas tecnologias do chão de fábrica	
		Foco nas tecnologias de gestão empresarial	
<b>3.Caracterização do MES (Anexo – item 2)</b>	1	Panorama da integração	KOC (2007); KOC e CEYLAN (2007); LAW e NGAI (2007)
		Foco nas dimensões competitivas da manufatura	
		Foco nos fatores organizações	
<b>4.Gestão da produção - Manufatura ( Anexo – item 3)</b>	1	Histórico	VACHON e KLASSEN (2006); SAXENA e SAHAY (2000);
		Foco nos indicadores	
		Foco nas prioridades	
		Foco no desempenho	
<b>5.Percepção do MES pelas áreas funcionais (Anexo – itens 4 e 5)</b>	1	Área comercial	AHMED <i>et al.</i> (2007); KOC e CEYLAN (2007);
		Área recursos humanos	
<b>6.Caracterização da alta gestão (Anexo – item 6)</b>	1	Apoio e comprometimento da TI e pessoas	KOC e CEYLAN (2007);

### 3.6 Composição da amostra

A pesquisa pretende investigar a contribuição da implantação da tecnologia MES para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura e que proverá a integração do chão de fábrica ao ERP. Assim, o estudo de caso único permitirá a necessária

profundidade para responder as indagações propostas. (MIGUEL, 2007, VOSS *et al.*, 2002).

Para tanto, buscou-se compor a amostra por uma empresa que apresentasse as seguintes características:

- 1.Essencialmente manufatureira de base;
2. Líder de mercado no seu setor;
- 3.Influente na cadeia produtiva na qual estivesse envolvida;
- 4.Intensa automação e informatização no chão de fábrica;
- 5.ERP implantado;
- 6.Dificuldades de integração entre as áreas de manufatura e áreas funcionais.

A maturidade da empresa, medida conforme proposto por CMMI (2006), em relação à melhoria de seus processos, deveria apresentar níveis altos de melhoria no processo. Para Cristofari Jr (2008) o método CMMI, utilizado para orientar o esforço de melhoria na produção, adota áreas de processo de forma a mostrar as características mais operacionais, o que vai ao encontro do objetivo da investigação da contribuição do MES implantados nas áreas produtivas da empresa.

Segundo a CMMI (2006), uma empresa com níveis de maturidade 3, 4 e 5 apresenta as características de melhoria de processo descritas no Quadro 8.



Quadro 8 - Características dos níveis de maturidade

Nível de Maturidade	Características
<b>3 - Definido</b>	<p>Os processos são bem caracterizados e entendidos, e são descritos em padrões, procedimentos, ferramentas e métodos;</p> <p>O conjunto de processos-padrão da organização é estabelecido e melhorado ao longo do tempo;</p> <p>Os projetos estabelecem seus processos definidos ao adaptar o conjunto de processos-padrão da organização de acordo com as diretrizes para adaptação;</p> <p>Os padrões, as descrições de processo e os procedimentos para um projeto são adaptados a partir do conjunto de processos-padrão da organização para se ajustar a um projeto específico ou uma unidade organizacional;</p> <p>Os processos são geralmente descritos de forma mais rigorosa;</p> <p>Os processos são gerenciados mais proativamente, com base na compreensão de como as atividades de processo relacionam-se e nas medidas detalhadas do processo, seus produtos de trabalho e serviços.</p>
<b>4 - Gerenciado Quantitativamente</b>	<p>A organização e os projetos estabelecem objetivos quantitativos para qualidade e para desempenho de processo, utilizando-os como critérios na gestão de processos;</p> <p>Objetivos quantitativos baseiam-se nas necessidades dos clientes, dos usuários finais, da organização e dos responsáveis pela implementação de processos;</p> <p>A qualidade e o desempenho de processo são entendidos em termos estatísticos e gerenciados ao longo da vida dos processos;</p> <p>Para subprocessos selecionados, medidas detalhadas de desempenho de processo são coletadas e analisadas estatisticamente;</p> <p>As medidas da qualidade e do desempenho de processo são incorporadas no repositório de medições da organização para apoiar a tomada de decisão baseada em fatos;</p> <p>Identificam-se as causas especiais de variação de processo e, onde apropriado, as fontes dessas causas são corrigidas para prevenir sua recorrência.</p>
<b>5 - Em Otimização</b>	<p>A organização melhora continuamente seus processos com base no entendimento quantitativo das causas comuns de variação inerentes ao processo;</p> <p>Tem foco na melhoria contínua do desempenho de processo por meio de melhorias incrementais e inovadoras de processo e de tecnologia;</p> <p>Os objetivos quantitativos de melhoria de processo para a organização são estabelecidos, continuamente revisados para refletir as mudanças nos objetivos estratégicos e são utilizados como critérios na gestão de melhoria de processo;</p> <p>Os efeitos das melhorias de processo implantadas são medidos e avaliados em relação aos objetivos quantitativos de melhoria de processo;</p> <p>Tanto os processos definidos quanto o conjunto de processos-padrão da organização são alvo de atividades de melhoria mensuráveis.</p>

Fonte: CMMI (2006)

Outro requisito para a seleção do caso constituiu-se na natureza do processo produtivo dessa organização, privilegiando-se uma empresa manufatureira que tivesse várias fases de implantação do MES.

O processo de composição iniciou-se com uma verificação de empresas que atendessem os requisitos propostos. A empresa NOVELIS Brasil Ltda. aceitou colaborar com esta pesquisa no início do ano de 2007.

Com a concordância da empresa em colaborar com esta pesquisa, realizaram-se os contatos iniciais e foram desenvolvidos questionamentos preliminares. A partir dessas informações foram feitas as seguintes indagações (VOSS *et al.*, 2002):

- É relevante em relação ao modelo conceitual e a questão de pesquisa formulada?
- É viável a sua execução como estudo de caso?
- Pode verificar os fenômenos que se pretende estudar?
- É eticamente exequível, de forma a proteger informações e pesquisados?

A empresa, objeto do estudo de caso, atende plenamente aos requisitos e recomendações acima.

### ***3.7 Coleta de dados***

Pelo fato do estudo de caso estar frequentemente associado a dados qualitativos, o pesquisador não deve se deter na busca de dados objetivos. Na verdade, a pesquisa por estudo de caso fornece a oportunidade para os pesquisadores de coletar dados com grande acuricidade e confiabilidade, como nas pesquisas quantitativas, pois podem ter acesso direto a fonte de dados originais relativo ao desempenho e dados operacionais.

A coleta de dados iniciou-se à medida que a empresa NOVELIS, paulatinamente, aceitou colaborar com esta pesquisa. Perdurou, assim, entre agosto de 2007 e dezembro de 2008. Houve uma segunda coleta de dados quantitativos na laminação a quente, de dezembro de 2009 a março de 2010.

Nesse período, coletou-se dados por meio de entrevistas, de observação e de documentos. As entrevistas foram realizadas com representantes das áreas de TI, Produção e Desenvolvedores do sistema.

Em primeiro lugar, foram coletadas as informações junto às áreas TI e Produção. Em seguida, foram realizadas as entrevistas com os responsáveis pelo desenvolvimento do sistema. Ao longo do processo, foram realizadas visitas técnicas, observações pontuais e coleta de documentos. O Quadro 9 sintetiza a dinâmica do processo de coleta de dados empreendido.

Quadro 9 – Dinâmica do processo de coleta de dados

Caracterização da empresa	Dinâmica da coleta de dados		
	Entrevistas	Documentos	Observação
Empresa multinacional do setor de fabricação de produtos laminação de alumínio (chapas, bobinas e blocos) para vários setores (bebidas, automobilística, indústria).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsável pela área de refusão</li> <li>• Responsável pela área de laminação a quente</li> <li>• Responsável pela área de laminação a frio</li> <li>• Responsável pela área de tecnologia da informação</li> <li>• Responsável pela empresa desenvolvedora do MES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversos documentos sobre a história da empresa.</li> <li>• Documentos sobre as áreas da produção</li> <li>• Documentos sobre a área de TI</li> <li>• <i>Folders</i> e outros materiais das empresas</li> <li>• Documentos digitais obtidos na <i>World Wide Web</i>.</li> </ul>	<p>Visitas nas três áreas da empresa, na área de TI e na empresa desenvolvedora. Foram realizadas um total de 9 visitas, sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Duas na refusão;</li> <li>– Uma da laminação a quente;</li> <li>– Uma na laminação a frio;</li> <li>– Três nas áreas de TI;</li> <li>– Uma na comunicação, todas em Pindamonhangaba – SP;</li> <li>– Uma na empresa desenvolvedora, em Belo horizonte – MG.</li> </ul>

### 3.8 Análise dos dados coletados

Apesar das várias alternativas analíticas relativas à pesquisa qualitativa, recomenda-se que a análise de dados nas pesquisas qualitativas tenham as seguintes etapas:

- Codificação dos dados;
- Apresentação em uma forma estruturada; e
- Análise propriamente dita (HOPPEN *et al.*, 1996).

Na primeira fase deste método, os dados são resumidos e sistematizados, por meio da reconstituição de entrevistas e sinopses de dados. Em seguida, os dados são reorganizados e agregados, identificando-se temas e tendências. Finalmente, os resultados são apresentados de maneira a explicar e evidenciar os fenômenos estudados e permitir a conclusão da pesquisa.

Não obstante o conceitual analítico adotado,

"o que mais importa na pesquisa qualitativa é que o pesquisador, a partir de todos os dados colhidos, obtenha um conjunto de informações que lhe permitirá dar um sentido àquilo que está estudando, convencendo o leitor da pertinência e veracidade de sua análise" (HOPPEN *et al.*, 1996, p.22).

### ***3.9 Síntese***

A pesquisa foi desenvolvida através do método de estudo de caso único. A amostra do estudo de caso foi composta por empresa multinacional, manufatureira, líder no mercado de produtos de alumínio. A principal forma de coleta de dados aconteceu por meio de entrevistas semiestruturadas, através de roteiros de pesquisa desenvolvidos com base no referencial teórico dos capítulos anteriores. Adicionalmente, foram realizadas visitas técnicas e utilizadas as possibilidades de observação. Foram coletados documentos para aumentar a confiabilidade das questões.

### ***3.10 Limitações da pesquisa***

Nesta pesquisa houve grande dificuldade de obter dados numéricos das áreas produtivas. A empresa entende que esses dados são estratégicos e não podem ser divulgados, sem gerar problemas em relação aos concorrentes. Assim, o compromisso de não divulgar números de faturamento, indicadores de desempenho e nomes foi atendido em todo o trabalho.

Embora o estudo de caso único possa limitar as conclusões, apenas à empresa estudada, a possibilidade de se conhecer de perto todo o processo bem como detalhes importantes do sistema MES foi importante, permitindo teorizar o sistema e verificar a sua importância para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura.

## 4 ESCOLHA DAS DIMENSÕES COMPETITIVAS DA MANUFATURA

O capítulo apresenta as dimensões competitivas da manufatura que são influenciadas pela implantação de TIs, mostrando estudos de vários autores sobre o tema. São apresentadas as dimensões que mais aparecem na literatura pesquisada e as que têm afinidade com os objetivos deste trabalho.

### 4.1 Conceitos e características das dimensões escolhidas

Do referencial teórico apresentado, verifica-se que há vários focos dados as dimensões competitivas da manufatura. Foco no cliente, na implantação de TIs e na competitividade da manufatura. O Quadro 10 apresenta as várias dimensões encontradas na literatura pesquisada, bem como os autores.

Quadro 10 - Dimensões competitivas da manufatura pesquisadas e respectivos autores

Dimensões	Autores												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Custo		X	X	X	X			X		X		X	X
Qualidade	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X
Flexibilidade	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
Entrega	X	X	X	X		X		X				X	X
Confiabilidade				X	X								
Preço	X					X							
Capacidade de produção					X								
Sistema de informação					X								
Recursos humanos					X								
Logística					X								
Redução da base de fornecedores							X						
Lead time							X	X	X				
Integração manufatura-estratégia empresarial							X						
Conformidade								X					
Redução de estoque							X						
Utilização da capacidade produtiva							X						
Flexibilidade de <i>mix</i> de produtos							X						
Flexibilidade de volume de produção							X						
Desenvolvimento rápido de novos produtos							X						
Inovação										X			X
Reclamação do cliente											X		
Perfil dos operários									X				
Entrega na hora certa ( <i>on-time</i> )											X	X	
Eficiência de equipamentos											X		
Custo da qualidade											X		
Desempenho ambiental												X	
Tempo de ciclo												X	
Tempo de <i>setup</i>												X	
Taxa de rejeição												X	

Autores: 1 (Hayes e Wheelwright, 1984); 2 (Pires 1994); 3 (Santos, 1999); 4 (Slack *et al.*, 2009); 5 (Ng e Ip, 1998); 6 (Kathuria *et al.*, 1999); 7 (Saxena e Sahay, 2000); 8 (Cagliano *et al.*, 2004); 9 (Grando e Belvedere, 2005); 10 (Theodorou e Florou, 2005); 11 (Chen, 2007); 12 (Vachon e Klassen, 2006); 13 (Paiva *et al.*, 2009).

Das várias dimensões competitivas da manufatura estudadas, quatro aparecem de forma quase unânime: custo, qualidade, flexibilidade e entrega. Outras dimensões, embora não apareçam em quantidade, estão intimamente ligadas ao tema desta tese: integração da manufatura com a estratégia empresarial, conformidade e confiabilidade.

Para a realização dos trabalhos desta tese, destacam-se seis dimensões que mais apareceram na revisão bibliográfica ou que representam um afinamento com o tema da pesquisa. O Quadro 11 mostra essas dimensões.

Quadro 11 – Dimensões competitivas da manufatura escolhidos a partir da revisão bibliográfica.

Dimensões que mais aparecem nos trabalhos citados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo</li> <li>• Entrega (Entrega <i>on time</i>)</li> <li>• Flexibilidade</li> <li>• Qualidade</li> </ul>
Dimensões escolhidas pelo afinamento com o tema da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformidade</li> <li>• Confiabilidade</li> <li>• Integração da manufatura com a estratégia empresarial</li> </ul>

Apresenta-se a seguir conceitos sobre as dimensões competitivas da manufatura que foram apontadas e que estão relacionadas no Quadro 11.

#### **4.1.1 Custo**

Krajewski *et al.* (2009) entendem que as operações de baixo custo prestam um serviço ou fabricam um produto com o menor custo possível, de maneira a satisfazer clientes externos ou internos, sejam do processo ou cadeia de valor. Mas os autores afirmam, ainda, que "A redução de preços pode aumentar a demanda por serviços e produtos, mas também reduz as margens de lucro, se produto ou serviço não puder ser produzido com custo menor"

Albuquerque e Silva (2002) tratam o custo como sendo uma prioridade que a indústria, que concorre diretamente por preço, deve ter e, portanto, produzir a custo mais baixo possível e com isso conseguir colocar seus produtos em condições de competição. Corrêa e Corrêa (2009) colocam essa prioridade como sendo o custo de produzir (produtos) e atender e servir (serviços) o cliente. Completando com Pires (1995), uma estratégia que prioriza o custo e baseia-se em três conceitos clássicos no

ambiente empresarial, que são a economia de escala, a curva de experiência e a produtividade. Santos, (2001) completa que é a oportunidade de oferecer produtos e serviços pelo menor preço.

#### **4.1.2 Qualidade**

Segundo Krajewski *et al.* (2009), "Qualidade é uma dimensão de um serviço ou produto que é definida pelos clientes". Os autores dizem, ainda, que a qualidade superior e a qualidade consistente são duas importantes dimensões competitivas que fazem parte de uma dimensão maior, que é a qualidade. Definem que qualidade superior é a prestação de um serviço ou a fabricação de um produto excelente. Já a qualidade consistente é a capacidade de produzir serviços e produtos dentro das especificações do projeto.

Pires (1995) já afirmava que os relatos apresentados sobre qualidade como sendo uma prioridade competitiva da manufatura, tendia para a associação do seu conceito ao grau de satisfação dos clientes em relação aos produtos adquiridos. Santos (2001) define como sendo a capacidade de oferecer produtos com alto desempenho, apresentar diferenciação de produtos em relação aos competidores, entregar produtos e serviços com assistência técnica apropriada, desenvolver melhores produtos e a imagem da empresa e ainda oferecer confiabilidade e durabilidade dos produtos

Autores como Paiva *et al.* (2009); Corrêa e Corrêa (2009); Albuquerque e Silva (2002) identificam várias dimensões dentro da qualidade. São incluídas dimensões como desempenho, confiabilidade, conformidade, durabilidade, serviços agregados e estética. Ainda assim, entendemos que estas dimensões podem ser caracterizadas também como dimensões competitivas da manufatura.

#### **4.1.3 Rapidez das entregas**

A rapidez de entregas está associada a dois objetivos, a velocidade e a confiança. Slack *et al.* (2009) definem o primeiro objetivo como a capacidade de fazer as coisas de forma rápida, minimizando o tempo entre o pedido e a entrega. Já o segundo, tem por objetivo fazer as coisas no tempo certo, cumprindo as promessas feitas aos

clientes. Krajewski *et al.* (2009) acrescentam ainda que essa prioridade pode ser entendida como a redução do tempo de espera do cliente.

Segundo Santos, (2001) é a capacidade de fabricar produtos com rapidez, garantir prazo de entrega e oferecer serviços de assistência técnica e substituição de peças.

#### **4.1.4 Flexibilidade**

A flexibilidade tem sido apontada como uma prioridade competitiva de grande importância para a manutenção da empresa no mercado. Paiva *et al.* (2009) definem flexibilidade como sendo a capacidade de um sistema produtivo em adotar uma gama de estados diferentes, mostrando competências para responder as necessidades do mercado e aos avanços da tecnologia. Podem ser consideradas como dimensões da flexibilidade, a capacidade de introduzir produtos novos, de mudar a variedade de produtos, de volume de produção e de entrega nas datas planejadas, personalizando as necessidades específicas dos clientes (PAIVA *et al.*, 2009; SLACK *et al.*, 2008; KRAJEWSKI *et al.*, 2009; SANTOS, 2001).

As definições mostram pontos em comum, que mostram a flexibilidade como a habilidade de alterar seu processo em função da volubilidade e das incertezas externas a empresa, mostrando capacidade de se antecipar às mudanças do mercado e de atender as necessidades dos clientes no momento desejado, preferencialmente sem alteração de custos.

#### **4.1.5 Conformidade**

Corrêa e Corrêa (2009) colocam a conformidade como um subobjetivo da qualidade, e definem como sendo a característica de um produto executado conforme as especificações.

Garvin (1992) define conformidade como o grau em que o projeto e as características de um produto estão de acordo com os padrões estabelecidos. Para Albuquerque e Silva (2002) "Confiabilidade reflete a probabilidade de mau funcionamento de um produto ou de vir a falhar num determinado período".



Dentro da visão tradicional de conformidade, desde que os produtos saiam dentro dos dois limites pré-estabelecidos, estariam conforme com a especificação, portanto os índices obtidos serão utilizados apenas para garantir a conformidade com as especificações (BULBA, 1998).

Crosby (1986) diz que "Qualidade significa conformidade. Ausência de qualidade é não-conformidade". Feigenbaum (1994) define a não-conformidade como "desvio de característica da qualidade de seu nível ou estado desejado que ocorre com severidade suficiente para causar produto ou serviço correspondente que não atende a qualquer exigência da especificação".

#### ***4.1.6 Confiabilidade***

A necessidade de oferecer produtos com melhor desempenho e a custos competitivos faz com que as empresas reduzam a probabilidade de falhas em seu processo manufatureiro. Conhecer os dados da análise de falhas e buscar minimizar a sua ocorrência podem gerar produtos com confiabilidade.

Pela definição dada pelo *U.S. Department of Defense* (1998), confiabilidade pode ser entendida como a probabilidade de um produto executar a função para qual foi projetado, por um período de tempo específico e sob determinadas condições. Com a utilização de meios adequados para aquisição de dados de falha, aliados a técnicas estatísticas para a sua avaliação, a engenharia de confiabilidade busca responder por quanto tempo um determinado produto vai funcionar, continuamente, sem falhas.

Albuquerque e Silva (2002) dizem que "Conformidade é o grau em que o projeto e as características operacionais de um produto estão de acordo com padrões preestabelecidos" e Garvin (1992) aponta a confiabilidade como uma das dimensões da qualidade. Para o autor confiabilidade se reflete na probabilidade de falhas no funcionamento de um produto ou de falhar num determinado período.

Já para Corrêa e Corrêa (2009), confiabilidade é um aspecto de desempenho, que tem como objetivo a pontualidade com o cumprimento dos prazos acordados e de promessas feitas, segurança pessoal e de bens dos clientes e robustez caracterizada pela manutenção do atendimento ainda que algo dê errado.

Assim, ter o domínio da confiabilidade nos produtos faz com que a empresa tenha vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, que na prática, significa melhor alocação de recursos de garantia e de suporte, inventário de peças de reposição adequados e menor custo estendido de seus produtos, ao longo do seu ciclo de vida (MARCORIN e ABACKERLI, 2006).

#### ***4.1.7 Integração da manufatura com a estratégia empresarial***

Para Fisher e Howell (2004) é necessário que as organizações alinhem os sistemas de TI aos seus valores corporativos. É importante se certificar de que a organização defina claramente os seus valores e missão, de maneira a refletí-los em todas as suas principais iniciativas. Somente recursos e tempo para ditar as decisões de implantação de sistemas podem significar soluções caras e com consequências ruins para a organização. Mesmo pequenos sistemas devem ser apoiados em estratégias integrativas, sob risco de danos ao invés de melhorias à empresa (FISHER e HOWELL, 2004).

## 5 ESCOLHA DOS FATORES ORGANIZACIONAIS APOIADORES DA IMPLANTAÇÃO DE TI

Neste capítulo são apresentados os fatores organizacionais apontados na revisão da literatura bem como os conceitos desses fatores, que podem apoiar a implantação do MES.

### 5.1 Apresentação dos fatores organizacionais pesquisados

O Quadro 12 resume a ocorrência dos fatores organizacionais apontados na revisão teórica. Pode-se perceber que houve uma média de cinco fatores por autores e em quatro trabalhos foram citados oito fatores organizacionais.

Quadro 12–Fatores organizacionais e respectivos autores pesquisados

Fator/Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Gestão da Mudança		X										X							
Tamanho da empresa		X		X									X						
Estrutura organizacional		X		X					X			X							
Tecnologia existente		X																	
Aprendizagem organizacional	X			X					X			X	X		X		X	X	
Cultura organizacional	X			X					X	X		X	X						X
Relação inter-organizacional				X	X											X			
Estratégia de RH								X									X		
Alocação de recursos								X											
Comprometimento organizacional								X				X							
Gestão de conflitos												X	X						
Apoio da alta gerência			X		X	X				X	X		X	X		X			
Envolvimento de líderes em TI			X							X			X	X					
Integração entre TI e negócios													X	X					
Integração entre TI e objetivos organizacionais														X					
Estratégia de TI													X				X	X	
Experiência do executivo de TI			X					X					X						
Clima organizacional														X					
Capacidade organizacional														X					
Empowerment				X	X										X				
Trabalho em equipe	X		X		X	X			X						X		X		
Geração de ideias																X	X		
Gestão do conhecimento																X			
Integração cruzada de funções																X			

Continuação Quadro 12

Fator/Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Gestão participativa						X											X		
Delegação																	X		
Aquisição e exploração de tecnologia																	X		
Qualidade de ideias																	X		
Comunicação de objetivos				X															
Treinamento				X	X	X			X										
Organizações abertas				X		X													
Autonomia				X															
Segurança no emprego						X													
Seleção de novas pessoas						X													
Recompensa por desempenho					X	X													
Redução de barreiras						X													
Inserção dos RH			X																

Autores: 1 (Santos, 1998, 1999 e 2000); 2 (Hong e Kim, 2001); 3 (Albertin, 2001b); 4 (Dewett e Jones, 2001); 5 (Jayaram *et al.*, 2001); 6 (Daily e Huang, 2001); 7 (Ahmad e Schroeder, 2002); 8 (Dedrick *et al.*, 2003); 9 (London e London, 2004); 10 (Power, 2004); 11 (Tarafdar e Vaidya, 2006); 12 (Ahmed *et al.*, 2007); 13 (Bruque e Moyano, 2007); 14 (Law e Ngai, 2007); 15 (Davis e Mentzer, 2007); 16 (Hsu *et al.*, 2008); 17 (Koc, 2007); 18 (Koc e Ceylan, 2007); 19 (Jabbour e Santos, 2007)

Para a realização dos trabalhos desta tese escolheu-se oito fatores organizacionais que mais apareceram na revisão bibliográfica ou que apresentaram um afinamento com o tema da pesquisa, como mostra o Quadro 13.

Quadro 13 – Fatores organizacionais escolhidos a partir da revisão bibliográfica.

Fatores que mais apareceram nos trabalhos citados	Apoio da alta gerência
	Aprendizagem organizacional
	Cultura organizacional
	Trabalho em equipe
	Treinamento
Fatores que apresentam grande afinamento com o tema da pesquisa.	Envolvimento e experiência dos líderes de TI
	Integração da TI com a estratégia de negócios
	Integração da TI com a estratégia organizacional

## 5.2 Conceitos dos fatores organizacionais escolhidos

Apresenta-se a seguir, os conceitos sobre fatores organizacionais que apoiam a implantação de tecnologias a partir da visão de vários autores. Esses fatores e seus conceitos foram tomados como base para pesquisa de campo realizada.

### ***5.1.1 Equipes de trabalho articuladas***

Casado (2002) define o trabalho em equipe como sendo um conjunto de pessoas que compartilham crenças e valores. A equipe, como um grupo de pessoas com conhecimentos próprios a serem compartilhados que buscam alcançar objetivos comuns e que garantam sua integração (KATZENBACH e SMITH, 1993).

Segundo Albertin (2001b), as equipes devem trabalhar coesas e em acordo com o objetivo comum. Essa união também deve existir entre o patrocinador e as equipes.

Num ambiente altamente competitivo, Santos (1999a) destaca "ser difícil que poucas pessoas idealizem planos estratégicos para a empresa, fazendo-se necessário complementar a estrutura hierárquica com redes de trabalho, em que haja alto envolvimento das pessoas". As redes de trabalho baseada em equipes auxiliará a formulação da estratégia da empresa de forma mais completa e participativa e ajudará a construir as competências necessárias à obtenção de competitividade para a empresa.

Mostrando a importância do trabalho em grupo na organização da produção, Muniz Jr (2007) observa "o uso crescente dos planos de sugestões e a busca do envolvimento dos funcionários na solução dos problemas". Completa ainda que "a redução de desperdício e ganhos no processo produtivo, promovendo aprendizado e conhecimento pelo envolvimento das pessoas de modo que elas tenham mais controle sobre o mesmo".

### ***5.1.2 Aprendizagem organizacional***

Para Argyris (1977), a aprendizagem organizacional é um processo pelo qual membros de uma organização respondem a mudanças tanto no seu ambiente interno como externo, descobrindo falhas e corrigindo-as, de maneira a manter ou alcançar os objetivos da organização. É, portanto, determinante pensar que a aprendizagem organizacional está diretamente ligada à aprendizagem individual e, nesse sentido, Kim (1993) diz que a aprendizagem organizacional pode ser considerada uma metáfora derivada da compreensão de aprendizagem individual. Santos (1999a) destaca que as pessoas, nos ambientes competitivos, passam constantemente a assumir

riscos, a partir de processos de trabalhos novos, com o objetivo de gerar inovações. Na realidade, organizações aprendem a partir das pessoas que compõem a organização e, portanto, compreender os processos de aprendizagem individual são cruciais para entender aprendizagem organizacional.

É através do processo de aprendizagem individual que a organização poderá desenvolver as competências necessárias à adoção, implantação e absorção da TI, que gerará aprendizagem organizacional capaz de melhorar continuamente o alinhamento entre TI e a estratégia de negócios e os objetivos da organização.

A Figura 18 mostra o processo do fluxo de aprendizagem a partir dos valores fundamentais adquiridos sobre a TI. O ciclo simples de aprendizagem permite corrigir ações no processo de adoção, implementação, implantação e absorção da TI, a partir dos êxitos e dificuldades encontradas durante esse processo, que num ciclo mais amplo (duplo) poderá, ainda, modificar ou ampliar valores fundamentais sobre a TI. Enquanto no ciclo simples se resolve questões básicas (ARGYRIS, 1992), no ciclo duplo há a necessidade de se aprender nova teoria aplicada. A partir da transformação dos valores em ações ou da mudança de valores a partir da aplicação de novas teorias aplicadas, aprendidas ou experiências acumuladas, há a aprendizagem organizacional.

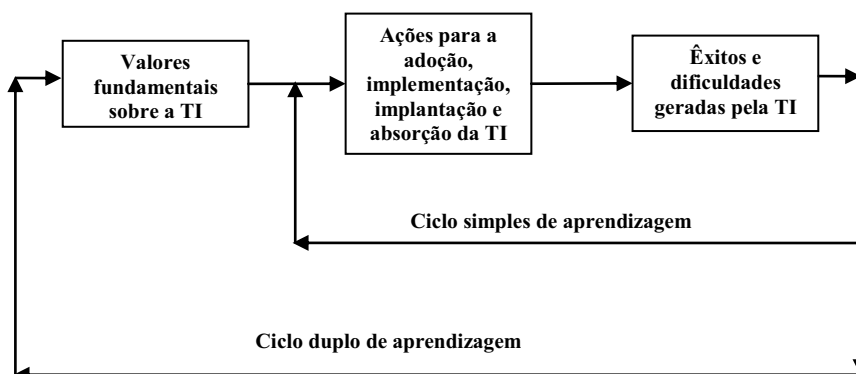


Figura 18 - Ciclos de aprendizagem  
Fonte: adaptado de Argyris (1992)

Shipton *et al.* (2005) apresentam resultados onde há positiva significância entre as relações do ambiente de aprendizagem com a inovação em produtos e em produção de tecnologia. Para os autores, a aprendizagem organizacional representa uma importante e nova perspectiva a ser levada em conta por pesquisadores que estudam as relações entre atividade de RH e a inovação tecnológica.

### **5.1.3 Cultura organizacional**

A implantação de sistemas integrados de gestão causa grandes impactos nas organizações, uma vez que ela é complexa, envolve um grande número de pessoas, exige, na maioria das vezes, uma reengenharia dos processos e uma mudança na cultura organizacional e, também, mudanças no próprio sistema de gestão da organização. É um processo único e é, via de regra, considerado como estratégico para as organizações (SCHMMIT, 2005).

De forma visionária, Boynton e Zmud (1987) apontavam que a cultura organizacional nos processos de implantação de TI seria uma questão crítica dos anos 1990 e continuaria assim no século 21. "A cultura de uma organização está fortemente ligada ao sucesso que se pretende alcançar. Planejar significa considerar a cultura organizacional atual e se antecipar como essa cultura pode impactar ou ser usada para afetar esforços de informática." (BOYNTON e ZMUD, 1987, *apud* DASGUPTA, 1997)

Shein (1990) define cultura como um padrão básico de hipóteses inventadas, descobertas ou desenvolvidas por um determinado grupo de pessoas para aprender a resolver os problemas de adaptação externa e de integração interna. Tais hipóteses, se validadas, passarão a ser ensinadas aos demais membros do grupo como sendo o modo correto de perceber, sentir e pensar em relação a resolução de problemas.

Para Dasgupta (1997), a cultura organizacional pode ter um papel crucial nos investimentos e adoção de TIs e sua subsequente difusão dentro da organização. Tem uma forte influência (AHMED *et al.*, 2007) no comportamento administrativo e dos funcionários na condução das tarefas do dia a dia.

Hoffman e Klepper (2000) debatem que a cultura em uma organização é frequentemente negligenciada e sua influência subestimada no sucesso ou falha inicial, quando da assimilação de novas tecnologias. Por ser imprecisa, difícil de ser medida ou mudada e ter nenhum valor prático para os gerentes que querem repostas rápidas, os autores destacam que a cultura corporativa raramente é assunto tratado nas revistas empresariais.

#### ***5.1.4 Apoio da alta gerência***

Law e Ngai (2007) mostram que em muitas circunstâncias a alta gerência precisa mediar as necessidades do negócio com a TI e resolver os conflitos gerados pelos interesses de um grande número de investidores. O apoio da alta gerência pode afetar o sucesso da implantação da TI, na medida em que pode promover a motivação para gerar mudanças, estimular a cultura organizacional voltada a mudança, incrementar a comunicação dentro da organização e promover treinamento, recompensas e programas de incentivo.

Para Albertin (2001b), a alta gerência deve apoiar integralmente o projeto de implantação da TI. A garantia de continuidade e os recursos necessários são fundamentais para aumentar as chances de sucesso. Além do apoio em relação ao poder, a alta gerência deve deixar clara sua convicção sobre a importância do projeto para a estratégia do negócio, por meio de suas atitudes, o que inclui o aspecto referente ao alinhamento estratégico.

#### ***5.1.5 Treinamento***

O conhecimento não é estático, modificando-se mediante a interação com o ambiente, sendo este processo denominado aprendizado. Uma visão mais ampla é que o aprendizado é a integração de novas informações em estruturas de conhecimento, de modo a torná-las potencialmente utilizáveis em processos futuros de processamento e de elaboração. Além disto, conhecimentos novos podem resultar de um processo de inferência na própria estrutura do conhecimento (MORESI, 2000).

O treinamento contribui no sentido de fornecer as competências necessárias à implantação e absorção da TI. Para o sucesso da implantação de TIs há a necessidade de transformação cultural, que se dá pela realização de programas de treinamento e de educação para os funcionários.

Leonard-Barton (1998) mostra que esses programas de treinamento não são somente para a construção de um corpo de profissionais com melhor preparo técnico, outra vantagem obtida com investimentos em educação é a acumulação de conhecimentos e o aumento da satisfação dos funcionários. Muniz Jr (2009) completa



que "O treinamento cria flexibilidade para liberação de qualquer membro para outras atividades, sem quebra da rotina de trabalho e sem parada da atividade produtiva" Essa flexibilidade permite que os operadores não precisem realizar apontamentos manuais de produção, resultando em ganho de tempo, de maneira a realizar trabalhos de inspeção, focando seus esforços e atenção na produção.

Vieira e Garcia (2004) complementam que

"o treinamento e desenvolvimento de habilidades sociais e interpessoais auxiliam na constituição da imagem que os indivíduos formam deles mesmos, produzindo as identidades apropriadas. Portanto, após a localização espacial, que favorece a visualização do indivíduo, a gestão de pessoas, através da atividade de treinamento, passa a focar o corpo, o tempo e a articular as atividades, detalhando o desempenho desejado com precisão" (VIEIRA E GARCIA, 2004).

### ***5.1.6 Envolvimento e experiência dos líderes de TI***

Os administradores têm procurado aumentar seu conhecimento sobre a relação entre o uso da TI e sua contribuição para os resultados da empresa, de maneira a garantir o aproveitamento dos benefícios trazidos por essas tecnologias. Assim, TI tem sido utilizada de forma ampla e intensa nas organizações como condição para as empresas sobreviverem e competirem (ALBERTIN e ALBERTIN, 2005a).

Para Mendes e Escrivão Filho (2002), a implantação da TI precisa ser gerenciada por profissionais que entendam de mudança organizacional e de negócio, devendo ser conduzida por funcionários da empresa. É importante o comprometimento da alta direção, que deve ter uma visão clara e compartilhada da situação futura. A implantação da TI deve contemplar os aspectos de um projeto de mudança organizacional. A adoção desses sistemas requer a análise dos processos executados pela empresa.

Cada vez mais está sendo exigido que o profissional de TI tenha visão de negócio, bem como tenha domínio de ferramentas de gestão. Capacidade técnica em uso de softwares ou em programação não são suficientes para que se obtenha todo potencial da TI. Esse aspecto tem sido destacado e tornam mais exigentes as qualificações que se pedem para os profissionais de TI. Os executivos do negócio, cada vez mais, necessitam de uma visão de como a TI pode impactar o negócio, em

sua operação e estratégia, tornando-se fundamental que profissionais de TI e de negócio sentem-se à mesma mesa e falem linguagens mutuamente compreensíveis (LAURINDO, 2000).

Albertin (2001b) sustenta que os responsáveis pelo projeto de TI, como membros envolvidos, devem ter uma capacitação funcional e técnica compatível com as características da TI e com as necessidades da organização ou terem um plano para adquiri-la em tempo adequado.

### 5.1.7 Integração da TI com a estratégia de negócios

A TI oferece benefícios aos negócios, tais como custo, produção, qualidade, flexibilidade e inovação, tendo cada um desses benefícios composições próprias. (ALBERTIN; ALBERTIN, 2005a).

A Figura 19 apresenta as várias dimensões de uso da TI com seus direcionadores, que incluem mercado, organização, TI e indivíduo. O uso da TI será determinado pela visão e valor que estão à disposição da empresa, assim como as várias aplicações.

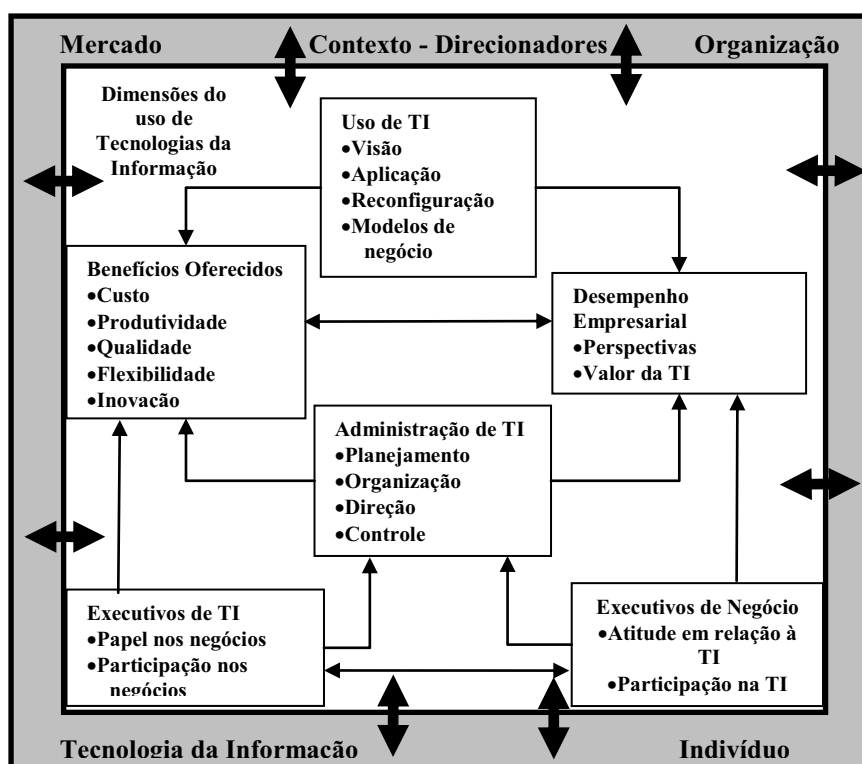


Figura 19 - Modelo das dimensões do uso da TI em benefício dos negócios  
Fonte: Albertin e Albertin, (2005b)

Para Albertin (2001b), as contribuições de TI para os negócios da empresa são as seguintes:

- Relacionamento - as tecnologias podem alavancar um redesenho das relações interorganizacionais, permitindo às companhias melhorarem a coleta de informações sobre seu ambiente de além da fronteira, estabelecerem parcerias baseadas em meios eletrônicos com seus clientes e fornecedores e compartilharem plataformas e mercados eletrônicos com seus concorrentes. As empresas se comunicam com seus clientes por meio de várias mídias. Por muitos anos, as tecnologias vêm alterando profundamente a visão tradicional de mídia de marketing, compra e venda. Os ambientes intermediados por computadores, tal como a Internet, permitem outra maneira de alcançar os consumidores e incentivam compradores e vendedores a incrementarem sua utilização, por possibilitar melhora na comunicação com seus clientes, mais eficiência nas relações de vendas e mais atratividade nos seus mercados;
- Customização - a natureza baseada em informação dos processos de TI permite que os novos produtos sejam criados ou que os já existentes sejam customizados de maneira inovadora. A customização oferece a oportunidade do cliente tomar parte do projeto do próprio produto ou serviço;
- Inovação de produtos - a TI possibilita maior flexibilidade e o poder de resposta do meio empresarial atual. A estratégia é responder rapidamente às mudanças das necessidades dos clientes. Os sistemas de TI permitem reduzir o ciclo de vida de produzir e entregar produtos e serviços;
- Novos canais de venda e distribuição - os sistemas de TI representam um novo canal de vendas e distribuição, seja para os produtos existentes ou novos;
- Promoção de produtos - a TI pode melhorar a promoção dos produtos e serviços;
- Novas oportunidades de negócio - com as novas estruturas dos setores, a TI permite o surgir de novos modelos de negócios, baseados na ampla disponibilidade de informações e sua distribuição direta aos clientes e fornecedores;

- Estratégia competitiva - a TI pode colaborar com a estratégia competitiva das empresas ao proporcionar vantagens de custos, permitir a diferenciação de seus produtos e serviços, possibilitar melhor relacionamento com clientes, facilitar a entrada em alguns mercados, possibilitar o estabelecimento de barreiras de entrada, auxiliar a introdução de produtos substitutos, facilitar a eliminação de intermediários, facultar o surgimento de novos intermediários que adicionem valor por meio de informação, permitir novas estratégias competitivas com o uso de sua tecnologia;
- Economia direta com a Internet, Intranet e a Extranet - a TI pode reduzir significativamente os custos de comercialização, distribuição e serviços a clientes e fornecedores.

Santos (2001) estabelece, com base nas similaridades dos estágios evolutivos das áreas de gestão de recursos humanos e de produção, uma denominação comum às áreas bem como suas principais características. Dos estágios evolutivos apresentados pelo autor, a integração externa é a que mais se adapta a implantação do MES. O autor destaca ainda que, nesse estágio, as áreas de gestão passam a participar de forma efetiva na formulação da estratégia de negócios da empresa, diagnosticado pelo ambiente competitivo e focado no contexto externo. Esse estágio evolutivo tem como principais características: efetiva participação na gestão de negócios, realização de diagnóstico do ambiente competitivo, caráter interfuncional das atividades funcionais e dos programas de inovação e foco no contexto externo.

#### ***5.1.8 Integração da TI com a estratégia organizacional***

A TI evoluiu de uma orientação tradicional de suporte administrativo para um papel estratégico dentro da organização. A visão da TI como arma estratégica competitiva tem sido discutida e enfatizada, pois não só sustenta as operações de negócio existentes, mas também permite que se viabilizem novas estratégias empresariais (LAURINDO *et al.*, 2001).

Pesquisando o uso de TI em pequenas empresas, Mendes e Escrivão Filho (2002) concluem que a urgência (ou moda) na aquisição de sistemas desprezam um passo

importante, que é a verificação da sua real necessidade, pois implica em mudanças significativas. Talvez, bastasse uma análise da situação em que se encontra a empresa. Concluem, ainda, que a implantação sem a revisão dos processos traz benefícios pequenos. Muitas vezes, a solução para uma empresa de pequeno porte pode estar na revisão de seus processos, sem a necessidade de investimentos em TI.

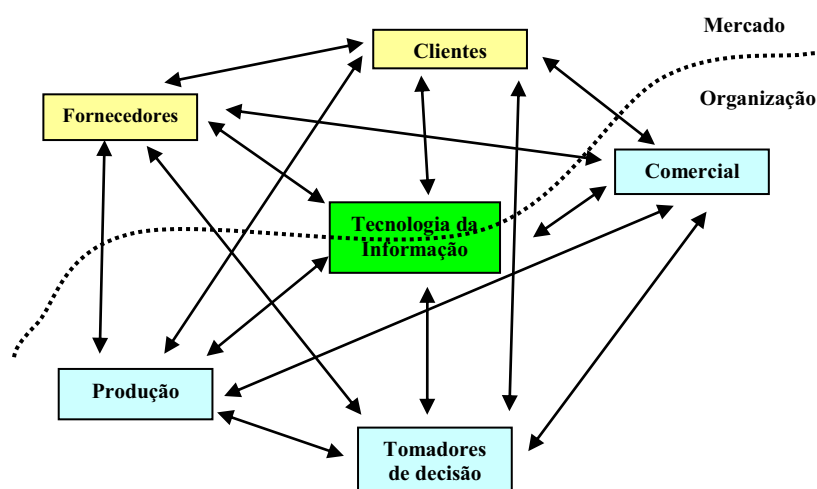


Figura 20 - Conexões estabelecidas pela TI  
Fonte: Adaptado de Graeml (2003)

Assim, TI parece concentrar-se mais na criação de conexões, facilitando o acesso a informações de banco de dados e a outras pessoas, tornando a comunicação intra e interdepartamental mais eficiente entre funcionários das empresas e com clientes e fornecedores (GRAEML, 2003). A Figura 20 mostra as interconexões entre o mercado ou ambiente externo, formado pelos fornecedores e clientes e o ambiente interno da organização. A TI tem o papel de integração entre os ambientes interno e externo e, ainda, entre os setores que compõem cada ambiente.

A partir dos resultados obtidos em recente pesquisa, Koc e Ceylan (2007) concluem que a inovação tecnológica é um fator de sucesso fundamental. Constata, ainda, que a estratégia de TI cria um alinhamento entre a estratégia empresarial e os recursos produtivos e tecnológicos da empresa e de tecnologia. Assim, na mesma linha, estratégia de TI deve estar alinhada com a estratégia empresarial da organização, de maneira a contribuir com a melhoria da competitividade da empresa.

## 6 ESTUDO DE CASO - NOVELIS DO BRASIL LTDA.

Neste capítulo serão caracterizadas a empresa NOVELIS, as áreas pesquisadas e a empresa desenvolvedora do sistema.

### 6.1 Caracterização da empresa NOVELIS

A Novelis é uma empresa multinacional, orientada para o mercado e líder global em laminados de alumínio por receitas, por volume de produção e por participação no mercado. Sediada em Atlanta, Estados Unidos, a empresa mantém por meio de suas subsidiárias e associadas localizadas na Ásia, Europa, América do Norte e América do Sul, atividades de mineração de bauxita, refinação de alumina, geração de energia, produção de alumínio primário, laminação de alumínio e reciclagem, assim como pesquisa e tecnologia.

É líder mundial no fornecimento de produtos laminados de alumínio, maior comprador individual de alumínio do mundo e líder em reciclagem de alumínio, tem presença em quatro continentes, 11 países, com 34 unidades operacionais, e cerca de 12.900 colaboradores no mundo todo. A Novelis é uma subsidiária da Hidalco Industries Limited (principal empresa do conglomerado multinacional Aditya Birla), a maior empresa de laminados do mundo e uma das maiores produtoras de alumínio primário na Ásia. A Figura 21 mostra a localização das plantas da NOVELIS no mundo.



Figura 21 - Unidades da NOVELIS no mundo.  
Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

A Novelis do Brasil Ltda possui uma experiência de mais de 65 anos no mercado nacional e conta com 2.100 funcionários. Está estruturada em duas unidades de alumínio primário, energia e produtos químicos (Aratu e Ouro Preto), duas unidades de chapas, folhas e reciclagem (Pindamonhangaba e Sto. André) e duas participações acionárias (Petrocoque e Usina hidrelétrica de Candonga).

A capacidade produtiva das suas unidades divide-se nos principais produtos: chapas, lâminas, discos, folhas, tarugos, acabamentos e produtos químicos, atuando nos mercados nacional e internacional, de latas para bebidas, utensílios domésticos, construção civil, indústria automobilística, transportes e embalagens.

A Unidade de Pindamonhangaba, onde foi desenvolvido este estudo, tem como principal atividade a produção de chapas e bobinas de alumínio, tais como chapas para latas, chapas xadrez, telhas, entre outras. O complexo fabril (Figura 22) tem 120 mil metros quadrados de área construída e abriga o Centro de Reciclagem - o maior da América do Sul - além da nova linha de laminação. Na laminação, estão instalados equipamentos de última geração, como o Tandem Mill, uma das mais modernas máquinas de laminação a quente, além de novas tecnologias.



Figura 22 - Unidade da NOVELIS na cidade de Pindamonhangaba, SP  
Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

## ***6.2 Caracterização da empresa desenvolvedora do sistema MES***

A empresa desenvolvedora e integradora dos sistemas de automação e informação, abrangendo tanto o ambiente de produção como corporativo, vem desde 1987, fornecendo soluções tecnológicas para os mais diversos segmentos de mercado.

Desenvolve aplicações para o ambiente industrial, desde o chão-de-fábrica até a interface com o ERP. Implantou mais de 600 sistemas de automação e de informação de médio e grande portes, no Brasil e no exterior, para vários segmentos industriais, tais como: mineração & metais, cimento & cal, óleo & gás, petroquímica, fertilizantes, papel & celulose, alimentos & bebidas, automotiva e manufatura em geral.

A empresa é pioneira no Brasil e, desde 1998, fornece soluções MES para importantes empresas do setor industrial brasileiro, dos mais diversos segmentos. Através de funcionalidades como programação e acompanhamento de produção, controle de *downtimes*, qualidade, manutenção, gerenciamento de estoques e rastreabilidade de produtos, as soluções MES apoiam de forma efetiva a gestão das operações produtivas.

Atualmente tem 442 funcionários, sendo 78 pós-graduados e 254 graduados, trabalhando, principalmente, em empresas de mineração, metais, ferroviário e alimentos e bebidas. Desenvolveu os seguintes trabalhos para a NOVELIS:

- MES/EPS-*Framework* para a Laminação da Unidade de Pindamonhangaba – SP.
- Análise essencial de MES para a nova Planificadora Contínua em Pindamonhangaba.
- MES - EPS/*Framework* para a unidade de Refusão.
- Migração de Sistemas Internos para versão Web.
- Software aplicativo de controle para realizar a integração da máquina ACD (*Alcan Compact Degasser*) com a área da Refusão.
- Startup* da ponte rolante micro processada, Pindamonhangaba – SP
- Interface APM.

### **6.3 Caracterização das áreas pesquisadas**

O processo produtivo da empresa é formado por três áreas de fabricação, a refusão, a laminação a quente e a laminação a frio, sendo essa a sequência de produção, da matéria prima aos produtos acabados.



### **6.3.1 Refusão**

É a etapa inicial do processo que tem como principal objetivo produzir as placas para laminação utilizando o alumínio primário e reciclado (latas compradas do mercado, retalhos gerados internamente e sobras de processos de clientes). Na refusão (Figura 23) ocorre a preparação da liga desejada onde o metal líquido sofre vários tratamentos para garantir a qualidade do produto final. O processo conta com controle automático de vazamento e tratamento de metal líquido de acordo com as necessidades do cliente.



Figura 23 – Área de refusão  
Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

### **6.3.2 Laminação a quente (LQ)**

A placa proveniente da refusão é fresada, aquecida e laminada a quente. O produto final desse processo é a bobina, que poderá ser comercializada ou laminada a frio. O sistema de laminação a quente, da Novelis, é constituído de um laminador desbastador e outro acabador de quatro cadeiras. Estes equipamentos são capazes de produzir materiais com espessura final de até 2 mm. Todo o sistema é controlado por computadores que utilizam modernas tecnologias e modelos matemáticos para operar os equipamentos e atingir as características finais de cada produto laminado.

### **6.3.3 Laminação a frio (LF)**

A bobina laminada a quente é submetida, então, ao processo de laminação a frio (Figura 24), onde alcança a espessura, largura e têmpera especificadas. Os laminadores

de chapas e folhas da Novelis dispõem de precisos recursos de controle automático de espessura e planicidade, garantindo a elevada qualidade do produto acabado.



Figura 24 – Área de laminação a frio  
Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

#### **6.3.4 Acabamento**

A bobina laminada a frio permite vários tipos de acabamentos: planificação, corte em formatos retangulares, discos ou cortes múltiplos em bobinas menores. A bobina também pode ser recozida em fornos com ambiente controlado, desengraxada e revestida com óleos protetores.

A Figura 25 ilustra todo o processo de fabricação de laminados da unidade de Pindamonhangaba da NOVELIS.

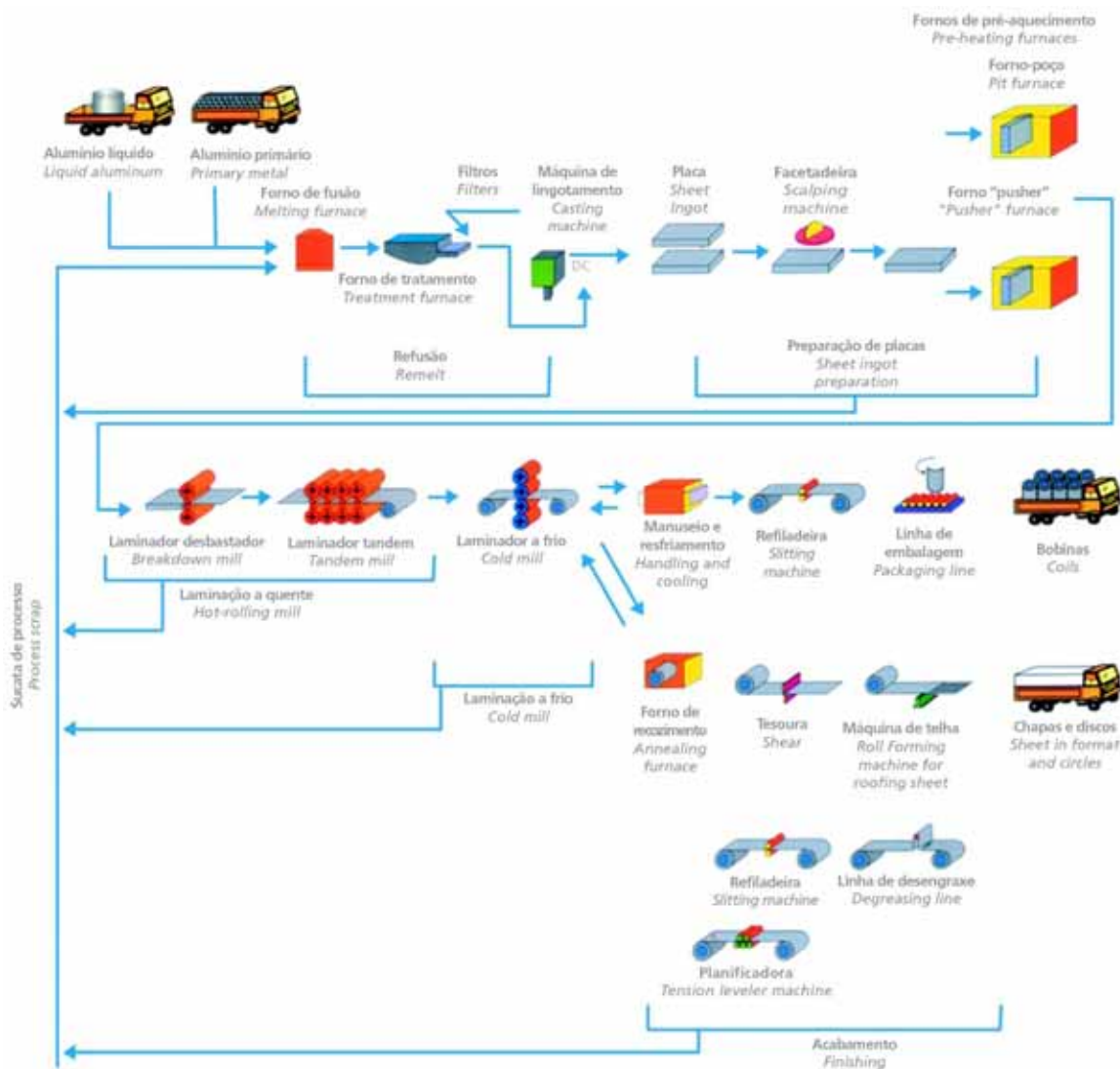


Figura 25 - Esquema do processo completo de produção  
 Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

### 6.3.5 Produtos finais gerados



Chapas Industriais

Chapas para Latas

Discos para Painéis

Folhas

Químicos

Tarugos

Figura 26 - Produtos de Clientes da NOVELIS  
 Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

#### 6.4 Profissionais pesquisados

O Quadro 14 apresenta os profissionais que foram pesquisados tanto na NOVELIS quanto na Desenvolvedora, apontado cargos ocupados e a formação.

Quadro 14 – Especialistas pesquisados

Área		Cargo/Função	Formação	Tempo de Empresa
NOVELIS	Refusão	Especialista em Automação	Eng. Eletricista, Especialização em Gerenciamento de Projeto e em Administração	16 anos
	Laminação a quente	Especialista em Automação	Analista de Sistemas; Especialização em Automação e Controle de Processos; MBA em Gerenciamento de Projetos	15 anos
	Laminação a frio	Engenheiro de Qualidade	Engenheiro Mecânico; Mestre em Engenharia	15 anos
	Tecnologia da Informação	Analista de Sistemas Sênior	Analista de Sistemas	12 anos
Desenvolvedora	Tecnologia da Informação	Diretor de P&D	Engenheiro; Mestre em Engenharia	Não informado
		Gerente de Negócios	Engenheiro Eletricista	Não informado
		Gerente de Desenvolvimento de Projeto de TI	Engenheiro Eletricista	Não informado

#### 6.5 Foco da integração da produção na NOVELIS

A NOVELIS, com a implantação do MES, apontou para o foco da integração entre o chão de fábrica e o ERP, integrando a área industrial à automação da manufatura. Essa integração permite suprir o sistema gerencial com informações relativas à produção bem como enviar dados ao ERP. Permite, via WEB, a visualização das atividades da manufatura e o controle de equipamentos e processos, permitindo analisar, diagnosticar e decidir que ação tomar. A Figura 27 mostra essa integração.

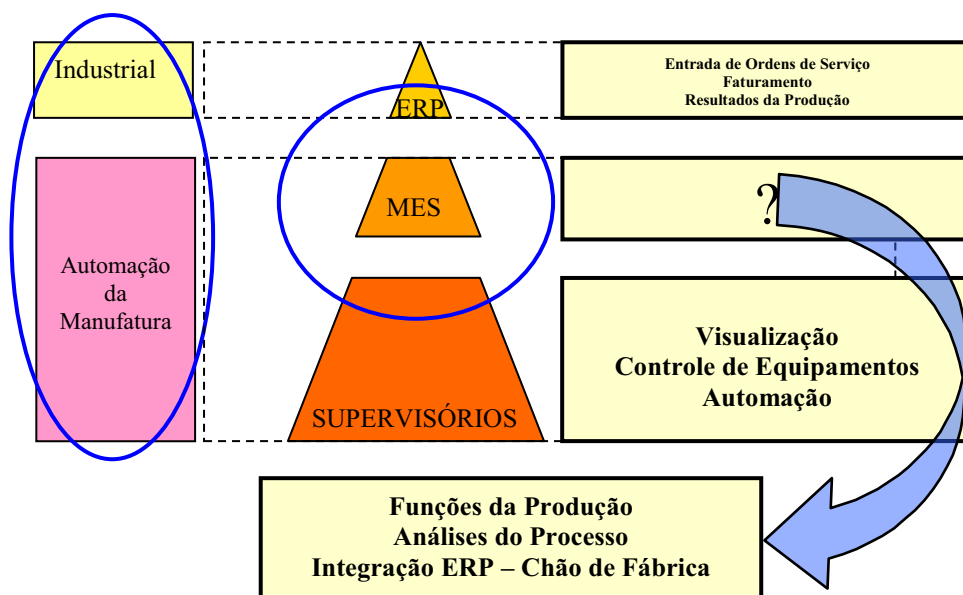


Figura 27 – Visão da integração da produção na NOVELIS  
 Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

Num cenário em constante mudança por conta da revolução da informação, no momento de fazer a opção pela TI que irá suportar suas estratégias e vantagens competitivas, as organizações entram em contato com o processo de dependência, que se chama aprisionamento tecnológico (SANTOS, 2001).

Esse grau de dependência em TI de uma empresa está relacionado a 4 fatores:

- Maturidade da empresa com o uso da TI, relacionada com fatores culturais e com os resultados já obtidos com a tecnologia;
- Imposição do mercado levando ao investimento em TI para competir;
- Ações gerenciais, tais como o envolvimento da alta administração com a TI para o sucesso do negócio e o comportamento dos gerentes com relação à inovações;
- Natureza dos produtos e serviços, uma vez que alguns produtos ou serviços necessitam de informação para serem produzidos, o que pressupõe um maior investimento em TI para apoiar a produção (FERNANDES; ALVES, 1992 e FREITAS; RECH, 2003).

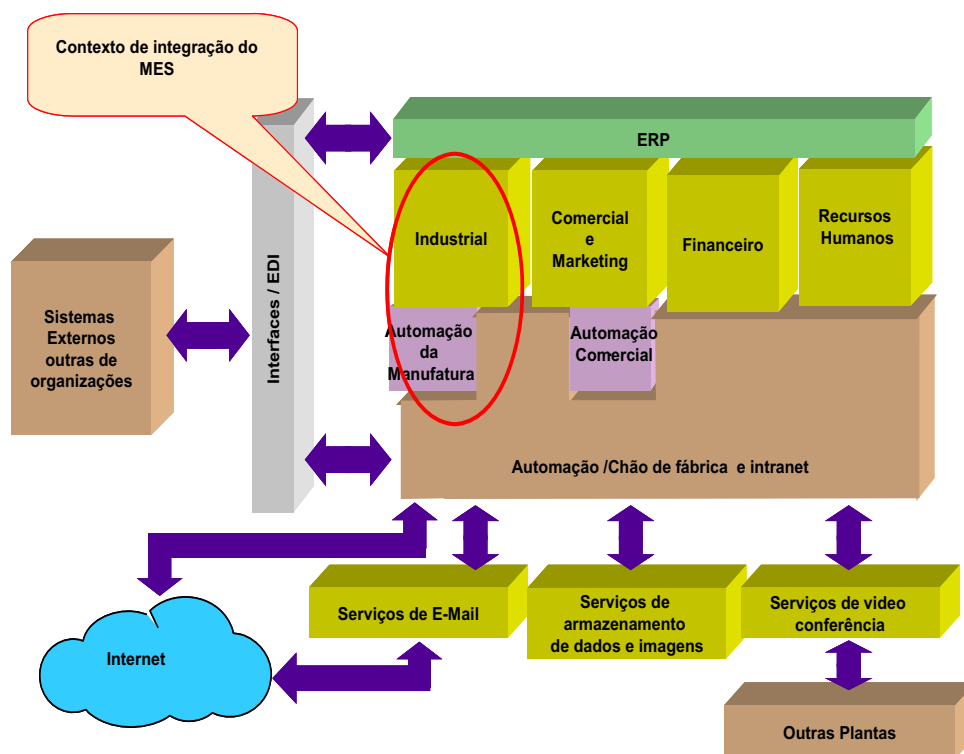


Figura 28 – Diagrama estratégico da informação da NOVELIS  
Fonte: Novelis do Brasil Ltda.

Na NOVELIS esses fatores estão presentes. De uma forma mais ampliada e detalhada, a Figura 28 mostra o diagrama estratégico da informação da empresa com a integração dos sistemas, da manufatura a gestão empresarial, evidenciando também a integração, através de interfaces com sistemas externos, sejam fornecedores ou clientes, permitindo o rastreamento da matéria prima (ainda no fornecedor) ao produto acabado (no cliente).

### **6.6 Resultados esperados para a implantação do MES**

A NOVELIS e a empresa desenvolvedora iniciaram o projeto de implantação do MES em um conjunto de objetivos que seriam alcançados com a integração. Esses objetivos foram decisivos para justificar os investimentos a serem destinados ao desenvolvimento, implantação e integração do sistema. O Quadro 15 apresenta as áreas e os objetivos em cada uma delas.

Quadro 15 – Áreas e objetivos previstos

Área	Objetivos
Refusão	<ul style="list-style-type: none"><li>– Redução de custos de produção</li><li>– Melhoria da produtividade</li><li>– Melhoria da qualidade</li></ul>
Laminação a Quente	<ul style="list-style-type: none"><li>– Redução de custos de produção</li><li>– Melhoria da produtividade</li></ul>
Laminação a Frio	<ul style="list-style-type: none"><li>– Redução de custos de produção</li><li>– Melhoria da produtividade</li><li>– Melhoria da qualidade</li><li>– Ampliação de mercado</li></ul>

## **7 APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS**

Este capítulo apresenta os dados qualitativos coletados nas entrevistas, com especialistas da NOVELIS e da Desenvolvedora e estão distribuídos com base no protocolo do estudo de caso. Os dados têm como base as três áreas da manufatura, mostrando os aspectos estratégicos da TI MES e as melhorias e problemas na sua implantação.

### ***7.1 Histórico da implantação do MES***

A implantação do MES começou no início de 2005 pela refusão e efetivamente começou a funcionar na planta em 2006. O MES foi implantado ao mesmo tempo, nas três linhas de produção de placas e na reciclagem de maneira a dar uma solução única à fábrica.

Na expansão da fábrica, em 1999, foram instalados dois equipamentos novos, o Laminador Tandem e um novo forno na laminação a quente. No projeto desses equipamentos foi previsto e implantado o sistema MES numa versão cliente/servidor. Em 2005, foi elaborado o projeto para implantar o sistema MES, em ambiente WEB, para os equipamentos antigos (fornos, faceadeira e laminador reverso). Em 2006, o projeto foi aprovado e implantado, tendo sido concluído no final de 2007. Nessa implantação houve também a conversão do sistema MES antigo para o ambiente WEB.

Já, na laminação a frio, o projeto MES começou em 2007, teve sua implantação iniciada na metade de 2008 e seu funcionamento na planta em outubro de 2008. O MES substituiu o sistema elaborado em 1998, baseado na tecnologia GENEXUS em base ORACLE. A implantação ainda está em execução e está sendo feita em ambiente WEB.



## ***7.2 Motivação para a implantação do MES***

Havia um interesse da área de refusão na instalação do MES, que é bastante automatizada e trabalha com ciclos muito grandes de máquina, com mínimos de 2 horas até ciclos de 4 horas.

A padronização desses ciclos torna-se muito difícil sem um sistema como o MES. Só o nível dois possui sistema de visualização do processo e há a necessidade de algo mais robusto, estável e confiável. A laminação a quente exigia uma série de variáveis (COVs - *Critical Output Variable*) para que se pudesse ter mais estabilidade no produto final.

Assim, a necessidade de melhoria da qualidade da informação no chão de fábrica, a fim de disponibilizar rastreabilidade da produção e os indicadores de desempenho de forma rápida e confiável, foram determinantes para a implantação do MES também na laminação a quente.

Primeiro, a falta de integração com a automação, que utilizava algumas interfaces com sistema atual MES, para poder obter dados de automação. A não conformidade, análise de defeitos e problemas durante o processo produtivo, também eram bem falhos e complexos para o operador. Isso tudo levou ao desenvolvimento desse módulo de uma maneira mais simples, que o operador pudesse entrar com dados sem muita dificuldade e sem gastar muito tempo.

A análise dos tempos gastos na própria operação (tempo de produção, tempo de parada) eram de difícil análise para a operação. No sistema existente não havia meio visual, onde o operador pudesse verificar paradas e seus tempos. O sistema não era confiável, as informações que existiam no sistema não eram confiáveis por uma série de fatores, tais como, muitas customizações, falhas em interfaces, informações duplicadas e uma série de problemas da própria arquitetura de banco de dados.

Com a implantação do MES, as áreas passaram a ter todas as facilidades de análise de tempos reais, informando se foi utilizado o tempo previsto, se nesse tempo foi apontado alguma não conformidade integrada com esse apontamento.

### ***7.3 Requisitos necessários para a implantação do MES***

A área de refusão tem responsabilidades no processo, na confiabilidade e no treinamento. Já existia uma estrutura de automação voltada para processo. Havia paradas de máquinas, cujos indicadores não eram precisos. Havia ciclos que, metalurgicamente, precisavam parar para dar um descanso ao metal por determinado tempo, dependendo de dimensões, de ligas, até mesmo de disposição de lista de produção. É um processo tão flexível e tão dinâmico que era complexo serem colocadas todas essas informações em papel ou mesmo em uma arquitetura comum de software, sendo preciso um banco de dados relacional muito grande. A necessidade de comparação de tempo padrão (planejado) com tempo real foi a maior motivação para a implantação do MES. Hoje, há um ciclo real e um ciclo padrão bem como o registro de justificativas informando se adiantou ou parou o processo. Esses dados retro alimentam os tempos padrões.

Na laminação a quente, o MES foi implantado junto com a automação dos equipamentos novos. Já, na segunda fase feita em 2005, para os equipamentos antigos, o que existia de automação foi importante, mas muitas adaptações precisaram ser realizadas para integração do sistema.

O laminador a frio precisa de muitas informações, como composição química, limites de espessura e de largura, que tem certo número de casas decimais e um grande número de informações para cada lote a ser produzido. Muitas vezes, o equipamento exige em torno de 20 a 30 parâmetros diferentes para poder fazer o *setup* do produto para a laminação, é muito difícil ter uma entrada de dados manual feita pelo operador.

Conforme definido na escolha da Novelis como caso de pesquisa, havia a necessidade de se medir o nível de maturidade da empresa. Aplicamos o conteúdo da tabela de níveis de maturidade (ANEXO 2) para a caracterização da empresa. As características de processo dos níveis 1 e 2 já tinham sido ultrapassadas pela empresa e, portanto, sem possibilidade de avaliação. O nível 3 estava alcançado. A Novelis se encontrava no nível 4 e com algumas características do nível 5. O Quadro 16 mostra essa situação.

Quadro 16 - Nível de maturidade encontrado na empresa antes do MES

Nível de Maturidade	Características	Refusão	Laminação a quente
<b>3 - Definido</b>	Os processos são bem caracterizados e entendidos, e são descritos em padrões, procedimentos, ferramentas e métodos;	x	x
	O conjunto de processos-padrão da organização é estabelecido e melhorado ao longo do tempo;	x	x
	Os projetos estabelecem seus processos definidos ao adaptar o conjunto de processos-padrão da organização de acordo com as diretrizes para adaptação;	<b>Não Totalmente</b> <	<b>Não Totalmente</b> >
	Os padrões, as descrições de processo e os procedimentos para um projeto são adaptados a partir do conjunto de processos-padrão da organização para se ajustar a um projeto específico ou uma unidade organizacional;	<b>Não tem</b>	x
	Os processos são geralmente descritos de forma mais rigorosa;	x	x
	Os processos são gerenciados mais proativamente, com base na compreensão de como as atividades de processo relacionam-se e nas medidas detalhadas do processo, seus produtos de trabalho e serviços.	x	x
<b>4 - Gerenciado Quantitativamente</b>	A organização e os projetos estabelecem objetivos quantitativos para qualidade e para desempenho de processo, utilizando-os como critérios na gestão de processos;	x	x
	Objetivos quantitativos baseiam-se nas necessidades dos clientes, dos usuários finais, da organização e dos responsáveis pela implementação de processos;	x	x
	A qualidade e o desempenho de processo são entendidos em termos estatísticos e gerenciados ao longo da vida dos processos;	<b>Não total</b>	x
	Para subprocessos selecionados, medidas detalhadas de desempenho de processo são coletadas e analisadas estatisticamente;	<b>Não alcançado</b>	<b>Não alcançado</b>
	As medidas da qualidade e do desempenho de processo são incorporadas no repositório de medições da organização para apoiar a tomada de decisão baseada em fatos;	<b>Não alcançado</b>	x
	Identificam-se as causas especiais de variação de processo e, onde apropriado, as fontes dessas causas são corrigidas para prevenir sua recorrência.	x	x
<b>5 - Em Otimização</b>	A organização melhora continuamente seus processos com base no entendimento quantitativo das causas comuns de variação inerentes ao processo;	<b>Não alcançado</b>	x
	Tem foco na melhoria contínua do desempenho de processo por meio de melhorias incrementais e inovadoras de processo e de tecnologia;	<b>Não alcançado</b>	x
	Os objetivos quantitativos de melhoria de processo para a organização são estabelecidos, continuamente revisados para refletir as mudanças nos objetivos estratégicos e são utilizados como critérios na gestão de melhoria de processo;	<b>Não alcançado</b>	<b>Não alcançado</b>
	Os efeitos das melhorias de processo implantadas são medidos e avaliados em relação aos objetivos quantitativos de melhoria de processo;	<b>Não alcançado</b>	<b>Não alcançado</b>
	Tanto os processos definidos quanto o conjunto de processos-padrão da organização são alvo de atividades de melhoria mensuráveis.	<b>Não alcançado</b>	<b>Não alcançado</b>

#### ***7.4 As dificuldades do ERP em atender as necessidades da manufatura.***

A área de refusão fez muitas críticas ao ERP até a implantação do MES. Os módulos implantados do ERP não atendiam às necessidades das áreas, tais como a rastreabilidade do produto, a possibilidade de *setup* automático e de apontamento eletrônico de dados existentes nos processos. O ERP talvez pudesse atender a essas necessidades, porém com adaptações muito grandes e caras.

A refusão produz por batelada, não em processo contínuo. Uma ordem de produção nasce em função da necessidade do cliente. Essa etapa do trabalho é feita pelo ERP, que ordena qual linha será usada, qual será produto e com quais características e o MES gerencia informando: qual produto já saiu, qual produto está em determinada etapa de forno, e qual produto é o terceiro a entrar. O MES não escolhe qual a ordem, mas monitora como está o andamento da ordem escolhida. No monitoramento, a decisão é do operador, ele enxerga se a batelada não teve uma eficiência padrão ou normal, então reprograma para aumentar o tempo.

Na área da laminação a quente, os módulos de manufatura do ERP, sem as devidas adaptações, não atendiam as necessidades de informação e integração com a automação. Para que o ERP realizasse as mesmas funcionalidades do MES e tivesse o mesmo nível de integração com a automação, seriam necessárias muitas adaptações.

No entendimento da empresa, o ERP é um sistema mais complexo no nível do usuário e não se tem facilidade de integração com o chão de fábrica. Outro fato importante é que o ERP está instalado num sítio fora da NOVELIS e a produção funciona 24 horas, durante sete dias da semana, assim, seria necessário ter um sistema robusto e que fosse executado localmente para que não tivesse nenhum problema de falha na comunicação entre sistemas e parasse a operação do sistema.

A implantação do MES permite ter maior segurança estando fora do ERP. Um exemplo disso são os fechamentos mensais de produção. Nesse momento, o ERP ficava muito lento e, com isso, dados da produção e apontamentos do processo poderiam, ser perdidos gerando possíveis erros com reflexos na produção.

### ***7.5 Vantagens da implantação do MES***

A vantagem está ligada ao tipo de estrutura que compõe a empresa. A NOVELIS se caracteriza por uma estrutura muito forte nas áreas fabris. Nessa estrutura, a grande vantagem é a de levar a visão do cliente para a próxima etapa, assim, todo o MES está focado em resolver problemas para a laminação a quente (LQ) e fornecer dados para a empresa e para a manufatura.

Assim, para a laminação a quente, as vantagens estão ligadas a rastreabilidade e ao controle da produção, além da disponibilização *on-line* dos indicadores de desempenho (paradas, produtividade, grau de utilização).

Na laminação a frio (LF), a rastreabilidade também é muito importante, pois pode registrar todo o material devolvido pelo cliente e com isso buscar informações sobre ele, tais como, uma não conformidade do material que se necessita procurar.

Pode-se ainda verificar quantos defeitos houveram no mês, de que tipo, quanto de material foi laminado, qual o seu desempenho e qual o grau de utilização. Consegue-se, ainda, uma série de informações que se tenha através dos telegramas trocados com a automação.

Um fator importante é a quantidade de telegramas. Telegramas são as receitas de composição de matéria prima para produção de placas feitas pela refusão e que são enviadas, informando o que se tem que produzir, com determinadas características, que em seguida retorna a informação, em outro telegrama, do que foi realmente realizado. Há, por exemplo, 36 telegramas na refusão, que geram informações. Há informação de processo que vão para o PCP, e para o nível gerencial. É uma gama de informações muito grande que pode ser disponibilizado e só é possível tratar com um sistema como o MES.

### ***7.6 Valores e sentimentos dos funcionários para a implantação do MES***

A refusão foi a primeira área a ter implantado o MES e, a princípio, houve uma apreensão muito grande, certa preocupação da operação. No início, enfrentaram-se problemas, pois os operadores pensaram se tratar de um sistema de vigilância.

Antes do MES existia o DPR - Diário de Produção e Rastreabilidade, que era registrado em papel. As justificativas de parada de máquina eram sempre múltiplos de 5 minutos (5, 10, 15, 20 minutos) não haviam registros de parada nesses intervalos, o que mostrava uma imprecisão nos dados. Com o MES, isso não é mais possível, pois as paradas são registradas automaticamente e o operador precisa justificá-la no sistema. No ritmo de produção existente na empresa, diferenças de 2 minutos num registro de tempo de parada é muito tempo e afeta o processo decisório para correção do processo.

Houve a necessidade de mostrar que o MES não iria tirar emprego de ninguém e o objetivo era gerar mais produção, melhorar a qualidade do processo e facilitar a vida do operador, reduzindo suas atividades de registro manual, minimizando erros. Hoje, os operadores estão encarando o nível 3, que é a camada MES, como sendo nível 2 e 1, ou seja, como sendo um sistema pertencente ao chão de fábrica. Não encaram a automação como uma possibilidade de perda de emprego, mas sim, melhora da eficácia operacional, para facilitar suas atividades.

Na LQ, o processo foi mais tranquilo para os operadores, pois já havia a experiência da refusão. Houve a necessidade de um processo de informação, mostrando a preocupação em eliminar o retrabalho e a execução de atividades que não agregavam valor ao produto ou ao processo, que foram apontados pelos operadores das áreas de LQ como determinantes para implantação do MES.

Nos processos seguintes, como o LF, o MES tem sido aceito com muita facilidade, pois tem muita credibilidade dentro da empresa, como um sistema que funciona bem, tem bom desempenho e facilita o processo de registro. É um sistema bem visto e os próprios usuários da laminação a frio estão muito empenhados em sua implantação, tendo sido envolvidos no processo de análise e desenvolvimento do sistema. Durante a fase de treinamento foi muito bem aceito, não houve rejeição.

### ***7.7 Aquisição de conhecimento do sistema MES***

Para a implantação do sistema na refusão foram escolhidas duas pessoas chaves, o líder de automação e o líder de processo, que desenharam o sistema de forma geral. Este deveria conter quais as camadas e os benefícios teriam o sistema MES e as suas principais telas. Na etapa seguinte foi apresentada a teoria do MES, a visão da MESA, o que era o nível 0, nível 1 e nível 2, e treinou-se as pessoas chaves, muitos da área de produção, alguns operadores chaves e o pessoal de processo. Na medida em que o sistema foi sendo implantado, eram feitas reuniões de revisão, dizendo-se o que estava bom ou ruim. A partir do momento que o sistema estava robusto, foram treinados 100% do pessoal. A Desenvolvedora treinou as pessoas chaves e a área de TI treinou parte da equipe. Hoje, treina-se os novos operadores da área de manufatura.

Nas áreas de LQ e refusão houve muito treinamento e todos participaram do processo de análise. As pessoas participaram de discussões em outras plantas da companhia no exterior e visitaram casos de sucesso. Depois de implantado, não demorou muito para o sistema ganhar *status* e importância dentro das áreas.

### ***7.8 Caracterização da equipe que liderou o processo de implantação do MES***

O princípio de escolha das pessoas para formar a equipe foi a experiência no conhecimento das máquinas e dos processos. Formaram a equipe o líder de automação e o líder de processo, com vários anos na empresa. Foram indicados, para prever o máximo possível as exceções e o que poderia acontecer e o que deveria ser contemplado na implantação do MES. Hoje, não há uma equipe única, há pessoas da unidade de manufatura, tendo autonomia suficiente para definir como vão rodar os sistemas padrões da área.

Na laminação a quente a equipe era composta por pessoas que tinham como objetivo implantar o MES, sendo as mesmas direcionadas exclusivamente para essa atividade. Tinham alguma vivência em projetos, TI e sistema de produção e do chão de fábrica. Após a implantação do projeto, foi criada uma equipe denominada equipe de nível 3, subordinada a gerência de TI. Alguns membros de TI, que trabalharam

diretamente no projeto foram convidados a compor a equipe. Profissionais de outras áreas (processos, automação, qualidade), também participaram do projeto, em período parcial, tendo atividades e atribuições paralelas ao projeto.

Na laminação a frio, ainda em fase de implantação na Novelis, participaram os responsáveis da TI, da laminação a frio, que conhecem muito de PCP e Produção e tinham um engajamento muito forte com o processo, com a fábrica, conhecendo da laminação a frio como um todo. Participaram, ainda, os operadores que foram chamados para o desenvolvimento do novo sistema, sendo envolvidos em momentos diferentes. Continuou com o pessoal que estava à frente do projeto da LF, da área da TI e a Desenvolvedora.

### ***7.9 Apoio da alta gerência para a implantação do MES***

Dentro do projeto de expansão proposta pela alta gerência, a implantação do MES estava sempre na pauta das discussões e nos cronogramas de implantação e deveria estar operando junto com a instalação dos novos equipamentos.

Houve comprometimento da alta gerência, mas com a cobrança do retorno do investimento, através dos resultados alcançados principalmente em redução de custos.

### ***7.10 Fatores positivos***

Como fator positivo, acabou o papel e o apontamento manual, a informação passou a fluir mais rápida, bem como a possibilidade de rastreabilidade do processo. As mensagens enviadas pelo operador às várias áreas, como manutenção ou rastreabilidade por operador, são imediatamente recebidas. A informação ficou muito mais ágil, disponibilizando das informações de produção e de desempenho.

Todo o processo é monitorado automaticamente, então não é possível apontar uma parada que não existiu ou deixar de apontar uma parada de máquina. Como há necessidade de fornecer muitos dados, o MES facilita o trabalho dos operadores.



### **7.11 Redução dos custos operacionais com a implantação do MES**

Houve redução do consumo de gás natural. Gás natural na refusão é o segundo maior custo, o primeiro é o alumínio. A redução foi em torno de 5%.

Outro grande benefício verificado foi o aumento do grau de utilização, foi possível aumentar a produção com os mesmos equipamentos.

Houve aumento da agilidade no controle do processo evitando que equipamentos parem ou rodem mais rápido do que o necessário. Rapidamente se percebe, dentro de um ciclo, as melhorias que precisam ser feitas.

A laminação a quente, com a implantação do MES, em 2005, passou a ter dados reais dos tempos dos ciclos dos fornos. Com isso, foi possível programar melhor os fornos e reduzir o consumo de gás. O consumo de gás passou de 1,5m<sup>3</sup>/ton para 0,3m<sup>3</sup>/ton. Permitiu, ainda, *setup* automático dos laminadores. Eliminam-se no laminador reverso as rejeições por *setup* errado. Até a realização da pesquisa não foram observados rejeições por conta de erros de *setup* do laminador.

Havia a necessidade de existir credibilidade das informações para se ter melhor controle dos custos de produção. Muitas alterações que eram apontadas no sistema de controle não eram disponibilizadas no ERP. Com o novo sistema podem ser apontadas todas as operações que existam no ERP, pois o MES integrará essas informações.

Se for preciso fazer uma nova operação em uma determinada máquina, haverá a necessidade de se criar essa operação no ERP para depois refletir no MES. Antes criavam-se essas novas operações no sistema de apontamento e muitas vezes não se refletiam no ERP.

Hoje essas informações são em tempo real. Apontada uma operação no MES, refletirá no ERP. Com isso, haverá a possibilidade de se apropriar os custos de produção de forma mais real. Assim poderá ter redução de custo a partir da melhoria das interfaces e corrigir os problemas que existiam anteriormente, ganhando qualidade nas informações.

### ***7.12 Melhoria da qualidade com a implantação do MES***

O registro da qualidade na Novelis está no módulo do ERP, mas a rastreabilidade das CIVs (*critical input variable*) e COVs (*critical output variable*) são monitoradas pelo MES. Se uma bobina no LF, que foi produzida com determinado desempenho, é possível rastrear como ela saiu da refusão. Antes do sistema MES, não havia a possibilidade de ser verificado em nível 2, (SCADA). Os dados arquivados em papel demoravam tempo para serem encontrados ou nem apareciam. No sistema supervisório eram armazenados dados por 20 dias, se uma placa demorava muito para sair, perdia-se a informação. Hoje a informação é imediata e há histórico de 2 anos. Um defeito na LF poderia ter como causa problemas em outras áreas. Pode-se atribuir melhoria da qualidade por conta da rastreabilidade feita pelo MES.

Na implantação do sistema MES na laminação a quente, tanto na primeira, quanto na segunda etapa, a questão qualidade teve influência. Não diretamente na melhoria da qualidade do produto produzido pela laminação, mas na diminuição de rejeições e retrabalhos em função dos *setups* errados de equipamento. Hoje, o MES disponibiliza os chamados PDI (*Process Data Input*) para o *setup* dos laminadores, de acordo com o material que será produzido, eliminando a possibilidade de erros no *setup*.

Antes do MES, poderia ser processado um material que já tivesse sido rejeitado na operação anterior. Agora, esse material não segue no processo se houver problemas de qualidade. Enquanto não for resolvido o problema, a próxima operação não será liberada. Espera-se, assim, um menor número de produtos recusados no fim da linha ou devolvidos pelo cliente.

### ***7.13 Melhoria dos prazos de entrega dos produtos com a implantação do MES***

Não foram apontados, pelos entrevistados, ganhos nos prazos de entrega com a implantação do MES.

#### ***7.14 Melhoria da flexibilidade com a implantação do MES***

Na refusão, o processo é por batelada e teve um aumento da flexibilidade no processo com a implantação do sistema MES. A escolha do forno para o início de processo é feito pelo sistema e reduziu os gargalos na produção de placas.

Com a facilidade de visualização em ciclos de produção, aumentou a flexibilidade de mudanças de utilização dos fornos.

## 8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Aqui são analisados os resultados da pesquisa qualitativa com base no referencial teórico e nas questões do estudo de caso. Apresenta as melhorias das dimensões competitivas das áreas da manufatura da NOVELIS e ainda os fatores organizacionais que apoiaram a implantação do MES.

### 8.1 Características iniciais da implantação do MES

A NOVELIS iniciou o processo de implantação do MES em 1999, inicialmente pela área de refusão. A Figura 29 mostra quais módulos do MES foram implantados na empresa. O módulo de gestão dos recursos de produção não foi implantado e o de gestão da qualidade só foi implantado na área de laminação a frio.

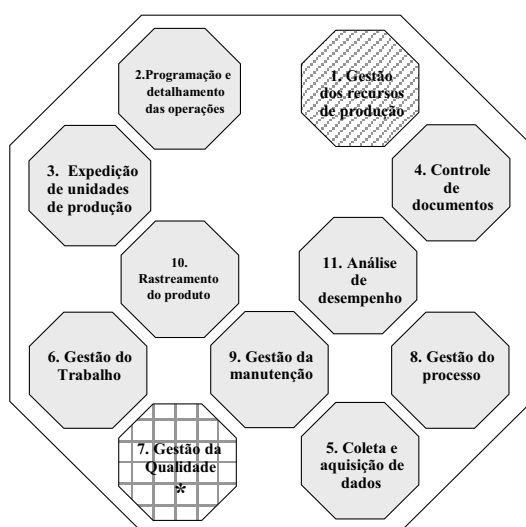


Figura 29 - Módulos do MES implantados na NOVELIS

\*somente Laminação a frio

A empresa adotou, na sua estratégia de tecnologia da informação, a implantação do MES. Algumas questões precisavam ser respondidas para o desenvolvimento e a implantação do MES nas áreas de refusão, laminação a quente e laminação a frio.

#### a. Quanto à modelagem do Chão de Fábrica

- Quais especificações são requeridas para produzir um produto com qualidade?
- Quais padrões e parâmetros pode-se medir na produção?

b. Rastreamento de produtos

- Pode-se ter visibilidade do produto, em tempo real, em todo o seu processo?
- Qual trabalho será feito em seguida (Expedição de unidades de produção)?
- Quais características e dados se quer guardar (Coleta de dados)?
- Quanto se perdeu (Paradas, não conformidade, perdas, retrabalho)?

c. Controle de qualidade

- Pode-se processar esse produto? Nesta etapa? Nesta máquina?
- Como se pode processar esse produto (Especificações, documentos, instruções, mensagens, receitas)?
- Pode-se encontrar especificações da qualidade e dos consumidores (dados, controle estatístico)?

As motivações para implantação do MES nas áreas pesquisadas tiveram diferenças significativas. A refusão trabalha com ciclos muito grandes de máquina, é bastante automatizada (ciclos mínimos de 2 horas podendo chegar a até 4 horas). A padronização desses ciclos se torna muito difícil sem um instrumento como o MES. Para a visualização do processo havia o SCADA e sistemas supervisórios. Havia a necessidade de um sistema mais completo (MES), pois a laminação a quente exigia uma série de procedimentos para ter mais estabilidade do produto final.

A laminação a quente tinha a necessidade de melhoria da qualidade da informação no chão de fábrica, a fim de disponibilizar a rastreabilidade da produção e os indicadores de desempenho, de forma rápida e confiável.

Na laminação a frio havia, primeiramente, a falta de integração com a automação, a área utilizava algumas interfaces para poder obter dados da automação. A não conformidade dos produtos, a análise de defeitos e os problemas durante o processo produtivo também eram bem falhos e complexos para o operador controlar e anotar. A análise dos tempos gastos na própria operação (tempo de produção, tempo de parada) também era difícil.

Assim, o sistema atual não era confiável bem como as informações ali existentes, por uma série de fatores, tais como, muitas customizações, falhas em interfaces e

informações duplicadas e, ainda, uma série de problemas da própria arquitetura de banco de dados do sistema que levou a área a utilizar um sistema mais atual com tecnologia web, em uma base ORACLE, totalmente estruturada, bem como uma melhor normalização da base de dados que o sistema antigo não tinha.

Com a implantação do MES, os operadores visualizam na tela do computador os tempos do processo, tais como tempo de produção, de parada e de espera, fazendo, inclusive, comparações dos tempos reais com os tempos padrões especificados. Permite, ainda, os apontamentos de não conformidade integrados aos sistemas que é de fácil utilização, com correção de informações durante o processo.

As pesquisas, com as três áreas da NOVELIS Brasil Ltda., permitiram avaliar quais dimensões do desempenho operacional da manufatura foram melhoradas a partir da implantação do MES, bem como os fatores organizacionais que apoiaram essa implantação.

No entanto, a primeira constatação foi a de que o ERP não atendia às necessidades da manufatura. É um sistema ótimo, considerando a sua atuação nas áreas de custos, compras, faturamento, RH, ou seja, módulos padrões que independem do ramo da empresa. O custo das customizações e interfaces para ligar o chão de fábrica ao ERP eram altos e também complexos, sem garantia de confiabilidade.

## ***8.2 Contribuição da implantação da tecnologia de informação MES para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura***

No referencial teórico foram apontadas sete dimensões competitivas da manufatura, objeto da revisão bibliográfica e que representam um afinamento com o tema da pesquisa.

Tacitamente estão estabelecidas, entre os colaboradores e gerentes, as dimensões pesquisadas na empresa e que fazem parte das ações das áreas. Produzir as quantidades estabelecidas e atingir as metas propostas tem precedência em relação a essas dimensões.

Nas entrevistas com os responsáveis pelas áreas da manufatura, ficou claro a preocupação com a redução de custos e a conformidade, mostrando ainda grande integração da manufatura com a área de TI. Todo o processo de treinamento de

gerentes e envolvidos no projeto e implantação do MES foi desenvolvido pela própria área da manufatura, a área de TI e a desenvolvedora (externa).

Quanto aos benefícios gerados às dimensões competitivas do MES tiveram também importância diferente nas três áreas pesquisadas, por terem objetivos de produção distintos.

A refusão atende a área de laminação a quente e trabalha por batelada, produzindo placas de alumínio baseada em receitas, que são determinadas a partir das necessidades dos clientes externos.

Houve significativa redução do consumo de gás na área de refusão, não só pela atuação do MES, mas também de outras ferramentas. Com a dupla checagem da entrada dos dados das matérias primas, feita pelos operadores e verificada pelo sistema MES, houve redução de não conformidades das placas produzidas. Essa redução aumentou a confiabilidade da área através do registro dos dados de fabricação de placas, possibilitando o rastreamento de todo o processo, em um período retroativo de até dois anos. Com a diminuição de falhas no *setup* dos equipamentos, a qualidade da área teve significativa melhoria. O Quadro 17 mostra estas melhorias na área de refusão.

Quadro 17 – Melhoria das dimensões competitivas da área de refusão

<b>Dimensões</b>	<b>Refusão</b>	<b>Observações</b>
Custo	a) Redução do consumo de gás natural. Em torno de 5%. Gás natural é o segundo maior custo da empresa. b) Redução do retrabalho.	A redução é resultado também, da implantação de outras ferramentas de qualidade que, juntamente com o MES, contribuíram para a redução de gás.
Qualidade	a) Redução de falhas no <i>setup</i> . b) Redução de erros na introdução, nos fornos, da composição química das placas.	Contribuição única do MES, tendo em vista a implantação de dupla checagem
Entrega	Não houve mudanças	
Flexibilidade	Aumentou a flexibilidade de mudança de uma linha de produção para outra.	Contribuição única do MES
Confiabilidade	a) Registro dos dados da fabricação da placa estão disponíveis <i>on-line</i> , com possibilidade de rastreamento de todo o processo. b) Informação mais transparente	Contribuição única do MES
Conformidade	Redução de placas não conformes.	A redução é resultado também, da implantação de outras ferramentas de qualidade juntamente com o MES.
Integração da manufatura com a estratégica empresarial	Existente em todo o processo. É essencial para o negócio.	

A laminação a quente buscava como objetivos a redução de custos da produção e a melhoria da produtividade. Com a implantação do MES foi possível uma melhor programação dos equipamentos com conseqüente redução de consumo de gás. Houve, ainda, uma significativa redução de rejeição nos produtos saídos do laminador reverso bem como a melhoria da informação gerada na planta. Com a redução do tempo de *setup* de 10 a 15 segundos por placa, aumentou a produtividade e a flexibilidade da área. A possibilidade de rastrear e controlar a produção, além da disponibilização *on-line* dos indicadores de desempenho (paradas, produtividade, grau de utilização) de forma rápida gerou maior confiabilidade. O Quadro 18 mostra as melhorias com a implantação do MES na laminação a quente.

Quadro 18 - Melhoria das dimensões competitivas da área de laminação a quente

<b>Dimensões</b>	<b>Laminação a Quente</b>	<b>Observações</b>
Custo	a) Melhor programação dos fornos, com redução do consumo de gás. b) Eliminação das rejeições por <i>setup</i> errado no laminador reverso. c) Redução do tempo de apontamento de dados por operadores (1,5 min/ apontador/ placa).	Melhorias alcançadas exclusivamente com a implantação do MES
Qualidade	a) Redução da rejeição no laminador reverso. De 1,7% para 0% de rejeição. b) Melhoria da qualidade da informação no chão de fábrica.	
Entrega	Não houve mudanças	
Flexibilidade	Redução do tempo de <i>setup</i> de 10 a 15 segundo por placa laminada.	
Confiabilidade	Rastreabilidade e controle da produção, além da disponibilização <i>on-line</i> dos indicadores de desempenho (paradas, produtividade, grau de utilização) de forma rápida.	
Conformidade	Redução de bobinas não conforme.	
Integração da manufatura com a estratégica empresarial	Existente em todo o processo.	

Na laminação a quente foi feito um estudo mais aprofundado sobre a implantação do MES, onde foi possível ter informações quantitativas mais precisas sobre as dimensões competitivas da manufatura.

Na entrevista na laminação a quente, foi observado que houve redução com consumo de gás no processo de transformação das placas vindas da refusão em bobinas laminadas de alumínio.



Após a implantação do MES, houve uma redução de 24,4 metros cúbicos por tonelada de produção de bobinas para 23,7, no primeiro ano, e para 22,6, no segundo ano. A Figura 30 a seguir mostra essa redução.

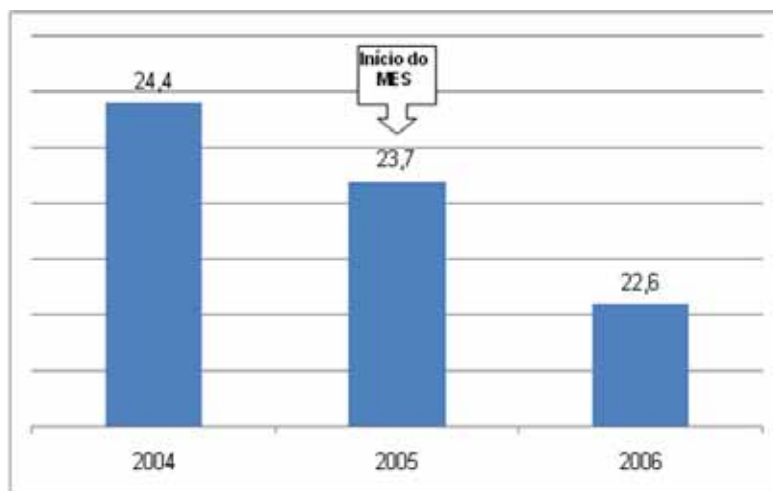


Figura 30 – Redução de consumo de gás na laminação a quente ( m³/ton.)

Tais números geraram uma redução total de gás de 252.070m³ no primeiro ano de implantação do MES e de 690.120m³ no segundo ano. Essa redução gerou uma economia de R\$116.569,00 no primeiro ano e de R\$319.000,00 no segundo ano. As Figuras 31 e 32 mostram esses números.

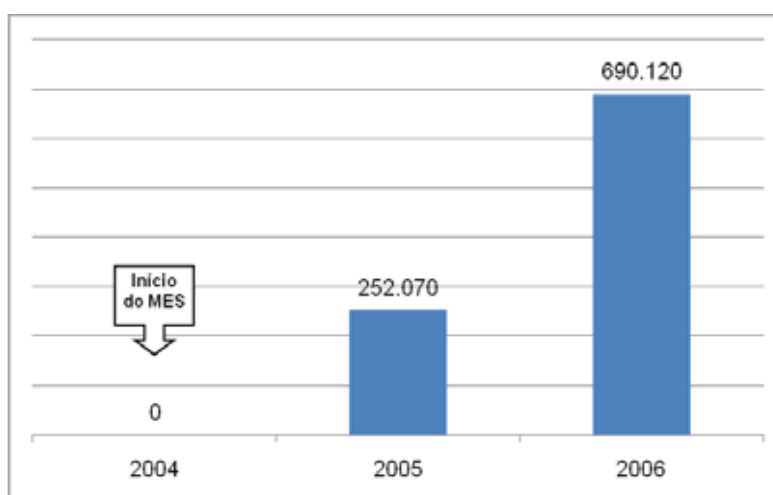


Figura 31 – Redução de consumo de gás, em reais, na laminação a quente (m³/ano)

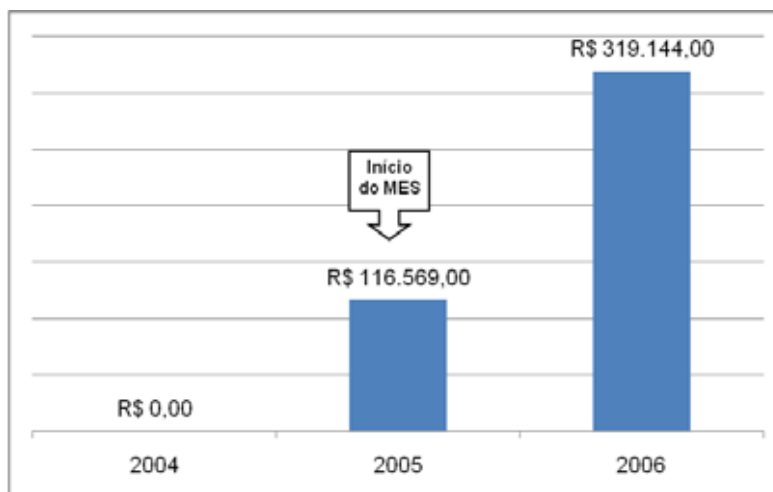


Figura 32 – Economia de gás na laminação a quente (Reais)

Com a implantação do MES, o *setup* na faceadeira foi reduzido de 6h para 5h (Figura 33). A redução se deve ao apontamento automático permitido pelo MES. Antes de 2005 o apontamento era manual.

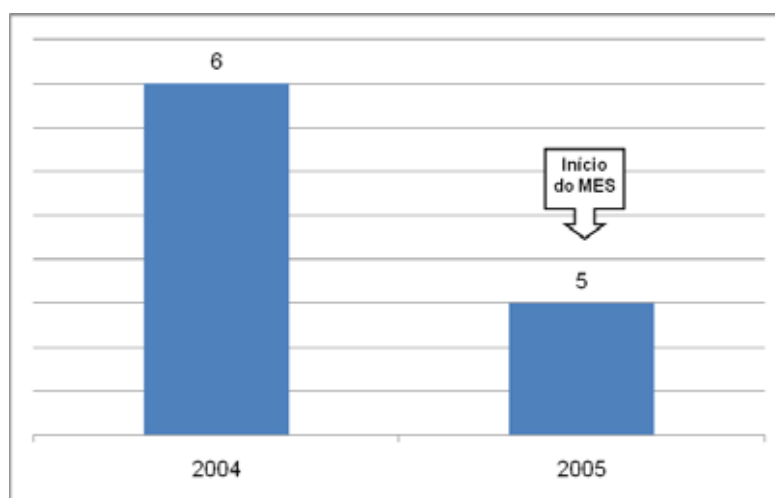


Figura 33 – Redução do tempo médio de *setup* na laminação a quente (horas)

A partir do projeto MES, o Laminador passou a receber os dados das placas a serem laminadas de forma automática, realizando o *setup* do equipamento e reduzindo de forma significativa a possibilidade de erros. A partir do início do MES não houve mais rejeições devidas a *setup*. A Figura 34, a seguir, mostra esse ganho.

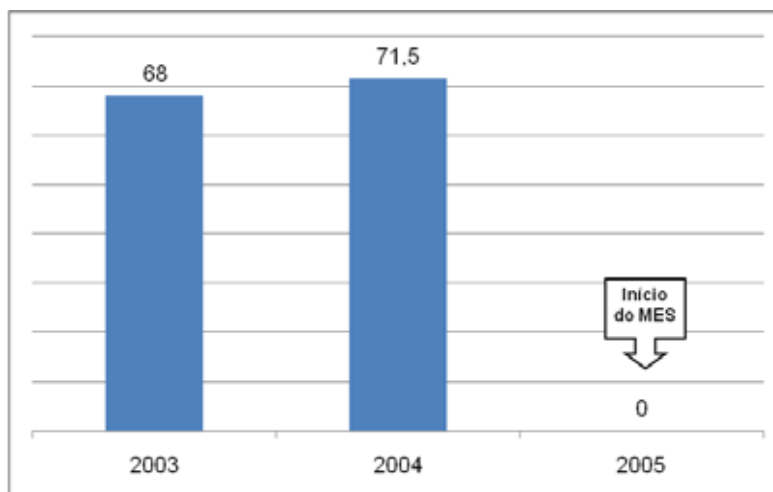


Figura 34 – Redução de rejeições por *Setup* na laminação a quente (ton/ano)

A empresa buscava como objetivos a redução de custos de produção, a melhoria da produtividade e da qualidade bem como a ampliação do mercado. A pesquisa mostra que houve melhora na produtividade dos equipamentos tendo em vista a redução de rejeição no processo. As ocorrências de bobinas não conforme foram reduzidas bem como informação mais confiável, permitindo avaliar os tempos de produção. A redução de custos foi possível graças à redução do consumo de gás e de horas de operadores no processo de apontamento manual.

Além das melhorias das dimensões competitivas da manufatura houve unanimidade relatada pelas três áreas, ou seja, a possibilidade de rastreamento de todo o processo, desde a origem e a manipulação da matéria prima (refusão) até o cliente, passando pela manufatura dos produtos acabados (laminação a quente e a frio).

O rastreamento promovido pela implantação do MES, gerando a possibilidade de obtenção de vantagem competitiva, pode ser entendido como uma dimensão ou prioridade competitiva da manufatura, a partir da possibilidade de manter os registros necessários para identificar e informar os dados relativos à origem, ao processamento e ao destino de um produto. Assim, a rastreabilidade possibilitada pelo MES, se transforma num instrumento de vantagem competitiva, uma vez que a empresa descobre, com rapidez, o desejo do seu cliente e em parceria com seus fornecedores, consegue desenvolver rapidamente novos produtos para atendimento das necessidades do cliente (NEVES; MARINS, 2009).

O termo rastreabilidade parece ter surgido na indústria espacial na década de 1960. Dyer (1996) (*apud* Juran e Gryna Jr., 1970) à época descreveu rastreabilidade como "a habilidade de traçar o caminho da história, aplicação, uso e localização de uma mercadoria individual ou de um conjunto de características de mercadorias, através da impressão de números de identificação". A identificação dos números pode ser aplicada a itens individuais de ferramenta ou sobre lotes de peças, ou podem ser códigos de datas para materiais de produção contínua ou uma combinação disso.

Nos anos 1990, dentro dos conceitos de qualidade, Juran (1991) citando a Norma A3 da ANSI/ASQC de 1987, conceituava a rastreabilidade como sendo "a possibilidade efetiva de estabelecer o conjunto de acontecimentos ao longo do tempo e das ações, utilização ou localização de um item ou atividade e itens ou atividades semelhantes através de informações devidamente registradas".

Segundo a Norma NBR ISO 8402/1994, rastreabilidade é a "capacidade de recuperação do histórico, da aplicação ou da localização de uma entidade por meio de identificações registradas". A Norma ISO apresenta ainda três significados para o termo rastreabilidade:

a) quanto aos produtos

- Origem dos materiais e das peças;
- Histórico do processo do produto;
- Distribuição e localização do produto pós entrega;

b) quanto aos padrões de medição e calibração

- Relaciona equipamentos de medição aos padrões nacionais e internacionais;
- Relaciona propriedades e constantes físicas;
- Estabelece materiais de referência.

c) quanto a coleta de dados

- Relaciona os cálculos e dados gerados em todo o processo

Machado (2000) diz que a rastreabilidade não é apenas dados ou mensagens a serem transmitidas, mas sim, um sistema de interações entre fluxos físicos e de informação – "depende de um conjunto de registros estruturados e distribuídos ao

longo das linhas do processo de produção, de acordo com especificações, rotinas dos processos e descrição dos procedimentos operacionais de cada etapa tecnológica pela qual um produto tem que passar". O conceito de rastreabilidade ultrapassou a sua aplicação na qualidade e passa a ser uma prioridade competitiva da manufatura, gerando um diferencial que traz benefícios para os negócios da empresa.

A TI MES gerou valor, melhorando os processos do negócio individualmente, ou suas interfaces e o inter-relacionamentos, ou ambos. Quando, por exemplo, a solicitação da produção está associada aos dados de vendas e da logística dos fornecedores em tempo real, este melhor entrosamento pode não só criar eficiência de produção, mas também melhorar o relacionamento com os clientes, por meio de uma resposta mais rápida a essas solicitações (GRAEML, 2003).

Pode-se, portanto, dizer que os avanços tecnológicos permitem que a integração gerada pela TI MES extrapole os limites dos departamentos e das próprias organizações, estendendo esses benefícios aos fornecedores e clientes na cadeia de valor da empresa.

### ***8.3 Contribuição dos fatores organizacionais para a implantação do MES***

Para que a empresa faça amplo uso das tecnologias da informação, precisa haver orientação e estímulo, vontade política, determinação e liderança, comprometimento, compartilhamento de visões, planejamento, capacidade de assimilar inovações e consciência por parte de toda a organização, notadamente da alta administração (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2005).

Para a implantação do MES, vários fatores organizacionais apontados no referencial teórico foram significantes. Todos os oito fatores destacados no capítulo 5 foram, em graus diferentes, verificados na pesquisa de campo.

O apoio da alta gerência foi decisivo para a implantação da TI. No entanto, a cobrança da direção pelos resultados alcançados foi rígida, dado os altos investimentos no sistema. A implantação do MES estava sempre na pauta das discussões e nos cronogramas de implantação e deveria estar operando junto com a partida dos novos equipamentos. Com o sucesso da implantação na área de refusão, as duas outras áreas

passaram a pedir o sistema, se associando ao apoio da direção que hoje tem grande crédito no MES.

A NOVELIS tem uma área de TI para dar suporte aos sistemas e equipamentos da empresa. Ficou patente o envolvimento dos responsáveis pela área de TI com as áreas da manufatura, tanto para auxílio à implantação do sistema MES quanto a participação nas equipes formadas para serem treinadas e se tornarem formadores dos operadores.

A integração do MES com a estratégia de negócios e com a estratégia organizacional está mostrada nas Figuras 28 e 29 apresentadas no Capítulo 6, e foi decisiva para melhorar a posição da empresa quanto ao oferecimento aos clientes (internos ou externos) de produtos com confiabilidade e conformidade.

A utilização adequada da TI está sujeita a um conjunto de componentes organizacionais e suas interações determinarão a capacidade de utilização e adequação das TIs disponíveis para o sucesso empresarial. É necessário pensar a TI nas organizações como parte de um sistema maior (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2005).

Segundo Vasconcelos (2007), a estrutura da área de TI da NOVELIS está organizada como uma estrutura centralizada, com função de uniformizar os padrões e unir forças em busca de objetivos únicos para o negócio.

A implantação de uma TI provoca mudanças nos processos técnicos e administrativos de uma organização, na sua filosofia de gestão e, por consequência, nas atividades das pessoas. As mudanças trazem insegurança e medo, gerando um processo natural de reação (SCHMMIT, 2004). Foi possível identificar impactos nas pessoas ou nas áreas quando da implantação do MES na refusão e na primeira fase no LQ.

Quando da implantação do MES na refusão havia a preocupação de que fosse um sistema de fiscalização das atividades dos operadores, principalmente porque a atividade de registro de tempos de parada deixariam de ser feitas manualmente e passariam a ser apontadas pelo sistema MES. Num primeiro momento, a visão dos responsáveis pelos apontamentos seria de fiscalização de suas ações. No entanto, ao registrar eletronicamente as paradas seria possível decidir quais providências deveriam ser tomadas.

Houve, então, a necessidade de investimento em treinamento para garantir que se minimizassem os riscos no início da utilização do sistema, assim como uma dedicação dos líderes das áreas e das equipes formadas.

Como se constatou, as reações à implementação do sistema MES não ocorreram somente contra o próprio sistema, mas também, em função de diferenças culturais dentro da própria organização. A cultura e a mentalidade não são diferentes, somente, entre países, mas também entre departamentos de uma mesma empresa. É necessário haver tolerância e muita comunicação para uma implantação com sucesso (SCHMMIT, 2004).

Santos (1999a, 1999b e 2000) contribui significativamente ao mostrar que as dimensões competitivas da gestão de recursos humanos são importantes para a geração de vantagem competitiva na manufatura e, no caso da NOVELIS, como apoiadoras da implantação do MES, que são o trabalho em equipe, a aprendizagem organizacional e a cultura organizacional.

Nesta mesma direção, Muniz Jr (2009) aponta para a existência de várias fontes de conhecimento que auxiliam a melhoria do desempenho no chão de fábrica. Cita "a capacidade de análise e solução de problemas, novas práticas, inovações, experiência das pessoas, parcerias externas, planos de sugestões, instruções de trabalho, registros de qualidade, procedimentos, manuais de qualidade, treinamentos no local de trabalho (*learn by doing*), *kaizen*, rodízios nas funções de trabalho, entre outras". Alerta, no entanto, que em muitas organizações o chão de fábrica não utiliza essas fontes de conhecimento de forma explícita.

O processo de aprendizagem na implantação do MES pode ser visto pela evolução de sua implantação. Iniciada em 1999, na refusão, teve grandes dificuldades em ter sua importância compreendida pelos operadores, vendo-a como uma ameaça e, depois de treinamento adequado, passou a ser entendida como uma ferramenta poderosa para melhorar o desempenho da área. Essa aprendizagem foi crucial para a implantação nas duas outras áreas.

Destaca-se a visão de dois operadores da área de laminação a quente sobre a implantação do MES. O primeiro comentou "Antes da implementação do sistema, coletar dados confiáveis e desenvolver indicadores de desempenho dos fornos de

homogeneização/aquecimento de placas era uma tarefa árdua que demandava semanas e o resultado nem sempre era o melhor. O novo sistema nos elevou a um patamar de controle de processo nunca antes alcançado".

O segundo operador comentou que aguardou com ansiedade a conclusão do novo sistema, pois "Antes tínhamos que anotar uma série de informações e, quando precisávamos de algum histórico, tínhamos que buscá-lo nas caixas de arquivo", explica que "o novo sistema proporcionou melhoria na qualidade da informação, garantindo uniformidade, agilidade e confiabilidade." Ele lembra, por exemplo, o tempo consumido no levantamento manual dos dados necessários para definir o grau de utilização dos fornos e completa "Hoje, com os dados *online*, é só olhar na tela".

Com esses destaques pode-se também verificar que houve a construção de uma cultura favorável a implantação do MES. Tanto que, na última fase de implantação, que se desenvolve na laminação a frio, a solicitação veio da própria área, tanto da gerência quanto dos operadores, face às facilidades vista nas outras áreas. Como mostrou o referencial teórico, a cultura deve gerar valores que sirvam para orientar e coordenar o trabalho dos vários especialistas profissionais e das respectivas equipes, em vez de se buscar qualquer tipo de padronização.

As equipes formadas dentro das áreas da manufatura da NOVELIS geraram uma rede de trabalho, que foi fundamental para a implantação e ampliação da cultura de TI, pois possibilitaram a integração e consolidação de conhecimentos, habilidades e tecnologias em competências essenciais relacionadas às vantagens competitivas da manufatura da e da estratégia da empresa.

#### **8.4 Fluxograma da implantação do MES**

A partir das considerações apresentadas acima foi construído o fluxograma de implantação do MES, com a contribuição dos fatores organizacionais e as melhorias alcançadas nas dimensões competitivas da manufatura, promovidas pelo sistema. A Figura 35 apresenta o fluxograma de implantação do MES.



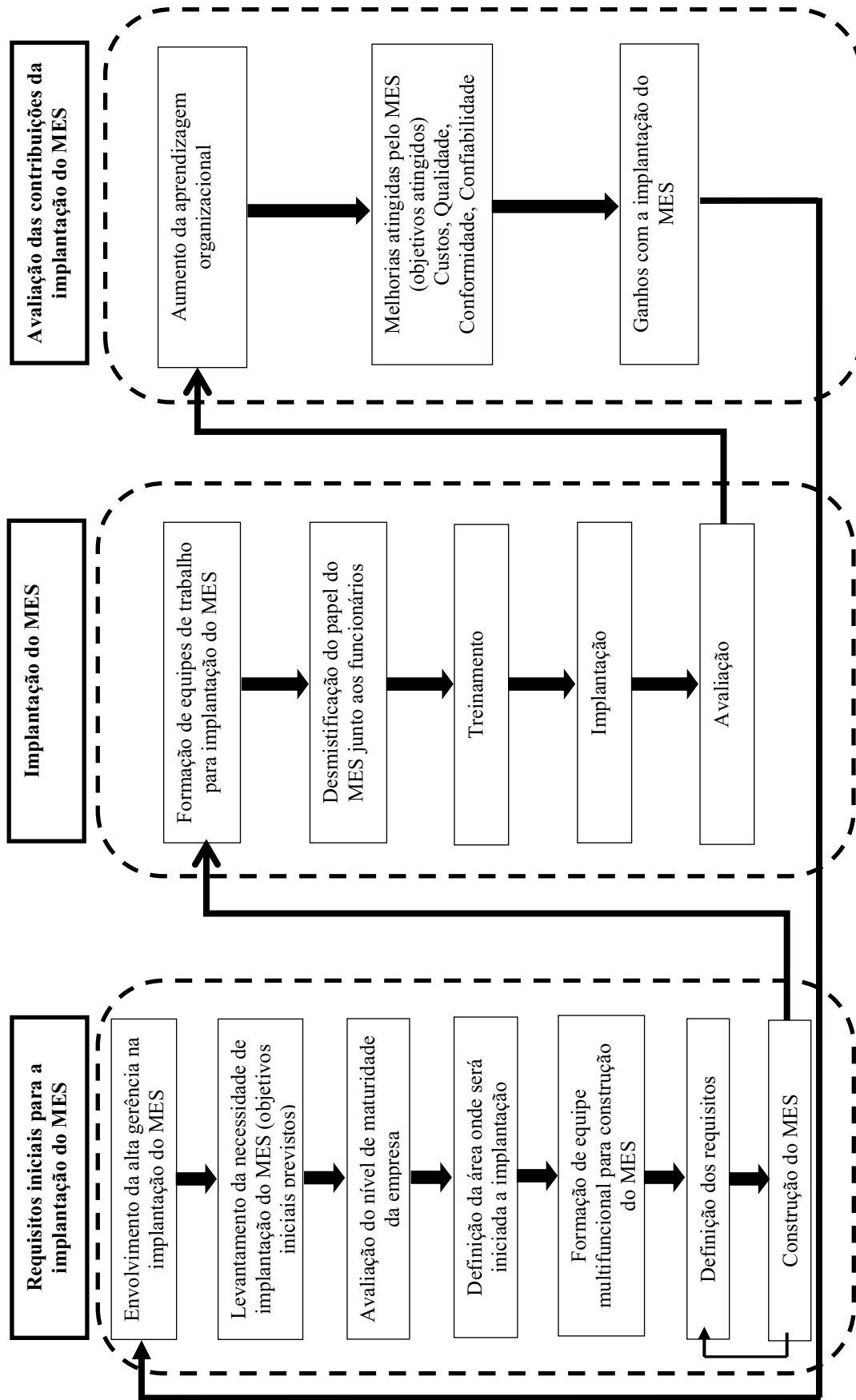


Figura 35 - Fluxo da Implantação do MES na Novelis

## 9 CONCLUSÕES

### *9.1. Verificação dos objetivos*

A principal motivação desta pesquisa foi a lacuna existente na literatura sobre o sistema MES. Os poucos trabalhos encontrados não caracterizavam a sua importância para a área de manufatura com relação a melhoria das dimensões competitivas obtidas pelo sistema bem como não apontavam sua relação com os sistemas de gestão empresarial. No decorrer do trabalho ficou evidente o fato de que, na empresa pesquisa, o ERP existente não era um sistema preparado ou suficiente para atender a manufatura ou, mais precisamente, os processos automatizados e informatizados do chão de fábrica.

A pesquisa permitiu, ainda, mostrar que a implantação do sistema MES na NOVELIS melhorou as dimensões competitivas das áreas produtivas bem como quais fatores organizacionais apoiaram essa implantação.

Houve uma contribuição no sentido de aumentar o conhecimento do MES, como um sistema de integração da manufatura, com o sistema da gestão empresarial. A visão das áreas mostrou a importância do sistema quanto a confiabilidade das informações dos processos produtivos e sua distribuição pelas áreas funcionais através do ERP.

A implantação do sistema foi precedida de um plano estratégico de TI que teve início com o planejamento dos passos preliminares, os objetivos que se queria alcançar e o processo de implantação. Esse planejamento teve a participação dos responsáveis pelas áreas produtivas, pela área de TI e pela empresa desenvolvedora do sistema.

O MES mostrou ser um sistema complementar ao ERP e voltado para as áreas de manufatura que necessitem ter rastreabilidade de seus processos. A rastreabilidade, nesta pesquisa, mostrou que pode ser uma vantagem competitiva para a empresa, pois através do MES, pode identificar imediatamente toda a rota de determinado produto, desde a matéria prima vinda dos fornecedores até o produto final enviado ao cliente. Essa possibilidade de rastrear pela WEB todo o processo pode, inclusive, permitir ao cliente saber onde está seu pedido.

O sistema pesquisado contribuiu sobremaneira para as dimensões competitivas da manufatura escolhidas para este trabalho, com destaque para os custos que foram reduzidos a partir da redução de consumo de gás e de produtos não conforme. A rapidez na obtenção de informações permitiu tomar decisões rápidas para solucionar os problemas que podiam gerar não conformidade e atrasos na produção.

Verificou-se que os fatores organizacionais escolhidos foram importantes para apoiar a implantação do MES. Em todo o processo de implantação, o apoio da alta gerência foi significativo, tanto para garantir recursos para a aquisição sistema (interfaces, hardware e treinamento) como para cobrar retorno dos investimentos em termos de melhorias de desempenho.

A integração da TI com as estratégias de negócios e organizacional se deveu graças ao envolvimento e a experiência dos responsáveis pela área de TI. Os que detêm a liderança da área tem conhecimento amplo dos negócios da empresa, das áreas de manufatura e das áreas funcionais dando suporte não só a software e hardware, mas também treinamento e integração entre as áreas.

A área de TI está organizada, estruturalmente, de forma centralizada, de maneira a uniformizar os padrões em busca dos objetivos estabelecidos para o negócio e está formada em equipes locais com foco no negócio, sistemas comuns centralizados e os sistemas específicos descentralizados. A infraestrutura de TI também está centralizada na área.

Com esta forma estrutural as TIs, entre elas o MES, estão integradas aos negócios da empresa e a organização, garantindo a eficiência e o alcance dos objetivos estratégicos.

Para o sucesso da implantação do MES e a redução de impactos gerados nas pessoas ligadas diretamente ao sistema, foi fundamental a formação de equipes constituídas de líderes e operadores da área, responsáveis pela TI e desenvolvedora. Essas equipes foram se multiplicando pelas áreas onde o MES foi implantado e geraram uma rede de trabalho com objetivos de dar resultados positivos à implantação do sistema. Os valores obtidos foram transformados em ações e novas teorias foram apreendidas bem como experiências, o que fez com que a empresa tivesse um processo de aprendizagem organizacional na implantação e utilização do MES.

Na NOVELIS a cultura está voltada para a busca da excelência operacional, com mercado determinado e trabalhando sempre nos limites da capacidade da fábrica, de maneira a atender ao mercado. Com isso, o processo de inovação vem fazendo parte da cultura da empresa através do investimento em tecnologias avançadas de manufatura, com vistas a melhorar a sua competitividade e liderança no mercado. Esses pontos fizeram com que a cultura da NOVELIS avançasse no sentido de alcançar sucesso e credibilidade de maneira a se antecipar aos possíveis impactos causados por novas tecnologias.

As contribuições ao meio empresarial geradas por esta pesquisa estão ligadas a importância do MES para a área de manufatura da empresa e sua importância com integradora com os negócios e a organização.

O sucesso da implantação do MES se deu pela construção de redes de trabalho em equipes multifuncionais com membros vindos das áreas produtivas e da TI.

Ficou evidenciada a melhoria da produtividade com o MES bem como a confiabilidade de dados e informações. A possibilidade de se ter um banco de dados digital permite rastreabilidade dos produtos produzidos ao longo de vários anos. Graças a tecnologia WEB, a empresa pode comparar tempos projetados com os tempos reais e poder tomar decisão de melhoria e aproveitamento dos equipamentos.

Além de gerar vantagem competitiva, o MES gerou ainda aprendizagem aos operadores e chefes das áreas produtivas, criando valores significativos a cultura da empresa.

Em geral, o MES consolida o planejamento e o mapeamento para a execução de todas as etapas de produção, conecta o processamento de pedidos com os controles dos sistemas da produção, otimiza os processos de produção, democratiza a informação, integra as informações da produção e permite visualizar a fábrica como um todo e em tempo real.

O processo de implantação do MES permitiu, ainda, aumentar o conhecimento de todos os envolvidos melhorando a sua empregabilidade. A possibilidade de trabalhar em equipe desde o seu desenvolvimento, implantação e utilização fizeram aumentar o grau de satisfação transformando a ansiedade negativa de risco para seu emprego em

ansiedade positiva com o início da operação do sistema sabendo que ele vinha para melhor seu desempenho.

## ***9.2 Possibilidade de trabalhos futuros***

Como trabalhos futuros pode-se sugerir a ampliação do estudo do MES em outras empresas manufatureiras, fazendo comparações entre elas. Pode-se ainda relacionar o nível de maturidade da empresa com os resultados obtidos pelo MES.

Através de uma *survey*, quantificar a melhoria das dimensões competitivas em empresas manufatureiras, antes e depois da implantação do MES.

Com o uso de novas tecnologias para rastrear produtos, tais como as etiquetas com RFID (*Radio-Frequency Identification*), seria importante para a área da produção um estudo da importância da rastreabilidade de produtos manufaturados, como vantagem competitiva.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. F.; REZENDE, D. A. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

AHMAD,S.; SCHROEDER, R. G., The importance of recruitment and selection process for sustainability of total quality management, **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 19, n.5, p.540 – 550, 2002.

AHMED, F., CAPRETZ, L.F., SHEIKH S. A., Institutionalization of software product line: An empirical investigation of key organizational factors. **The Journal of Systems and Software**, n. 80, p. 836–849, 2007.

ALBERTIN, A. L . **Administração de informática: funções e fatores críticos de sucesso**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ALBERTIN, A. L. O comércio eletrônico evolui e consolida-se no mercado brasileiro. **Revista de Administração de Empresas**, v.40, n. 4, p. 94-102, out./dez. 2000.

ALBERTIN, A. L. **Comércio eletrônico: modelo, aspectos e contribuições de sua aplicação**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001a.

ALBERTIN, A. L. Valor estratégico dos projetos de tecnologia de informação, **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 41, n.3, p. 42-50, jul./set. 2001b.

ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN, R. M. de M., **Tecnologia da informação e desempenho organizacional**. São Paulo: Atlas, 2005a.

ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN, R. M. de M. (Org.), **Tecnologia da informação: desafios da tecnologia de informação aplicada aos negócios**. São Paulo: Atlas, 2005b.

ALBUQUERQUE, M. E. E.; SILVA F. A. C., Da estratégia competitiva à estratégia de manufatura: uma abordagem teórica, **REAd**, ed. 26, v. 8, n. 2, p.1-28, mar-abr 2002.

ALCÂNTARA, R. C.; SILVA, A. L. Relacionamentos e estratégias para melhor coordenação da cadeia de suprimentos, **Revista de Administração**, São Paulo, v.36, n.3, p.49-58, jul/set, 2001.

AL-MASHARI, M.; AL-MUDIMIGH, A., ERP implementation: lessons from a case study, **Information Technology & People**, v. 16 n. 1, p. 21-33, 2003.

ANDRADE, A. R. Comportamento e estratégias de organizações em tempos de Mudança sob a perspectiva da tecnologia da informação, **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v.9, n.2, abril/junho 2002.

ANG, M. D.; FINLAY, P. N., Measures to assess the impact of information technology on quality management, **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 1, p. 42-65, 2000.

ARGYRIS, C., **Double loop learning in organizations**, Harvard Business Review, 1977.

ARGYRIS, C., **Enfrentando defesas empresariais: facilitando o aprendizado organizacional**, Rio de Janeiro, Campus, 1992.

ATTARAN, M., Information technology and business-process redesign, **Business Process Management Journal**, v. 9, n. 4, p. 440-458, 2003.

AUDY, J. L. N. *et al.* Modelo de planejamento estratégico de sistemas de informação: a visão do processo decisório e o papel da aprendizagem organizacional, In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 24. 2000, **Anais...** Florianópolis: ENANPAD, 2000.

BARTHOLOMEW, D., MES provides vital link, **Industry Week**, p. 55, May 21, 2001.

BENDOLY, E.; SCHOENHERR, T., ERP system and implementation-process benefits Implications for B2B e-procurement, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 4, p. 304-319, 2005.

BERALDI, L. C.; ESCRIVÃO FILHO, E., Impacto da tecnologia de informação na gestão de pequenas empresas, **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 46-50, jan./abr. 2000

BERTO, R. M. S.; NAKANO, D. N., Métodos de Pesquisa na Engenharia de Produção. CD ROM, XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, **anais...** Niterói, 1998.

BLACKSTONE JR, J. H; COX III, J. F., **APICS Dictionary**, 11 ed. Alexandria, 2004.

BOHN, R. E., From art to science in manufacturing: the evolution of technological knowledge, **Foundations and Trends in Technology, information and operations management**, v.1, n.2, p. 1-82, 2005.

BORGES , C. G.; CUZZUOL , J.; SIMÕES , J. A.; MARTINS ,J. R. P.; GOMES, M. L.B., Integração da manufatura através das tecnologias CIM e ERP: o caso das oficinas de manutenção da ARCELORMITTAL Tubarão, XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, **anais...**2008.



BOYNTON, A. C., ZMUD, R. W., Information Technology Planning in the 1990's: Directions for Practice and Research, **MIS Quarterly**, v.11, n.1, p. 59, mar 1987.

BRUQUE, S.; MOYANO, J., Organisational determinants of information technology adoption and implementation in SMEs: The case of family and cooperative firms, **Technovation**, n.27, p. 241–253, 2007.

BULBA, E. A., **Conformidade na manufatura e nível de qualidade**. São Paulo: EPUSP, 1998. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.

CAETANO, A. G.; MEIRELES, G. S. C.; OLIVEIRA, J. F. G.; BIFFI, M. - Informações de chão de Fábrica num ambiente de Manufatura Integrada. In: Congresso e Exposição Internacionais da Tecnologia da Mobilidade (SAE Brasil 99), **anais...** SAE Technical Paper Series, 2009.

CAGLIANO, R.; CANIATO, F., SPINA, G., Lean, Agile and traditional supply: how do they impact manufacturing performance? **Journal of Purchasing & Supply Management**, n. 10, p. 151–164, 2004.

CALDAS, M., WOOD JUNIOR, T. The part and the whole: reductionism and complex thinking in ERP system implementations, In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 24. 2000, **Anais...** Florianópolis, ENANPAD, 2000.

CAMPOS E., TEIXEIRA, F. L. C. Adotando a tecnologia de informação: análise da implementação de sistemas de “groupware”, **Revista de Administração**, RAE-eletrônica, v.3, n.1, p.1-20, jan./jun. 2004.

CAO, Q.; DOWLATSHAHI, S., The impact of alignment between virtual enterprise and information technology on business performance in an agile manufacturing environment, **Journal of Operations Management**, n. 23, p.531–550, 2005.

CASADO, T. O., **O indivíduo e o grupo: a chave para o desenvolvimento**. In: FLEURY, M.T.L. (Org.) *As pessoas na organização*. São Paulo: Gente, 2002.

CERRI, M. L. **ERP: um estudo sobre estratégias de implantação**. 181p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CERRI, M. L., CAZARINI, E. W. Diretrizes para implantação de ERPs, in ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, ENEGEP, 2004.

CHAN, S. L., Information technology in business processes, **Business Process Management Journal**, V. 6, n. 3, p. 224-237, 2000.

CHANG JR, J. **Gestão de pessoas pelo desenvolvimento do comprometimento organizacional: uma abordagem holística e simultânea dos determinantes envolvidos no processo**. 2001, Tese (Doutorado), Faculdade de Economia e Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CHEN, C., An objective-oriented and product-line-based manufacturing performance measurement, **International Journal of Production Economics**, v.112, p. 380-390, 2008.

CHOI, B. K., KIM, B. H., MES (Manufacturing Execution System) architecture for FMS compatible to ERP (enterprise planning system), **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 15, n. 3, p. 274–284, 2002.

CRISTOFARI JR, C. A., **Proposta de método de análise de Maturidade e priorização de Melhorias na gestão do PDP**, 2008, 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

CROOM, S. R., The impact of e-business on supply chain management An empirical study of key developments, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25 n. 1, p. 55-73, 2005.

CROSBY, P. B., **Qualidade é Investimento**. New York: McGraw-Hill, 1986.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**, São Paulo, Atlas, 2009.

**CMMI - Capability Mature Model Integration, melhoria de processos visando melhores produtos**, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2006

CUNNINGHAM, P. The evaluation of european programmes and the future of scientometrics, **Scientometrics**, v. 38, n. 1, p. 71-85, 1997.

DAILY, B. F.; HUANG, S. Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management, **International Journal of Operations and Production Management**, v. 21, n.12, p.1539 – 1552, 2001.

DASGUPTA, S., The Role of Culture in Information Technology Diffusion in Organizations, **Innovation in Technology Management - The Key to Global**, **In: Proceedings** of the Portland International Conference on Management and Technology - PICMET '97, 1997.

DAVIS D. F.; MENTZER, J. T., Organizational factors in sales forecasting management, **International Journal of Forecasting**, v.23, n. 3, p. 475-495, Jul/Sep 2007.

DEDRICK, J.; GURBAXANI, V.; KRAEMER, K. L., Information Technology and Economic Performance: A Critical, Review of the Empirical Evidence, **ACM Computing Surveys**, v.35, n.1, p.1-28, 2003.

DEWETT, T.; JONES, G. R., The role of information technology in the organization: a review, model, and assessment, **Journal of Management**, n.27, p. 313–346, 2001.

DOWLATSHAHI, S.; CAO, Q., The relationships among virtual enterprise, information technology, and business performance in agile manufacturing: An industry perspective, Division of Business Administration, HW Bloch School of Business and Public, European **Journal of Operational Research**, n. 174, p.835–860, 2006.

FEIGENBAUM, A. V., **Controle da qualidade total**, São Paulo: Makron, 1994.

FELDENS, L. F., **Impacto dos investimentos em tecnologia da Informação nas variáveis estratégicas e na Eficiência dos bancos brasileiros**. 2001. 104 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – UFRGS, Porto Alegre, 2001.

FERNANDES, A. A.; ALVES, M. M. **Gerência estratégica da tecnologia da informação: obtendo vantagens competitivas**. Rio de Janeiro: LTC, 1992.

FERNANDES, V., Visão atual da TI no chão de fábrica ERP, Automação e Controle, Anais Congresso e Exposição Internacional de Produção Industrial, **anais...**, ProIndústria, 2006.

FERREIRA, K. A.; ALVES, M. R. P. A., Logística e troca eletrônica de informação em empresas automobilísticas e alimentícias, **Produção**, v.15, n.3, p.434-447 São Paulo set./dez. 2005.

FISHER, L. S.; HOWELL, A. W., Beyond user acceptance: An examination of employee reactions to information technology systems, **Human Resource Management**, V.43, n.2-3, p. 243–258, 2004.

FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências. São Paulo: Atlas, 2000.**

FRANCISCHINI, P. G.; LAUGENI, F. P., **O tratamento da manufatura nos sistemas ERP**, São Paulo, EPUSP, 1999.

FREITAS, H.; RECH I. Problemas e ações na adoção de novas tecnologias de informação, *Revista de Administração Contemporânea - RAC*, v. 7, p. 125-150, 2003.

FU, R.; SONG, M. ; XIN, Z.; WU, J.; LI, H., Research on Integrated and Flexible MES Based on Agency and SOA, **In: Proceedings** of the International Symposiums on Information Processing, Moscow, 2008.

GAIDZINSKI, V. H., **A tecnologia da informação no chão de fábrica: as novas ferramentas e a gestão integrada da informação**. 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFSC, Florianópolis, 2003.

GARDNER S. D.; LEPAK D. P.; BARTOL K. M., Virtual HR: The impact of information technology on the human resource professional, **Journal of Vocational Behavior**, v.63, n.2, p.159-179, out. 2003.

GARVIN, D.A. **Gerenciando a qualidade**, Rio de Janeiro, Qualitymark, 1992.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades, **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

GRAEML, A. R., **Sistemas de informação: o alinhamento da estratégia de TI com a estratégia corporativa**. São Paulo: Atlas, 2003.

GRANDO, A.; BELVEDERE, V., District's manufacturing performances: A comparison among large, small-to-medium-sized and district enterprises, **International Journal of Production Economics**, v.4, 104, p. 85–99, 2006.

GUPTA, A., Enterprise resource planning: the emerging organizational value systems, **Industrial Management & Data Systems**, v.100, n.3, p.114-118, 2000.

HAMEL, G., PRAHALAD, C. K. **Competindo pelo futuro**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C. **Restoring our competitive edge: competing through manufacturing**. New York: John Wiley, 1984.

HEHN, H. F. **Peopleware: como trabalhar o fator humano nas implementações de sistemas integrados de informação (ERP)**. São Paulo: Gente, 1999.

HENDRICKS K. B.; VINOD R. SINGHAL; JEFF K. STRATMAN, The impact of enterprise systems on corporate performance: a study of ERP, SCM, and CRM system implementations, **Journal of Operations Management**, n. 25, p.65–82, 2007.

HILL, T.; NICHOLSON, A.; WESTBROOK, R. Closing the Gap: A Polemic on Plant-based Research in Operations Management. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 19, n. 2, p. 139-156, 1999.

HOFFMAN, N.; KLEPPER, R., Assimilating new technologies: the role of organizational culture, **Information systems management**, v.17, n.3, 2000.

HONG, K. K., KIM, Y. G., The critical success factors for ERP implementation: an organizational fit perspective, **Information and Management**, n. 40, p. 25-40, 2002

HOPPEN, N.; LAPOINTE, L.; MOREAU, E. Um guia para a avaliação de artigos de pesquisa em sistemas de informação. **READ – Revista Eletrônica de Administração**. Porto Alegre, PPGA/UFRGS, 3 ed., v. 2, n. 2, novembro de 1996.

HSU, S. W.; LEE, C.; WU, M.; TAKANO, K., A cross-cultural study of organizational factors on safety: Japanese vs. Taiwanese oil refinery plants, **Accident Analysis and Prevention**, v.40, n.1, p. 24-34, 2008.

HWANG, YD., The practices of integrating manufacturing execution system and six sigma methodology, **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, n.30, p. 761-768, 2006.

JABBOUR, C. J. C.; SANTOS, C. A., Desenvolvimento de produtos sustentáveis: o papel da gestão de pessoas, **Revista de Administração Pública**, v. 40, n.2, mar/abr 2007.

JAIKUMAR, R., From filing and fitting to flexible manufacturing: A study in the evolution of process control, **Foundations and Trends in Technology, Information and Operations Management**. v.1, n 1, 1–120, 2005.

JAYANTHI, S.; SINHA, K. Innovation Implementation in High Technology Manufacturing: A Longitudinal Field Study. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 4, p. 471-494, 1998.

JAYARAM, J.; VICKEY, S. K.; DRODGE, K. The effects of information system infrastructure and process improvements on supply chain time performance, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 30, n. 4, p. 314-330, 2000.

JIANG, P. Y.; ZHOU, G. H.; ZHAO, G.; ZHANG, Y .F.; SUN, H. B., e2-MES: an e-service-driven networked manufacturing platform for extended enterprises,

**International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 20, n. 2 – 3, p. 127-142, mar/mai, 2007.

JING, S.; WANG, X., MES based on data integration in cement enterprise, **In: Proceedings** of the 9th International Conference on Hybrid Intelligent Systems, Shenyang, China, p 138-143, 2009.

JUNQUEIRA, G. S., **Análise das possibilidades de utilização de sistemas supervisórios no planejamento e controle de produção**. 2003. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – EESC, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

JURAN, J. M. **A função qualidade**. In Controle de qualidade: handbook, São Paulo, Makron Books, v.1, p.10-31, 1991.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M., **Quality planning and analysis: from product development through use**, New York, McGraw-Hill, 1970.

KALL, J., Manufacturing Execution Systems: Leveraging Data for Competitive Advantage, **Quality Digest**, v. 19, n.8, p. 31-34, ago, 1999.

KATHURIA, R.; ANANDARAJAN, M.; IGBARIA, M., Selecting IT applications in manufacturing: a KBS approach, **Omega**, n. 27, p. 605-616, 1999.

KATZEMBACH, J. R.; SMITH, D. K., **The wisdom of teams**. Massachusetts: Harvard Business Review, 1993.

KATZ, J., Building a bridge to ERP, **Industry Week**, p. 45-46, February /2007.

KATZ, B., A loose link, **Industry Week**, p. 41-42, December, 2006.



KIM, D. H., The Link Between Individual and Organizational Learning, **Sloan Management Review**; v. 35, n.1; Fall 1993.

KINI, R. B. IT in manufacturing for performance: the challenge for Thai manufacturers, **Information Management & Computer Security**, v.10, n.1, p. 41-48, 2002.

KLATT, K.; MARQUARDT, W., Perspectives for process systems engineering - Personal views from academia and industry, **Computers and Chemical Engineering**, v.33, n.3, p.536-550, 2009.

KLETTI, J.(Org.), **Manufacturing execution system – MES**, Springer, Mosbach, 2007

KLING, R. What is Social Informatics and Why Does it Matter?, **D-Lib Magazine**, v. 5, n. 1, Jan. 1999.

KOC, T., Organizational determinants of innovation capacity in software companies, **Computers & Industrial Engineering**, v. 53, n. 3, p.373-385 October, 2007.

KOC, T.; CEYLAN, C., Factors impacting the innovative capacity in large-scale companies, **Technovation**, n.27, p. 105–114, 2007.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**, São Paulo, Pearson, Prentice Hall, 8 ed., 2009.

KUL'GA, K. S.; GIL'FANOV, R. R., Integration of CAD/CAM/PDM/MES and ERP Systems, **Russian Engineering Research**, v. 28, n. 2, p. 169–172, 2008.

KUMAR, K. D.; KARUNAMOORTHY, L.; ROTH, H.; MIRNALINEE, T. T., Computers in manufacturing: towards successful implementation of integrated automation system, **Technovation**, n. 25, 477–488, 2005.

LAUDON, K. C., LAUDON, J. P. **Sistemas de informação: com internet**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

LAUDON, K. C., LAUDON, J. P. - **Management information systems: new approaches to organization & technology**. New Jersey: Prentice Hall, 2004.

LAURINDO, F. J. B. Um estudo sobre a avaliação da eficácia da tecnologia de informação nas organizações. 2000, 196p. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LAURINDO, F. J. B.; SHIMIZU, T. CARVALHO, M. M.; RABECHIMI JR., R., O papel da tecnologia da informação (TI) na estratégia das organizações, São Carlos, **Gestão&Produção**, v.8, n.2, Ago. 2001.

LAW, C. C. H., NGAI E. W. T., ERP systems adoption: An exploratory study of the organizational factors and impacts of ERP success, **Information & Management**, n.44, p. 418–432, 2007.

LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do saber: criando e sustentando as fontes de inovação**. Rio de Janeiro, FGV, 1998.

LIU, T.; LI, Y.; YAO, J., Achieving Semiconductor Assembly and Test Manufacturing Excellence via Manufacturing Execution System, **Advances in Soft Computing**, Springer Berlin, Heidelberg, p. 757-771, 2010.

LUCAS, H. C., **Information technology for management**. 7 ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

MAÇADA, A. C. G., **Impacto dos investimentos em tecnologia da informação nas variáveis estratégicas e na eficiência dos bancos brasileiros**. 2001. 211 f. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, UFRGS, 2001.

MACHADO, R. T. M., **Rastreabilidade, tecnologia da informação e coordenação de sistemas agroindustriais**, 2000, 224p. tese (doutorado), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - USP, São Paulo, 2000.

MADY, M. T. IT adoption and manufacturing performance in Kuwaiti industrial corporations, **International Journal Services and Operations Management**, v.2, n.1, 2006.

MARCORIN, A. J.; ABACKERLI, A. J., Research Field Failure Data: an Alternative proposal for Reliability Estimation, **Quality and Reliability Engineering International**, v.22, p.851–862, 2006.

MARCOVITCH. J. (Org.). **Tecnologia da informação e estratégia empresarial**. 1ª ed. São Paulo: Futura, 1996.

MARTENS, C. D. P. **A tecnologia de informação (TI) em pequenas indústrias do Vale Taquari - RS**. 2001, Dissertação (Mestrado), EFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MARTIN, E. W.; DEHAYES, D. W.; HOLFTER, J.A.; PERKINS, W.C. **Management information technology: what managers need to know**. New Jersey: Macmilian Publishing Company, 1994.

MCGEE, J.; PRUSAK, L. **Gerenciamento estratégico da informação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

MCMANUS, J.; WOOD-HARPER, T., Understanding the sources of information systems project failure – a study in IS project failure, **Management Services**, p. 38-43, Autumn, 2007.

MELVILLE N.; GURBAXANI V.; KRAEMER K., The productivity impact of information technology across competitive regimes: The role of industry concentration and dynamism, **Decision Support Systems**, n. 43, p. 229–242, 2007.

MENDES, J. V.; ESCRIVÃO FILHO, E. Sistemas integrados de gestão (ERP) em pequenas empresas, **Gestão & Produção**, v.9, n.3, p.277-296, dez. 2002.

MIGUEL, P. A. C., Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução, **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007.

MIGUEL, P. A. C., Adoção do estudo de caso na engenharia de produção, In: **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**: Rio de Janeiro, Elsevier, cap.6, p.129-143, 2010,

MOLINA, A., SANTAELLA, A. R., Achieving e-Manufacturing: multihead control and web technology for the implementation of a manufacturing execution system, **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.17, p. 715–724, 2006.

MORESI, E. A. D. Delineando o valor do sistema de informação de uma organização, **Ciência da Informação, Brasília**, v. 29, n. 1, p.14-24, jan./abr. 2000.

MORTON, M. S. S. **The Corporations of the 1990s: information technology and organizational transformation**. Oxford : Oxford University Press, 1991.

MUNIZ JR, J. **Modelo conceitual de gestão de produção baseado na gestão do conhecimento: um estudo no ambiente operário da indústria automotiva**, 2007.148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica – Área de Concentração de Produção) – Faculdade de Engenharia do *Campus* de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2007.

MUNIZ JR, J. **Modelo de gestão de produção baseado no conhecimento operário: um estudo na indústria automotiva**, São Paulo, Blucher, 2009.

NARASIMHAN, R.; JAYARAM, J., Reengineering service operations, a longitudinal case study, **Journal of Operations Management**, v.19, n.5, p.7-22, 1998.

NEVES, J. M. S.; MARINS, F. A. S., Contribuições da implantação da Tecnologia de informação, XVI SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, **anais...**, BAURU, SIMPEP, 2009.

NEVES, J. M. S.; SANTOS, F. C. A. Integrando a implantação de tecnologias da informação aplicadas à gestão da produção com estratégias de recursos humanos, **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 3, p. 81-90, 2005.

NEVES, J. M. S.; SANTOS, F. C. A., Implantação de tecnologias de Informação utilizadas na integração entre o chão-de-fábrica e os sistemas ERP, 27. Foz do Iguaçu, **Anais...**, Foz do Iguaçu, ENEGEP, 2007.

NG, J. K. C.; IP, W. H., The strategic design and development of ERP and RTMS, **Computers Industrial Engineering** v. 34, n. 4, p. 777- 791, 1998.

NICOLAOU, A. I., Firm performance effects in relation to the implementation and use of enterprise resource planning systems, **Journal of Information Systems**, v.18, n.2, p.79, Fall, 2004.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas de informações gerenciais**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

PADILHA, T. C. C.; COSTA, A. F. B.; CONTADOR, J. L.; MARINS, F. A. S., Tempo de implantação de sistemas ERP: análise da influência de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos, **Gestão & Produção**, v.11, n.1, p.65-74, jan./abr. 2004.

PADILHA, T. C. C.; MARINS, F. A. S. Sistemas ERP: características, custos e tendências, **Revista Produção**, v. 15, n. 1, p. 102-113, jan./abr. 2005.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da pesquisa**: abordagem teórico – prática. 10. ed. Campinas: Papyrus, 2004.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JR, J. M.; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégias de produção e de operações**, Porto Alegre, Bookman, 2009.

PEREIRA, M. T. F., **Impacto da tecnologia da informação sobre o processo de trabalho individual**: Estudo em um grande banco brasileiro. 2003. 114 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey research methodology in management information systems: An assessment, **Journal of Management Information Systems**, v.10, n.2, 1993.

PIRES, S. R. I. **Integração do planejamento e controle da produção a uma estratégia de manufatura**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.

PIRES, S. R. I. **Gestão estratégica da produção**. Piracicaba: Unimep, 1995.

PORTER, M. **Estratégia competitiva**: técnicas para a análise da indústria e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

POWER, D. The comparative importance of human resource management practices in the context of business to business (B2B) electronic commerce, **Information Technology & People**, v. 17, n. 4, p. 380-406, 2004.

PTAK, C. A. **ERP tools, techniques and applications for integrating the supply chain**, Boca Raton. St. Lucie Press, 1999.

PUPO, M. S., **Interface homem-máquina para supervisão de um CLP em controle de processos através da WWW**. 2002, Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2002.

REZENDE, D. A. **Engenharia de software e sistemas de informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2002.

RIBEIRO, M. T. F. ; SILVA, A. L. Tirando lições da história para compreender os (des)caminhos do processo de difusão da TI: um olhar sobre as cooperativas de cafeicultores. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 25. 2001, **Anais...** Campinas, ENANPAD, 2001.

RIBEIRO, P.C.C.; SILVA, L.A.F.; BENVENUTO, S.E.S., O uso da tecnologia da informação em serviços de armazenagem, **Produção**, v. 16, n. 3, p. 526-537, set/dez 2006.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1985.

ROBBINS, S.P. **Administração: mudanças e perspectivas**. São Paulo: Saraiva, 2000.

ROESCH, S.M.A., **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1999.

SACOMANO NETO, M.; PIRES, S. R. I. Organização da produção, desempenho e inovações na cadeia de suprimentos da indústria automobilística brasileira, **Revista de Ciências da Administração**, v. 9, n. 19, p. 34-53, set./dez. 2007.

SANTOS, E. M. Aprisionamento Tecnológico: novos desafios da gestão das estratégias organizacionais na era da informação, **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 8, n 1, p. 61-67, jan/mar 2001.

SANTOS, F. C. A. **Dimensões competitivas da estratégia de recursos humanos: importância para a gestão de negócios e empresas manufatureiras**. 1998, Tese (Doutorado), Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1998.

SANTOS, F. C. A. **Estratégia de recursos humanos: dimensões competitivas**. São Paulo: Atlas, 1999a.

SANTOS, F. C. A., Prioridades competitivas na administração estratégica da manufatura: estudo de casos. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.39, n.4, p.78-84, 1999b.

SANTOS, F. C. A., Integration of human resource management and competitive priorities of manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v.20, n.5, p.610-628, 2000.

SANTOS JUNIOR, S.; FREITAS, H.; LUCIANO, E. M., Dificuldades para o uso da tecnologia da informação, **Revista de Administração**, RAE-eletrônica, v. 4, n. 2, p.1-20, jul./dez. 2005.

SANTOS NETO, S. T. dos; MESQUITA, E. D.; MUNIZ, E. S., **A automação contribuindo com o processo de gestão da produção através da integração de recursos e sistemas**. (Monografia), UNITAU, Taubaté, 2006.

SAXENA, K. B. C.; SAHAY B. S., Managing IT for world-class manufacturing: the Indian scenario, **International Journal of Information Management**, v.20, n.1, p.29-57, 2000.



SCHAFER, M., Specialized HR for IT organizations: to effectively manage IT staffs, employers turn to HR professionals who focus only on IT's HR needs, **HRMagazine**, v. 50, n.3, p. 103, March, 2005.

SCHEIN, E. H., **Its Role in Organization Development**, Process Consultation Volume I: Addison-Wesley, Reading, MA, 1988.

SCHMITT, C. A. **Sistemas integrados de gestão empresarial: uma contribuição no estudo do comportamento organizacional e dos usuários na implantação de sistemas ERP**. 2004. 283 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SHAH, S. K., CORLEY, K. G., Building better theory by bridging the quantitative–qualitative divide, **Journal of Management Studies**, v. 43, n.8, p. 1821-1835, December, 2006.

SEIXAS FILHO, C., **Alguns aspectos do MES**, In: In Tech Brasil, p. 42-47, jan. 2000.

SHIPTON, H.; FAY, D., WEST, M.; PATTERSON, M.; BIRDI, K., Managing People to Promote Innovation, **Creativity and Innovation Management**, v. 14, n. 2, p.118-128, 2005.

SILVA, M. S. **Gestão das competências organizacionais em empresas da cadeia de valor para provimento de telefonia celular de terceira geração, (3G)**, 2002. 160 p., Tese (Doutorado), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S., **Administração da produção**. 3. ed. Atlas, 2009.

SNOEIJ, J., **MES Product Survey 2006**, LogicaCMG, MESCC – Manufacturing Execution System Competence Center, Arnhem, 2006.

SOARES, D.; MEIRELES, G. S. C.; OLIVEIRA, J. F. G.; LEÃO e SOUXA, G. W., Otimização de operações de retificação via supervisão e diagnóstico a distância. In: Congresso Usinagem. **Anais....** São Paulo, 2000.

SOPLOP, J.; WRIGHT, J.; KAMMER, K.; RIVERA, R. Manufacturing Execution Systems for Sustainability: Extending the Scope of MES to Achieve Energy Efficiency and Sustainability Goals, **In: Proceedings** of the 4th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA 2009), Xi'an, China, 2009 p.3555-3558.

SOUZA, C.A.; ZWICKER, R. Implantação de sistemas ERP: um estudo de casos comparados. In: Encontro Anual ANPAD, 24., 2000, Florianópolis, **Anais...**, Rio de Janeiro, ENANPAD, 2000.

SOUZA, R. Case Research in Operations Management. **EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management**, Brussels, Belgium, 31<sup>st</sup> Jan.-4th Feb, 2005.

SPINOLA, M. M.; PESSOA, M. S. P. **Tecnologia da informação**. in: Gestão de operações. São Paulo: Edgar Blücher, 1997.

SVEIBY, K. E. **A nova riqueza das organizações**: gerenciando e avaliando patrimônios do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

TAPSCOTT, D. **Economia digital**: promessa e perigo na era da inteligência em rede. São Paulo: Makron Books, 1997.

TARAFDAR, M.; VAIDYA, S. D., Challenges in the adoption of E-Commerce technologies in India: The role of organizational factors, **International Journal of Information Management**, n.26, p. 428–441, 2006.

TEIXEIRA, R. F., PACHECO, M. E. C. Pesquisa social e a valorização da abordagem qualitativa no curso de administração: a quebra dos paradigmas científicos, **Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo**, v. 12, n. 1, p. 55-68, jan./mar. 2005.

THEODOROU, P.; FLOROU, G., Manufacturing strategies and financial performance: the effect of advanced information technology: CAD/CAM systems, **Omega**, n. 36, p. 107 – 121, 2008.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

UBEDA, C. L. **A gestão de competências em uma empresa de pesquisa e desenvolvimento**, 2003. 117 p. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

VANDERLEI, M. L.; MUNIZ JUNIOR, J.; Fernando Augusto Silva MARINS, Gilberto Walter Arenas MIRANDA. Implantação de controle baseado no sistema de execução da Manufatura (mes): análise em empresa de usinagem no setor Aeronáutico, **Revista Produção On Line**, v.9, n.4, p. 747-770, 2009.

VASCONCELOS, M. W. **Tecnologia da informação como propulsora do aprendizado nas organizações**, 2007, dissertação (mestrado), UNINOVE, São Paulo, 2007.

VACHON, S.; KLASSEN, R. D., Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain, **International Journal of Production Economics**, v. 111, n. 2, p. 299-315, February 2008.

VIEIRA, A.; GARCIA, F. C., Gestão do conhecimento e das competências gerenciais: um estudo de caso na indústria automobilística, **Revista de Administração**, RAE-eletrônica, v.3 n.1, São Paulo, Jan./Jun. 2004.

VINHAIS, J. A., Manufacturing execution systems: the onestop information source. **Quality Digest**, v. 18, n.9, p. 39–40, set 1998.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FRIGKUCH, M., Case research in operations management. **International Journal of Operations Management**, v. 22, n.2, p. 195-210, 2002.

WALTON, R. E. **Tecnologia da informação: o uso da TI pelas empresas que obtêm vantagem competitiva**. São Paulo: Atlas, 1993.

WU, F. YENIYURT, S.; KIM, D., The impact of information technology on supply chain capabilities and firm performance: A resource-based view, **Industrial Marketing Management**, n.35, p. 493– 504, 2006.

XUEMEI, H., Coordination Mechanism of Multi Workshop Manufacturing in Manufacturing Execution System, **In: Proceedings** of the International Conference on Automation and Logistics, Qingdao, China, p. 1983-1988, 2008.

YIN. R.K., **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YONGDI, Z.; YANFANG, Y.; GUANG, Y.; DONGCAI, L., Research on Performance Analysis and Comprehensive Evaluation Model of MES for Machining Workshop, **In: Proceedings** of the First International Workshop on Database Technology and Applications, Wuhan, China, 2009.

YU, W.; XIAO-DONG, X.; CONG-XIN, L., Modeling Research on Manufacturing Execution System Based on Large-scale System Cybernetics, **Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)**, Shanghai Jiao Tong University Press, v. 13, n.6, p.744-747, 2009.

ZANELLI, J. C. Pesquisa qualitativa em estudos da gestão de pessoas. **Estudos de Psicologia**, n. 7, p. 79-88, 2002.

ZARIFIAN, P. **Objetivo competência**: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2001.

## **ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO**

### **1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

- 1.1 Razão Social
- 1.2 Caracterização da empresa
- 1.3 Localização
- 1.4 Ano de fundação
- 1.5 Número de funcionários da empresa
- 1.6 Principais produtos
- 1.7 Outras unidades da empresa
- 1.8 Principais etapas do processo de produção

### **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE TI**

- 2.1 A alta gestão participa ativamente nas decisões relacionadas a assuntos de tecnologia?
- 2.2 O orçamento para desenvolvimento e aquisição de TIs é melhorado continuamente?
- 2.3 Como foi o processo evolutivo da TI na manufatura?
- 2.4 A estratégia de tecnologia apóia a estratégia de negócios ?
- 2.5 A estratégia de TI é compartilhada e aplicada por todas as unidades da empresa?
- 2.6.1 Quais as TI ou sistemas são utilizadas:
  - a) No chão de fábrica?
  - b) Na produção?
  - c) Na empresa?
- 2.7 A TI é vista como um fator de sucesso
- 2.8 A estrutura organizacional apóia a implantação de TIs
- 2.9 A estratégia organizacional define como será alcançada a capacidade tecnológica da manufatura
- 2.10 A resistência à implantação de TI na manufatura vem diminuindo gradualmente
- 2.11 Caracterização da tecnologia MES
  - a) Porque está sendo implantado o MES na manufatura?
  - b) Qual foi o cronograma de implantação do MES?
  - c) Quais os seus benefícios para a manufatura
  - d) O ERP não atende? Porque? Quais as deficiências? O ERP não tem a mesma função? Porque?
  - e) Com relação a manufatura até onde vai o ERP?

f) Quais funções estão sendo implantadas? (Conceitualmente o MES apresenta 11 funções, descritas abaixo (Tabela 1). De um sistema para outro pode haver denominações diferentes. Dos descritos abaixo quais o que foram implantados ou que mais se aproximam. Para facilitar colocamos as denominações utilizadas pela MESA – Manufacturing Execution Solutions Association bem como sua tradução mais usual. (Caso haja outras funções, acrescentar)

Função	Descrição	Refusão	Laminação a quente	Laminação a frio
1. Gestão dos recursos de produção – Resource allocation and status	Gerencia recursos de máquinas, ferramentas, materiais, outros equipamentos, outras entidades tais como documentos que precisam estar disponíveis na ordem de trabalho para iniciar a operação.			
2. Programação e detalhamento das operações – Operations / Detail scheduling	Provê seqüenciamento das operações baseado em prioridades, atributos, características e ou receitas associadas a unidades de produção específicas em uma operação tais como forma, seqüência de cor, ou outras características que quando programadas corretamente minimizam o <i>setup</i> .			
3. Expedição de unidades de produção – Dispatching production units	Gerencia o fluxo das unidades de produção na forma de tarefas, ordens, grupos, lotes, ordens de trabalho. A informação de expedição é apresentada na seqüência em que o trabalho precisa ser feito e mudanças podem ser feitas no próprio chão de fábrica.			
4. Controle de documentos – Document control	Controles registram / formas que devem ser mantidas com a unidade de produção, enquanto incluindo instruções de trabalho, receitas, desenhos, procedimentos de operação, programas parciais, registro de bateladas, notas de mudança na engenharia, comunicação <i>shift to shift</i> bem como registrar as informações do <i>us planned</i> e <i>us built</i> . Envia instruções até a área de operações, incluindo provendo dados a operadores ou receitas para controles de dispositivo. Inclui ainda a o controle e integridade do ambiente, regras de saúde e segurança e procedimentos para ações corretiva. Armazenamento do histórico de dados.			
5. Coleta e aquisição de dados – Data collection / acquisition	Esta função fornece uma interface de ligação para obter a produção intra-operacional e dados paramétricos que povoam as formas e registros que foram imobilizados na unidade de produção. Os dados ou podem ser coletados manualmente no chão de fábrica ou automaticamente por equipamento.			
6. Gestão do Trabalho – Labour management	Provê a situação do pessoal do chão de fábrica instantaneamente. Inclui relatórios de tempo e de frequência, localização do operador. Capacidade de rastreamento indireto de atividades tais como preparação de material ou do trabalho de ferramentaria como base construção do <i>Activity Based Costing (ABC)</i> . Pode interagir com a função de gestão de recursos para determinar a melhor forma de realizar a "tarefa ótima".			
7. Gestão da qualidade – Quality management	Provê análise em tempo real da dimensões colecionada da manufatura de maneira a assegurar próprio controle de qualidade de produto e identificar problemas que requerem atenção. Pode recomendar ações de correção do problema, enquanto inclusive relação de sintomas, ações, e seqüências para determinar a causa. Pode incluir rastreamento SPC/SQC, gestão de operações de inspeção <i>off-line</i> .			

8. Gestão do processo – Process management	<p>Monitora a produção e corrige automaticamente ou da apoio a decisão para que operadores corrijam e melhorarem atividades durante o processo. Estas atividades podem ser intra-operacional e especificamente focadas em máquinas ou equipamentos que são monitorados e controlados ou inter-operacional onde há rastreamento de uma operação para outra. Pode incluir sistema de alerta para informar caso haja mudanças de processo fora de tolerâncias aceitáveis. Pode haver ainda a interface entre equipamentos inteligentes e a função de aquisição e coletada de dados do MES.</p> <p>Rastreia e dirige as atividades para manter equipamentos e ferramentas para assegurar a sua disponibilidade de fabricação. Assegura a programação para manutenção periódica ou preventiva bem como alerta para problemas imediatos. Mantém um história do eventos ocorridos ou problemas para ajudar o diagnóstico.</p> <p>Permite visualizar a todo o momento qual a fase do trabalho e sua disposição. Informações sobre o que está sendo executado; materiais componentes por tipo, lote, número de série, condições da produção em curso e qualquer aleta, retrabalho, ou outra ocorrência relacionada ao produto. A função de rastreamento <i>on-line</i> cria um registro histórico. Este registro permite a localização de componentes e práticas de cada produto final.</p>			
9. Gestão da manutenção – Maintenance management				
10. Rastreamento do produto – Product tracking and genealogy				
11. Análise de desempenho – Analysis performance	<p>Permite imediatamente informar os resultados das operações industriais atuais junto com a comparação história passada e resultados esperados. Desempenho</p> <p>resultados incluem tais medidas como utilização de recursos, disponibilidade de recursos, tempo de ciclo, conformidade da programação e do desempenho dentro dos padrões. Tira, das informação acumuladas de diferentes funções, medidas de parâmetros operacionais. Estes resultados podem ser preparados na forma de relatórios ou apresentados on-line para avaliação do desempenho.</p>			
12. Outro - Especificar				
13. Outro - Especificar				
14. Outro - Especificar				
15. Outro - Especificar				
16. Outro - Especificar				

Tabela 1 - Descrição das funções do MES – Fonte Snoij (2006, pg. 11)



h. É possível identificar quais dos fatores organizacionais abaixo foram importantes na implantação do MES. (Escala de 1 a 5, sendo 1 pouco importante e 5 muito importante)

	Manufatura - MES		
	Refusão	Laminação a Quente	Laminação a Frio
Cultura organizacional			
Aprendizagem organizacional			
Trabalho em equipe			
Envolvimento da alta gerência			
Treinamento			
Envolvimento e experiência dos líderes de TI			
Integração da TI com a organização			
Integração da TI com o negócio			
Outro – especificar:			
Outro – especificar:			
Outro – especificar:			

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO – MANUFATURA

3.1. Quais indicadores foram utilizados para medir as dimensões competitivas da manufatura? (P.ex. Redução de consumo de matérias primas; Redução de consumo de energia; Redução de falhas. (matérias primas, produtos acabados, processos), produtos devolvidos, número de reclamações de clientes)

3.2 A tecnologia é vista como um fator de sucesso para a sua área?

3.3 A manufatura tem clara a visão, valores e metas da organização?

3.4 Qual a percentagem de ordens de cliente que são entregues com precisão e na data prometida? Antes do MES \_\_\_\_\_ Hoje \_\_\_\_\_

3.5 Na fabricação de um produto (ou processo) típico, quanto tempo decorre desde o começo da primeira operação de um até o seu final? Antes do MES \_\_\_\_\_ Hoje \_\_\_\_\_

3.6 Em média, aproximadamente quanto tempo leva para fazer o *setup* de máquina? Antes do MES \_\_\_\_\_ Hoje \_\_\_\_\_

3.7 Qual a percentagem de produtos fora das especificações resultaram em refugo ou retorno de clientes? Antes do MES \_\_\_\_\_ Hoje \_\_\_\_\_

3.8 Classifique a importância das prioridades de sua área (Indique de 1 a 5, sendo que 1 representa menos importante, e 5 representa o mais importante)

Prioridades	Áreas	Refusão	Laminação a quente	Laminação a frio
Qualidade consistente (fabricação de acordo com as especificações)				
Redução de perdas				
Atualização da tecnologia do produto				
Introdução de novos produtos				
Mudanças rápidas de projeto				
Atualização da tecnologia de fabricação				
Aquisição de novos equipamentos				
Mudanças rápidas de <i>setup</i>				
Mudanças rápidas do volume e/ou mix de produção				
Distribuição (entrega) rápida				
Baixos preços ao consumidor				
Redução dos custos de produção				
Relação mais estável com fornecedor				
Relação de longo prazo com clientes				
Outras prioridades (indicar):				

3.9 Das dimensões competitivas da manufatura, listadas abaixo, quais as que mais foram melhoradas com a implantação do MES. (Escala de 1 a 5, sendo 1 para baixa melhoria e 5 para alta melhoria)

<b>Dimensões competitivas</b>	<b>Áreas</b>	<b>Refusão</b>	<b>Laminação a quente</b>	<b>Laminação a frio</b>
Redução de Custo de produção				
Redução do Lead Time				
Retrabalho				
Rapidez de entrega				
Flexibilidade. (De mix de produto, de volume, etc.)				
Melhoria da Qualidade				
Inovação				
Conformidade				
Confiabilidade				
Desempenho ambiental				
Integração da manufatura com a estratégia empresarial (informação)				
Melhoria no desempenho				
Outras dimensões (indicar):				

## ANEXO 2 – QUADRO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE

Nível de Maturidade	Características	Refusão	Laminação a quente
<b>1 - Inicial</b>	Os processos são <i>ad hoc</i> e caóticos		
	A organização não fornece um ambiente estável para apoiar os processos		
	O sucesso depende da competência e do heroísmo das pessoas e não do uso dos processos comprovados		
	Apesar deste caos produzem produtos e serviços que funcionam		
	Com frequência extrapolam seus orçamentos e não cumprem seus prazos		
	Os processos são planejados e executados de acordo com uma política;		
	Os projetos empregam pessoas experientes que possuem recursos adequados para produzir saídas controladas;		
	Envolvem partes interessadas relevantes;		
	São monitorados, controlados e revisados;		
	São avaliados para verificar sua aderência em relação à descrição de processo;		
<b>2 - Gerenciado</b>	A disciplina de processo contribui para que as práticas existentes sejam mantidas durante períodos de <i>stress</i> . Quando essas práticas estão em vigor, os projetos são executados e gerenciados de acordo com seus planos documentados;		
	O <i>status</i> dos produtos de trabalho e a entrega dos serviços estão visíveis para a gestão em pontos definidos;		
	Os compromissos com as partes interessadas relevantes são estabelecidos e revisados conforme necessário;		
	Os produtos de trabalho são controlados adequadamente;		
	Os produtos de trabalho e serviços satisfazem às descrições de processo, aos padrões e procedimentos especificados.		
	Os processos são bem caracterizados e entendidos, e são descritos em padrões, procedimentos, ferramentas e métodos;		
	O conjunto de processos-padrão da organização é estabelecido e melhorado ao longo do tempo;		
	Os projetos estabelecem seus processos definidos ao adaptar o conjunto de processos-padrão da organização de acordo com as diretrizes para adaptação;		
	Os padrões, as descrições de processo e os procedimentos para um projeto são adaptados a partir do conjunto de processos-padrão da organização para se ajustar a um projeto específico ou uma unidade organizacional;		
	Os processos são geralmente descritos de forma mais rigorosa;		
<b>3 - Definido</b>			

	Os processos são gerenciados mais proativamente, com base na compreensão de como as atividades de processo relacionam-se e nas medidas detalhadas do processo, seus produtos de trabalho e serviços.		
<b>4 - Gerenciado Quantitativamente</b>	A organização e os projetos estabelecem objetivos quantitativos para qualidade e para desempenho de processo, utilizando-os como critérios na gestão de processos;		
	Objetivos quantitativos baseiam-se nas necessidades dos clientes, dos usuários finais, da organização e dos responsáveis pela implementação de processos;		
	A qualidade e o desempenho de processo são entendidos em termos estatísticos e gerenciados ao longo da vida dos processos;		
	Para subprocessos selecionados, medidas detalhadas de desempenho de processo são coletadas e analisadas estatisticamente;		
<b>5 - Em Otimização</b>	As medidas da qualidade e do desempenho de processo são incorporadas no repositório de medições da organização para apoiar a tomada de decisão baseada em fatos;		
	Identificam-se as causas especiais de variação de processo e, onde apropriado, as fontes dessas causas são corrigidas para prevenir sua recorrência.		
	A organização melhora continuamente seus processos com base no entendimento quantitativo das causas comuns de variação inerentes ao processo;		
	Tem foco na melhoria contínua do desempenho de processo por meio de melhorias incrementais e inovadoras de processo e de tecnologia;		
	Os objetivos quantitativos de melhoria de processo para a organização são estabelecidos, continuamente revisados para refletir as mudanças nos objetivos estratégicos e são utilizados como critérios na gestão de melhoria de processo;		
	Os efeitos das melhorias de processo implantadas são medidos e avaliados em relação aos objetivos quantitativos de melhoria de processo;		
	Tanto os processos definidos quanto o conjunto de processos-padrão da organização são alvo de atividades de melhoria mensuráveis.		