

**CARLA CRISTINA ESTORILIO**

**A ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM EMPRESAS DO SETOR INDUSTRIAL  
BRASILEIRO: SUA UTILIZAÇÃO E ALTERNATIVA DE DIFUSÃO**

Dissertação apresentada ao Centro Federal de  
Educação Tecnológica do Paraná como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Tecnologia.

**CURITIBA**

**1998**

“Com Copérnico, o homem deixou de estar no centro do universo. Com Darwin, o homem deixou de ser o centro do reino animal. Com Marx, o homem deixou de ser o centro da história (que aliás, não possui um centro). Com Freud, o homem deixou de ser o centro de si mesmo.”

*Eduardo Prado Coelho*

Com carinho,

aos meus pais, que sempre me incentivaram, e ao meu companheiro Sergio, pelas horas sacrificadas e pelo constante apoio, sem o qual não teria sido possível a realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Kazuo Hatakeyama, pelo seu apoio e incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof<sup>ª</sup>. Márcia Olandoski, por sua colaboração contínua durante a análise dos resultados, sempre disposta a auxiliar na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Artur Krüger Passos, pelas discussões e sugestões.

Ao Prof. Dr. Herivelto Moreira, pelo auxílio metodológico.

Aos professores pertencentes ao PPGTE, que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Ao Departamento de Mecânica do CEFET-PR, em especial aos Professores Walter Mikos e Ivan Matos Canone, pelo apoio na realização do trabalho e na sua continuação.

Ao Prof. Milton Borsato, por apoiar a pesquisa junto ao NuPES, e a todos os integrantes deste Núcleo, que colaboraram com esta pesquisa.

Às indústrias e seus respectivos representantes, que se dispuseram a dar a sua contribuição.

Ao Prof. Dr. Isak Kruglianskas, da FEA/USP, por orientar nos primeiros passos da pesquisa durante o XXII PROTAP e pelas contribuições no decorrer do trabalho.

À Gouvêa da Costa Engenharia e ao Prof. Amauri Araujo Lima, pelo apoio e contribuições.

Ao Prof. Edson Pinheiro, pelas discussões e auxílio na correção do trabalho.

Ao amigo e companheiro Sérgio Gouvêa, que, além da colaboração durante as etapas do trabalho, muito me incentivou, acreditando na conclusão de mais uma etapa.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XVI</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 DESAFIO .....	2
1.2 MOTIVAÇÃO.....	3
1.3 TRABALHOS ANTERIORES.....	3
1.4 PROPOSTA.....	5
1.5 CONTRIBUIÇÕES .....	5
1.6 METODOLOGIA DO TRABALHO.....	6
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	9
2.2 A GLOBALIZAÇÃO E A COMPETITIVIDADE.....	9
2.3 MODELOS DE PRODUÇÃO .....	13
2.3.1 Nomes da administração clássica .....	13
2.3.2 Modelos produtivos.....	15
2.4 PRODUÇÃO ENXUTA .....	18
2.5 TÉCNICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	21
2.6 O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA PRODUÇÃO ENXUTA .....	24
2.6.1 O consumidor no desenvolvimento do produto.....	29

2.7	A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS...	30
<b>3</b>	<b>ENGENHARIA SIMULTÂNEA: DO CONCEITO À PRÁTICA</b> .....	<b>36</b>
3.1	INTRODUÇÃO .....	37
3.2	CONCEITOS E DEFINIÇÕES DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA .....	39
3.3	APLICAÇÕES.....	45
3.4	CONSEQÜÊNCIAS DE SUA UTILIZAÇÃO.....	46
3.5	PRATICANDO A ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	48
3.5.1	Engenharia Concorrente: organização e implantação em empresas brasileiras.....	48
3.5.2	Pesquisa sobre aspectos observados na implantação da ES .....	51
3.5.3	Pesquisa sobre a aplicação da ES em empresas de pequeno e médio porte.....	56
3.5.4	Núcleo de pesquisa em Engenharia Simultânea .....	60
<b>4</b>	<b>A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NAS EMPRESAS DO SETOR</b>	
	<b>INDUSTRIAL BRASILEIRO</b> .....	<b>66</b>
4.1	CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS PARTICIPANTES .....	67
4.2	DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA .....	68
4.2.1	Descrição das variáveis .....	68
4.2.2	Amostragem.....	70
4.2.3	Procedimento para coleta e análise dos dados .....	71
4.2.4	Verificação do instrumento de pesquisa.....	72
4.2.5	Tratamento estatístico .....	73
4.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	79
4.3.1	Análise realizada por empresa.....	79
4.3.2	Análise realizada por tópico específico .....	84

4.3.3	Problemas verificados nas empresas.....	98
4.3.4	Empresa em fase de implantação da Engenharia Simultânea .....	101
4.3.5	Comentários adicionais .....	103
<b>5</b>	<b>A EXPERIÊNCIA DE UM NÚCLEO DIFUSOR DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....</b>	<b>108</b>
5.1	CARACTERÍSTICA DO NÚCLEO .....	109
5.2	DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA .....	111
5.2.1	Descrição das variáveis.....	111
5.2.2	Amostragem.....	111
5.2.3	Procedimento para coleta e análise dos dados .....	111
5.2.4	Tratamento estatístico .....	112
5.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	113
5.3.1	Análise realizada por tópico específico .....	113
5.3.2	Análise do grupo.....	127
5.3.3	Problemas apresentados pelo grupo .....	129
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>133</b>
6.1	ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	134
6.2	ANÁLISE SOBRE A PESQUISA REALIZADA JUNTO ÀS EMPRESAS .....	138
6.3	ANÁLISE SOBRE A PESQUISA REALIZADA JUNTO A UM NÚCLEO DIFUSOR DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA .....	143
6.4	COMENTÁRIOS ADICIONAIS .....	148
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>152</b>
7.1	CONCLUSÕES.....	153

7.2	SUGESTÕES PARA MELHORIAS .....	154
7.3	PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....	154
	<b>ANEXO A - INSTRUMENTO UTILIZADO NA PESQUISA .....</b>	<b>156</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>160</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR .....</b>	<b>164</b>



## LISTA DE FIGURAS

1	FLUXO TÍPICO DA ENGENHARIA SEQUÊNCIAL .....	38
2	FLUXO TÍPICO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	38
3	NÍVEL DE QUALIDADE: CERTIFICAÇÃO ISO 9000.....	88
4	INTERFACE E ENTENDIMENTO ENTRE OS MEMBROS DA EQUIPE.....	89
5	AUTONOMIA DO LÍDER DE PROJETOS .....	90
6	EFICIÊNCIA DA COMUNICAÇÃO .....	91
7	GRAU DE UTILIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS.....	93
8	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO TIPO MATRICIAL .....	94
9	NÍVEL DE CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS.....	97
10	VALORIZAÇÃO DA EQUIPE.....	98
11	AUTONOMIA DO LÍDER DE PROJETOS .....	117
12	INTERFACE E ENTENDIMENTO ENTRE OS MEMBROS DA EQUIPE.....	118
13	NÍVEL DE CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS.....	119
14	VALORIZAÇÃO DA EQUIPE.....	120
15	UTILIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS.....	121
16	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO TIPO MATRICIAL .....	123
17	EFICIÊNCIA DA COMUNICAÇÃO .....	125
18	NÍVEL DE CONHECIMENTO QUANTO À QUALIDADE DA EMPRESA.....	127

## LISTA DE TABELAS

1	CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO NA PRODUÇÃO ENXUTA E NA ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	32
2	CONCEITOS BÁSICOS DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA .....	40
3	MOTIVAÇÕES E ESTRATÉGIAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA .....	50
4	CONCEITOS ATRIBUÍDOS À ES, COMUNS ENTRE A TEORIA E A PRÁTICA....	54
5	PERGUNTAS DO INSTRUMENTO DE PESQUISA QUE UTILIZARAM A ESCALA DE LIKERT.....	74
6	COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS DE QUESTÕES .....	76
7	PONTUAÇÃO ATRIBUÍDA PARA A ESCALA DE LIKERT.....	77
8	FAIXAS DE PONTOS PARA OS NÍVEIS: BAIXO, MÉDIO E ALTO .....	78
9	RESULTADOS INDIVIDUAIS DAS EMPRESAS POR TÓPICO ESPECÍFICO .....	80
10	CARACTERÍSTICAS VINCULADAS AO CONCEITO DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA E SEU NÍVEL DE UTILIZAÇÃO .....	81
11	RESULTADOS OBTIDOS POR EMPRESA.....	82
12	FREQÜÊNCIA RELATIVA OBTIDA POR EMPRESA.....	83
13	FREQÜÊNCIAS E PERCENTUAIS DE EMPRESAS CLASSIFICADAS NOS NÍVEIS BAIXO, MÉDIO E ALTO .....	85
14	RESULTADOS OBTIDOS POR TÓPICO ESPECÍFICO.....	86
15	FREQÜÊNCIA RELATIVA OBTIDA POR TÓPICO ESPECÍFICO.....	87

16 SETORES ENVOLVIDOS COM O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	96
17 PROBLEMAS APRESENTADOS PELAS EMPRESAS PESQUISADAS.....	99
18 FREQUÊNCIAS E PERCENTUAIS DO NUPES, CLASSIFICADOS NOS NÍVEIS BAIXO, MÉDIO E ALTO .....	114
19 FREQUÊNCIA RELATIVA OBTIDA POR TÓPICO ESPECÍFICO.....	115
20 SETORES ENVOLVIDOS COM O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	124
21 CARACTERÍSTICAS VINCULADAS AO CONCEITO DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA E SEU NÍVEL DE UTILIZAÇÃO .....	128
22 PROBLEMAS APRESENTADOS PELOS INTEGRANTES DO GRUPO .....	130
23 CONCEITOS ATRIBUÍDOS À ES .....	135
24 PONTOS COMUNS NO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA NAS INDÚSTRIAS .....	136
25 TÓPICOS RELACIONADOS POR ORDEM DE PRIORIDADE NA PRÁTICA DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	150

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
5S's	- ABORDAGEM ORGANIZACIONAL PARA A QUALIDADE E PRODUTIVIDADE QUE CONSISTE EM: ZERO DEFEITO, TEMPO DE ESPERA, TEMPO DE INSTALAÇÃO, INVENTÁRIO E PAPEL
7T's	- TASKS, TEAMWORK, TECHNIQUES, TECHNOLOGY, TIME, TOOLS, TALENTS
BENCHMARKING	- CONJUNTO DE PROCEDIMENTOS ATRAVÉS DOS QUAIS SE COMPARAM PARÂMETROS E ESPECIFICAÇÕES DE UM PRODUTO COM O(S) DO(S) CONCORRENTE(S) DE MÁXIMO DESEMPENHO
CAD	- COMPUTER AIDED DESIGN
CAE	- COMPUTER AIDED ENGINEERING
CAM	- COMPUTER AIDED MANUFACTURING
CAPP	- COMPUTER AIDED PROCESS PLANNING
CCQ	- CÍRCULO DE CONTROLE DE QUALIDADE
CN	- COMANDO NUMÉRICO
DFM	- DESIGN FOR MANUFACTURABILITY
DFA	- DESIGN FOR ASSEMBLY
ES	- ENGENHARIA SIMULTÂNEA
FAX	- FACSIMILE TRANSMISSION

FMEA	- FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS/ ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA/ TÉCNICA ÚTIL PARA A ELIMINAÇÃO DE FALHAS NO PROJETO
IDA	- INSTITUTE FOR DEFENSE ANALYSIS
IGES	- INITIAL GRAPHIC EXCHANGE SPECIFICATION
INMETRO	- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA
ISO 9000	- NORMA INTERNACIONAL, CRIADA EM 1987, QUE TRATA DA GESTÃO E GARANTIA DA QUALIDADE
JUST IN TIME	- CONSISTE EM PRODUZIR SOMENTE O NECESSÁRIO
KAIZEN	- FILOSOFIA JAPONESA QUE SIGNIFICA BUSCA DE MELHORIA CONTÍNUA
KANBAN	- SISTEMA DE INFORMAÇÃO QUE ALIMENTA O “JUST IN TIME”. ORIGINALMENTE, É COMPOSTO POR CARTÕES COLORIDOS QUE INDICAM A NECESSIDADE DE DETERMINADO PRODUTO
MIT	- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
P&D	- PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
QFD	- QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT
REENGENHARIA	- INOVAÇÃO RADICAL COM A QUEBRA DE PARADIGMA TRADICIONAL
TPM	- TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE
TQC	- TOTAL QUALITY CONTROL
TQM	- TOTAL QUALITY MANAGEMENT

## RESUMO

Este trabalho se propõe a contribuir para o entendimento do processo de implantação e implementação da Engenharia Simultânea nas organizações. A Engenharia Simultânea é abordada nesta pesquisa como uma metodologia de trabalho, adotada principalmente no desenvolvimento do produto, utilizada estrategicamente pelas organizações que se pretendem tornar competitivas frente à demanda crescente por produtos diversificados e cada vez mais complexos.

A análise da literatura e dos resultados da pesquisa mostraram pontos de convergência no que se refere a motivações para se implantar a Engenharia Simultânea, técnicas de implantação e barreiras encontradas durante este processo, benefícios diretos e indiretos após a implantação e conceituações sobre o tema.

A pesquisa apresenta dois estudos sobre Engenharia Simultânea. O primeiro mostra o grau de utilização da Engenharia Simultânea por indústrias consideradas competitivas pela ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais), pertencentes ao setor industrial brasileiro.

O segundo estudo relata a situação de um Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea, como meio difusor desta metodologia, formado basicamente por professores e alunos de graduação em engenharia, que desenvolvem trabalhos em parceria com empresas.

Os resultados desta pesquisa permitiram identificar o nível de adoção das características inerentes à Engenharia Simultânea pelas indústrias e pelo Núcleo, bem como, seus problemas mais freqüentes durante o processo de desenvolvimento do produto.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to contribute for the understanding the Concurrent Engineering implantation and implementation process in organizations. Concurrent Engineering is studied in this paper as a work methodology, used mainly in product development, strategically utilized by organizations which intend to become competitive in response to the increasing demand for more and more complex and diversified products.

The results taken from the literature survey and from this essay were similar with regard to the motivations to introduce the Concurrent Engineering, the implantation techniques and barriers during its process, the direct and indirect benefits after implanting it and the conception about the subject.

The research presents two surveys on Concurrent Engineering. The first one states the level of Concurrent Engineering application by Brazilian companies, which are considered competitive ones by the ANPEI (National Association for the Research and Development of Industrial Companies).

The latter one reports the situation of a “Concurrent Engineering Research Nucleus” as a way to diffuse the Concurrent Engineering usage, composed mainly of professors and university students, who are producing studies concomitant with industrial companies.

The results of this essay allowed us to identify how much of the Concurrent Engineering features have been already adopted by industries and by the Nucleus, as well as its most common problems during the product development process.

# ***CAPÍTULO 1***

## ***INTRODUÇÃO***



# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 DESAFIO**

A época atual requer constante inovação por parte das empresas, para que possam sobreviver às dificuldades impostas pela crescente turbulência ambiental do mercado.

Independentemente de qualquer juízo de valor que se possa emitir a respeito da origem e da conveniência de certas circunstâncias que acompanham as mudanças em curso, o certo é que elas estão acontecendo e, frente a elas, a mudança de mentalidade é fundamental para que a empresa possa conviver com sucesso nesse ambiente altamente dinâmico.

Mesmo que a ameaça decorrente dos novos paradigmas pareça distante, a empresa deve estar atenta, para que, em tempo hábil, possa constituir a necessária capacidade competitiva para superá-la.

Muito além de uma simples evolução do passado recente, o que se assiste agora caracteriza-se como uma descontinuidade efetiva e exige uma redefinição ampla de papéis no processo produtivo, implicando em transformações de cunho sócio-cultural para as quais nem todas as empresas estarão adequadamente preparadas.

Para a quase totalidade das empresas brasileiras, não está ao seu alcance influir no curso dos acontecimentos que estão determinando a inflexão atual nos rumos do capitalismo mundial. Cabe-lhes apenas rever seu posicionamento estratégico a respeito da realidade em mutação e adotar sérios esforços no sentido de conquistarem novos graus de competitividade, condizentes com os novos tempos.

## 1.2 MOTIVAÇÃO

Considerando-se que um fator diferencial da competitividade reside na capacidade de gerar um produto com características distintas dos de seus concorrentes, fica explícita a necessidade de recorrer ao emprego de técnicas que venham a privilegiar o desenvolvimento de produtos de melhor qualidade, como é a proposta da Engenharia Simultânea.

Isso é particularmente válido para o caso brasileiro, em que o emprego do modelo econômico de “substituição de importações”, por um período de tempo excessivamente prolongado, inibiu o investimento de recursos na área de desenvolvimento de produtos.

Neste contexto, torna-se atrativa a realização de trabalhos inerentes à Engenharia Simultânea no mercado brasileiro, objetivando contribuir para a necessária apropriação dos conceitos modernos de gestão tecnológica, entre os quais esta metodologia está inserida.

## 1.3 TRABALHOS ANTERIORES

Segundo o levantamento de trabalhos publicados no Brasil, realizado no início deste projeto de pesquisa, referente a avaliações de aspectos relacionados com a Engenharia Simultânea junto ao setor industrial brasileiro, os seguintes foram selecionados:

1. KRUGLIANSKAS, I. Engenharia Concorrente: organização e implantação em empresas brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (XVII: São Paulo : 1992). **Anais**. São Paulo, 1992.

Neste trabalho, algumas empresas do setor automotivo que se encontravam em fase de implantação da Engenharia Simultânea foram pesquisadas, explorando-se os motivos que as levaram a aderir à Engenharia Simultânea e suas estratégias de implantação. Verificou-se que, com a implantação da Engenharia Simultânea, as empresas passaram a rever a sua estrutura organizacional, com o objetivo de se adequarem às mudanças.

2. KRUGLIANSKAS, I. Estratégia empresarial para a compressão do ciclo de vida de projetos: engenharia simultânea e técnicas associadas. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (XVIII. : São Paulo : 1994). **Anais.** São Paulo, outubro 1994. p. 853-872.

O trabalho avaliou 80 empresas brasileiras consideradas competitivas, no que se refere ao nível de utilização de algumas técnicas e abordagens que normalmente estão associadas ao conceito de Engenharia Simultânea. Verificou-se, com os resultados, que a maioria das técnicas avaliadas são conhecidas pelas empresas, porém, constatou-se que a intensidade com que são utilizadas é relativamente baixa. A pesquisa confirmou também a existência de uma associação entre o conhecimento sobre as técnicas e a importância a elas atribuída.

Existem outros trabalhos sobre Engenharia Simultânea publicados no Brasil, citados posteriormente no capítulo 3, porém apenas dois foram inseridos no início deste trabalho, devido à semelhança de seus temas com este trabalho de pesquisa.

## **1.4 PROPOSTA**

Este estudo tem por objetivo conhecer alguns aspectos relacionados com a utilização da Engenharia Simultânea no Brasil, sendo apresentado basicamente em duas partes.

A primeira parte foi realizada junto a empresas pertencentes ao setor industrial brasileiro, indicadas pela ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais) como sendo empresas que enfatizam o fator tecnologia. Elas mantêm contato com aquela Associação e, portanto, são consideradas competitivas e em estágio de franco avanço tecnológico frente ao mercado externo.

A segunda parte foi realizada junto ao NuPES (Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea) do CEFET-PR, formado basicamente por professores e alunos, o qual sempre utilizou a Engenharia Simultânea como metodologia de trabalho.

## **1.5 CONTRIBUIÇÕES**

Com o trabalho, foi possível se evidenciarem, nos dois grupos de estudo, algumas questões que de alguma forma estão relacionadas com a Engenharia Simultânea. Como temas principais, foram abordados os seguintes itens:

- Em que nível as características inerentes à Engenharia Simultânea estão inseridas nas organizações pertencentes ao setor industrial brasileiro?
- Quais as dificuldades enfrentadas pelos setores de desenvolvimento do produto das empresas

do setor industrial brasileiro que participaram da pesquisa?

- Em que nível as características inerentes à Engenharia Simultânea estão inseridas no Núcleo pesquisado (NuPES)?
- Quais as dificuldades apresentadas quando se trabalha num ambiente de Engenharia Simultânea num processo de parceria Escola-Empresa?

Nesta pesquisa, foi possível se explorarem também tópicos de relevância, como:

- a autonomia do líder de projetos;
- o nível de qualidade, referente à certificação ISO 9000 (norma internacional, criada em 1987, que trata da gestão e garantia da qualidade);
- o nível de capacitação dos recursos humanos;
- o grau de utilização e integração de ferramentas computacionais, utilizadas para automatizar o processo de projetar;
- a estrutura organizacional;
- a interface e entendimento entre os membros da equipe;
- o nível de comunicação e os meios mais utilizados nas organizações;
- a forma de reconhecimento e valorização do funcionário.

## **1.6 METODOLOGIA DO TRABALHO**

Este trabalho apresenta, nos seus capítulos iniciais, um estudo bibliográfico abordando

temas como Globalização, Modelos de Gestão, Modelos de Produção e Engenharia Simultânea, a qual é detalhada no capítulo seguinte, apresentando o enfoque dado ao tema por diversos autores, além de mostrar três pesquisas realizadas na área, com enfoque no campo industrial. Apresenta em seguida o modelo de um laboratório que se propõe a trabalhar no contexto da Engenharia Simultânea.

No capítulo 4, é apresentado um estudo sobre Engenharia Simultânea realizado junto a empresas pertencentes ao setor industrial brasileiro, consideradas competitivas pela ANPEI. Este capítulo inclui também o relato de uma das empresas que se encontrava em processo de implantação da Engenharia Simultânea no momento da pesquisa.

No capítulo 5, é apresentado um estudo sobre Engenharia Simultânea realizado junto ao Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea – NuPES, localizado no Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR, constituído em parceria com uma importante empresa do ramo de telecomunicações/informática do Brasil, através dos benefícios fiscais da Lei de Informática. O objetivo foi explorá-lo como uma das alternativas de difusão da Engenharia Simultânea junto às empresas.

Tanto no capítulo 4 como no capítulo 5, utilizaram-se como instrumentos de pesquisa a entrevista e o questionário.

No capítulo 6, são discutidos os resultados obtidos nas pesquisas dos capítulos 3, 4 e 5. Finalmente, no capítulo 7, conclusões sobre os resultados são apresentadas, incluindo, também, sugestões para a continuidade de trabalhos sobre o tema Engenharia Simultânea.

# ***CAPÍTULO 2***

## ***REVISÃO BIBLIOGRÁFICA***

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O objetivo deste capítulo é mostrar as principais mudanças que vêm ocorrendo, frente às quais as empresas brasileiras estão sendo expostas. Inicia-se com uma revisão bibliográfica referente aos temas Globalização e Competitividade, e, em seguida, apresenta um estudo sobre a evolução dos modelos produtivos, ressaltando a Produção Enxuta japonesa. Apresenta as técnicas advindas da Produção Enxuta e seu processo de desenvolvimento de produtos, fazendo um paralelo com a Engenharia Simultânea.

### **2.1 INTRODUÇÃO**

A época atual apresenta-se repleta de características que a tornam um singular momento histórico de transição entre antigos e novos paradigmas, com profundas transformações no ambiente operacional das empresas.

Para que estas transformações sejam bem sucedidas, faz-se necessária uma revisão do contexto no qual se está inserido, assim como, a definição clara dos riscos que cercam as organizações e das oportunidades significativas que se oferecem a curto e longo prazos, constituindo-se em fatores básicos para a condução de qualquer organização.

### **2.2 A GLOBALIZAÇÃO E A COMPETITIVIDADE**



A globalização compreende um conjunto de ações que estão ocorrendo nas sociedades e que se expressam em todas as regiões em intensidades diferentes, devido ao encolhimento do planeta frente à revolução nos transportes e nas telecomunicações.

O mercado globalizado e as tecnologias emergentes constituem marcos que transformam o contorno das empresas e da própria humanidade (MARCOVITCH, 1995).

No meio dessas transformações, os países desenvolvidos vêm impondo, desde os anos 70, um conjunto de regras que alteram de forma significativa as relações internacionais.

A orientação da nova Organização Mundial do Comércio - OMC, visa a implantar progressivamente em todos os países uma redução das tarifas aduaneiras e estabelecer um mercado mundial sem políticas discriminatórias entre produtos nacionais e estrangeiros. O resultado destas mudanças é um utópico mercado global, onde só as empresas mais competitivas poderão sobreviver nesta situação de abertura de mercado (PASSOS, 1996).

Para que as empresas se tornem competitivas, é fundamental a definição da sua posição competitiva, ou seja, identificar como e quanto competir e, conseqüentemente, conceber as estratégias competitivas mais adequadas para tal (COSTA, 1995).

A competitividade refere-se à participação bem sucedida no mercado global, a qual pode ser analisada em três níveis; estrutural, setorial e empresarial. A combinação desses três níveis é que garante um perfil competitivo para a empresa.

A competitividade estrutural decorre da economia do país em seu conjunto, enquanto a competitividade setorial reflete a capacidade dos setores econômicos em gerar bases de criação e desenvolvimento que sustentem sua posição no mercado.

A competitividade empresarial refere-se à capacidade da empresa em sustentar os padrões mais elevados de eficiência, tanto em relação a preço quanto em padrão de qualidade

(MARCOVITCH, 1995).

Percebe-se que, tanto a competitividade estrutural como a setorial, envolvem cenários que dependem mais do contexto em que se está inserido do que do esforço da organização em si.

Analisando empresas de países industrializados, podem-se ver os três níveis de competitividade caminhando paralelamente: o estrutural, o setorial e o empresarial. Os dois primeiros são favorecidos pelo contexto do país, e o ambiente para o terceiro torna-se conseqüentemente mais favorável. Com o apoio fornecido pelo país em educação, P&D (pesquisa e desenvolvimento), gera-se uma base sólida para inovações no âmbito empresarial. Entretanto, essas inovações são incorporadas pela empresa e, com o processo de globalização, acabam sendo incorporadas também pelo mercado como novos paradigmas competitivos a nível empresarial.

No âmbito do sistema produtivo, que consiste nas atividades de compras, relações com fornecedores, decisões de integração vertical e atividades de desenvolvimento de produtos e processos, é a estratégia de produção da empresa a principal responsável por sustentar sua posição competitiva. Ela está voltada para o estudo, pesquisa e desenvolvimento da relação entre as decisões de produção e a estratégia competitiva da empresa (COSTA, 1995).

A estratégia competitiva pode ser analisada de um extremo estático a um comportamento prospectivo e dinâmico. Ela é definida como a posição competitiva associada à forma com que a empresa compete e aos objetivos e políticas que sustentam a manutenção e o fortalecimento desta posição.

Devido aos paradigmas emergentes, decorrentes da globalização, faz-se necessária a escolha das estratégias certas, já que cada combinação conduz a diferentes desempenhos no sistema produtivo.

Com o processo de globalização, novas soluções surgem a cada instante, cuja evolução

condiciona e é condicionada pela evolução do ambiente a sua volta, onde o processo estratégico pode ser entendido como uma relação dinâmica entre as escolhas gerenciais e o ambiente onde se insere a empresa.

Segundo PORTER (1993), o sucesso competitivo é reforçado por mover-se cedo em cada geração de produto ou processo, desde que este movimento se dê ao longo de um caminho que reflita a evolução da tecnologia e das necessidades dos compradores.

Esses imperativos da vantagem competitiva, entretanto, colidem com a tendência organizacional das firmas de valorizarem a estabilidade, logo, dificultando as mudanças.

Fortes influências externas ou ambientais são, portanto, freqüentemente essenciais para superar essas tendências.

Analisando as inovações a nível global, os produtos, processos e serviços têm apresentado alterações significativas. Parte-se da era do controle para a era da flexibilização, da era das máquinas para a era dos sistemas, e, junto com essas mudanças, outras seguem como reação natural. O encurtamento do ciclo de vida dos produtos e a intensidade do ritmo das inovações antecipam as expectativas do consumidor em mercados mais exigentes e com elevado poder de compra.

Frente a esta demanda crescente por produtos e processos de extrema complexidade, a capacitação tecnológica é um fator relevante. Ela é responsável pelo uso do conhecimento disponível em qualquer mecanismo que se acrescente à produtividade e à qualidade dos produtos e serviços, e conseqüentemente à sua capacidade de inovação, tornando a empresa flexível para enfrentar o ambiente dinâmico que se vem delineando.

Em resposta a essas mudanças, as empresas tipicamente inovadoras têm procurado elevar seu nível de competitividade, aprimorando a qualidade dos seus produtos e serviços,

reduzindo custos e orientando-se para as necessidades dos consumidores.

Neste sentido, os novos métodos de produção e as novas formas de gestão decorrentes de um novo ciclo de tecnologia têm grande potencial estratégico a nível produtivo.

Como novo paradigma de gestão de projetos, com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de produtos de alta qualidade e complexidade a baixo custo, no cenário da competitividade empresarial, apresenta-se a Engenharia Simultânea, onde o processo de concepção, desenvolvimento, industrialização e produção deixa de ser um processo sequencial e passa a ser realizado simultaneamente e em equipe. As equipas de desenvolvimento são multidisciplinares, necessárias para acompanhar a tendência cada vez mais complexa dos novos produtos.

## **2.3 MODELOS DE PRODUÇÃO**

Para abordar os modelos de produção, inicia-se com uma breve descrição das correntes do pensamento administrativo.

### **2.3.1 NOMES DA ADMINISTRAÇÃO CLÁSSICA**

Os nomes da administração clássica que abordam a administração de empresas sob diferentes aspectos, como *Taylor*, *Ford* e *Fayol*, datam do início do século XX.

*Taylor* baseou-se na racionalização da produção, objetivando a eliminação dos tempos perdidos durante o processo. Ele impôs na divisão do trabalho, o estudo dos tempos, a especialização por posto de trabalho e o pagamento por peças produzidas.

Sua teoria aborda basicamente aspectos de dimensão técnica, onde a visão do ser humano impressa por sua teoria foi amplamente criticada, pois pregava que as pessoas estariam interessadas apenas em maximizar seus ganhos, mostrando uma visão extremamente limitada e desvinculada de aspectos sociais ou de desenvolvimento pessoal.

*Fayol*, contemporâneo de *Taylor*, concentrou sua atenção em uma das funções tradicionais - a Direção Geral - quando assumiu um papel “progressista”, contribuindo à sua maneira para assentar a autoridade sobre um critério de competência, separando-a da propriedade financeira ou dos laços familiares, que na primeira metade do século XIX ainda eram o fundamento essencial do poder da empresa.

O organograma foi sua marca, assim como a separação estrita das funções e a parcelização das tarefas, que, numa certa configuração dos mercados, contribuiu para o crescimento da afirmação da produção de massa de produtos padronizados.

Ele defendeu a administração científica a partir de cinco funções: prever, organizar, comandar, coordenar e controlar.

O problema neste tipo de organização é a falta de visão de conjunto, pois a equipe formada se restringe ao grupo de tarefa comum. Neste caso, as situações de conflito decorrem do fato de que cada um visa a atingir suas metas sem se preocupar com o prejuízo causado aos outros setores da empresa.

Apesar desse problema, o modelo organizacional proposto por *Fayol* foi bem recebido no início do século XX, pois representava, na época, a linha de pensamento vigente (CONTADOR, 1997).

Quanto a *Ford*, ele contribuiu de forma significativa para a chamada "Produção em Massa", ao organizar a produção de carros de sua fábrica.

Ele implementou a teoria básica de *Taylor*, acrescentando à racionalização da produção o grau de especialização do trabalho, a padronização dos recursos intermediários e do produto final e a linha de montagem entre os vários postos de produção; porém, a principal mudança foi a intercambiabilidade das peças.

É importante observar que as inovações organizacionais impostas por *Ford* só se tornaram possíveis devido às inovações tecnológicas da época, pois máquinas diferenciadas permitiram a consistente intercambiabilidade das peças e a facilidade de ajustá-las entre si.

Neste tipo de processo produtivo, quanto maior a quantidade de um mesmo produto fabricado, menor o custo por produto, pois o custo fixo do projeto e dos equipamentos projetados para a fabricação de um determinado produto acabam sendo rateados por toda a produção.

A consequência destas mudanças na produção é a redução no custo dos produtos, tornando-os acessíveis a um grande número de pessoas, permitindo então a Produção em Massa (CONTADOR, 1997).

### **2.3.2 MODELOS PRODUTIVOS**

Segundo WOMACK (1992), no início as empresas industriais operavam em escala artesanal, a qual fabricava um item de cada vez a gosto do consumidor. Com o passar do tempo, este tipo de produção passou a não mais atender à demanda vigente, que requeria produtos mais acessíveis economicamente, surgindo então a Produção em Massa, desenvolvida no início do século XX como alternativa para solucionar este problema.

A produção artesanal consistia em uma força de trabalho altamente qualificada, na qual os trabalhadores progrediam através de um aprendizado que abrangia todo o conjunto de

habilidades artesanais. Muitos administravam suas próprias oficinas, tornando-se empreendedores autônomos.

O sistema era coordenado por um proprietário/empresário, que era responsável pelo contato direto com todos os envolvidos: consumidores, fornecedores e empregados.

Em contrapartida, os custos de produção eram elevados e não diminuía com o volume, restringindo o produto ao consumidor. Cada produto produzido era na verdade um protótipo, cuja consistência e a confiabilidade eram ilusórias; portanto, o sistema era incapaz de garantir a qualidade do produto, pela carência de testes sistemáticos.

A evolução da produção artesanal para a Produção em Massa, na sua primeira concepção, ocorreu na indústria automobilística após a Primeira Guerra Mundial, pois o desempenho global dos carros e caminhões, na época, convergia para a tendência de consumo do veículo familiar, com uma demanda crescente. A indústria, por sua vez, atingiu uma maturidade prematura, permitindo o surgimento de uma nova concepção da produção. Foi aí que *Henry Ford* descobriu uma maneira de superar os problemas inerentes à produção artesanal, inovando com técnicas que reduziram os custos, aumentando ao mesmo tempo a qualidade dos produtos.

A Produção em Massa caracterizou-se por utilizar profissionais excessivamente especializados para projetar produtos, que eram manufaturados por trabalhadores semi ou não-qualificados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas em uma única tarefa. Este processo resultou em altíssimos volumes de produtos padronizados.

Sendo a maquinaria cara e pouco versátil, o produtor em massa conta com uma certa folga para assegurar a continuidade da produção. Sendo a mudança para um novo produto muito dispendiosa, os modelos mantêm um padrão em produção o maior tempo possível. A resultante deste processo são preços baixos, à custa da variedade limitada dos produtos.

Este modelo produtivo orientou a indústria automobilística por mais de meio século, e acabou sendo adotada em quase toda atividade industrial na Europa e América do Norte. Atualmente, ainda se faz presente em muitas unidades fabris.

É importante salientar que *Ford* teve sucesso com a Produção em Massa dentro da fábrica, mas jamais elaborou a organização e o sistema administrativo necessários para efetivamente administrar o sistema total das fábricas, as operações de engenharia e os sistemas de *marketing* exigidos por este tipo de produção. Foi *Sloan* quem fez do sistema *Ford* um sistema completo, conhecido como Produção em Massa e utilizado em muitas empresas até os dias atuais.

Este modelo foi acrescido ainda do novo papel do movimento sindical no controle das definições e conteúdo das tarefas, resultando então na Produção em Massa em sua forma final amadurecida.

Em 1955, a Produção em Massa se tornara comum em quase todos os países. Companhias em praticamente todos os ramos industriais adotaram métodos semelhantes, restando poucas firmas artesanais em pequenas fatias de mercado.

Naquela época, porém, em que a Produção em Massa no estilo norte-americano se encontrava em uma posição hegemônica, principiava a se constituir um novo modelo de produção, de inspiração japonesa.

A intercambiabilidade e a inevitável monotonia das fábricas de Produção em Massa começaram a se afigurar insuportáveis para os operários, surgindo uma onda de inquietação. Apesar deste fato, a situação de estagnação na Produção em Massa norte-americana e européia teria prosseguido indefinidamente, se não tivesse uma nova indústria automobilística emergido no Japão, apresentando uma capacidade competitiva inédita, atingindo o mercado mundial com rendimento, eficiência e qualidade mais elevados do que o das empresas ocidentais, especialmente as



americanas.

A importância de tal indústria estava no fato de não se tratar de mera réplica do enfoque norte-americano da Produção em Massa, mas sim, de uma maneira inteiramente nova de se produzir, que se chamaria de Produção Enxuta.

## **2.4 PRODUÇÃO ENXUTA**

Segundo ZILBOVICIUS (1997), a Produção Enxuta combina as vantagens das produções em escala artesanal e em massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez da última. A Produção Enxuta emprega equipes de trabalhadores multiquificados em todos os níveis da organização, além de máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas, para produzir imensos volumes de produtos de ampla variedade.

A Produção Enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo, se comparada com a Produção em Massa:

- metade do esforço dos operários na fábrica;
- metade do espaço para fabricação;
- metade do investimento em ferramentas;
- metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos;
- menos da metade do estoque no local de fabricação;
- redução de defeitos.

Além de todos esses ganhos, seus produtos apresentam aumento de qualidade e uma crescente variedade.

A diferença mais impressionante entre a Produção em Massa e a Produção Enxuta reside em seus objetivos finais. Os produtores em massa estabelecem uma meta limitada, que seja boa o suficiente, a qual resulta numa quantidade tolerável de defeitos, num nível máximo de estoque aceitável e numa limitada variedade de produtos padronizados. Para eles, melhorar mais custaria muito caro ou superaria a capacidade dos seres humanos.

No entanto, a Produção em Massa foi adotada por mercados em crescimento, que apresentavam nível relativamente baixo de competitividade. As soluções organizacionais baseadas na racionalização e na simplificação eram adequadas e permitiam níveis de eficiência e rendimento aceitáveis para a época.

Os produtores enxutos, por sua vez, almejam a perfeição: os custos são sempre declinantes, não existem itens defeituosos, não há estoque e existe uma crescente leva de novos produtos. É claro que nenhum produtor enxuto atingiu este oásis e com certeza nenhum o fará, pois essas características são referentes ao modelo e não à prática em si, porém, a busca pela perfeição continua gerando surpreendentes efeitos.

Qualquer que seja o ponto de vista, passa a ser indiscutível que os resultados da economia e das empresas japonesas foram melhores do que os ocidentais. Consolida-se então aos poucos, no ocidente, a idéia de que há um novo modelo, um novo paradigma, que oferece melhor desempenho do que o anterior já conhecido.

Este novo modelo de produção vindo do Japão, na verdade começou em 1951-1952, devido a uma instabilidade do mercado, quando os banqueiros impuseram para a empresa *Toyota* (no Japão) o desafio de desenvolver um método de produção que permitisse diminuir o preço de

custo dos produtos a fim de se produzirem grandes variedades em pequenas quantidades, para que fosse possível assegurar a sobrevivência da empresa.

Para isso, a empresa *Toyota* foi em busca de novas soluções para encontrar respostas às questões particulares colocadas pelo mercado japonês, ainda que reutilizando e capitalizando algumas descobertas-chave da escola norte-americana.

Apesar da economia do pós-guerra, quando a crise ocasionou fortes distúrbios de todas as condições sociais, a partir dos anos 70, dois processos em paralelo abalaram as bases do antigo modelo. A competitividade dos mercados-chave da economia mundial e a instabilidade dos mercados financeiros.

Observaram-se, então, grandes dificuldades por parte das organizações em se adequarem às mudanças que se referiam à necessidade de competitividade, de qualidade, de flexibilidade, de um novo compromisso com a força de trabalho e com a redução de custos. Começa então o problema da mudança do antigo para o novo modelo, crescente com a necessidade do mercado.

A maior diferença entre a Produção Enxuta e os sistemas de produção em uso no Ocidente não é a lógica interna dos princípios e técnicas dos métodos taylorista e fordista, mas principalmente sua aplicação prática de modo disciplinado e integrado, de forma diferente das práticas encontradas nas empresas ocidentais.

Pode-se dizer que a Produção Enxuta, caracterizada como inovação do processo produtivo, na verdade é apenas parte do processo de construção de um modelo japonês a ser adotado como referência na reformulação das empresas ocidentais.

O termo "Produção Enxuta", ou "*Lean Production*", consagrado mundialmente através do estudo do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) no livro de WOMACK (1992),

foi criado por Krafcik em 1988, a partir de análises das práticas desenvolvidas no Japão, principalmente na *Toyota*.

KRAFCIK (1988), cita que muitos dos princípios de *Ford* em sua forma pura são ainda válidos e formam a base da Produção Enxuta. Na verdade, é um original (fordismo puro) com um enfoque japonês, pois, para ele, o fordismo puro está mais próximo do modelo japonês do que o fordismo recente.

Pode-se dizer que o fordismo puro (1920) era extremamente rígido na sua concepção, porém enxuto. Já o fordismo maduro (1960), é menos rígido quanto à fabricação de produtos, porém nada enxuto. Pode-se dizer então que o Sistema de Produção *Toyota* (1950), que é extremamente enxuto e flexível, tem como base o fordismo puro (por ser enxuto) com uma forma extremamente flexível de fabricação.

Analisando-se agora do ponto de vista da escala de produção, com o Sistema de Produção *Toyota*, supera-se as empresas industriais que operam em escala artesanal, sendo possível a produção em menor escala do que as empresas que adotam o fordismo maduro dos anos 60. Este dado é extremamente compreensível, já que o objetivo dos japoneses era exatamente este: grande variedade de produtos em pequena escala e a baixo custo.

Muitos autores defendem que a questão cultural japonesa foi um fator preponderante na origem de determinados aspectos das práticas implementadas, e que portanto haveria uma dificuldade em qualquer tentativa de transposição dessas práticas para situações culturais absolutamente diversas do Japão: outros autores, porém, ainda que reconhecendo a marca cultural japonesa, afirmam ser possível e necessário transportar as técnicas utilizadas pelos japoneses para o Ocidente.

## 2.5 TÉCNICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Segundo ZILBOVICIUS (1997), durante os anos 70 e 80 várias técnicas foram importadas do Japão por vários países e setores, em diversas ondas, com o objetivo de utilizá-las como estratégias empresariais para se tornarem mais competitivos.

A primeira onda foi a dos *CCQ's* (Círculo de Controle de Qualidade) e, quase que em paralelo, a do *Kanban* (sistema de informação que alimenta o “*just in time*”, composto por cartões coloridos) e a do *just in time* (consiste em produzir num tempo preciso, somente o necessário). Posteriormente, diversos outros elementos foram adicionados, como *TQC* (*total quality control*), *Kaizen* (filosofia japonesa que significa busca de melhoria contínua), *técnica dos 5S's* (abordagem organizacional para a qualidade e produtividade), *TPM* (*total productive maintenance*) e outras. De qualquer forma, não há dúvida da superioridade das técnicas provenientes do Japão em contraposição às do Ocidente, principalmente no que se refere a indicadores como produtividade e qualidade.

Como o sistema *Toyota* teve sua origem na necessidade de produzir uma pequena série de produção simultânea de produtos diferenciados e variados, buscando origens e naturezas de ganhos de produtividade inéditas, fora dos recursos das economias de escala e da padronização taylorista e fordista, foram criadas formas de otimizar o processo produtivo.

Tem-se então o que se chamou de “fábrica mínima”, a fábrica reduzida às suas funções, equipamentos e efetivos estritamente necessários para satisfazer a demanda diária e semanal, evitando com isto estoques desnecessários, excesso de pessoal e equipamentos.

Acreditava-se na época que haveria duas maneiras de se aumentar a produtividade, uma

delas era produzindo-se mais e, a outra, reduzindo-se o pessoal da produção. A primeira era mais popular e mais fácil, enquanto que a outra implicaria em repensar toda a organização do trabalho.

A fábrica, além de ser mínima, deveria ser também uma fábrica flexível, capaz de absorver, com um efetivo reduzido, as flutuações quantitativas ou qualitativas da demanda. Surge então, para atender tal necessidade, o sistema *Kanban* de produção.

O princípio aplicado por *Ohno* (Engenheiro chefe da *Toyota* e criador do método *Kanban*), foi o de que o lançamento da fabricação no posto de trabalho só se faria para realimentar as peças já vendidas, ou seja, o ponto de partida passaria a ser o das encomendas já endereçadas à fábrica e dos produtos já vendidos, havendo uma inversão das regras tradicionais fordistas. Primeiro vende-se, depois fabrica-se.

A este princípio denominou-se *Kanban*, que constituiu-se, em matéria de gestão da produção, na maior inovação organizacional da segunda metade do século. Com este método, além da redução de estoque, obteve-se também, por consequência, a necessária redução de pessoal.

Para *Ohno*, os dois “pilares” do sistema *Kanban* consistem na auto-ativação e no método *just in time*.

A auto-ativação é uma extensão da autonomação, que consiste em autonomia e automação, ou seja, são máquinas automáticas com uma certa autonomia, que têm a capacidade de introduzir uma parada automática em caso de defeito. Isto se refere tanto às máquinas, quanto à execução do trabalho humano, portanto os dois são designados como procedimentos de auto-ativação.

Já o *just in time* consiste em produzir somente o que for necessário, na quantidade e no momento certo. O *just in time* tem como propósito principal o de permitir que a empresa atenda à demanda com o máximo de rapidez, informando no momento exato, o material certo e a quantidade

precisa de produção ou reposição. Porém, a implementação desta “filosofia” só é possível através da utilização de ferramentas para o controle da produção e um sistema de informação de “puxar” a produção. Para isto, utilizam-se cartões, símbolos ou painéis que auxiliam a gerência e também os próprios operadores nas tarefas de organização e controle dos fluxos de estoques de materiais. A palavra *Kanban* significa anotação visível através destes recursos (CONTADOR, 1997).

Entretanto, o *Kanban*, como método, consiste num conjunto de princípios ou de recomendações não tayloristas, com princípios de desespecialização não somente do trabalho operário, mas globalmente do trabalho geral das empresas. Consiste em reassociar, no interior das oficinas, tarefas que antes foram separadas pelo taylorismo através da divisão funcional do trabalho em departamentos. O objetivo é o de reagrupar tarefas que são repensadas e diferentemente projetadas. A inovação, portanto, é puramente organizacional e conceitual, nada tecnológica.

A extensão da utilização do *Kanban* teve várias conseqüências; entre elas, o método permitiu descentralizar ao menos uma parte das tarefas do processo de controle de fabricação por um departamento especializado, confiando tais responsabilidades aos chefes de equipes.

Outra conseqüência foi que a extensão permitiu integrar as tarefas de controle de qualidade dos produtos às próprias tarefas de fabricação, quando até então eram centralizadas num departamento específico de Controle de Qualidade.

## **2.6 O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA PRODUÇÃO ENXUTA**

Logo no início da produção enxuta, ficou determinado que a engenharia de produtos englobaria tanto o setor de projetos como o setor de processos de fabricação e que formariam

equipes com lideranças fortes.

A participação nas equipes era amplamente reconhecida, tanto que os planos de carreiras foram estruturados para recompensar aqueles que participassem ativamente, sem se importar com seu papel no grupo.

Segundo WOMACK (1992), as diferenças básicas que existem nos métodos de projetar utilizados pelos produtores em massa e pelos produtores enxutos, consistem principalmente em quatro fatores;

- trabalho em equipe
- desenvolvimento simultâneo
- comunicação
- liderança

Acredita-se que essas técnicas enxutas, realizadas em conjunto, tornam o trabalho melhor, mais rápido e mais fácil.

O trabalho em equipe, no processo de desenvolvimento enxuto, é liderado pelo *Shusa* (responsável pelo projeto e engenharia do novo produto e também por colocá-lo em produção).

Ele reúne uma pequena equipe, alocada para um projeto de desenvolvimento até que este seja concluído, a qual é formada por funcionários provenientes de diversos departamentos funcionais da empresa, como os departamentos de:

- avaliação de mercado;
- planejamento de produtos;



- estilo;
- engenharia avançada;
- engenharia detalhada;
- engenharia de produção;
- operações fabris.

Apesar de os funcionários comporem a equipe e permanecerem sob controle do *Shusa* enquanto o projeto está em processo de desenvolvimento, continuam mantendo os seus vínculos com os departamentos funcionais. O desempenho da equipe, julgado pelo *Shusa*, determina a próxima alocação de funcionários em nova equipe de desenvolvimento.

Ao analisar as empresas ocidentais, verifica-se que a maioria trabalha da seguinte forma: um projeto de desenvolvimento é composto por pessoas de departamentos funcionais, inclusive o líder da equipe, os quais são emprestados por um curto espaço de tempo. O projeto transita de departamento em departamento, ao longo de uma espécie de linha de montagem, ou seja, sai do departamento de *marketing* para as divisões de engenharia, e de lá para o departamento de operações fabris, passando por pessoas totalmente diferentes em cada área.

Neste caso, os membros da equipe sabem que o sucesso de suas carreiras depende da ascensão na especialidade funcional e não do seu desempenho dentro da equipe relacionado ao projeto executado. O líder da equipe jamais consulta os registros de desempenho do funcionário, e sua avaliação de desempenho no grupo não faz qualquer diferença na carreira do funcionário.

Devido a isto, esforçam-se dentro da equipe em defender seus departamentos de origem e não o projeto em si, pois as avaliações relevantes são provenientes do chefe da divisão funcional do funcionário.

Quanto ao número de funcionários utilizados para compor a equipe de desenvolvimento, constata-se que as firmas ocidentais necessitam em média de 3 a 4 vezes mais funcionários do que as equipes formadas para o desenvolvimento de projeto similar em empresas japonesas (WOMACK, 1992).

Acredita-se que, num contexto de produção enxuta, as equipes são menores devido à eficiência da organização e à baixa rotatividade de pessoal, o que não acontece em empresas ocidentais, onde a rotatividade é comum. Essa rotatividade implica em grande perda, pois parte dos conhecimentos essenciais de uma equipe de desenvolvimento reside nas experiências e pontos de vista compartilhados pelos seus integrantes por um longo período.

Em relação ao desenvolvimento do produto, este acontece de forma simultânea, ou seja, antes de se completarem todas as especificações necessárias para fabricação do produto, já se encaminham junto a produção, o pedido de matéria prima e peças necessárias para o seu desenvolvimento, assim como, a preparação de máquinas envolvidas na sua fabricação.

Para tal, faz-se necessária uma grande interação entre os projetistas envolvidos em todas as partes do projeto e destes com a fabricação.

É lógico que esse processo sugere uma considerável capacidade de previsão, pois os projetistas das partes do projeto devem possuir uma visão de conjunto do projeto, para que possam ser capazes de prever com exatidão a solução final e encaminhar a fabricação das partes antes mesmo do final das especificações do projeto.

Em contrapartida, o método utilizado na Produção em Massa é o de esperar pelas especificações exatas, para então haver qualquer solicitação referente a sua fabricação por parte do departamento.

O tempo total de desenvolvimento utilizado pelos melhores produtores enxutos no Japão

leva em média a metade do tempo de desenvolvimento utilizado pelos produtores em massa.

Isto se deve à intensa comunicação entre os envolvidos no projeto, aliada a uma boa previsão feita por eles e a uma programação inteligente das máquinas que executam o processo de fabricação. Pode-se atribuir a isso o fato de que o processo realizado numa produção enxuta exija normalmente menos ferramentas, estoques e esforço humano.

O fato é que o ciclo menor de desenvolvimento tornará as companhias mais ágeis na reação a mudanças súbitas da demanda e, conseqüentemente, mais competitivas em relação ao mercado.

A maioria dos participantes no desenvolvimento dos produtos combinam componentes existentes e princípios de engenharia para desenvolver produtos atuais em sintonia com o desejo do consumidor, ou seja, resolvem problemas sem arquitetar algo verdadeiramente novo.

O mundo exterior muda de tal forma que os princípios norteadores de projetos já existentes não cumprem mais o seu papel. Neste contexto é que entra a missão da pesquisa com o objetivo de inventar, aperfeiçoar e inovar. Conforme será visto, os produtores tipicamente enxutos abordam a questão de maneira bem diferente dos produtores em massa.

Na Produção em Massa, acreditam não ser necessário liderar no projeto técnico ou correr o risco de experiências inéditas, enquanto seus produtos se igualam aos produtos dos seus concorrentes.

Por outro lado, na Produção Enxuta, os engenheiros recém-graduados iniciam suas carreiras fazendo um rodízio pelos vários departamentos de engenharia. Uma vez expostos a toda a gama de atividades de projeto e fabricação, eles passam a liderar um posto numa especialidade da engenharia.

O resultado disso é que, devido à visão do todo no desenvolvimento dos produtos, na

última década os produtores enxutos japoneses passaram à frente dos norte-americanos e europeus na introdução das inovações patenteadas no mercado consumidor.

### **2.6.1 O CONSUMIDOR NO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**

Os japoneses acreditam que, da mesma forma que a qualidade deve ser mantida através da concepção dos produtos, dos preparativos de produção, das compras, da produção, do *marketing* e dos serviços, também a programação de encomendas e fabricação deve ser mantida em seu conjunto, dentro da totalidade da empresa.

A razão desta proposição é que, se os clientes não podem obter os produtos dos quais necessitam no momento em que deles necessitam, é porque o sistema não anda, e somente depois de resolvido o problema referente à programação de encomendas e fabricação é que a empresa deve se preocupar com outros fatores como qualidade, competitividade e custos.

Diferentemente dos produtores em massa, os produtores enxutos procuram diretamente seus clientes ao planejar novos produtos.

Segundo CORIAT (1994), o sistema enxuto parte do mercado para garantir permanentemente a adaptabilidade da empresa à mudança. E foi este o conjunto de determinações que conduziu à escolha de novas organizações do trabalho como consequência (de modo linearizado e em padrões flexíveis), conduzindo conseqüentemente a um questionamento da divisão funcional clássica do trabalho.

Partindo de um problema de busca da intensificação do trabalho pela polivalência e autonomia nos postos de trabalho, sempre voltado ao cliente, o método japonês se enriqueceu

rapidamente com técnicas *just in time*, para enraizar-se na linearização e nos conceitos de trabalho em tempo partilhado, assim como, em padrões de operação flexíveis.

Devido a estes fatores, a divisão funcional do trabalho se modificou e, juntamente, a própria organização da empresa. Originou-se uma nova arquitetura, a horizontal, que implanta seus próprios modos de coordenação das tarefas e das funções.

## **2.7 A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Segundo FLEURY (1997a), em termos de desenvolvimento de produtos, as novidades dizem respeito à questão da integração das áreas funcionais associadas. Para isto, várias propostas metodológicas para promover a integração interna já foram elaboradas: desde a Engenharia Simultânea, até a Reengenharia (inovação radical com a quebra de paradigma tradicional), passando pela Gestão por Projetos. Neste trabalho, será abordada apenas a Engenharia Simultânea.

A Engenharia Simultânea representa um esforço para revitalizar a função Engenharia nas empresas produtivas. Porém, o conteúdo concretamente associado a essa denominação difere entre alguns países.

Nos casos de Estados Unidos e Japão, as perspectivas sobre desenvolvimento de tecnologia eram diferentes.

Enquanto os americanos se concentravam em grandes projetos governamentais para depois repassar os conhecimentos adquiridos para as empresas produtivas buscarem aplicações comerciais, os japoneses se concentravam diretamente na produção, praticando vários tipos de pesquisas cooperativas, nas quais havia esforços conjuntos para atingir resultados de rápida

aplicação.

Com o sucesso comercial da indústria japonesa, porém, essa posição passou a ser buscada com afincamento também pelas empresas ocidentais. Por isso, a estratégia de inovação tecnológica dos americanos está se reconfigurando para se aproximar da abordagem japonesa, enquanto os japoneses avançam em direção às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, buscando mais inovações.

Na concepção americana, a Engenharia Simultânea visa a integrar as funções de *Marketing*, Pesquisa e Desenvolvimento, Engenharia e Produção, que anteriormente se encontravam isolados em suas especializações.

A abordagem japonesa da Engenharia Simultânea é diferente à medida que as funções organizacionais sempre trabalharam de maneira integrada e com foco na produção, como foi visto no desenvolvimento de produtos na Produção Enxuta, na sessão 2.6.

Entre as características da organização japonesa, estão a coordenação lateral (em vez de hierárquica) e a rotação de cargos. Além da visão de conjunto do processo de desenvolvimento do produto citada anteriormente, melhora-se o diálogo e a comunicação, além de evitar a superespecialização dos trabalhadores em todos os níveis.

Atualmente, há forte preocupação com a eficiência do trabalho dos engenheiros, devido a suas atividades não serem sistematizadas. A questão principal centra-se, portanto, na sistematização das atividades de Engenharia.

Alguns autores argumentam que é necessário o desenvolvimento de estruturas mais robustas para prover um apoio mais sistemático em todas as fases do processo de desenvolvimento do produto. Outros elaboram uma metodologia de Engenharia Simultânea, fazendo uma analogia com os conceitos de *just in time*. Mesmo que seus conceitos não sejam diretamente aplicáveis a

atividades de desenvolvimento, é possível elaborar analogias com conceitos *just in time*, assim como adotar alguns de seus princípios básicos para a organização das atividades de desenvolvimento (FLEURY, 1997a).

Observando algumas características do desenvolvimento do produto inserido no contexto da Produção Enxuta e comparando-as com as características inerentes à Engenharia Simultânea (Tabela 1), verificam-se os seguintes pontos em comum:

Tabela 1: Características do desenvolvimento do produto na Produção Enxuta e na Engenharia Simultânea

<b>Características Apresentadas no Desenvolvimento do Produto</b>	
<b>Produção Enxuta</b>	<b>Engenharia Simultânea</b>
Equipes pequenas formadas por funcionários de diversos departamentos	Equipes multidisciplinares e interdisciplinares
Equipe constituída para trabalhar num projeto, liderada por um coordenador específico para desenvolver esta atividade	Estrutura matricial por projetos
Reconhecimento daqueles que possuem alto desempenho na equipe	Valorização das equipes
A engenharia de produtos engloba tanto o setor de projetos como o de fabricação, com desenvolvimento simultâneo das atividades	Desenvolvimento simultâneo
Integração entre os diversos setores envolvidos nos projetos	Integração entre as áreas funcionais envolvidas no processo de desenvolvimento
Interação dos projetistas e destes com a fabricação	Projeto para manufatura e montagem
Intensa comunicação entre os envolvidos no projeto	Compartilhamento das informações
Equipes com lideranças fortes, autônomas	Líder para a coordenação de todo o processo

	de desenvolvimento do produto
Utilização crescente de recursos de automação	Utilização de ferramentas computacionais
Desenvolvimento do produto voltado ao consumidor	Ênfase na satisfação do cliente e a participação do mesmo no desenvolvimento do produto
Adoção de técnicas de gerenciamento	Adoção de técnicas de gerenciamento, muitas de origem japonesa



Percebe-se, na Tabela 1, que as características do desenvolvimento do produto na Produção Enxuta são praticamente as mesmas citadas para a Engenharia Simultânea, baseadas nos conceitos atribuídos por diversos autores.

Segundo KRUGLIANSKAS (1994), o projeto bem gerenciado converge naturalmente para a abordagem da Engenharia Simultânea. E este foi o princípio do sistema de Produção Enxuta, buscar a máxima otimização do processo de desenvolvimento do produto, atento sempre à necessidade do cliente.

Historicamente, o termo *Concurrent Engineering* foi criado pelos americanos em 1986, utilizado pela primeira vez num relatório do IDA (*Institute for Defense Analysis*), porém, como verificou-se anteriormente, acredita-se que os japoneses já a utilizavam no processo de desenvolvimento do produto no contexto da Produção Enxuta, sem lhe dar um nome específico (KRUGLIANSKAS, 1994).

Em português, traduziram-na por Engenharia Concorrente, Engenharia Paralela ou Engenharia Simultânea. Engenharia Concorrente seria a tradução mais fiel à origem, porém Engenharia Paralela ou Engenharia Simultânea traduzem melhor o que ela realmente representa.

A Engenharia Simultânea é uma metodologia de trabalho utilizada com sucesso na área de desenvolvimento do produto, porém ela também se aplica com sucesso a outros tipos de projetos.

Pode-se definir a Engenharia Simultânea como uma metodologia de trabalho onde os atuantes formam um grupo multidisciplinar e multifuncional, de forma que todos os fatores do produto estejam bem representados.

Ela se caracteriza como uma estratégia empresarial onde a preocupação maior está em

assegurar a interação dos membros da equipe do projeto, quando o uso de redes em computadores e sistemas de comunicação globalizados tornam cada vez mais viável este objetivo.

Ela visa à compressão do tempo para o desenvolvimento de seus projetos, porém não necessariamente fazendo uso de *hardware* ou *software* de última geração, pois por si só não implicam em um modelo menos serial de desenvolvimento.

O que ocorre geralmente é que algumas ferramentas computacionais do tipo CAD/CAE/CAM (desenho, engenharia e manufatura auxiliados por computador), Banco de Dados e outras, são muito utilizadas na Engenharia Simultânea devido ao fato de automatizarem o trabalho de projetar, contribuindo também para a redução dos custos e prazos no desenvolvimento dos produtos, acrescentando, em paralelo, qualidade aos produtos (ESTORILIO, 1997). Essa parceria é bem recebida pela Engenharia Simultânea devido ao fato de estas ferramentas potencializarem seus maiores benefícios: custo, prazo e qualidade, além de permitirem maior integração entre os membros da equipe do projeto.

Além das ferramentas acima citadas, as empresas estão buscando qualidade no desenvolvimento do projeto do produto através de práticas gerenciais, muitas de origem japonesa, também com o objetivo de alavancar os resultados propiciados pela Engenharia Simultânea.

Segundo KRUGLIANSKAS (1994), a Engenharia Simultânea busca instrumentos e metodologias que permitam aos membros da equipe do projeto o acesso compartilhado a informações atualizadas do mesmo, de modo que possam armazená-las e processá-las simultaneamente. Este acesso deve ser o mais livre possível de barreiras organizacionais ou geográficas, preservados os sigilos normais impostos pela dinâmica dos negócios.

Um bom indicador da intensidade com que a Engenharia Simultânea está sendo aplicada é verificar-se o grau de paralelismo que ela consegue imprimir às atividades de desenvolvimento de

seus projetos e, concomitantemente, a frequência com que são utilizadas as equipes multidepartamentais e interdisciplinares.

Este capítulo apresentou a evolução dos modelos produtivos, ressaltando o modelo de Produção Enxuta de origem japonesa. Fez um levantamento das características apresentadas no processo de desenvolvimento do produto no contexto da Produção Enxuta e suas semelhanças com as características da Engenharia Simultânea.

No próximo capítulo, a Engenharia Simultânea será abordada como uma metodologia de trabalho, adotada principalmente no desenvolvimento do produto, utilizada estrategicamente pelas organizações que pretendem tornar-se competitivas frente à demanda crescente por produtos diversificados e cada vez mais complexos.

# ***CAPÍTULO 3***

## ***ENGENHARIA SIMULTÂNEA: DO CONCEITO À PRÁTICA***

### **3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

O objetivo deste capítulo é conceituar a Engenharia Simultânea, ressaltando suas aplicações e conseqüências com a sua utilização. Para tal, apresentam-se vários enfoques da Engenharia Simultânea e quatro estudos sobre o tema. Os três primeiros, são estudos realizados junto às empresas pertencentes ao setor industrial, sendo o primeiro realizado no Brasil em 1992, o segundo nos Estados Unidos em 1994 e o terceiro na Espanha em 1997. Por último, é apresentada a proposta de um laboratório situado no Brasil, que se propõe a trabalhar dentro dos conceitos da Engenharia Simultânea.

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Segundo HARTLEY (1998), as empresas industriais, a fim de alcançarem níveis mínimos necessários de produtividade, devem ter seus sistemas de produção baseados em três elementos fundamentais: integração de atividades e sistemas, qualidade e flexibilidade.

A qualidade do produto é avaliada segundo o grau de satisfação do cliente que o adquire, enquanto a flexibilidade é avaliada pelo perfil de produtos oferecidos ao mercado como contrapartida a uma demanda variável por diferentes tipos de produtos.

A integração pode ser compreendida entre homens e equipamentos e entre diferentes setores e departamentos da empresa. Nos dois casos, faz-se necessário um eficiente fluxo de informações circulantes na empresa.

Em meados da década de 1980, as indústrias dos países industrializados começaram a empregar um modo de organizar as atividades de engenharia capaz de fazer frente ao desafio de

agirem segundo os condicionantes acima citados. E foi assim que nasceu a Engenharia Simultânea, que consiste na execução das diversas etapas das atividades de engenharia em paralelo, representada na Figura 2, em oposição ao modo convencional de fluxo seqüencial apresentado na Figura 1 (KRUGLIANSKAS, 1994).

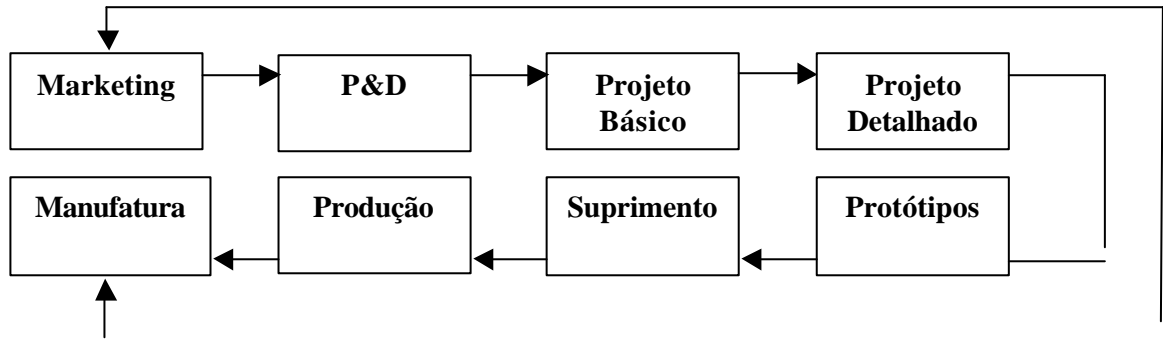


Figura 1: Fluxo típico da Engenharia seqüencial

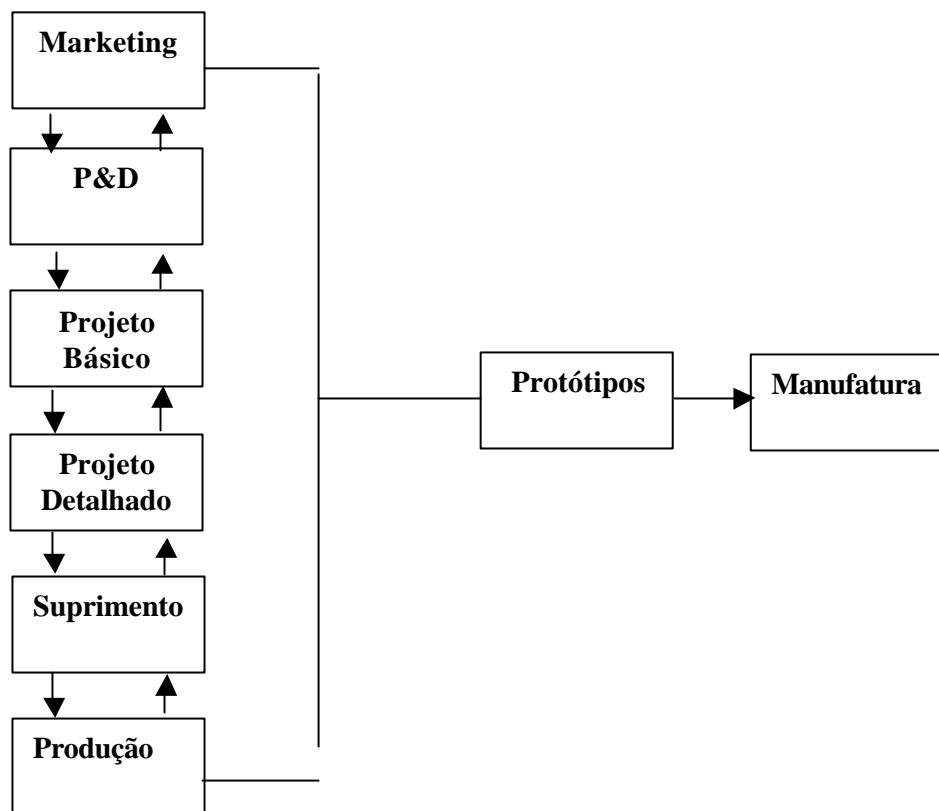


Figura 2: Fluxo típico da Engenharia Simultânea

### 3.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Tradicionalmente, a função desenvolvimento de produtos tem seguido um processo seqüencial. Esse processo tem se mostrado inadequado aos novos desafios apresentados às organizações, principalmente quanto a prazos e custos.

A Engenharia Simultânea tem sido discutida como alternativa. Neste caso, o processo seqüencial dá lugar a um processo simultâneo, onde as fases de concepção, desenvolvimento, industrialização e produção são tratadas de forma integrada, resultando em reduções de prazos e custos (JUNQUEIRA, 1994).

Segundo WINNER (1988), os agentes envolvidos quando se utiliza a Engenharia Simultânea são os conhecidos em inglês como 7Ts (*Tasks, Teamwork, Techniques, Technology, Time, Tools, Talents*), que significam; tarefa, equipe, técnicas, tecnologias, tempo, ferramentas, capacitação (PRASAD, 1995).

Na Tabela 2 são apresentados os conceitos básicos da Engenharia Simultânea, segundo vários autores.





Tabela 2: Conceitos básicos da Engenharia Simultânea (ES)

AUTOR	ANO	CONCEITOS BÁSICOS DA ES
COFFMAN	1987	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Projetar para manufatura e montagem ainda na fase de projeto do produto.</li> <li>➤ Equipes de projeto compostas pelas funções de engenharia, processos e produção.</li> <li>➤ Necessidade de um responsável pela coordenação de todo o processo de desenvolvimento do produto.</li> </ul>
STOLL	1988	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A ES (Engenharia Simultânea) é apenas uma ferramenta da metodologia “<i>Design for Manufacturing</i>”- DFM, a qual consiste no trabalho em equipe, formada pelos envolvidos no processo de desenvolvimento, incluindo os fornecedores que se tornam participantes ativos no projeto desde o início.</li> </ul>
WALKLET	1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Processo no qual disciplinas apropriadas estão comprometidas para trabalhar interativamente, para conceber, desenvolver, aprovar e implementar programas de produtos e serviços.</li> </ul>
Mc HUGH	1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Projetar para o processo.</li> <li>➤ Realizar as atividades simultaneamente.</li> <li>➤ Reduzir as interfaces no processo de desenvolvimento.</li> <li>➤ Visar à satisfação do cliente.</li> </ul>
GORDON; ISENHOOR	1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desenvolvimento simultâneo com compartilhamento completo das informações e decisões, envolvendo todas as fases do projeto.</li> <li>➤ Formação de equipes de projetos.</li> <li>➤ Definição de um “responsável...desde o conceito até a produção” do produto.</li> </ul>
EVANS, ALLEN, FOREMAN, GARRETT	1988 1989 1989 1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Projetar o produto e o processo simultaneamente.</li> </ul>

Tabela 2: Conceitos básicos da Engenharia Simultânea (continuação)

AUTOR	ANO	CONCEITOS BÁSICOS DA ES
DIERDONCK	1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sobreposição de atividades.</li> <li>➤ Comunicação em forma de diálogo e não em lotes como na forma seqüencial.</li> <li>➤ Equipes multidisciplinares e estrutura matricial por projetos.</li> <li>➤ Quebra de barreiras departamentais.</li> <li>➤ Compreensão da estratégia competitiva da organização e do papel da função desenvolvimento do produto.</li> </ul>
NORMAN	1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Processo de considerar simultaneamente todas as fases do ciclo de vida do produto durante a fase inicial do projeto.</li> </ul>
CHAMBERLAIN	1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Padronização de projetos.</li> <li>➤ Atividades desenvolvidas em paralelo.</li> <li>➤ Trabalho em equipe.</li> <li>➤ Gerenciamento de projetos.</li> <li>➤ Estabelecimento de metas de projeto.</li> </ul>
BECKERT	1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipes transfuncionais e interdisciplinares.</li> <li>➤ Ferramentas computacionais e técnicas necessárias devem existir neste ambiente, juntamente com o treinamento para seu adequado conhecimento e utilização.</li> </ul>
NEVINS, WHITNEY	1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipes multidisciplinares.</li> <li>➤ Ciclo de vida completo do produto usando simultaneamente uma equipe de projeto do produto e engenharia automatizada e ferramentas de produção.</li> </ul>
MILLS	1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O trabalho em equipe ocupa lugar de mesmo destaque que o equipamento.</li> <li>➤ Melhoria da qualidade, com o objetivo de fazer certo da primeira vez e identificar erros prematuramente, ainda fáceis de corrigir.</li> </ul>
PLONSKI	1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Integração do projeto conceitual, projeto do produto e projeto do processo num esforço único.</li> </ul>

Tabela 2: Conceitos básicos da Engenharia Simultânea (continuação)

AUTOR	ANO	CONCEITOS BÁSICOS DA ES
GAYNOR	1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Otimização do tempo gasto em tarefas que não agregam valor e maior atenção para as atividades relevantes.</li> <li>➤ Participação de todos os que contribuem, desde a concepção até a comercialização de novos produtos.</li> </ul>
KRUGLIANSKAS	1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estratégia empresarial orientada a possibilitar a aceleração do processo de desenvolvimento de projetos.</li> <li>➤ Estratégia estabelecida pela empresa como consequência da busca de competitividade.</li> <li>➤ Adequada estruturação da organização, capacitação e comprometimento dos recursos humanos.</li> <li>➤ Formulação de políticas e envolvimento significativo da Alta Administração.</li> <li>➤ Ferramentas computacionais para facilitar e agilizar o processo decisório.</li> <li>➤ Integração dos membros da equipe do projeto.</li> <li>➤ Intercâmbio de informações relativas ao projeto via transmissão de dados instantânea, independentemente de localização geográfica.</li> <li>➤ Práticas gerenciais e instrumentos como TQM (<i>total quality management</i>), FMEA (técnica útil para a eliminação de falhas no projeto), <i>Benchmarking</i> (conjunto de procedimentos através dos quais se comparam parâmetros e especificações de um produto com o(s) do(s) concorrente(s) de máximo desempenho), não são específicos da Engenharia Simultânea, mas estão fortemente associados à mesma.</li> </ul>
CLEETUS	1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Abordagem sistemática para integrar o desenvolvimento do produto.</li> <li>➤ Ênfase na resposta às expectativas do consumidor.</li> <li>➤ No desenvolvimento do produto são incorporados valores de equipe, tais como cooperação, confiança e partilhamento, de tal forma que a tomada de decisão se proceda em intervalos grandes de trabalho paralelo por todas as perspectivas do ciclo de vida, desde o início do processo, sincronizados por trocas comparativamente breves, para produzir consenso.</li> </ul>

Tabela 2: Conceitos básicos da Engenharia Simultânea (continuação)

AUTOR	ANO	CONCEITOS BÁSICOS DA ES
HUNT	1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Simplificação dos processos de projeto e de produção são técnicas que devem ser utilizadas com a ES.</li> <li>➤ Equipes multidisciplinares necessárias devido à evolução das características dos produtos que tornaram o processo de desenvolvimento multidisciplinar e complexo, envolvendo vários níveis da organização.</li> <li>➤ Considera ferramentas computacionais (CAD/CAE/CAM) e CAPP (<i>computer aided process planning</i>) como auxiliares, pois as empresas podem utilizá-las independentemente da organização do processo de desenvolvimento.</li> <li>➤ Padronização na comunicação de dados como fator fundamental ao desenvolvimento de produtos. Integração eficiente entre fornecedores, empresa e clientes.</li> <li>➤ Integração dos vários sistemas e componentes que formam o produto ou serviço, passando pela integração <i>hardware</i> e <i>software</i>.</li> <li>➤ Qualidade total orientada ao cliente, abrangendo também a melhoria contínua do processo de desenvolvimento.</li> <li>➤ Integração dos sistemas de informação inter-organizacionais.</li> </ul>
HARTLEY	1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Maior investimento nas fases iniciais do projeto.</li> <li>➤ A força-tarefa é responsável pelo projeto.</li> <li>➤ Autonomia da equipe.</li> <li>➤ Igualdade entre os membros da equipe.</li> <li>➤ Desenvolvimento do produto visando a atender às expectativas do cliente.</li> <li>➤ Engenheiros de produção devem participar do desenvolvimento do produto junto com o pessoal de engenharia do produto.</li> <li>➤ A ES é subutilizada sem CAD/CAM, devido à possibilidade de se produzir em máquinas de comando numérico diretamente a partir de dados de projeto em CAD.</li> <li>➤ Desenhos realizados em CAD e simulações em CAE, tornam possível a previsão de problemas futuros no produto, antes da sua fabricação.</li> <li>➤ Banco de dados com acesso disponível em rede para os membros da engenharia do produto e de fabricação e informações mantidas atualizadas pela engenharia do produto devem estar disponíveis para todos os departamentos.</li> <li>➤ Apoio da direção geral e delegação de poderes para as equipes.</li> <li>➤ As equipes devem informar sobre o andamento do projeto, com frequência.</li> <li>➤ O controle de qualidade total (TQC) tem paralelo básico no princípio da Engenharia Simultânea, pois trata-se da qualidade assegurada desde o início do projeto em paralelo.</li> <li>➤ Projeto orientado à fabricação e montagem.</li> </ul>

Analisando o enfoque dado para a Engenharia Simultânea pelos vinte e três autores citados, verificou-se que 15 atribuíram como característica principal o trabalho desenvolvido por equipes multidisciplinares, 11 citaram o desenvolvimento simultâneo como fator importante dentro do processo de desenvolvimento do produto e 10 autores enfocaram como característica da Engenharia Simultânea o projeto para manufatura e montagem ainda na fase de projeto do produto.

Outros fatores também foram citados por mais de um autor como aspectos importantes na Engenharia Simultânea, porém com ênfase menor que os anteriores. Foram escolhidos onze fatores principais da Engenharia Simultânea, segundo a conceituação dos vinte e três autores citados anteriormente, que se apresentam em ordem decrescente de citação. São eles;

1. Equipes multidisciplinares.
2. Desenvolvimento simultâneo.
3. Projeto para manufatura e montagem.
4. Compartilhamento das informações.
5. Líder para a coordenação de todo o processo de desenvolvimento do produto.
6. Ferramentas computacionais, práticas gerenciais e instrumentos para melhoria da qualidade.
7. Ênfase na satisfação do cliente.
8. Definição clara dos objetivos da empresa .
9. Busca da qualidade.
10. Autonomia das equipes.
11. Padronização dos projetos.

Ao se analisarem as datas em que surgiram determinados conceitos para a Engenharia

Simultânea, pode-se verificar que, até meados de 1990, praticamente não se falava em ferramentas computacionais na Engenharia Simultânea. É provável que este fato tenha sido decorrente das limitações de *hardware* e de *software* da época.

No decorrer dos anos, outros conceitos vinculados à evolução tecnológica também foram sendo incorporados. Com a utilização de redes, integração de sistemas, internet, etc., surgiram conceitos vinculados à Engenharia Simultânea dos tipos transmissão simultânea, compartilhamento e padronização de dados, integração dos sistemas de informação inter-organizacionais, banco de dados único disponível em rede e outros conceitos.

Verifica-se também, na mesma época da entrada das ferramentas computacionais, a introdução de conceitos como qualidade total, fazer certo da primeira vez, melhoria contínua da qualidade, vistos anteriormente no capítulo 2, sessão 2.6, como técnicas importadas do Japão.

### **3.3 APLICAÇÕES**

A Engenharia Simultânea tem como característica básica da sua aplicação a redução do tempo de desenvolvimento de um novo produto, o que implica, também, na redução do seu custo.

Devido ao paralelismo das atividades de engenharia, somado à efetiva antecipação da detecção de falhas durante o processo de desenvolvimento, evita-se a perda de tempo inerente a opções por alternativas inadequadas ou corretivas.

Este paralelismo ocorre devido à estrutura da Engenharia Simultânea, que consiste na formação de equipes multidisciplinares, provenientes de diversos setores, como a área de desenvolvimento conceitual do produto até a área de assistência técnica e manutenção dos produtos, englobando também as áreas de prototipação, fabricação, planejamento, controle da

produção e comercialização.

O resultado desta interligação entre áreas propicia uma integração interessante, principalmente entre as áreas de projeto e fabricação, pois sabe-se que o distanciamento dessas áreas é hoje considerado um dos grandes obstáculos para a obtenção de produtos de boa qualidade no que se refere à facilidade de fabricação, montagem/desmontagem e inspeção.

Considerando todos esses aspectos da Engenharia Simultânea, percebe-se que sua aplicação tem enorme potencial para modificar o perfil dos produtos e conseqüentemente das empresas industriais no que se refere aos níveis de qualidade e flexibilidade dos produtos.

Com o atual cenário competitivo, a disputa acirrada entre as empresas exige que estas reajam em intervalos de tempo cada vez menores à necessidade de desenvolvimento de novos produtos. Portanto, pode-se entender a importância de as empresas industriais adotarem a organização da atividade de engenharia baseada nos princípios da Engenharia Simultânea (HARTLEY, 1998).

### **3.4 CONSEQUÊNCIAS DE SUA UTILIZAÇÃO**

São muitos os benefícios obtidos quando se desenvolvem produtos e serviços utilizando-se a Engenharia Simultânea ou ferramentas a ela associadas, porém, percebe-se que a literatura prioriza os resultados referentes a prazo e custos.

Sabe-se que, quanto mais cedo um produto ou serviço é lançado no mercado, com equilíbrio entre preço, prazo e qualidade, maiores são as suas oportunidades de consolidação e sucesso.

BACK (1996), mostra a importância de se reduzir custo e prazo de desenvolvimento do

produto, explicitando as seguintes relações: 75% do custo de um produto são decididos no estágio de projeto conceitual. Um aumento de 50% no custo de desenvolvimento reduz a lucratividade em 3,5%, enquanto um atraso de seis meses na colocação do produto no mercado corta a lucratividade em 33%.

Segundo SCHNEIDER (1994), com a Engenharia Simultânea há redução de 50% no tempo de desenvolvimento do produto; de 60% a 95% nas mudanças de engenharia; de 75% nos refugos e repetição de tarefas; de 30% a 85% nos defeitos; de 20% a 90% no tempo de introdução do produto no mercado e de 60% na frequência de falhas de campo. Como consequência, a qualidade total de projeto pode melhorar de 100% a 600% mais do que os processos desenvolvidos anteriormente.

A empresa “Hewlett Packard” conseguiu, em 1980, reduzir em 70% o tempo necessário para desenvolver um osciloscópio digital ao adotar o enfoque Engenharia Simultânea, ao invés do uso da tradicional Engenharia Seqüencial (STEPHEN, 1976), e os desenhos do Boeing-777 foram liberados um ano e meio antes dos executados para o Boeing-767, com a utilização da Engenharia Simultânea.

Acredita-se que, para competir com os japoneses, as empresas ocidentais deverão reduzir o tempo de desenvolvimento de seus produtos em cerca de 30% (MORTIMER, 1990), o que explica o interesse por parte das empresas em temas que abordam a redução do tempo para lançamento do produto no mercado.

### **3.5 PRATICANDO A ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

Nesta sessão, serão apresentados resultados de três pesquisas realizadas junto às



empresas, quando alguns aspectos inerentes à Engenharia Simultânea foram observados. A descrição desses resultados tem como objetivo propiciar uma visão prática da abordagem Engenharia Simultânea e servir de base de comparação com os resultados que serão obtidos nos capítulos seguintes. Em seguida serão apresentados alguns aspectos de um laboratório que se propõe a trabalhar dentro dos conceitos da Engenharia Simultânea atendendo a indústria, enfocando-se seus objetivos, atividades desenvolvidas e dificuldades encontradas.

### **3.5.1 ENGENHARIA CONCORRENTE: ORGANIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO EM EMPRESAS BRASILEIRAS**

KRUGLIANSKAS (1992), através de uma pesquisa realizada junto a quatro empresas industriais brasileiras do setor automotivo, objetivou conhecer os impactos da implantação de uma prática gerencial pioneira na época, mesmo a nível internacional.

A metodologia de pesquisa utilizada foi classificada como descritiva devido a seu caráter exploratório, e o critério de amostragem foi intencional devido a essas empresas estarem implantando a Engenharia Simultânea e serem fornecedoras das grandes montadoras automobilísticas. O instrumento para coleta de dados foi um roteiro semi-estruturado, aplicado de forma flexível através de entrevistas conduzidas pelo próprio autor da pesquisa junto a executivos-chave da engenharia de produtos das empresas participantes.

Após as análises, levantaram-se alguns dados relevantes para o entendimento da Engenharia Simultânea, os quais serão apresentados nesta sessão. Os primeiros são referentes aos **fatores considerados essenciais para o bom funcionamento da ES**, que se constituem em:

1. Trabalho em equipe.
2. Comunicação.

As técnicas adotadas para a **implantação da Engenharia Simultânea** foram basicamente: o treinamento dos recursos humanos e treinamento direcionado para a prática de técnicas e habilidades requeridas.

Nas quatro empresas pesquisadas, foram verificados os motivos que as levaram a adotar a Engenharia Simultânea e as estratégias adotadas, que se encontram descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Motivações e estratégias para a implantação da Engenharia Simultânea.

EMPRESAS	Motivação para a adoção da ES	Estratégia de implantação
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tornar-se competitiva frente aos seus concorrentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aplicou a metodologia em um projeto experimental, sem mudar o restante da estrutura organizacional vigente.</li> </ul>
E2		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pioneira na adoção da ES no Brasil.</li> <li>➤ Criou o conceito de células de engenharia dedicadas a clientes distintos, idênticas às equipes multidisciplinares.</li> </ul>
E3		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Iniciou com a aquisição de um sistema CAD em 1991, reformulando em seguida a estrutura organizacional da empresa para se trabalhar na forma de células, no âmbito da engenharia do produto. Estas células eram departamentalizadas por produto e constituídas por engenheiros de produto e processo.</li> </ul>
E4	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conseqüência da racionalização por ela empreendida a partir de 1985.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Foram incorporadas algumas ferramentas de <i>design</i> de produtos citadas na literatura sobre ES, o que ocasionou o deslocamento dos engenheiros de processo para trabalhar conjuntamente com os engenheiros do produto.</li> </ul>

Com o desenvolvimento da pesquisa, percebeu-se a ocorrência de mudanças na estrutura organizacional das empresas, decorrentes da implantação da Engenharia Simultânea, principalmente nas que possuíam estruturas organizacionais do tipo funcional, que tendem a tornar mais estanques os setores, tornando-se um obstáculo para a prática da Engenharia Simultânea. As estruturas que se mostram satisfatórias para a prática da Engenharia Simultânea são as denominadas estruturas inovadoras, como as do tipo matricial, por projeto, por produto e por unidades estratégicas de negócios.

Através dos resultados da pesquisa, pôde-se observar, também, que o principal motivo

entre estas empresas, que as levaram a implantar a ES, foi a concorrência acirrada entre empresas, ou seja, viram a Engenharia Simultânea como uma resposta estratégica para se manterem no mercado.

Durante a implantação da Engenharia Simultânea, percebeu-se ser de grande importância:

1. Atitudes que valorizem o trabalho em equipe, já que os engenheiros, por sua própria formação, tendem a valorizar o trabalho individual, dificultando a implantação da metodologia.
2. Propiciar treinamento, capacitando os técnicos a trabalhar em grupo.
3. Introduzir, nos sistemas de avaliação de desempenho dos participantes, dimensões que levem em conta o sucesso como membro da equipe, além da avaliação convencional individual.

Essas atitudes descritas acima contribuem para a implantação da Engenharia Simultânea, porém, a pesquisa permitiu constatar que a implantação da Engenharia Simultânea nas empresas tende a ocorrer de forma adaptativa, ou seja, o planejamento para sua implantação é bastante flexível.

As estratégias de implantação, basicamente, são constituídas de capacitação dos engenheiros em ferramentas adequadas à aplicação da ES, em geral com apoio computacional e remanejamentos organizacionais, visando à redução de barreiras interdepartamentais.

### **3.5.2 PESQUISA SOBRE ASPECTOS OBSERVADOS NA IMPLANTAÇÃO DA ES**

LAWSON (1994), através de uma pesquisa realizada junto a empresas industriais americanas em 1993, verificou vários aspectos da Engenharia Simultânea, principalmente no que se

refere ao seu processo de implantação, como:

1. motivação para começar a utilizar a Engenharia Simultânea;
2. primeiros passos na sua implantação;
3. programa de Engenharia Simultânea;
4. barreiras enfrentadas por aqueles que a implantaram;
5. benefícios após a implantação;
6. deficiências no que se refere ao tema Engenharia Simultânea.

Essa pesquisa foi realizada por um grupo do *Concurrent Engineering Research Center* na *West Virginia University*, existente desde 1988 para difundir a Engenharia Simultânea entre as indústrias.

Em 1991, o grupo iniciou um trabalho para entender e desenvolver estratégias de implantação e implementação da Engenharia Simultânea nas indústrias e, para tal, selecionou 200 empresas que a princípio estariam utilizando a Engenharia Simultânea para participarem da pesquisa. Dessas empresas, apenas 35% contribuíram, respondendo o questionário elaborado para a coleta de dados entre as empresas, que ocorreu no período de abril a agosto de 1993.

Em todos os itens pesquisados, onde os respondentes tiveram como opção várias alternativas de resposta, serão citadas neste texto apenas as que foram respondidas com maior frequência. Primeiramente, será mostrada a resposta de maior frequência entre os entrevistados e na seqüência as outras que a sucederam, de forma decrescente.

A verificação inicial é relativa à **motivação para se utilizar a Engenharia Simultânea**.

As respostas mais frequentes foram:

1. Reduzir o custo global.
2. Reduzir o custo de concepção do produto.
3. Ser competitivo.
4. Implementar a qualidade dos produtos.

Quanto aos **primeiros passos para a implantação da Engenharia Simultânea**, o resultado da pesquisa foi:

1. Divulgação interna sobre o assunto.
2. Treinamento das equipes de desenvolvimento do produto.

Quando a pesquisa questionou **em que consistia o programa de Engenharia Simultânea** da empresa, obtiveram-se as seguintes respostas:

1. Equipes multidisciplinares.
2. Desenho para fabricação adequada.
3. Ferramentas para implementar a qualidade na manufatura, como controle estatístico do processo e outros.
4. Iniciativas implementadas ao processo.
5. Informação tecnológica disponível.
6. Reengenharia.
7. *Benchmarking*.

## 8. Integração de ferramentas computacionais CAD/CAM.

Com esses resultados, é possível fazer um paralelo entre os conceitos atribuídos à Engenharia Simultânea pelos vinte e três autores citados anteriormente e os conceitos considerados relevantes entre as empresas pesquisadas que se encontravam em processo de implantação da Engenharia Simultânea nos Estados Unidos em 1993.

A Tabela 4 apresenta os principais conceitos atribuídos à Engenharia Simultânea, comuns entre as empresas e os autores citados neste trabalho.

Tabela 4: Conceitos atribuídos à ES, comuns entre a teoria e a prática

CARACTERÍSTICAS	CLASSIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS	
	AUTORES	EMPRESAS
Equipes multidisciplinares	1º	1º
Projeto para manufatura e montagem	3º	2º
Compartilhamento das informações	4º	5º
Ferramentas computacionais	6º	8º
Práticas gerenciais e instrumentos para melhoria da qualidade	6º	3º

Percebe-se que os itens “equipes multidisciplinares”, “projeto para manufatura e montagem” e “compartilhamento das informações”, são realmente considerados itens conceitualmente relevantes quando se fala de Engenharia Simultânea.

No entanto, esses conceitos são muitas vezes difíceis de serem implantados na prática, devido a barreiras de diversas naturezas, como pode ser visto no próximo parágrafo.

Neste estudo, as empresas industriais que já haviam passado pelo processo de

implantação da Engenharia Simultânea citaram como **principais barreiras enfrentadas**:

1. Resistência à mudança.
2. Definições pouco esclarecedoras sobre o assunto Engenharia Simultânea.
3. Falta de um guia orientativo para o processo de transição para a Engenharia Simultânea.
4. Falta de treinamento relativo à implantação da metodologia (Engenharia Simultânea).
5. Pouca experiência com o processo de mudança.
6. Integração ineficiente entre ferramentas de alta tecnologia .
7. Pouco entendimento da necessidade da mudança.

Quanto aos **benefícios alcançados após a implantação da Engenharia Simultânea**

pela maioria das empresas, os mais apontados foram:

1. Colaboração de diferentes setores no processo de desenvolvimento.
2. Melhora na efetividade da comunicação entre os membros da equipe durante o desenvolvimento do produto.
3. Redução das mudanças no desenvolvimento dos produtos pelo setor de engenharia.

A conclusão final desta pesquisa foi que existe uma grande carência de informações sobre o assunto Engenharia Simultânea, como treinamentos e material informativo. Na opinião da amostra pesquisada, os pontos-chave para a Engenharia Simultânea é ter uma equipe com bom nível de interação entre eles e conseguir eficiência no que se refere à troca de informações tecnológicas relevantes, sejam estas transmitidas homem-homem como também homem-máquina, através de



eficiente integração dos sistemas.

As empresas alegaram como sendo os principais motivadores para a implantação da Engenharia Simultânea a redução do custo global do produto e a redução do custo da sua concepção.

Percebeu-se, nesta pesquisa, que os conceitos de Engenharia Simultânea considerados como os mais relevantes entre as empresas pesquisadas, praticamente coincidiram em ordem de relevância com os conceitos atribuídos à Engenharia Simultânea pela maioria dos autores citados neste capítulo, dentre eles: equipes multidisciplinares, projeto para manufatura e montagem e compartilhamento das informações.

Verificou-se, também, que existem muitas barreiras durante o processo de implantação da Engenharia Simultânea, principalmente devido à resistência natural do ser humano frente às mudanças e à falta de material orientativo sobre o tema em questão.

Apesar das dificuldades encontradas durante o processo de mudança, parece ser interessante a implantação da Engenharia Simultânea, não só pelas resultantes a nível de prazo, custo e qualidade, como também como ferramenta para minimizar grandes problemas que têm afetado as indústrias de uma forma geral, como a falta de colaboração de diferentes setores no processo de desenvolvimento do produto e a falta de efetividade da comunicação entre os membros da equipe.

### **3.5.3 PESQUISA SOBRE A APLICAÇÃO DA ES EM EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE**

CABARROCAS (1997), e alguns integrantes do Departamento de Engenharia Industrial da Universidade de Girona, realizaram uma pesquisa junto a empresas de pequeno e médio porte

localizadas na região da Catalunya (Espanha), com o objetivo de verificar o nível de utilização da Engenharia Simultânea. Para a coleta de dados da pesquisa, adotou-se como instrumento de investigação a entrevista e o questionário.

Primeiramente, o grupo levantou junto à Universidade de Girona uma lista das empresas que demonstraram interesse na utilização da Engenharia Simultânea.

Para cada empresa foi escolhido um responsável e mais um integrante da equipe para fazer a visita na empresa, que envolvia a realização da entrevista e o preenchimento do questionário.

As perguntas durante a entrevista foram estruturadas, para que o direcionamento fosse mantido. No término de cada entrevista, documentava-se tudo através de anotações realizadas pelos próprios entrevistadores (CIURANA, 1997).

As empresas situam-se próximas à Universidade de Girona e possuem uma trajetória de desenvolvimento semelhante, ou seja, começaram como pequenas oficinas especializadas em produzir um único tipo de máquina, com número de funcionários reduzidos e pouca capacidade de produção. Quando suas vendas aumentaram, cresceram, e hoje são líderes de mercado em seu setor.

Dessas empresas, 77% produzem hoje um único produto ou uma pequena série deles e apenas 23% têm uma escala de produção média, as quais se caracterizam como empresas de produção flexível frente às exigências do mercado.

Após o término da pesquisa, os seguintes dados foram levantados:

1. Apenas algumas empresas utilizam equipes multidisciplinares e desenvolvimento simultâneo do produto. A maioria desenvolve o produto de maneira tradicional (seqüencial).
2. Há uma relação entre equipes multidisciplinares e desenvolvimento simultâneo, pois a maioria

das empresas que apresentaram equipes multidisciplinares também utilizam como metodologia de trabalho o desenvolvimento simultâneo.

3. Embora a maioria das empresas desenvolva o desenho do produto internamente, a maior parte da manufatura é terceirizada, com o objetivo de se obter maior flexibilidade e redução do custo.
4. O sistema CAD-2D já foi implantado em todas essas empresas, porém o CAD-3D foi introduzido em 31% delas, encontrando-se ainda em fase experimental.
5. O sistema CAD/CAM foi verificado apenas em empresas de produção em massa.
6. O uso de ferramentas computacionais para auxílio na engenharia (CAE) não foi encontrado neste grupo de empresas.
7. Ferramentas típicas da Engenharia Simultânea como DFM (*design for manufacturing*), DFA (*design for assembly*), etc., são completamente desconhecidas.
8. Em relação à transmissão de dados do setor de engenharia do produto para a manufatura local ou externa, 60% das empresas utilizam o processo de transmissão de informações manual, ou seja, levam-se as informações de um setor para outro pessoalmente. Destas, 40% utilizam sistemas de transmissão via IGES (*initial graphic exchange specification*) para integração CAD/CAM.
9. Muitos apresentam problemas para transmissão eletrônica de dados, devido ao fato de terem seus produtos fabricados por terceiros e estes, por sua vez, não estarem devidamente preparados para recebê-los.
10. Quanto à qualidade, 15% já possuem certificação ISO 9000, 38% estão em processo de certificação e 47% não apresentam este tipo de certificação.
11. Nenhuma das empresas entrevistadas aplica técnicas como TQM ou QFD (*quality function deployment*) para melhoria da qualidade do produto ou do processo de fabricação.

12. Os objetivos das empresas variam segundo o seu tipo, de produção em massa ou empresas de produção de baixa escala. As de produção em massa apresentam como principal objetivo a redução do custo e, em segundo lugar, a qualidade. As empresas de produção de baixa escala apresentam como preocupação principal a qualidade e em segundo a redução do tempo de desenvolvimento do produto, não considerando especificamente a redução do custo.

13. Nenhuma destas empresas apresentam um setor específico de pesquisa e desenvolvimento.

Percebe-se como a Engenharia Simultânea é pouco difundida entre as empresas pesquisadas. Talvez deva-se ao fato, já mencionado, da falta de material de divulgação e orientação sobre o tema.

Poucas das empresas pesquisadas utilizam o desenvolvimento simultâneo e equipes multidisciplinares no desenvolvimento do produto, porém, percebeu-se que estas duas características estão relacionadas, pois, quando se identifica a presença de uma delas, a outra também aparece.

Em relação ao baixo nível de utilização do CAD-3D, talvez deva-se ao fato de esse sistema ser mais utilizado para modelar produtos, com o objetivo principal de utilizá-lo em simulações em CAE, que não foi encontrado entre as empresas, ou como auxílio para a fabricação com recursos de CAM. Este sistema, por sua vez, só foi encontrado nas empresas de produção em massa, que constituem apenas 23% da amostra.

Verificou-se, também, que a maior parte das empresas de pequeno e médio porte localizadas na região da Catalunya e que participaram da pesquisa, terceirizam sua manufatura, objetivando maior flexibilidade e redução do custo; no entanto, esta terceirização desencadeia outros problemas, como transmissão de dados ineficiente devido à falta de infra-estrutura das

prestadoras de serviços; barreiras na utilização de recursos computacionais que auxiliam na qualidade do produto, como os sistemas CAD/CAE/CAM, devido ao problema previamente citado; não apresentam técnicas para melhoria da qualidade do produto ou do processo de fabricação e praticamente não possuem certificação ISO 9000. Isto talvez deva-se ao fato de a fabricação ser executada por terceiros e a matriz não se preocupar com a melhoria da qualidade a nível de projeto.

Enfim, todos estes aspectos estão sendo trocados por uma condição da empresa, que prefere terceirizar para obter mais flexibilidade a um baixo custo, porém, correndo o risco de perder em qualidade no que se refere ao atendimento às necessidades do cliente, tanto em relação à qualidade do produto final quanto ao tempo de espera para obtê-lo.

Isto tudo deve ser avaliado, já que as empresas de produção de baixa escala pesquisadas alegam, como requisitos preocupantes, a qualidade do produto e o tempo de desenvolvimento.

### **3.5.4 NÚCLEO DE PESQUISA EM ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

O Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea “NuPES”, é um laboratório localizado em Curitiba/PR – Brasil, pertencente ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná “CEFET-PR”, formado basicamente por professores e alunos de graduação em engenharia daquela instituição.

O NuPES é resultado de uma cooperação Universidade-Empresa, ocorrida entre o CEFET-PR e uma importante empresa do ramo de telecomunicações/informática do Brasil, através dos benefícios fiscais da Lei 8248/91- lei de Informática que contempla a capacitação e

competitividade do setor de informática e automação.

O Núcleo iniciou-se em janeiro de 1995, quando houve a formação do grupo, a estruturação de um laboratório e subseqüentes treinamentos em ferramentas disponíveis na época, para as áreas de mecânica e eletrônica. O laboratório localiza-se nas dependências do CEFET-PR e pode ser acessado por qualquer dos integrantes do convênio, dos dois ambientes (Universidade-Empresa), sem limite de horário.

O grupo é formado por 40 integrantes, sendo 20 professores e 20 alunos, com carga horária entre 5 e 20 horas semanais. A titulação dos professores pertencentes ao grupo é variada, dividindo-se em 7 doutores, 4 mestres, 7 especialistas e 2 engenheiros (dados de 1998).

Os **objetivos do Núcleo** são os seguintes:

- Participar de projetos reais em conjunto com a indústria, fazendo uso de simulações computacionais;
- Garantir a atualização de professores, alunos e profissionais;
- Produzir investigações científicas aplicadas (pesquisa).

As principais **atividades desenvolvidas** pelo grupo são:

- Simulações de circuitos elétricos;
- Análise de compatibilidade eletromagnética;
- Análise térmica;
- Síntese de componentes lógicos programáveis;
- Simulações de estruturas mecânicas (dinâmica);

- Simulações térmicas de sistemas (fluxo de ar, trocadores de calor, etc.);
- Simulações de processos de fabricação (injeção de plástico, prototipagem rápida, etc.);
- Estudos (*design* de novos produtos, novas ferramentas computacionais, etc.);
- Treinamentos;
- Outros.

A **metodologia** utilizada pelo grupo para o desenvolvimento de suas atividades constitui-se nos seguintes itens:

- Formação de equipe multidisciplinar, liderada por um professor “coordenador da atividade”;
- Elaboração de cronograma comum com a empresa e forma de acompanhamento;
- Estabelecimento de canais de comunicação e transferência/compartilhamento de dados;
- Análises e discussões dos resultados para realimentação do projeto;
- Relatórios finais e arquivamento técnico.

A distribuição de **recursos** nos últimos anos, utilizados para a manutenção das atividades do laboratório, foram disponibilizados proporcionalmente para os seguintes itens:

- *Software* e serviço de terceiros      66%;
- Equipamentos                              20%;
- Bolsas (salário)                            10%;
- Consumo                                      3%;
- Viagens / diárias                          1%.

Muitos benefícios foram identificados nesta gestão de parceria, tanto para a instituição de ensino (CEFET-PR) como para a empresa. Dentre os **benefícios** identificados para a empresa, destacam-se:

- Novas tecnologias incorporadas aos projetos (qualidade, redução dos ciclos de desenvolvimento).
- Reestruturação da engenharia do produto (bibliotecas-dados, *design for manufacturing*, *design for testing*).
- Integração com as áreas de engenharia.
- Formação continuada dos funcionários.
- Verificação de ferramentas computacionais (compatibilidade, suporte, etc.).
- Contribuição à pesquisa.

Para a instituição de ensino (CEFET-PR), identificaram-se os seguintes **benefícios**:

- Atualização dos professores.
- Formação alternativa disponível aos alunos.
- Utilização de ferramentas avançadas.
- Integração multidisciplinar.
- Complementação salarial.

No decorrer dos três anos de existência do Núcleo, HATAKEYAMA (1997) relata o



crescimento do mesmo em relação ao seu início, mostrando a ampliação de suas atividades e o aumento do número de integrantes, equipamentos, assim como sua área para o desenvolvimento das atividades.

O primeiro ano de existência pode-se considerar que foi um período quase que exclusivamente dedicado ao treinamento do grupo nas ferramentas com as quais se propunha a trabalhar. Após esse período de capacitação do pessoal, o grupo iniciou suas atividades junto às indústrias num ritmo cada vez mais acelerado.

Em relação às dificuldades encontradas pelo grupo, que obstruem de certa forma a eficiência da metodologia de trabalho adotada pelo Núcleo (Engenharia Simultânea), as seguintes podem ser relacionadas:

- Problemas de comunicação entre as equipes.
- Procedimentos internos da empresa pertencente a parceria, afetam algumas atividades desenvolvidas no laboratório.
- Problemas na incorporação das práticas de simulação computacional em tempo e escopo adequados.
- Problemas relativos à responsabilidade por parte de alguns integrantes do processo.

O Núcleo foi objeto de estudo nesta dissertação, sendo apresentado no capítulo 5, onde se exploram alguns aspectos do Núcleo relacionados com a Engenharia Simultânea. Portanto, apenas uma descrição resumida foi realizada, abordando as propostas do grupo e suas principais dificuldades, baseada em dados atualizados fornecidos pelo coordenador do grupo (BORSATO, 1997).

Este capítulo apresentou conceitos da Engenharia Simultânea e exemplos de práticas desta metodologia através de três estudos realizados junto às indústrias, sendo um realizado no Brasil em 1992 e outros dois realizados nos Estados Unidos em 1994 e na Espanha em 1997.

Com essas pesquisas e alguns conceitos de Engenharia Simultânea citados neste capítulo, verificaram-se como conceitos mais representativos a formação de equipes multidisciplinares, o projeto para manufatura e o compartilhamento das informações.

As implantações desses conceitos apresentaram certas dificuldades, porém, parecem de extrema importância não só no que se propõem a contribuir quanto a prazo, custo e qualidade, mas também por minimizarem alguns problemas encontrados freqüentemente nas indústrias, como nível de colaboração entre os diferentes setores envolvidos no desenvolvimento do produto e efetividade da comunicação entre os membros da equipe.

Foram identificadas também, algumas dificuldades específicas quanto à implantação da Engenharia Simultânea, quando se trata de parcerias do tipo Escola-Empresa ou Empresa-Empresa.

Por último, apresentou também a proposta de um laboratório que se propõe a trabalhar dentro dos conceitos da Engenharia Simultânea.

Nos capítulos seguintes, serão explorados alguns aspectos relacionados com a Engenharia Simultânea no setor industrial brasileiro e a situação de um meio difusor desta metodologia junto às empresas do setor industrial.

# ***CAPÍTULO 4***

## ***A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NAS EMPRESAS DO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO***

## **4 A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NO BRASIL**

Este capítulo apresenta a metodologia e os resultados da pesquisa realizada pela autora dessa dissertação no período de julho/agosto de 1997, junto às empresas consideradas competitivas pela ANPEI, pertencentes ao setor industrial brasileiro, no que se refere à utilização da Engenharia Simultânea.

### **4.1 CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS PARTICIPANTES**

Para seleção das empresas a serem pesquisadas, consideraram-se 17 empresas indicadas pela ANPEI como sendo empresas que enfatizam o fator tecnologia e mantêm contato com ela; portanto, são consideradas competitivas e em estágio de franco avanço tecnológico.

Das 17 empresas indicadas, apenas 7 concordaram em participar deste projeto de pesquisa, das quais, seis se localizam no Estado de São Paulo e uma no Estado de Santa Catarina. Uma das empresas pertence ao setor de plástico, três ao setor metal-mecânico e três ao setor de eletrônica.

O tempo de existência dessas sete unidades no Brasil varia de 15 a 50 anos, sendo empresas de médio e grande porte, pois possuem número de funcionários variando de 160 a 960 em suas unidades.

O cargo exercido pelos representantes das empresas na pesquisa em quatro unidades é o de líder e coordenador de equipes de projetos, e, nas outras três, membro da administração geral das equipes, com algum envolvimento em projetos.

As empresas que participaram desta pesquisa, assim como os seus representantes, não foram mencionados neste trabalho, preservando o sigilo normal imposto pela dinâmica dos negócios.

## **4.2 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

### **4.2.1 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS**

Através dos conceitos relativos à Engenharia Simultânea descritos no capítulo anterior, levantaram-se alguns dos indicadores para determinar a intensidade com que a Engenharia Simultânea é praticada por uma organização de trabalho, tanto no aspecto organizacional como no tecnológico. Os indicadores escolhidos para serem abordados nesta pesquisa foram os mais citados no capítulo 3, sessão 3.2, descritos abaixo em ordem decrescente, ou seja, do mais ao menos citado pelos referidos autores. São eles:

1. Equipes multidisciplinares.
2. Desenvolvimento simultâneo.
3. Projeto para manufatura.
4. Compartilhamento das informações.
5. Líder para a coordenação de todo o processo de desenvolvimento do produto.
6. Ferramentas computacionais.
7. Práticas gerenciais e instrumentos para melhoria da qualidade.

Com o objetivo de simplificar a avaliação da utilização da Engenharia Simultânea pelas organizações, esses indicadores foram detalhados, contribuindo para a elaboração do instrumento de pesquisa. Quanto mais próxima a empresa estiver desses conceitos, maior sua proximidade com a Engenharia Simultânea. São eles:

1. Equipes multidisciplinares.

- Frequência com que são utilizadas as equipes multidepartamentais e interdisciplinares.
- Entendimento entre os membros da equipe formada para trabalhar num determinado projeto.
- Reconhecimento da equipe pelos líderes da organização.

2. Desenvolvimento simultâneo.

- Verificação do grau de paralelismo impresso no desenvolvimento de suas atividades.

3. Projeto para manufatura.

- Grau de interação entre as áreas funcionais envolvidas no projeto.

4. Compartilhamento das informações.

- Eficiência na comunicação, utilizada para troca de informações referentes a diversas etapas do processo de desenvolvimento do produto.

5. Líder para a coordenação do processo de desenvolvimento do produto.

- Coordenação realizada por um líder responsável pelo desenvolvimento do produto.

- Entendimento com os membros da equipe.
- Autonomia do líder para compor o grupo de trabalho.

#### 6. Ferramentas computacionais.

- Utilização de ferramentas computacionais (CAD/CAE/CAM), com o objetivo de potencializar a integração funcional.
- Integração dos sistemas computacionais.
- Transferência eletrônica de dados.
- Compartilhamento simultâneo de dados.

#### 7. Práticas gerenciais e instrumentos para melhoria da qualidade.

- Relativo à certificação ISO 9000, que garante a homogeneidade do processo de desenvolvimento do produto.

Com os indicadores mostrados acima e modelos de perguntas utilizadas para verificar o grau de utilização da Engenharia Simultânea segundo (CARTER, 1994), elaboraram-se as perguntas do instrumento de pesquisa.

### **4.2.2 AMOSTRAGEM**

Foram feitos contatos telefônicos e via FAX (*facsimile transmission*) mostrando a relevância da pesquisa, e 7 representantes de empresas concordaram em participar deste projeto, caracterizando assim uma amostragem por acessibilidade segundo GIL (1995), sem possibilidade de

tratamento estatístico no seu planejamento.

#### **4.2.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

Sendo a pesquisa de nível exploratório, fez-se necessária a pesquisa de campo, quando se utilizou como instrumento de pesquisa o questionário (ver ANEXO A). Também foi utilizada como recurso a entrevista por pautas e questionário por contato direto junto a uma das empresas da amostra, onde se encontrava em processo de implantação a Engenharia Simultânea, objetivando-se obter o máximo de informações relevantes.

O objetivo principal do instrumento foi evidenciar algumas questões que de alguma forma estão relacionadas com a Engenharia Simultânea. Como temas principais, foram abordados os seguintes itens:

- Em que nível as características inerentes à Engenharia Simultânea estão inseridas nas organizações pertencentes ao setor industrial brasileiro?
- Quais as dificuldades enfrentadas pelos setores de desenvolvimento do produto pertencentes às empresas do setor industrial brasileiro que participaram da pesquisa?

Durante o trabalho, foi possível explorar, também, os seguintes tópicos individualmente.

São eles:

- a autonomia do líder de projetos;
- nível de qualidade: certificação ISO 9000;



- nível de capacitação de recursos humanos;
- grau de utilização e integração de ferramentas computacionais;
- a estrutura organizacional;
- a interface e entendimento entre os membros da equipe;
- nível de comunicação e os meios mais utilizados nas organizações;
- a forma de reconhecimento e valorização do funcionário.

O instrumento de pesquisa para coleta de dados apresenta-se com perguntas fechadas e abertas, totalizando 38 perguntas, sendo utilizada como escala social na maior parte das questões a escala de Likert (GIL, 1995), contendo cinco opções para manifestação da opinião relativa ao questionamento vigente; (DF: Discordo Fortemente ; D: Discordo ; N: Neutro ; C: Concordo ; CF: Concordo Fortemente).

#### **4.2.4 VERIFICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE PESQUISA**

As escalas sociais têm por objetivo possibilitar o estudo de opiniões e atitudes de forma precisa e mensurável. Para tal, deve-se verificar a validade e fidedignidade da escala utilizada (GIL, 1995).

Para a verificação da fidedignidade, adotou-se o teste-reteste, que consiste na aplicação do questionário duas vezes para a mesma amostra, o qual retornou o mesmo resultado, conferindo-se portanto a verificação da fidedignidade do instrumento.

Para a verificação da validade, que significa verificar se a escala realmente mede o que se propõe a medir, utilizou-se como método a opinião de dois especialistas na área em que a escala

se propunha a medir, considerando-a adequada.

#### **4.2.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO**

Dado o pequeno número de empresas que participaram da amostra do estudo, apenas estatísticas descritivas são apresentadas nos resultados da pesquisa.

Das 38 questões que compõem o questionário utilizado, 7 se diferenciam das demais em sua formulação, e por isso optou-se por analisá-las individualmente. O resultado dessas questões implementaram os resultados das outras 31 questões que utilizaram a escala de Likert e que são apresentadas na Tabela 5, não sendo, portanto, apresentadas separadamente.

Tabela 5: Perguntas do instrumento de pesquisa que utilizaram a escala de Likert

QUESTÕES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O investimento em Pesquisa Básica atende às necessidades da empresa?</li> <li>2. O investimento em Pesquisa Aplicada atende às necessidades da empresa ?</li> <li>3. A empresa tem um setor de Pesquisa, não necessitando colaboração de terceiros?</li> <li>4. A equipe que trabalha num determinado projeto é escolhida pelo líder de projeto?</li> <li>5. O líder de projeto seleciona pessoas de diferentes departamentos?</li> <li>6. Os membros da equipe de um determinado projeto recebem continuamente treinamento e cursos necessários para o desenvolvimento de suas tarefas?</li> <li>7. As equipes fazem uso de <i>softwares</i> de suporte?</li> <li>8. A comunicação entre estes <i>softwares</i> acontece de forma eficiente?</li> <li>9. A empresa adota padrões ISO?</li> <li>10. Existe uma padronização interna na empresa para o desenvolvimento de novos produtos, utilizada pelos usuários dos sistemas?</li> <li>11. Existe uma metodologia documentada para execução de desenhos em CAD?</li> <li>12. Esta metodologia é utilizada no processo de desenho do produto (CAD)?</li> <li>13. Os membros da equipe responsável por um determinado projeto estão sempre informados sobre suas respectivas tarefas e responsabilidades individuais, assim como do seu papel no desenvolvimento do projeto como um todo?</li> <li>14. Os membros da equipe se entendem bem?</li> <li>15. A maior parte dos membros da equipe gostaria de voltar a trabalhar em projeto similar?</li> <li>16. A interface entre a equipe interna (à empresa) e a equipe colaboradora proveniente de instituições externas é eficiente? <ul style="list-style-type: none"> <li>• A efetividade da comunicação entre os membros envolvidos no projeto para os diferentes tipos de tarefas mostradas abaixo é adequada?</li> </ul> </li> <li>17. Transferência de informações negociais.</li> <li>18. Transferência de informações técnica.</li> <li>19. Intercâmbio de informações sensíveis ao tempo (rápida obsolescência).</li> <li>20. Tomada de decisões críticas sobre o projeto (relativas ao produto e ao processo).</li> <li>21. Fornecimento de informações preliminares.</li> <li>22. Barganha e negociação.</li> <li>23. Resolver conflitos.</li> <li>24. Planejar e alocar tarefas.</li> <li>25. Gerar idéias, mudanças ou novas características.</li> <li>26. A equipe tem acesso à informações necessárias para a realização do projeto em qualquer etapa do processo?</li> <li>27. No desenvolvimento de um projeto, onde estão envolvidos vários setores, estes trabalham juntos?</li> <li>28. Os setores envolvidos neste projeto se comunicam com frequência suficiente para repassar o processo de desenvolvimento do produto?</li> <li>29. Cada líder de projeto se reporta com frequência ao coordenador geral (de todos os projetos em andamento), expondo o seu grau de desenvolvimento?</li> <li>30. A avaliação dos membros da equipe é baseada no desempenho grupal?</li> <li>31. A recompensa aos membros da equipe é baseada no desempenho grupal?</li> </ol>

As questões foram agrupadas criteriosamente segundo os tópicos específicos comuns que caracterizam a Engenharia Simultânea, e trabalhadas no *software* para análise estatística (*Statística for Windows - Release 4.5*).

Os tópicos específicos foram baseados em algumas das características apresentadas quando se utiliza a Engenharia Simultânea, citadas no capítulo 4, sessão 4.2.1. São elas:

1. Equipes multidisciplinares.
2. Desenvolvimento simultâneo.
3. Projeto para manufatura.
4. Compartilhamento das informações.
5. Líder para a coordenação do processo de desenvolvimento do produto.
6. Ferramentas computacionais.
7. Práticas gerenciais e instrumentos para melhoria da qualidade.

Sendo esta a ordem de importância de cada item, do mais ao menos relevante, cada tópico específico pretendeu abranger todos esses itens, ressaltando mais os itens de n.º 1, 2, 3 e 4. A Tabela 6 apresenta na segunda coluna os números dos itens descritos acima, segundo sua correlação com o tópico específico, e na terceira coluna as 31 questões que utilizaram a escala de Likert, distribuídas conforme o tópico que se propõe a verificar. Desta forma, delinearam-se 8 grupos contendo, cada um, números diferentes de questões.

Tabela 6: Composição dos grupos de questões

TÓPICOS ESPECÍFICOS	Características da ES relacionadas com os tópicos específicos	Agrupamento das questões da Tabela 3
1. Autonomia do líder de projetos.	5	4
2. Nível de qualidade: certificação ISO 9000.	7	9
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	-	1 - 2 - 3 - 6
4. Utilização/integração de ferramentas computacionais.	6	7 - 8 - 10 - 11 - 12
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	1, 2, 3	5 - 27
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	1, 2	13 - 14 - 15 - 16
7. Acesso e efetividade da comunicação.	3, 4	(17 a 26) - 28 - 29
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	1	30 - 31

Como é possível observar na segunda e na terceira colunas, das características apresentadas quando se utiliza a Engenharia Simultânea citadas anteriormente, as de nº 1, 2, 3, 4 e 6, foram as mais exploradas através do questionário utilizado na pesquisa, por serem consideradas as mais relevantes. São elas: equipes multidisciplinares, desenvolvimento simultâneo, projeto para manufatura, compartilhamento das informações e ferramentas computacionais. Em relação aos tópicos específicos abordados, essas características correspondem aos de nº 4, 5, 6, 7 e 8. O tópico de nº 3 também foi explorado, porém, é considerado um fator importante num ambiente de inovação, contribuindo tangencialmente com a Engenharia Simultânea. Os de nº 1 e 2 foram os menos explorados nesta pesquisa, por não terem sido considerados tão relevantes na prática da Engenharia Simultânea.

Quanto ao t3pico de n.º 4, apesar de n3o ser considerado uma das caracter3sticas relevantes na pr3tica da Engenharia Simult3nea, constatou-se em pesquisas anteriores, que as ferramentas computacionais normalmente est3o presentes neste ambiente e muito contribuem para potencializar seus efeitos.

A fim de estratificar as informa3es a serem obtidas atrav3s dos grupos de quest3es apresentados na terceira coluna da Tabela 6, atribuíram-se pontos de 1 a 5 às respostas dadas, como indicado na Tabela 7.

Tabela 7: Pontuação atribuída para a escala de Likert

Resposta	DF	D	N	C	CF
Pontuação	1	2	3	4	5

A seguir, para cada respondente (um representante por empresa), foram encontradas as somas dos pontos dentro de cada grupo de quest3es. Assim, por exemplo, se um grupo de quest3es 3 composto por 4 quest3es, um respondente obteve para este grupo um m3nimo de 4 pontos (se respondeu DF em todas as quest3es) e no m3ximo 20 pontos (se respondeu CF em todas as quest3es). Os valores m3nimos e m3ximos de pontos dependiam do n3mero de quest3es que compunham o grupo.

Com o objetivo de analisar os resultados por t3picos abordados, fez-se necess3rio se estabelecerem faixas comuns de classifica3o para todos os grupos de quest3es. Arbitrou-se, ent3o, que 3 n3veis de classifica3o seriam adotados: baixo, m3dio e alto, conforme 3 visto na Tabela 8.

Tabela 8: Faixas de pontos para os níveis: baixo, médio e alto

N.º de questões contidas nos grupos dos tópicos específicos	Valores resultantes da somatória dos pontos por tópico específico		
	BAIXO	MÉDIO	ALTO
1	1 a 2	3	4 a 5
2	2 a 4	5 a 7	8 a 10
4	4 a 8	9 a 15	16 a 20
5	5 a 10	11 a 19	20 a 25
12	12 a 24	25 a 47	48 a 60

O critério especificado tem as seguintes características: a pontuação mais baixa se refere ao caso de uma empresa que, para um determinado grupo de questões, responde DF em todas as questões, e a mais alta é referente ao caso de o respondente preencher CF em todas as questões.

As subdivisões apresentadas na Tabela 8 em baixo, médio e alto, foram selecionadas visando a uma partição equitativa em termos de percentual para os níveis extremos e um percentual maior para o nível médio, com exceção do caso dos grupos compostos por uma ou duas questões.

Como todas as questões foram formuladas de modo a despertar no respondente sempre a mesma atitude positiva crescente em relação ao assunto abordado à medida que flutua na escala de 1 a 5 (Discordo Fortemente até Concordo Fortemente), a interpretação desses três níveis é a mesma para todos os tópicos abordados.

O nível baixo reflete que a empresa não se encontra no contexto da característica analisada, vinculada ao conceito de Engenharia Simultânea.

O nível médio indica que a empresa se encontra próxima à característica analisada, vinculada ao conceito de Engenharia Simultânea, porém com alguns problemas que tendem a obstruir sua utilização com eficiência.

O nível alto mostra a presença da característica analisada na empresa, vinculada ao conceito de Engenharia Simultânea, não apresentando problemas relevantes neste tópico específico.

Uma vez estabelecidos os níveis já descritos, cada respondente foi classificado em relação ao nível de utilização dos tópicos abordados entre as empresas. Sendo assim, foi possível verificar a *performance* da empresa no grupo pesquisado, considerando-se todos os itens avaliados.

## **4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **4.3.1 ANÁLISE REALIZADA POR EMPRESA**

Conforme foi apresentado na Tabela 6, algumas questões contidas no questionário foram agrupadas, com o intuito de avaliar determinados temas relacionados à Engenharia Simultânea.

Inicialmente, apresentam-se os resultados referentes ao nível de utilização de cada tópico específico gerado pelo agrupamento das questões, encontrando-se empresas classificadas no nível baixo, médio e alto. Em seguida, apresenta-se a somatória dos pontos obtidos por cada uma das empresas em cada tópico específico, situando-as em relação à amostra no que se refere ao nível de utilização do mesmo. Na Tabela 9, são apresentados os resultados da classificação de cada



empresa, nos diversos tópicos específicos abordados.

Tabela 9: Resultados individuais das empresas por tópico específico

TÓPICOS ESPECÍFICOS	EMPRESAS						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1. Autonomia do líder de projetos.	A	M	A	A	A	B	A
2. Nível de qualidade: certificação ISO 9000.	A	B	A	A	A	A	A
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	M	M	A	M	B	M	M
4. Utilização e integração de ferramentas computacionais.	M	M	M	A	M	A	M
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	A	M	A	M	M	M	A
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	A	M	A	M	A	A	A
7. Acesso e efetividade da comunicação.	A	M	A	M	M	A	A
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	A	A	M	B	M	B	A

B: Nível Baixo

M: Nível Médio

A: Nível Alto

Na Tabela 9, pode-se verificar o nível de utilização de cada tópico específico por cada uma das empresas pesquisadas, os quais foram agrupados por nível em que foram incorporados pelas empresas na Tabela 10.

As empresas apresentadas na Tabela 10, estão dispostas segundo sua classificação em termos de pontuação total obtida nos oito tópicos específicos avaliados, que são apresentados posteriormente na Tabela 11.

Tabela 10: Características vinculadas ao conceito de Engenharia Simultânea e seu nível de utilização

EMPRESAS	ALTO	MÉDIO	BAIXO
E3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autonomia do líder</li> <li>➤ Qualidade</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> <li>➤ Estrutura matricial</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> <li>➤ Investimento- pesquisa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> <li>➤ Valorização da equipe</li> </ul>	
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autonomia do líder</li> <li>➤ Qualidade</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> <li>➤ Estrutura matricial</li> <li>➤ Valorização da equipe</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investimento- pesquisa</li> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> </ul>	
E6	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Qualidade</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investimento- pesquisa</li> <li>➤ Estrutura matricial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Valorização da equipe</li> <li>➤ Autonomia do líder</li> </ul>
E7	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autonomia do líder</li> <li>➤ Qualidade</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> <li>➤ Estrutura matricial</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> <li>➤ Valorização da equipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investimento- pesquisa</li> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> </ul>	
E5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autonomia do líder</li> <li>➤ Qualidade</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> <li>➤ Estrutura matricial</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> <li>➤ Valorização da equipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investimento- pesquisa</li> </ul>
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Valorização da equipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> <li>➤ Autonomia do líder</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> <li>➤ Estrutura matricial</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> <li>➤ Investimento- pesquisa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Qualidade</li> </ul>
E4	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autonomia do líder</li> <li>➤ Qualidade</li> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investimento- pesquisa</li> <li>➤ Estrutura matricial</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Valorização da equipe</li> </ul>

Observa-se, na Tabela 10, que todas as empresas pesquisadas apresentam no mínimo dois tópicos subutilizados, relacionados ao conceito de Engenharia Simultânea.

Será visto com mais detalhes a pontuação parcial de cada empresa em relação a cada tópico abordado segundo a Tabela 8 e a somatória dos pontos por empresa na Tabela 11.

Tabela 11: Resultados obtidos por empresa

TÓPICOS ESPECÍFICOS	EMPRESAS						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1. Autonomia do líder de projetos.	4	3	5	4	5	2	4
2. Nível de qualidade: certificação ISO 9000.	4	2	5	5	5	5	5
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	14	14	19	9	6	14	13
4. Utilização/integração de ferramentas computacionais.	18	16	19	22	18	20	13
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	8	6	9	5	6	7	9
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	16	15	18	14	16	19	16
7. Acesso e efetividade da comunicação.	50	40	53	32	45	49	48
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	8	9	6	2	7	2	8
<b>TOTAL POR EMPRESA</b>	122	105	134	93	108	118	116

Pode-se verificar, na Tabela 11, que apesar de a empresa n.º 6 ter apresentado dois tópicos classificados no nível baixo na Tabela 10, as empresas de números 5, 2 e 4, mesmo apresentando-se com um único tópico no nível baixo, obtiveram na somatória dos pontos, provenientes do agrupamento de questões, valores inferiores aos da empresa n.º 6, apresentando-se, portanto, com uma classificação inferior a esta empresa. O mesmo caso verifica-se com a empresa n.º 7, que não apresentou nenhum tópico no nível baixo.

Na Tabela 12 são apresentados os valores correspondentes à frequência relativa obtida por empresa, resultante da diferença da pontuação total obtida por empresa e o número mínimo de

pontos possíveis na somatória por empresa, divididos pela diferença entre o número máximo e mínimo de pontos possíveis na somatória por empresa.

Tabela 12: Frequência relativa obtida por empresa

	EMPRESAS						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
<b>TOTAL POR EMPRESA</b>	122	105	134	93	108	118	116
<b>FAIXA DE PONTOS (MÍN. E MÁX.)</b>	31 pontos (31 questões ; DF=1) a 155 pontos (31 questões ; CF=5)						
<b>FREQÜÊNCIA RELATIVA POR EMPRESA</b>	$\frac{122-31}{155-31}$	$\frac{105-31}{155-31}$	$\frac{134-31}{155-31}$	$\frac{93-31}{155-31}$	$\frac{108-31}{155-31}$	$\frac{118-31}{155-31}$	$\frac{116-31}{155-31}$
<b>RESULTADO (%)</b>	73,4	59,6	83,0	50,0	62,1	70,1	68,5

Para a classificação das empresas em relação à amostra, quanto à sua proximidade no que se refere aos tópicos específicos abordados na pesquisa, as empresas foram relacionadas segundo a sua frequência relativa à escala de pontuação que variou de 31 a 155 pontos, relativos aos valores mínimo e máximo possíveis na somatória das colunas por empresa. Identificaram-se como nível alto de utilização dos tópicos abordados pela empresa aquelas que obtiveram percentual acima de 70%, nível médio as de percentual entre 60% e 70% e nível baixo as empresas que apresentaram valores inferiores a 60%. Baseada nestes critérios, a classificação resultante foi a seguinte:

1°	Empresa 3	83,0 %
2°	Empresa 1	73,4 %
3°	Empresa 6	70,1 %
<hr/>		
4°	Empresa 7	68,5 %
5°	Empresa 5	62,1 %
<hr/>		
6°	Empresa 2	59,6 %
7°	Empresa 4	50,0 %

Com estes resultados, é possível verificar o posicionamento da empresa em relação ao grupo pesquisado e sua situação em relação aos tópicos abordados, com o objetivo de identificar o nível de utilização de ferramentas e técnicas associadas à Engenharia Simultânea.

Do grupo de empresas participantes, apenas três delas apresentaram valores acima de 70%. Das quatro restantes, duas apresentaram valores entre 60% e 70% e duas mostraram valores abaixo de 60%, no que se refere à utilização de ferramentas e técnicas associadas à Engenharia Simultânea.

Na próxima sessão, serão explorados cada um dos tópicos específicos no grupo pesquisado.

#### **4.3.2 ANÁLISE REALIZADA POR TÓPICO ESPECÍFICO**

Como foi visto na Tabela 10, todos os tópicos foram agrupados em três níveis: baixo,

médio e alto, porém receberam valores diferentes quando somados por tópico específico. Isto se deu devido a cada tópico ser composto por um número diferente de questões. Inicialmente, serão apresentados os valores em percentuais nos níveis baixo, médio e alto, segundo cada tópico avaliado e, posteriormente, será realizada a somatória dos pontos obtidos por cada tópico, calculando-se, em seguida, a frequência relativa de cada um deles, segundo a escala de variação de pontuação mínima e máxima possível para cada um dos oito itens.

Na Tabela 13, são apresentadas as frequências com que as empresas se classificam nos diversos tópicos específicos abordados, segundo os critérios especificados na Tabela 8.

Tabela 13: Frequências e percentuais de empresas classificadas nos níveis baixo, médio e alto

TÓPICOS ESPECÍFICOS	NÍVEIS		
	Baixo	Médio	Alto
1. Autonomia do líder de projetos.	1 (14,3%)	1 (14,3%)	5 (71,4%)
2. Nível de qualidade: certificação ISO 9000.	1 (14,3%)	0 (0 %)	6 (85,7%)
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	1 (14,3%)	5 (71,4%)	1 (14,3%)
4. Utilização e integração de ferramentas computacionais.	0 (0 %)	5 (71,4%)	2 (28,6%)
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	0 (0 %)	4 (57,2%)	3 (42,8%)
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	0 (0 %)	2 (28,6%)	5 (71,4%)
7. Acesso e efetividade da comunicação.	0 (0 %)	3 (42,8%)	4 (57,2%)
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	2 (28,6%)	2 (28,6%)	3 (42,8%)
<b>EM RELAÇÃO A TODOS OS ITENS</b>	<b>8,9 %</b>	<b>42,9 %</b>	<b>48,2 %</b>

Na Tabela 13, verifica-se que as empresas pesquisadas apresentam a maior parte do seu percentual relativo ao nível de utilização dos tópicos abordados situados em médio e alto,

mostrando, portanto, que as empresas apresentam características da Engenharia Simultânea, porém com alguns pontos deficitários.

A Tabela 14 apresenta os valores obtidos com a somatória dos pontos segundo a escala de Likert em cada tópico específico por empresa e a pontuação total de todas as empresas da amostra, segundo cada tópico avaliado. Com esses dados é possível verificar o nível de adoção destes itens entre as empresas pesquisadas.

Tabela 14: Resultados obtidos por tópico específico

<b>TÓPICOS</b>	<b>EMPRESAS</b>							<b>TOTAL</b>
<b>ESPECÍFICOS</b>	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	<b>POR TÓPICO</b>
1. Autonomia do líder de projetos.	4	3	5	4	5	2	4	27
2. Nível de qualidade: certificação ISO 9000.	4	2	5	5	5	5	5	31
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	14	14	19	9	6	14	13	89
4. Utilização e integração de ferramentas computacionais.	18	16	19	22	18	20	13	126
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	8	6	9	5	6	7	9	50
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	16	15	18	14	16	19	16	114
7. Acesso e efetividade da comunicação.	50	40	53	32	45	49	48	317
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	8	9	6	2	7	2	8	42

Os valores resultantes por tópico específico serão analisados na tabela seguinte, devido a situarem-se em faixas diferentes de pontuação.

A Tabela 15 apresenta os valores correspondentes à frequência relativa obtida por cada um dos tópicos específicos, em relação a cada faixa de pontuação proveniente da somatória dos pontos do grupo de questões que compõem cada item.

Tabela 15: Frequência relativa obtida por tópico específico

<b>TÓPICOS ESPECÍFICOS</b>	<b>Total por tópico</b>	<b>Faixa de pontos (mín. e máx.)</b>	<b>Frequência relativa por empresa</b>	<b>Resultado (%)</b>
1. Autonomia do líder de projetos.	27	7 a 35	$\frac{27-7}{35-7}$	71,4
2. Nível de qualidade: certificação ISO 9000.	31	7 a 35	$\frac{31-7}{35-7}$	85,7
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	89	28 a 140	$\frac{89-28}{140-28}$	54,4
4. Utilização e integração de ferramentas computacionais.	126	35 a 175	$\frac{126-35}{175-35}$	65,0
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	50	14 a 70	$\frac{50-14}{70-14}$	64,3
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	114	28 a 140	$\frac{114-28}{140-28}$	76,8
7. Acesso e efetividade da comunicação.	317	84 a 420	$\frac{317-84}{420-84}$	69,3
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	42	14 a 70	$\frac{42-14}{70-14}$	50,0

O mesmo critério utilizado para a classificação das empresas na sessão 4.3.1 foi adotado para verificar o nível de utilização de cada tópico específico entre as empresas.

A classificação dos tópicos abordados, quanto a sua utilização pelas empresas que participaram da pesquisa, é a seguinte:

1º	Nível de qualidade: certificação ISO 9000	85,7 %
2º	Interface e entendimento entre os membros da equipe	76,8 %
3º	Autonomia do líder de projetos	71,4 %
<hr/>		
4º	Acesso e efetividade da comunicação	69,3 %
5º	Utilização e integração de ferramentas computacionais	65,0 %
6º	Estrutura organizacional do tipo matricial	64,3 %



---

7º	Nível de capacitação de recursos humanos	54,4 %
8º	Reconhecimento e valorização do grupo	50,0 %

Pela classificação, verifica-se que, das 7 empresas pesquisadas, os tópicos relativos a qualidade, interface e entendimento entre os membros da equipe e autonomia do líder de projetos, obtiveram um percentual de utilização acima de 70%, o que demonstra razoável desempenho dessas características. As figuras 3, 4 e 5 mostram a situação destas características junto às empresas.

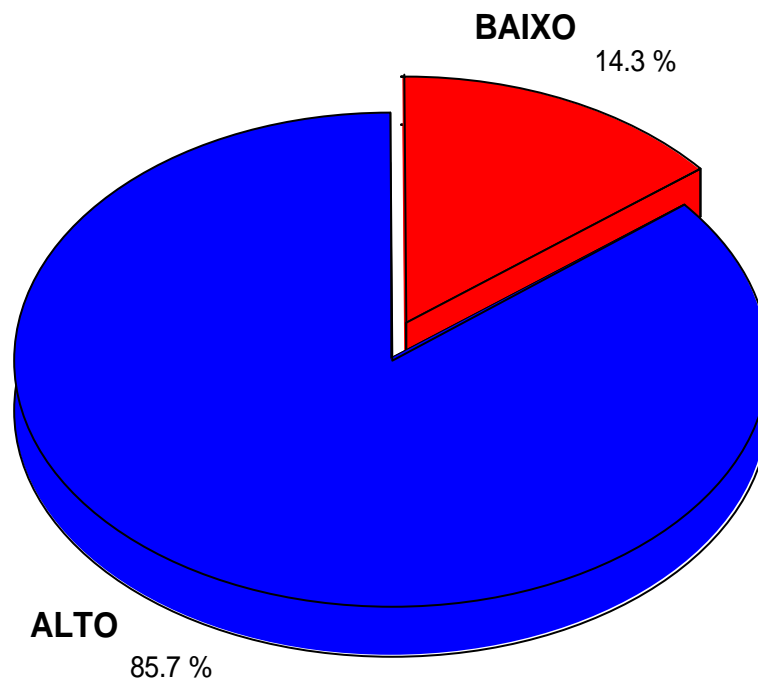


Figura 3: Nível de qualidade: certificação ISO 9000

A Figura 3 mostra que a maior parte das empresas possuem certificação ISO 9000. De acordo com BUENO (1997), presidente do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia), o Brasil hoje ocupa a sexta posição na taxa de crescimento em empresas certificadas no mundo.

Segundo ele, as normas ISO 9000 são consideradas fundamentais para as empresas que desejam sobreviver no mercado globalizado. Exemplo disso são os estudos que mostram a correlação entre empresas certificadas e ganhos de produtividade. No Brasil, as empresas certificadas são empresas de sucesso, efetivamente vitoriosas.

Levantamentos até setembro de 1997, segundo fonte da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – CB-25 – Comitê Brasileiro de Qualidade, mostram que o Brasil possui 1173 empresas com certificado ISO 9000, com taxa de crescimento do número de certificados na ordem de 68,5% ao ano.

Isso mostra que a representação brasileira relativa à questão da qualidade tem sido extremamente relevante.

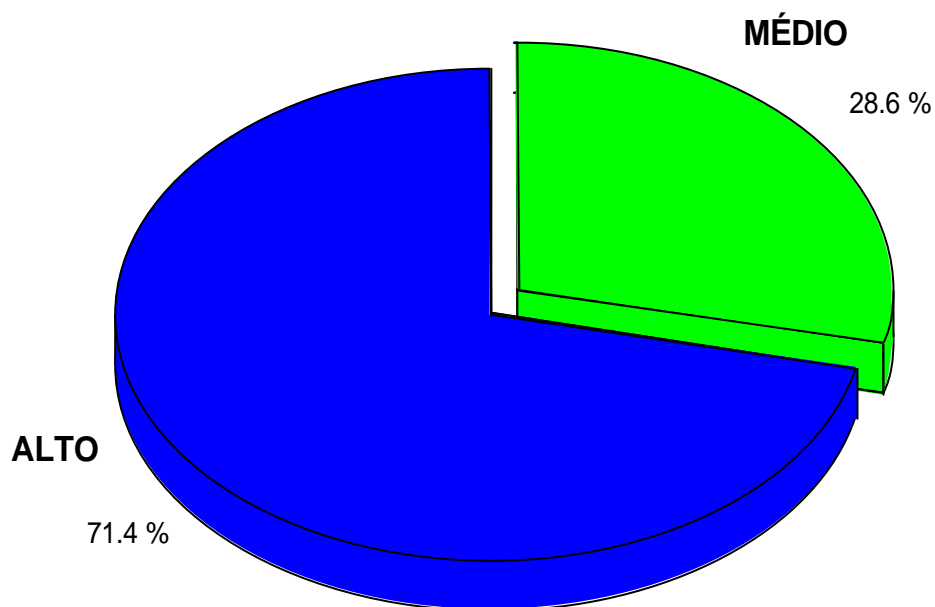


Figura 4: Interface e entendimento entre os membros da equipe

A Figura 4 mostra o nível de interface e entendimento entre os membros da equipe, sejam eles internos ou externos à empresa, envolvidos com o desenvolvimento do projeto do produto.

Este tópico obteve bons resultados junto às empresas, pois essas não apresentaram problemas relevantes em relação ao entendimento entre os integrantes da equipe constituída para desenvolver determinado projeto.

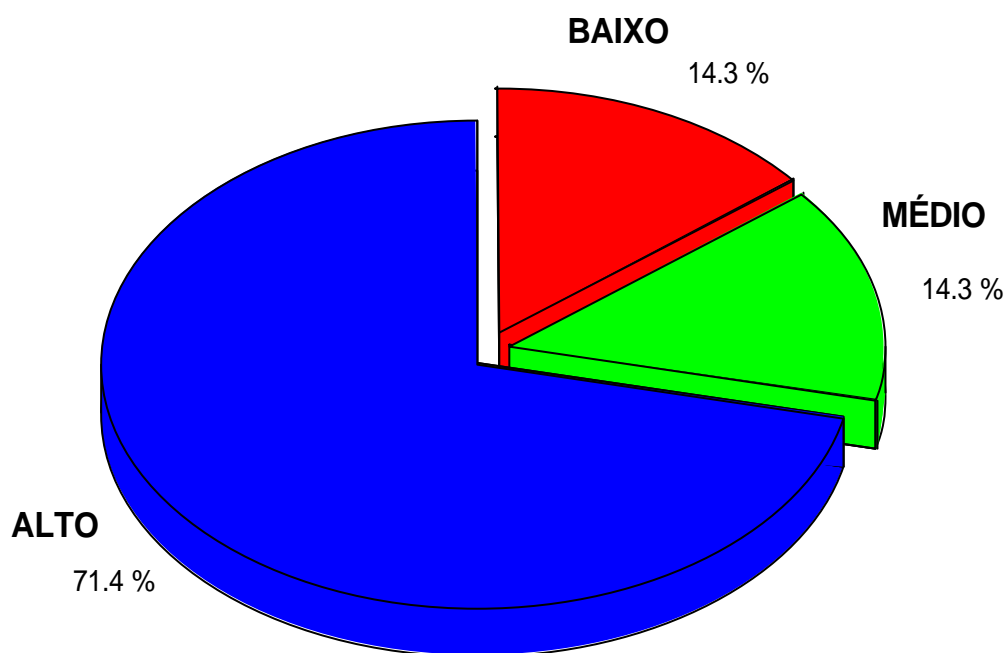


Figura 5: Autonomia do líder de projetos

Na Figura 5, é possível verificar um índice alto na maior parte das empresas pesquisadas, em relação ao grau de autonomia do líder de projetos.

Esta autonomia foi verificada quanto ao fato de o líder poder escolher os integrantes para compor a equipe para trabalhar num determinado projeto e quanto à coordenação da equipe

durante o processo de desenvolvimento do produto.

Em relação aos tópicos que foram classificados entre 60% e 70%, estão a efetividade da comunicação, a utilização e integração de ferramentas computacionais e estrutura organizacional do tipo matricial. Este percentual demonstra a presença dessas características, porém, com alguns problemas que tendem a obstruir o processo de desenvolvimento do produto. As figuras 6, 7 e 8 mostram com detalhes a situação destas características junto às empresas.

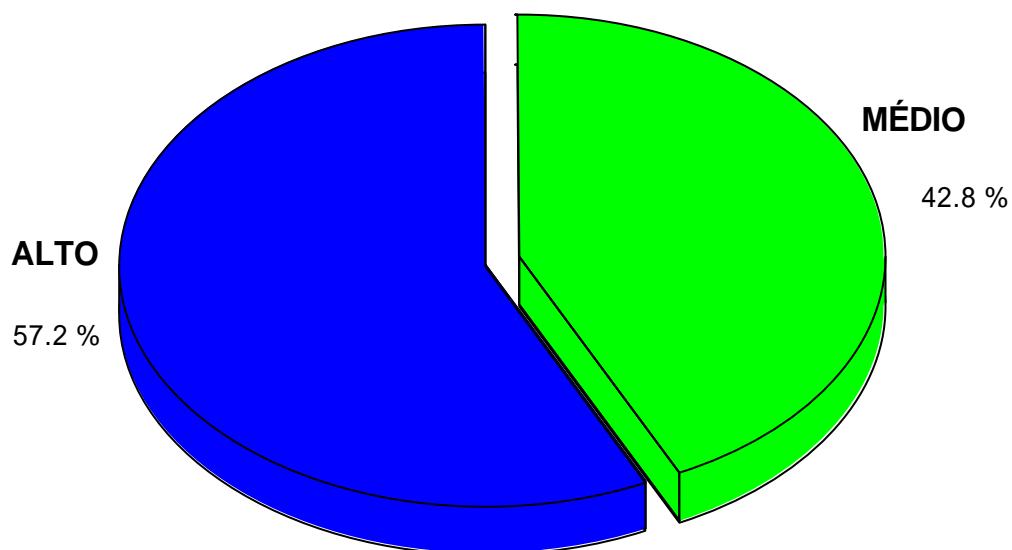


Figura 6: Eficiência da comunicação

Em relação à Comunicação, pode-se observar na Figura 6 a evidência de problemas quanto a sua eficiência, que foram verificados principalmente nos itens descritos abaixo. O primeiro foi o que apresentou maior problema entre as empresas pesquisadas e os outros sucessivamente em menor grau.

- Problemas no repasse de informações necessárias para a realização do projeto nas diferentes etapas do processo.
- Baixa capacidade para barganha e negociação.
- Baixa capacidade para resolver conflitos.
- Pouca transferência de informações negociais.
- Intercâmbio de informações sensíveis ao tempo repassadas com atraso.
- Pouca informação sobre as decisões críticas sobre o projeto (relativas ao produto e ao processo).
- Falta de informações preliminares.
- Entre os setores envolvidos no projeto, os membros da equipe não se comunicam com frequência suficiente para repassar o processo de desenvolvimento do produto.

Quanto aos meios de comunicação mais utilizados pelas empresas, os mais citados foram: correio eletrônico (*e-mail*), reunião, telefone e FAX. Os três primeiros foram citados por quatro das sete empresas e o uso de FAX por apenas três delas, o que mostra que esses recursos, considerados mais informais e portanto mais ágeis, são utilizados com mais frequência, porém ainda não adotados pela totalidade das empresas.

Ainda nesta classificação encontra-se a utilização e integração de ferramentas computacionais. A Figura 7 mostra o quanto as equipes de projetos fazem uso de *softwares* de suporte e seu respectivo grau de integração. Investiga a nível exploratório a padronização interna na empresa, utilizada para o desenvolvimento de novos produtos e alguns aspectos inerentes às ferramentas computacionais utilizadas.

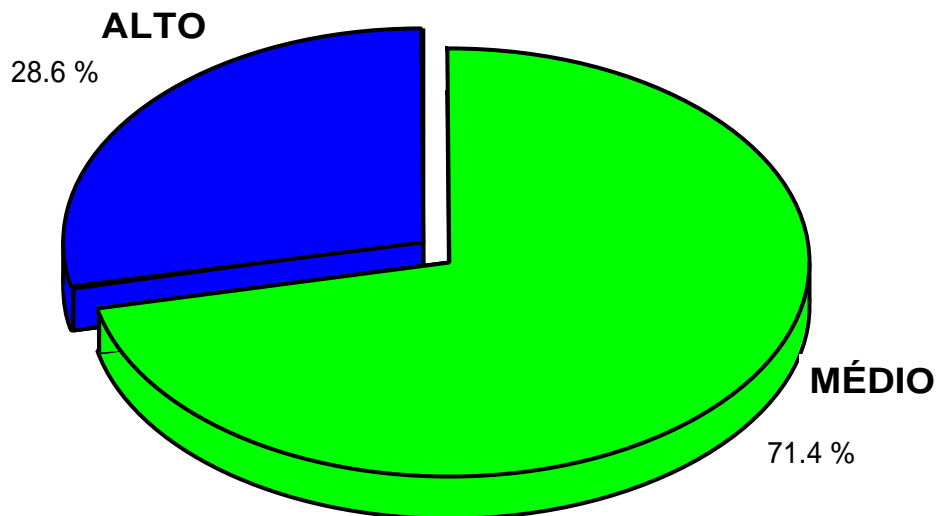


Figura 7: Grau de utilização e integração de ferramentas computacionais

O que se verificou foi que o CAD-2D é utilizado nas sete empresas, o CAD-3D e recursos de CAE foram verificados em cinco das sete empresas e o CAM em apenas duas unidades, as quais utilizam o sistema integrado CAD/CAE/CAM. Destas duas empresas, uma se encontra em fase de implantação da Engenharia Simultânea, com divulgação e conscientização sobre o tema e reestruturação da sua estrutura organizacional.

Em relação à padronização interna adotada para os sistemas computacionais, verificou-se apenas a nível de desenho. Cinco das empresas pesquisadas possuem uma metodologia de trabalho em CAD e, destas, todas a utilizam regularmente.

Quanto à integração dos sistemas CAD/CAE/CAM, ainda apresenta problemas no compartilhamento e na transmissão eletrônica de dados.

O *software* de CAD que mais se apresentou entre as empresas, foi o AutoCAD (*software* utilizado para a realização de desenhos técnicos).

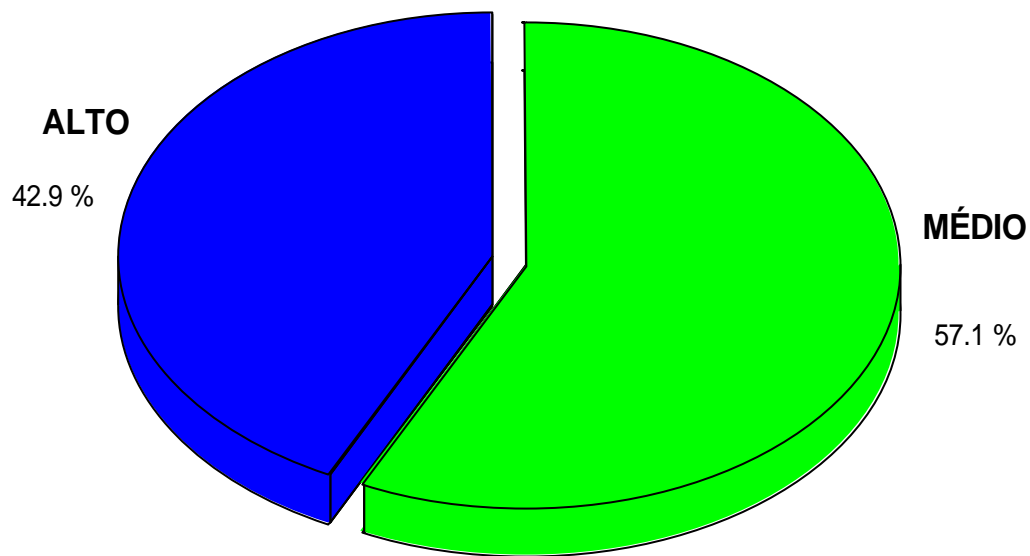


Figura 8: Estrutura organizacional do tipo matricial

Em relação à estrutura organizacional da empresa, a Figura 8 mostra que a maioria das empresas ainda utilizam a estrutura organizacional tradicional, que normalmente é favorecida em ambientes cujas atividades são repetitivas e o ambiente estável.

Ela consiste num tipo de estrutura que possui um alto nível de formalização, unidade de comando, especialização elevada, comunicação vertical e formas tradicionais de departamentalização funcional.

A departamentalização funcional tem como critério básico o agrupamento de pessoas de mesma área de conhecimento em espaço físico comum, denominado departamento.

A estrutura matricial, que esta pesquisa se propôs a medir, apareceu como solução para as atividades integradas, ou seja, para aquelas que exigiam maior interação entre as áreas funcionais.

A matriz é uma forma de manter as unidades funcionais, criando relações horizontais entre elas.

Existem dois tipos de estrutura matricial: a estrutura matricial funcional e a estrutura matricial por projetos.

A estrutura matricial funcional é um tipo de estrutura onde o nível hierárquico do gerente de projetos é inferior ao do gerente funcional. Este tipo de matriz se usa em organizações com poucos projetos interdisciplinares e com baixo grau de prioridade.

A estrutura matricial por projetos é aquela em que os gerentes de projetos têm nível hierárquico superior aos gerentes funcionais. Geralmente é utilizada quando os projetos interdisciplinares têm prioridade para o sucesso da organização.

Como a própria definição esclarece, verifica-se que este tipo de estrutura é uma das que melhor se adapta ao ambiente de Engenharia Simultânea, porém ainda pouco encontrado entre as empresas (VASCONCELLOS E HEMSLEY, 1989).

Apesar de as estruturas organizacionais das empresas mostrarem-se ainda departamentalizadas, verificou-se o envolvimento de vários setores no desenvolvimento do produto.

Os setores que se mostraram mais freqüentemente envolvidos com o desenvolvimento do produto nas empresas pesquisadas são apresentados na Tabela 16.



Tabela 16: Setores envolvidos com o desenvolvimento do produto

SETORES	N.º de empresas que citaram estes setores
Desenvolvimento do Processo	7
Engenharia do Produto e Fabricação	6
Participação de outras empresas, Vendas e <i>Marketing</i>	5

Os setores que praticamente não foram citados pelos representantes são:

- Setor de Pesquisa e Desenvolvimento.
- Setor de Projeto do Produto.
- Setores Administrativos.

Percebe-se que os dois primeiros setores acima citados são responsáveis diretos pela elaboração de novos produtos, e, portanto, deveriam estar mais próximos dos outros setores durante o processo de desenvolvimento do produto. No entanto, isto parece não acontecer.

Em relação aos menores níveis de classificação, ou seja, os itens que obtiveram valores abaixo de 60%, foram relativos aos tópicos “nível de capacitação de recursos humanos” e “valorização e reconhecimento da equipe formada para desenvolver um determinado projeto”, o que significa que estas características ou não possuem grande relevância dentro das empresas pesquisadas ou não foram exploradas o suficiente. As figuras 9 e 10, mostram a situação destas duas características.

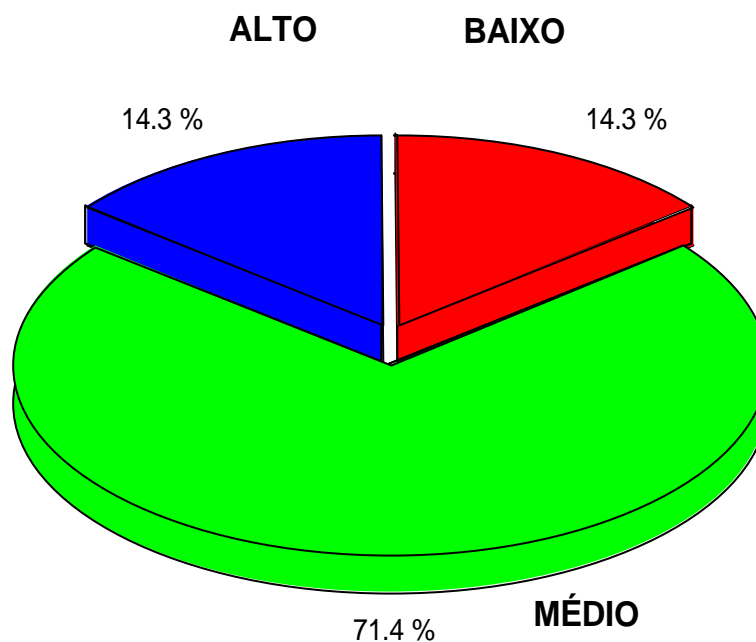


Figura 9: Nível de capacitação de recursos humanos

Pode-se ver na Figura 9 o panorama geral das empresas no que se refere à política de investimento em pesquisas, treinamentos e cursos necessários para o desenvolvimento de suas tarefas.

Segundo os resultados, verificou-se que a maioria das empresas não possui um setor específico destinado à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, porém investe-se razoavelmente em treinamento e cursos específicos para o desenvolvimento das tarefas.

Pode-se dizer, portanto, que hoje se investe mais em qualificação do funcionário do que em competência propriamente dita. Segundo FLEURY (1997b), competência diz respeito ao saber fazer e agir num contexto profissional, porém, para sua formação, faz-se necessário um permanente ajuste e aperfeiçoamento da dinâmica entre os reais requisitos do trabalho e a capacitação das pessoas.

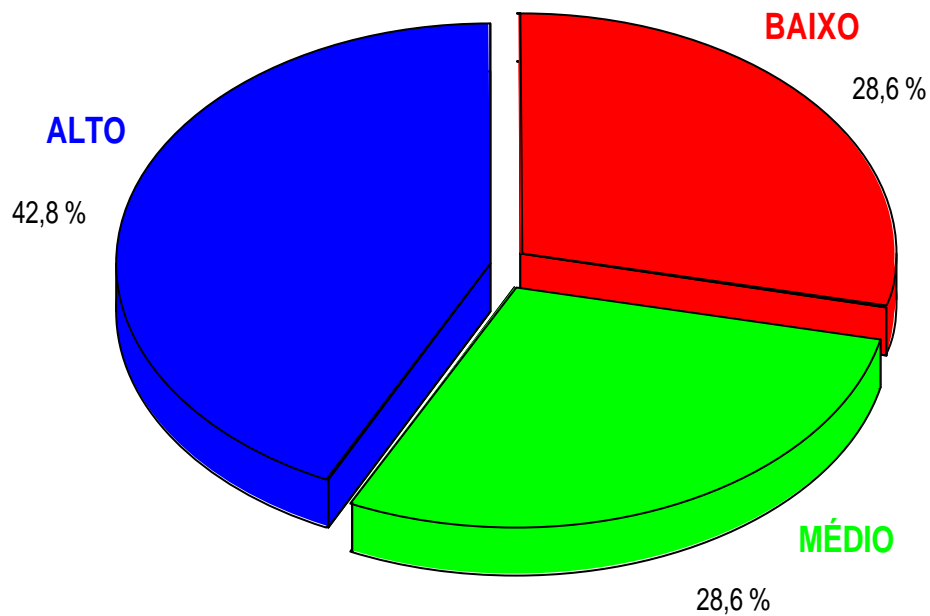


Figura 10: Valorização da equipe

A Figura 10 mostra o nível encontrado nas empresas referente ao reconhecimento da equipe no que se refere a sua avaliação e recompensa por desempenho grupal.

Constatou-se que a avaliação é realizada pelo desempenho do grupo em 3 das empresas pesquisadas, porém a recompensa é baseada apenas no desempenho individual.

#### 4.3.3 PROBLEMAS VERIFICADOS NAS EMPRESAS

Os problemas verificados nas empresas pesquisadas são os descritos na Tabela 17.

Tabela 17: Problemas apresentados pelas empresas pesquisadas

EMPRESA	PROBLEMAS
E1	Não relatado
E2	➤ “Alguns lançamentos de novos produtos tiveram reflexo negativo quando uma das equipes foi alvo de destaque. Desta forma, o resultado da organização não foi conforme o esperado. Quando todos trabalham com um só objetivo, os resultados têm sido surpreendentes.”
E3	➤ “Dificuldade de cumprimento de prazos preestabelecidos e estoque obsoleto de alguns itens de baixo valor.”
E4	➤ “Problema sério de comunicação.”
E5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Falta de retorno dos projetistas, quando ocorre alterações no projeto.”</li> <li>➤ “Demora no envio de informações provenientes de empresas externas.”</li> <li>➤ “Problemas de comunicação e relacionamento pessoal.”</li> <li>➤ “Concentração de tarefas em algumas pessoas do setor.”</li> </ul>
E6	Não relatado
E7	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Atraso por parte dos fornecedores.”</li> <li>➤ “Sobrecarga de trabalho.”</li> <li>➤ “Pouco tempo para implementar novas técnicas de fabricação.”</li> <li>➤ “Pouca possibilidade de alterar projetos provenientes de unidades externas – matriz.”</li> </ul>

Percebe-se, nesta Tabela, que a maioria dos relatos foram referentes ao nível de comunicação. Outros problemas também foram levantados, como o grau de cooperação do pessoal envolvido com o projeto, o cumprimento de prazos, a existência de estoques obsoletos, a sobrecarga de trabalho e a pouca flexibilidade para alterações de projetos já pré-concebidos.

Em relação ao primeiro item, mostra concordância direta com os resultados apresentados, referentes à classificação dos tópicos específicos.

A comunicação foi um dos tópicos que obteve baixo percentual a nível de eficiência, sendo este na ordem de 69,3%. Este fator se potencializa com a deficiência a nível de estrutura organizacional, que se apresenta na maioria das empresas como funcional, a qual tende a dificultar a integração entre os diversos setores envolvidos no projeto.

O problema de integração das ferramentas computacionais, também contribui em parte, com a ineficiência na transmissão de informações durante o processo de desenvolvimento do produto. Este tópico apresentou um percentual a nível de eficiência, relativo a 65,0%.

O reconhecimento e a valorização das equipes, constituídas para desenvolver determinados projetos, também é um tópico chave para incentivar o trabalho conjunto e interativo, no entanto, este foi o de mais baixa classificação entre as empresas, com percentual equivalente a 50%.

Pode-se dizer que, baseado nos conceitos atribuídos à Engenharia Simultânea, todos estes tópicos têm grande potencial para obstruir o processo de desenvolvimento do produto. No entanto, em relação aos dois primeiros problemas citados pelas empresas, referentes à comunicação e ao grau de cooperação do pessoal envolvido com o projeto, vale lembrar que foram exatamente esses dois itens que apresentaram melhoras entre as empresas que já haviam implantado a Engenharia Simultânea, citados no capítulo 3, sessão 3.5.2.

Em relação ao problema referente ao cumprimento de prazos, foi citado pela mesma empresa que alegou possuir estoques obsoletos. Neste caso, os dois sintomas mostram problemas a nível organizacional.

Quanto aos problemas de sobrecarga de trabalho e à pouca flexibilidade para alterações

de projetos já pré-concebidos, também foram citados pela mesma empresa. O primeiro refere-se ao número reduzido de funcionários e o segundo, é relativo à baixa autonomia decisória das empresas locais.

Segundo FLEURY (1997b), as empresas transnacionais mostram uma tendência de investirem nas empresas locais, apenas em atividades de caráter operacional, tornando-as dependentes da matriz. Isto faz com que a indústria brasileira trabalhe articulada às cadeias produtivas globais, numa posição de baixa autonomia decisória, especialmente nos planos gerencial e tecnológico. Este fator não só prejudica a empresa local, como o desenvolvimento social e econômico do país.

#### **4.3.4 EMPRESA EM FASE DE IMPLANTAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

A empresa que estava oficialmente implantando a Engenharia Simultânea durante o período de coleta de dados, com divulgação da metodologia, é a empresa E7, que ficou em 4º lugar na classificação apresentada para a amostra estudada, com valor referente ao nível de adoção dos fatores que caracterizam a presença da Engenharia Simultânea, na ordem de 68,5%.

Ela iniciou o processo de implantação no início de 1995, através de uma conscientização da necessidade de mudanças e com divulgações sobre o assunto. Utilizou, para este fim, cartazes, manuais, reuniões e palestras sobre o tema Engenharia Simultânea.

Neste período, a principal dificuldade encontrada por seus dirigentes foi a resistência às mudanças provenientes dos funcionários da empresa. A solução adotada pela empresa para resolver este impasse foi a imposição da diretoria junto aos funcionários.

Até julho de 1997, quando a empresa foi visitada pela autora desta dissertação, a inércia

já havia sido superada pelos funcionários e, em relação ao custo do processo de implantação da Engenharia Simultânea, a empresa praticamente não havia utilizado recursos financeiros, pois alteraram apenas a forma de se trabalhar.

Criaram a função do *Project Manager* para que coordenasse a equipe para desenvolver um determinado projeto, a qual tem como responsabilidade, administrar o projeto como um todo, convocando para reuniões frequentes o pessoal de outros setores, envolvidos diretamente com o projeto. Após esta pequena alteração, já foi verificada uma melhoria considerável no fluxo de informações entre as pessoas envolvidas no projeto, que era um dos problemas da empresa.

Ocorreram também outras mudanças, decorrentes do processo de implantação de algumas técnicas provenientes da Produção Enxuta, como redução de estoques e otimização de máquinas e ambientes.

Mesmo com baixos investimentos financeiros, verificaram-se resultados como a redução de retrabalho no setor de fabricação, pois, devido à proximidade desse setor com o setor de projetos, foi possível se obterem melhorias significativas no processo de desenvolvimento do produto, reduzindo assim os problemas de manufatura.

Após as primeiras mudanças, a empresa começou a sentir dificuldades provenientes da sua estrutura rígida, a qual impedia o melhor de sua eficiência no processo de desenvolvimento do produto segundo os conceitos da Engenharia Simultânea.

Um dos problemas que foi detectado refere-se à estrutura organizacional da empresa. Com as novas mudanças, sentiu-se a necessidade de implantar a estrutura matricial por projetos, por motivos já citados neste capítulo e no capítulo 3. Porém, para fazer tal alteração, foi verificada a necessidade de reestruturar os diversos setores da empresa.

Começaram a perceber, enfim, que, juntamente com a nova abordagem de trabalho, surgia também a necessidade de uma reestruturação geral da empresa, para que esta estivesse de acordo com a nova metodologia de trabalho e as suas técnicas associadas.

Estimam que, para essas mudanças, haverá necessidade de razoável investimento financeiro e um esforço ainda maior por parte dos integrantes da empresa referente às mudanças comportamentais exigidas neste contexto.

Até o momento, o que puderam relatar é que estavam dispostos a prosseguir com o projeto de mudança, por acreditarem estar no caminho certo para se tornarem cada vez mais competitivos frente aos seus concorrentes, motivo pelo qual resolveram implantar esta metodologia de trabalho.

#### **4.3.5 COMENTÁRIOS ADICIONAIS**

Segundo a pesquisa realizada por KRUGLIANSKAS (1992) junto às empresas brasileiras, verificou-se que sete empresas estavam em processo de implantação da Engenharia Simultânea. Contatos posteriores o levaram a concluir que as mesmas continuam utilizando a Engenharia Simultânea, aprimorando e implementando a metodologia.

As empresas avaliadas nesta pesquisa foram distintas das empresas pesquisadas pelo Prof. Isak Kruglianskas (USP) em 1992, porém, partiu-se do banco de dados da ANPEI, como sendo empresas consideradas competitivas.

Fazendo uma análise dos resultados apresentados neste capítulo, pode-se dizer que algumas destas empresas pertencentes ao setor industrial brasileiro estão próximas da Engenharia Simultânea, com base nos conceitos mais adotados por autores conhecidos na área, porém ainda



apresentam certas obstruções na utilização da metodologia.

Para avaliar a utilização da Engenharia Simultânea junto às empresas, foi necessário delinear um núcleo de competências que deveriam estar presentes para qualificar a empresa como usuária da Engenharia Simultânea.

O que foi possível verificar, através do levantamento bibliográfico, foi que as quatro principais condições necessárias para se estar inserido no contexto da Engenharia Simultânea são: a formação de equipes multidisciplinares, o desenvolvimento simultâneo das etapas do desenvolvimento do produto, o projeto voltado para a manufatura e o compartilhamento das informações.

No entanto, existem outros fatores que também caracterizam a presença da Engenharia Simultânea. Nesta pesquisa foram escolhidos oito itens considerados como relevantes segundo a conceituação da Engenharia Simultânea.

Dos itens avaliados, os que se mostraram melhor explorados entre as empresas foram: políticas referentes ao fator qualidade, como a certificação ISO 9000, o nível de interface e entendimento entre os membros da equipe e autonomia do líder de projetos. Destes três itens, apenas o segundo contribui diretamente com os principais conceitos atribuídos à Engenharia Simultânea.

Os itens com nível médio de classificação foram: acesso e efetividade da comunicação, utilização e integração de ferramentas computacionais e estrutura organizacional do tipo matricial. Neste caso, os três itens são de extrema relevância no contexto da Engenharia Simultânea e apresentam-se como aspectos que estão aquém do seu potencial junto às empresas pesquisadas.

Os que se apresentaram mais fracos entre as empresas foram os tópicos: nível de capacitação de recursos humanos e o reconhecimento e valorização do grupo. Este último item

também está relacionado diretamente com os principais conceitos atribuídos à Engenharia Simultânea. Neste caso, apresenta-se como um fator que pode estar obstruindo o processo de desenvolvimento do produto no contexto da Engenharia Simultânea.

Segundo investigações realizadas por SCHNEIDER (1995), as empresas no Brasil, com poucas exceções, ainda não formaram uma visão adequada da Engenharia Simultânea devido à indefinição do seu domínio, a qual contribui para o sucesso parcial da Engenharia Simultânea, juntamente com a falta de sistemática durante o processo de implantação dos seus conceitos.

Sem o domínio dos conceitos da Engenharia Simultânea e sem um método adequado para a sua implantação, a empresa acaba muitas vezes subutilizando seu potencial.

Sabe-se, porém, que o amadurecimento na utilização dos princípios da Engenharia Simultânea é um processo gradual e diferentes estágios de maturidade resultam em graus correspondentes de sucesso.

No caso das empresas pesquisadas, percebem-se subutilizações e carências em vários tópicos, que tendem a obstruir a eficiência da Engenharia Simultânea.

Um dos pontos já citados que se apresentou como um dos mais deficitários entre as empresas foi o nível de capacitação de recursos humanos. Este tópico, apesar de não se apresentar conceitualmente no contexto da Engenharia Simultânea, muito contribui nos ambientes inovadores, onde se exige mais flexibilidade e capacidade de absorção de novas tecnologias por parte dos funcionários, ou seja, capacitação do pessoal, visando à melhor adaptação frente a um processo de mudança.

No caso das empresas avaliadas nesta pesquisa e de avaliações realizadas em trabalhos anteriores, percebe-se uma baixa capacidade das empresas em gerar e incorporar novas tecnologias que possibilitem acompanhar o ritmo com que novos produtos estão sendo introduzidos no

mercado.

Segundo SCHNEIDER (1994), para aumentar as chances de sucesso de uma empresa, ela deveria conciliar o aumento da frequência das inovações, o domínio de novas tecnologias, a rápida resposta às oportunidades de mercado e a redução dos custos de desenvolvimento, além de outros fatores.

Uma solução que o autor sugere para se atingirem tais metas é a combinação de duas abordagens: a colaboração entre Escola-Empresa e a Engenharia Simultânea.

Para delinear esta proposta, analisa-se o papel da tecnologia no desenvolvimento de novos produtos.

O produto é o resultado de um processo de desenvolvimento composto por duas etapas básicas: *design* e manufatura. Na etapa do *design*, as necessidades do consumidor são relacionadas com as tecnologias disponíveis para a concepção do produto. Na manufatura, ocorre a transformação dos materiais em um produto, conforme especificações do *design*.

Com base neste modelo, podem-se identificar duas causas básicas que podem originar novos produtos: alteração das necessidades do consumidor e introdução de novas tecnologias.

Analisando a segunda causa, sabe-se que um produto pressupõe um conjunto de tecnologias disponíveis que podem ser incorporadas nele e um conjunto de tecnologias através das quais o produto pode ser fabricado.

Sabe-se também que o conteúdo tecnológico e as especificações do *design* do produto precisam ser compatíveis com a capacidade tecnológica para produzi-lo.

Para tal, necessita-se de tecnologias, especialistas capacitados e grande interação entre o setor de projetos e manufatura.

A alternativa que pode combinar esses fatores é o estabelecimento de uma colaboração

com algum parceiro que domine a tecnologia, para desenvolver produtos sob o domínio da Engenharia Simultânea, onde a relação inter-setorial é um dos seus pontos fortes.

Sabe-se que este tipo de parceria nem sempre é fácil, pois existe uma grande barreira cultural e de objetivos entre empresas e instituições de ensino e pesquisa, que dificulta a colaboração entre elas, particularmente a nível de desenvolvimento do produto.

O mais usual são contribuições de instituições de ensino de forma pontual no desenvolvimento do produto, seja pela introdução de uma nova tecnologia de produto, seja de processo, enquanto que a empresa participa com o seu ambiente de desenvolvimento.

A proposta, porém, é outra, ou seja, capacitar um grupo de especialistas para trabalharem cooperativamente com a empresa em uma equipe multifuncional, com pressões de prazos e custos, atendendo assim à real exigência do mercado.

Este capítulo apresentou os resultados obtidos com a pesquisa realizada juntos às empresas pertencentes ao setor industrial brasileiro, classificando-as dentro da amostra estudada e relacionando os tópicos mais explorados entre elas. Constatou-se, com os resultados, que os tópicos mais explorados entre as empresas são: a política de melhoria da qualidade, a interface entre os membros da equipe para realizar um determinado projeto e a autonomia do líder de projetos. Por último ficaram: o nível de capacitação de recursos humanos e o reconhecimento e valorização da equipe de projeto.

O capítulo 5 relata a experiência de um grupo formado dentro de uma instituição de ensino, que desenvolve trabalhos em parceria com a empresa na fase de desenvolvimento do produto, num ambiente de Engenharia Simultânea.

# *CAPÍTULO 5*

## *A EXPERIÊNCIA DE UM NÚCLEO DIFUSOR DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA*

## **5 A EXPERIÊNCIA DE UM NÚCLEO DIFUSOR DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

Este capítulo tem como objetivo apresentar a experiência de um Núcleo formado dentro de uma instituição de ensino, para a divulgação da Engenharia Simultânea junto às empresas do setor industrial, através do desenvolvimento de trabalhos em parceria e estudos relacionados ao tema.

A pesquisa apresenta a situação do grupo após 3 anos de existência e os problemas enfrentados pelo mesmo, quando Instituição de Ensino e Empresa trabalham num contexto de Engenharia Simultânea.

### **5.1 CARACTERÍSTICAS DO NÚCLEO**

O Núcleo pesquisado denomina-se “Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea”- “NuPES” e se localiza no CEFET-PR, sendo formado basicamente por professores e alunos de graduação em engenharia daquela instituição.

O NuPES é o resultado de uma cooperação Universidade-Empresa, ocorrida entre o Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR e uma importante empresa do ramo de telecomunicações/informática atuando no Estado do Paraná. O convênio de cooperação utiliza os benefícios fiscais concedidos para fomentar a capacitação e competitividade do setor de informática e automação.

O Núcleo iniciou suas atividades em janeiro de 1995, quando houve a formação do grupo, a estruturação de um laboratório e subseqüentes treinamentos em ferramentas disponíveis na

época, para as áreas de mecânica e eletrônica. O laboratório está localizado nas dependências do CEFET-PR e pode ser acessado por qualquer dos integrantes do convênio, dos dois ambientes (Universidade-Empresa), sem limite de horário.

Os objetivos do Núcleo consistem em proporcionar a participação do grupo em projetos reais em conjunto com a indústria, fazendo uso de simulações computacionais utilizando-se de recursos de CAD/CAE, garantir a atualização de professores, alunos e profissionais e produzir a investigação científica aplicada (pesquisa), sendo todas essas atividades desenvolvidas dentro do contexto de Engenharia Simultânea.

Para tal, o NuPES se propôs a nuclear a pesquisa científica de base ou aplicada de modo que a produção de trabalhos fosse incrementada no CEFET-PR, nas áreas de simulações numéricas computacionais de caráter mecânico (análise de tensões, análise dinâmica, mecanismos, análise térmica de sistemas, etc.) e eletrônica (simulações de circuitos digitais e analógicos, compatibilidade eletromagnética, processamento de sinais digitais, simulação e síntese de componentes programáveis e componentes dedicados, etc.) (BORSATO, 1997).

O grupo foi ampliado em função da demanda, o laboratório foi implementado com aquisições de *hardware* e *software*, assim como com um novo laboratório direcionado a treinamentos. Atualmente, o grupo é composto por aproximadamente 40 integrantes entre professores e alunos, todos trabalhando em tempo parcial de 5 a 20 horas semanais. A titulação dos vinte professores pertencentes ao grupo é variada, dividindo-se em 7 doutores, 4 mestres, 7 especialistas e 2 engenheiros (dados de 1998).

O NuPES, embora atrelado a uma empresa, possui características que o distinguem de uma organização empresarial e, por isso, foi considerado um caso a ser estudado neste contexto.

## **5.2 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

### **5.2.1 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS**

As variáveis levantadas para o desenvolvimento da pesquisa são as mesmas consideradas no capítulo 4, sessão 4.2.1, pois têm como proposta fazer a mesma verificação.

### **5.2.2 AMOSTRAGEM**

Através de contato via *e-mail* com os integrantes do Núcleo, apenas 17 integrantes, em caráter voluntário, participaram da pesquisa, caracterizando assim uma amostragem por acessibilidade, segundo GIL (1995), sem possibilidade de tratamento estatístico no seu planejamento.

A função exercida pelos 17 integrantes que representaram o NuPES nesta pesquisa é a seguinte:

- 1 membro da administração geral, sem envolvimento direto nos projetos.
- 2 membros da administração geral, com algum envolvimento nos projetos.
- 2 líderes e coordenadores de equipes.
- 12 participantes de equipes de projetos.

### **5.2.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

Sendo a pesquisa de nível exploratório, fez-se necessária a pesquisa de campo junto ao



Núcleo de Pesquisa, quando se utilizou como instrumento de coleta de dados o mesmo questionário usado na pesquisa junto às empresas, com o intuito de verificar o grau de utilização da Engenharia Simultânea pelo grupo e de suas técnicas associadas.

Como temas secundários, o questionário investigou, também, os problemas apresentados quando a instituição de ensino trabalha com a empresa num ambiente de Engenharia Simultânea, assim como problemas de ordem técnica e operacional.

O instrumento de pesquisa para coleta de dados apresenta-se estruturado da mesma forma descrita no capítulo 4, sessões 4.2.4 e 4.2.5, tendo sido submetido aos mesmos testes relativos a validade e fidedignidade.

#### **5.2.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO**

Dado que o NuPES foi considerado como um caso, apenas estatísticas descritivas são apresentadas nos resultados da pesquisa.

Quanto às questões que compõem o questionário, elas foram agrupadas sob os mesmos critérios da pesquisa junto as empresas apresentados no capítulo 4, sessão 4.2.5 - “Tratamento Estatístico”.

As classificações existentes no tratamento das questões como baixo, médio e alto refletem a situação do Núcleo quanto à utilização de algumas técnicas associadas à Engenharia Simultânea.

O nível baixo reflete que o NuPES não se encontra no contexto da característica analisada, vinculada ao conceito de Engenharia Simultânea.

O nível médio indica que o NuPES se encontra próximo da característica analisada,

vinculada ao conceito de Engenharia Simultânea, porém com alguns problemas que tendem a obstruir sua utilização com eficiência.

O nível alto mostra a presença da característica analisada no NuPES, vinculada ao conceito de Engenharia Simultânea, não apresentando problemas relevantes neste tópico específico.

Uma vez estabelecidos os níveis já descritos, o Núcleo foi classificado em relação a cada tópico avaliado, segundo o grau de exploração e maturidade do referido item, entre os seus integrantes.

## **5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **5.3.1 ANÁLISE REALIZADA POR TÓPICO ESPECÍFICO**

Conforme foi apresentado na Tabela 6, do capítulo 4, sessão 4.2.5, algumas questões contidas no questionário foram agrupadas com o intuito de avaliar alguns tópicos que caracterizam a presença da Engenharia Simultânea como metodologia de trabalho na organização.

Inicialmente, os resultados são apresentados para cada um desses tópicos específicos gerados pelo agrupamento das questões, quando o NuPES, composto pelos 17 representantes voluntários, os classificam em três níveis, baixo, médio e alto, através da resultante da somatória do valor atribuído segundo a escala de Likert para cada questão que compõe o grupo pertencente a cada tópico específico.

A Tabela 18 mostra os percentuais encontrados para cada tópico específico, calculados em relação ao total da amostra.

Tabela 18: Frequências e percentuais do NuPES, classificados nos níveis baixo, médio e alto

TÓPICOS ESPECÍFICOS	NÍVEIS		
	Baixo	Médio	Alto
1. Autonomia do líder de projetos.	2 (11,8%)	1 (05,8%)	14 (82,4%)
2. Nível de conhecimento sobre a qualidade na empresa.	3 (17,6%)	10 (58,8%)	4 (23,6%)
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	0 (00,0%)	7 (41,2%)	10 (58,8%)
4. Utilização e integração de ferramentas computacionais.	0 (00,0%)	14 (82,4%)	3 (17,6%)
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	3 (17,6%)	8 (47,1%)	6 (35,3%)
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	0 (00,0%)	7 (41,2%)	10 (58,8%)
7. Acesso e efetividade da comunicação.	0 (00,0%)	17 (100,0%)	0 (00,0%)
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	1 (05,8%)	9 (53,0%)	7 (41,2%)

A Tabela 18 mostra que a maioria dos respondentes classificaram os tópicos abordados nos níveis médio e alto, segundo seu nível de utilização junto ao Núcleo, o que indica que estes itens estão sendo explorados, porém ainda com algumas deficiências.

A Tabela 19 apresenta os valores da somatória dos pontos segundo a escala de Likert em cada tópico específico, considerando os 17 integrantes do NuPES que participaram da pesquisa, assim como suas frequências relativas às escalas correspondentes aos valores mínimos e máximos possíveis na somatória do grupo de questões que compõem cada tópico. Com esses dados, é possível verificar o nível de utilização, pelo grupo, dos tópicos avaliados.

Tabela 19: Frequência relativa obtida por tópico específico

<b>TÓPICOS ESPECÍFICOS</b>	<b>Total por tópico (17 I)</b>	<b>Faixa de pontos (mín. e máx.)</b>	<b>Frequência relativa</b>	<b>Resultado (%)</b>
1. Autonomia do líder de projetos.	71	17 a 85	$\frac{71-17}{85-17}$	79,4
2. Nível de conhecimento sobre a qualidade na empresa.	50	17 a 85	$\frac{50-17}{85-17}$	48,5
3. Nível de capacitação de recursos humanos.	259	68 a 340	$\frac{259-68}{340-68}$	70,2
4. Utilização e integração de ferramentas computacionais.	293	85 a 425	$\frac{293-85}{425-85}$	61,2
5. Estrutura organizacional do tipo matricial.	113	34 a 170	$\frac{113-34}{170-34}$	58,1
6. Interface e entendimento entre os membros da equipe.	264	68 a 340	$\frac{264-68}{340-68}$	72,0
7. Acesso e efetividade da comunicação.	670	204 a 1020	$\frac{670-204}{1020-204}$	57,1
8. Reconhecimento e valorização do grupo.	118	34 a 170	$\frac{118-34}{170-34}$	61,8
Valor total da amostra, considerando todos os tópicos	1838	527 a 2635	$\frac{1838-527}{2635-527}$	62,2

Com base no mesmo critério utilizado para a classificação das empresas na sessão 4.3.1 do capítulo 4, foram relacionados os tópicos específicos segundo seu nível de utilização pelo grupo, apresentando a seguinte classificação:

1°	Autonomia do líder de projetos	79,4 %
2°	Interface e entendimento entre os membros da equipe	72,0 %
3°	Nível de capacitação de recursos humanos	70,2 %
<hr/>		
4°	Reconhecimento e valorização do grupo	61,8 %
5°	Grau de utilização e integração de ferramentas computacionais	61,2 %

---

6º	Estrutura organizacional do tipo matricial	58,1 %
7º	Acesso e efetividade da comunicação	57,1 %
8º	Conhecimento do grupo em relação à política de qualidade na empresa	48,5 %

O valor obtido no final da Tabela 19, relativo a 62,2%, refere-se à frequência relativa à escala de pontuação que variou de 527 a 2635 pontos, relativos aos valores mínimo e máximo possíveis na somatória de todos os itens respondidos por todos os integrantes do NuPES que participaram da pesquisa. Este valor reflete o nível de adoção de todos os tópicos avaliados na pesquisa, pelo grupo pesquisado.

Pela classificação, verifica-se que, no grupo estudado, os tópicos relativos a autonomia do líder de projetos, interface e entendimento entre os membros da equipe e nível de capacitação de recursos humanos, obtiveram um percentual de utilização acima de 70%, o que demonstra razoável desempenho dessas características. As figuras 11, 12 e 13 mostram a situação destas características junto ao Núcleo.

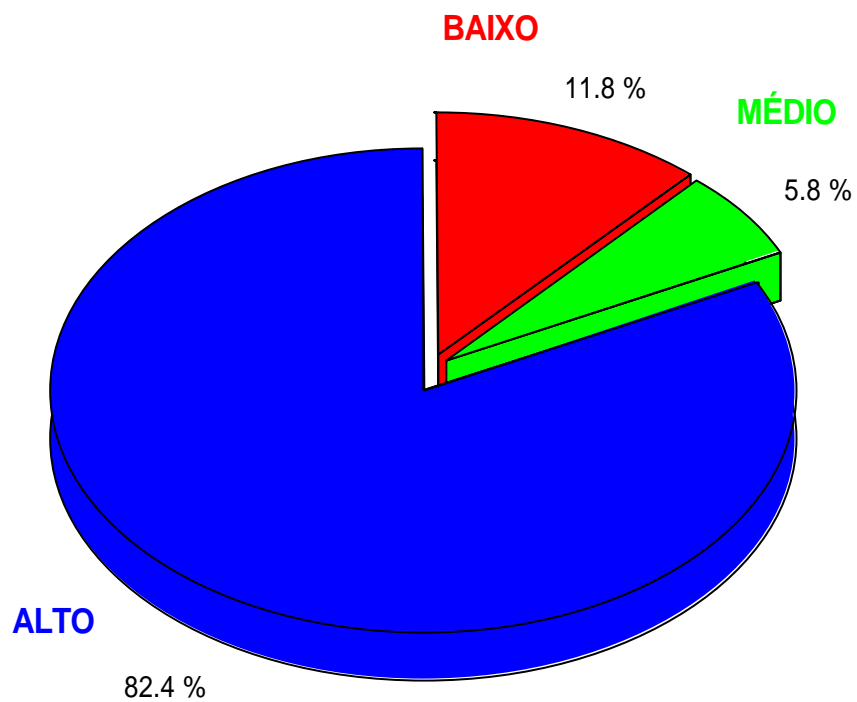


Figura 11: Autonomia do líder de projetos

Na Figura 11, é possível verificar o grau de autonomia do líder de projetos. Essa autonomia foi verificada quanto ao fato de ele escolher os integrantes para comporem a equipe para trabalhar num determinado projeto, e quanto à coordenação da equipe durante o seu desenvolvimento.

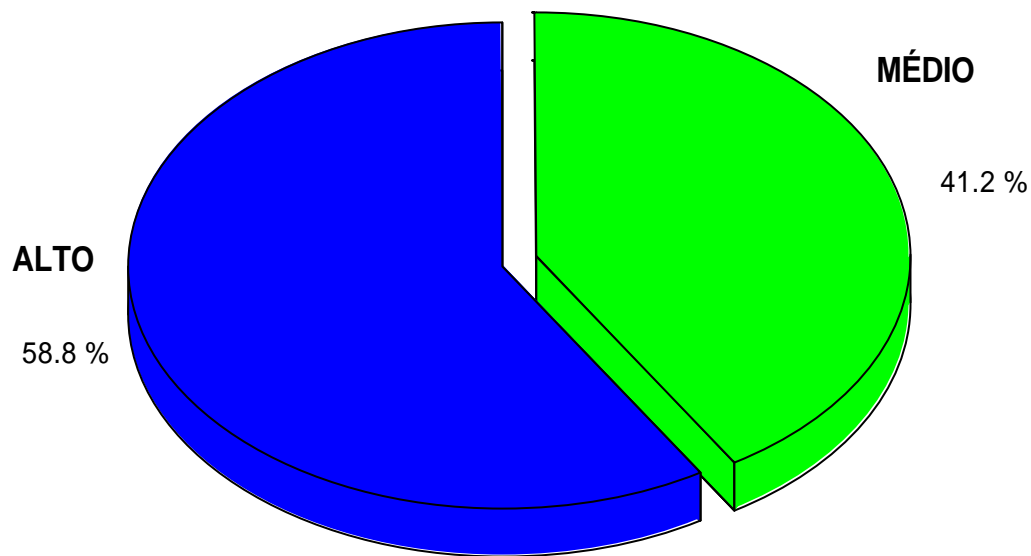


Figura 12: Interface e entendimento entre os membros da equipe

A Figura 12 mostra o nível de interface e entendimento entre os membros da equipe, sejam eles pertencentes ao Núcleo, sejam à empresa. Avalia também o grau de entendimento entre a equipe e o líder de projetos, chamado também de coordenador de equipes.

O nível médio, atribuído por 41,2% do grupo, foi referente principalmente a problemas de interface entre a equipe formada pelos integrantes do NuPES e os integrantes da empresa com a qual desenvolvem as atividades.

Em relação a outros fatores referentes ao entendimento da equipe, os membros da equipe estão sempre informados sobre suas respectivas tarefas e responsabilidades individuais, assim como, segundo os resultados da pesquisa, gostariam de voltar a trabalhar em projetos similares compondo a mesma equipe.

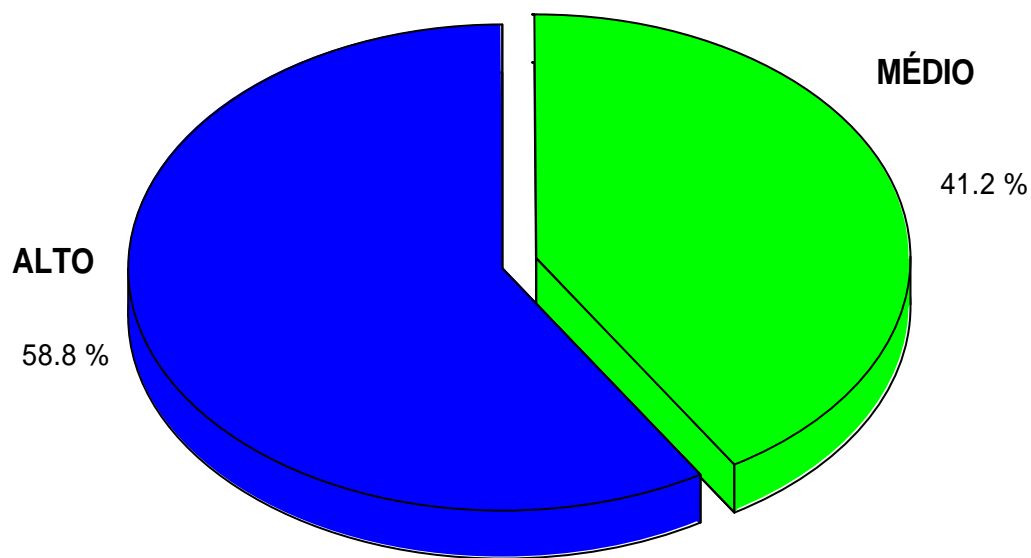


Figura 13: Nível de capacitação de recursos humanos

Pode-se ver na Figura 13 o panorama geral do NuPES no que se refere à política de investimento em pesquisas, treinamentos e cursos necessários para o desenvolvimento de suas tarefas.

Segundo a análise dos resultados, investe-se mais em treinamentos e cursos específicos para o desenvolvimento das atividades, e muito pouco em pesquisa básica e aplicada; entretanto, existe como requisito parcial para a manutenção dos integrantes no grupo a produção de artigos e publicações em áreas afins com as atividades desenvolvidas pelo NuPES, indicando uma preocupação constante com a manutenção da pesquisa pelo grupo.

Em relação aos tópicos que foram classificados entre 60% e 70% junto ao Núcleo, estão a valorização e reconhecimento da equipe formada para desenvolver um determinado projeto e a utilização e integração de ferramentas computacionais. Este percentual demonstra a presença



dessas características, porém, com alguns problemas que tendem a obstruir o processo de desenvolvimento do produto. As figuras 14 e 15 mostram a situação destas duas características.

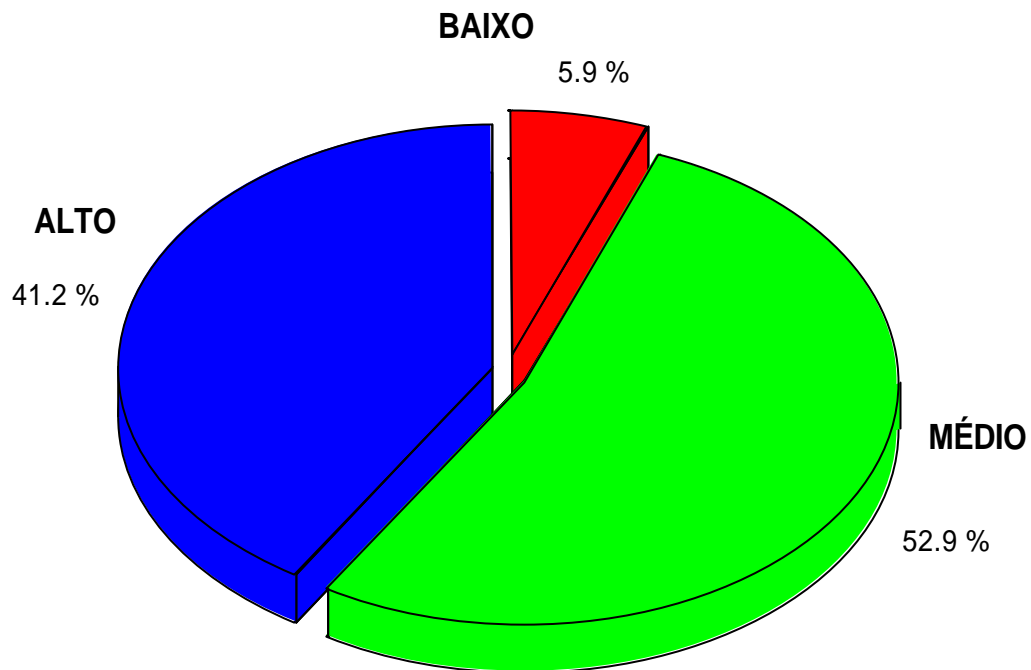


Figura 14: Valorização da equipe

Pode-se ver o nível encontrado no grupo referente ao reconhecimento da equipe no que se refere a sua avaliação e recompensa por desempenho grupal.

Constatou-se que a avaliação é realizada pelo desempenho do grupo, porém a recompensa recebida pelo resultado final do projeto desenvolvido é realizada individualmente.

O que explica o fato são os critérios utilizados para a manutenção de cada membro no grupo.

A cada início de ano, os integrantes do Núcleo assinam um contrato de trabalho,

comprometendo-se a apresentar um rendimento previamente estipulado, como condição básica para a sua permanência no grupo. Este rendimento refere-se a serviços prestados às empresas, publicações de artigos científicos e cursos ministrados.

Portanto, cada indivíduo recebe sua pontuação segundo o cumprimento das tarefas, sejam estas desenvolvidas em grupo, sejam individualmente.

Quanto ao salário, não existem variações a nível de recompensa. Ele é fixo e varia conforme a carga horária e a titulação do profissional. Isto explica, também, o incentivo do Núcleo no que se refere a pesquisa básica e aplicada.

Quanto às ferramentas computacionais, a Figura 15 mostra o quanto as equipes de projetos fazem uso de *softwares* de suporte e seu respectivo grau de integração. Investiga também a padronização interna no Núcleo e na empresa com a qual trabalha, utilizada durante o desenvolvimento de novos produtos.

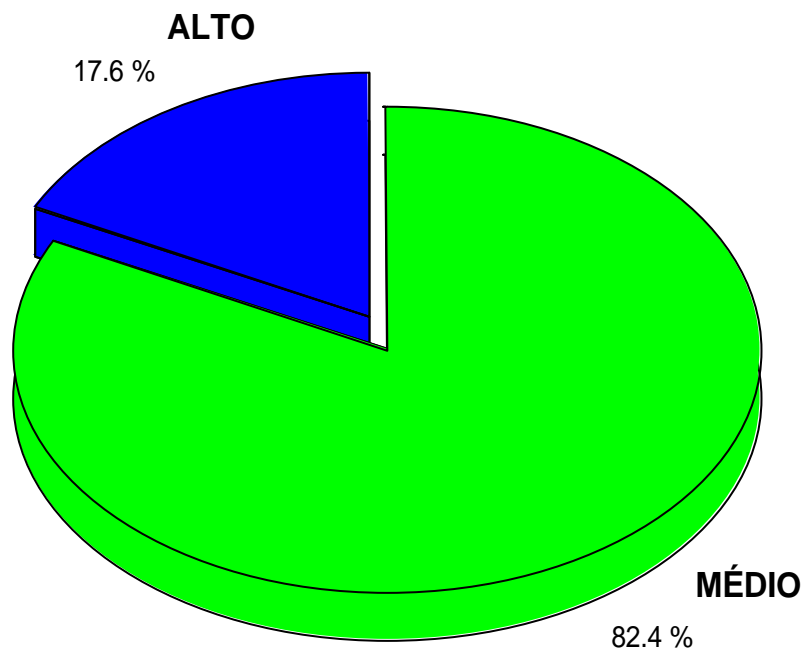


Figura 15: Utilização e integração de ferramentas computacionais

O que se verificou foi que o Núcleo utiliza ferramentas do tipo CAD/CAE como auxiliar no desenvolvimento do produto e processo de fabricação.

Utiliza-se basicamente o CAD-3D, cujo *software* mais utilizado para este fim é o *Pro/Engineer*. O grupo demonstrou ter problemas quanto à transmissão de dados de um *software* de CAD para outro de CAE, porém, possíveis de serem contornados.

Para facilitar o processo de análise em CAE, houve uma padronização interna quanto à metodologia de trabalho para a execução de modelos em CAD-3D, porém, segundo os resultados da pesquisa, alguns membros do NuPES desconhecem esta metodologia e poucos integrantes da empresa a adotam durante o desenvolvimento de suas atividades.

Quanto aos menores níveis de classificação, ou seja, os itens que obtiveram valores abaixo de 60% junto ao Núcleo, foram relativos aos tópicos: estrutura organizacional do tipo matricial, acesso e efetividade da comunicação e nível de conhecimento do grupo em relação a política de qualidade na empresa com a qual desenvolve as atividades. Apesar de essas características estarem presentes no grupo, estão de alguma forma apresentando problemas que podem estar obstruindo de forma mais acentuada o processo de desenvolvimento do produto. As figuras 16, 17 e 18, mostram a situação destas características.

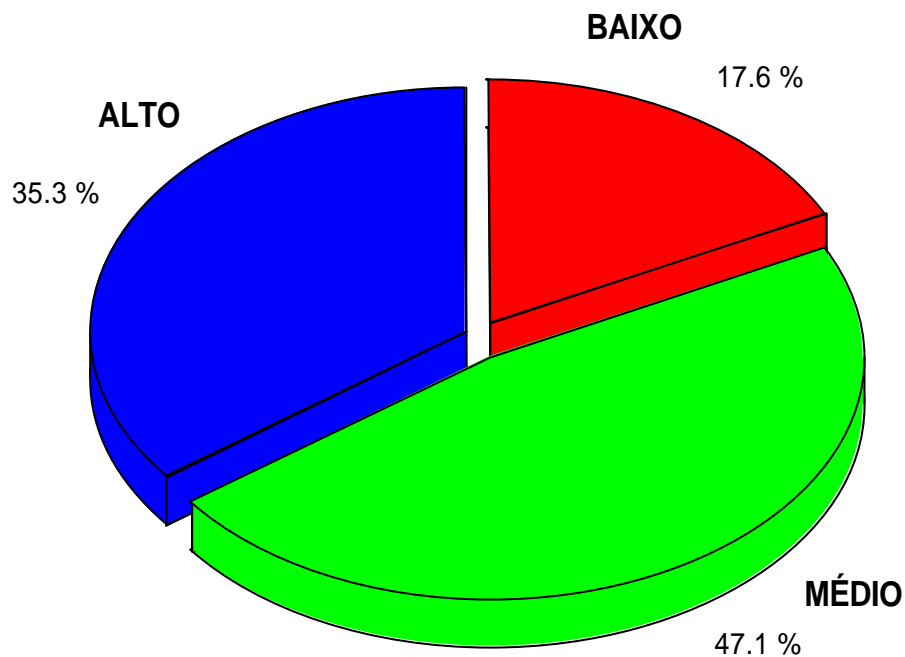


Figura 16: Estrutura organizacional do tipo matricial

Em relação à estrutura organizacional do Núcleo, a Figura 16 mostra que existem alguns problemas que tendem a obstruir o processo de desenvolvimento do produto. Este item foi verificado quanto à composição da equipe de forma multidisciplinar e o nível de envolvimento entre os diferentes especialistas e setores da empresa com a qual o grupo desenvolve as atividades, quando estes trabalham num mesmo projeto.

Houve concordância por parte dos respondentes quanto à equipe ser constituída por um grupo multidisciplinar formado para trabalhar num determinado projeto, aproximando-se portanto, da estrutura matricial por projetos. Porém, houve grande divergência quanto à interação entre os membros do NuPES e os diversos setores da empresa envolvidos no mesmo projeto.

Acredita-se que este problema deva-se à estrutura tradicional departamentalizada que a maioria das empresas no Brasil ainda apresentam, dificultando a interação entre as pessoas

envolvidas com o mesmo projeto, quando estas pertencem a diferentes setores. Esta dificuldade agrava-se ainda mais quando esta interação se dá com agentes externos, como é o caso do NuPES.

É importante salientar que os conceitos referentes ao tema “estrutura organizacional” foram explorados no capítulo 4, sessão 4.3.2.

Apesar de a estrutura da empresa se mostrar departamentalizada, normalmente um produto requer a participação de vários setores. Os setores que se mostraram mais freqüentemente envolvidos com o desenvolvimento do produto, segundo a avaliação dos integrantes do NuPES, são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Setores envolvidos com o desenvolvimento do produto

SETORES	N.º de integrantes que citaram estes setores
Colaboradores externos – Empresas e Universidades	10
Projeto do Produto	9
Pesquisa e Desenvolvimento	7
Engenharia do Produto	6
Desenvolvimento do Processo e Fabricação	5

Os setores que praticamente não foram citados pelo grupo são:

- Setor de Vendas.
- Setor de *Marketing*.
- Setores Administrativos.

Se estes resultados forem comparados com os obtidos na capítulo 4, sessão 4.3.2, onde alguns dos setores menos envolvidos com o desenvolvimento do produto foram os setores de pesquisa e desenvolvimento e setor de projeto do produto, fundamentais neste processo, pode-se dizer que um laboratório como o NuPES tende a suprir de certa forma esta deficiência verificada nas empresas.

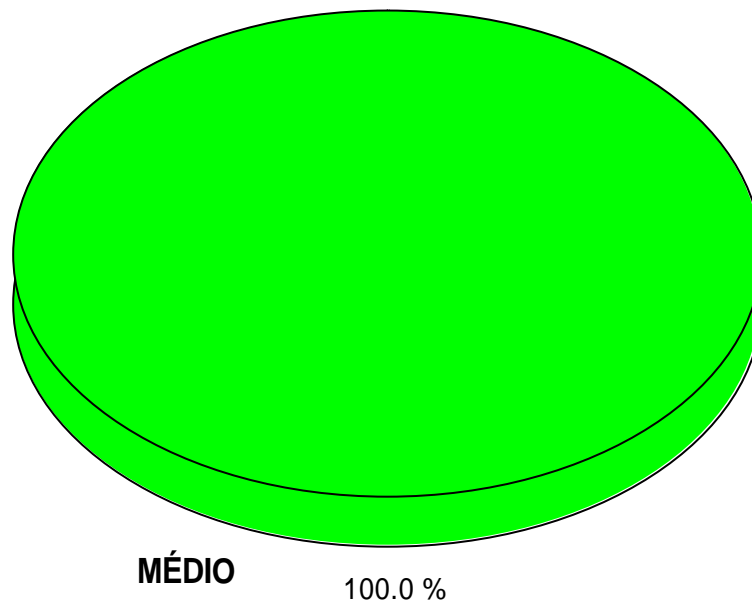


Figura 17: Eficiência da comunicação

Em relação à comunicação, pode-se observar na Figura 17 a evidência de problemas quanto a sua eficiência. Das situações avaliadas pelo grupo, as que se mostraram mais problemáticas estão descritas a seguir. O primeiro foi o que apresentou maior problema para os integrantes do NuPES, e os outros sucessivamente, em menor grau.

- Problemas no repasse de informações necessárias para a realização do projeto nas diferentes etapas do processo.
- Intercâmbio de informações sensíveis ao tempo normalmente são repassadas com atraso.
- Entre os setores envolvidos no projeto, os membros da equipe não se comunicam com frequência suficiente para repassar o processo de desenvolvimento do produto.
- Falta de informações preliminares.
- Pouca informação sobre as decisões críticas sobre o projeto (relativas ao produto e ao processo).
- Limitações quanto à geração de idéias, mudanças ou novas características adotadas para o produto.

Quanto aos meios de comunicação utilizados pelo grupo, os mais citados foram: correio eletrônico (*e-mail*), telefone, reunião e FAX. Os três primeiros foram citados por mais de 50% do grupo, sendo o *e-mail* um recurso citado pelo total da amostra. A utilização do FAX foi citada por apenas três integrantes do NuPES, no entanto vale salientar que o laboratório não possui um aparelho de FAX próprio, utilizando o equipamento de outro setor localizado na mesma instituição.

Quanto ao fator qualidade observado pelo grupo, a Figura 18 mostra que a maioria dos integrantes do NuPES desconhecem o nível de preocupação com a qualidade e políticas adotadas pela empresa referentes a este assunto, junto à qual se dispõem a auxiliar no desenvolvimento do produto.

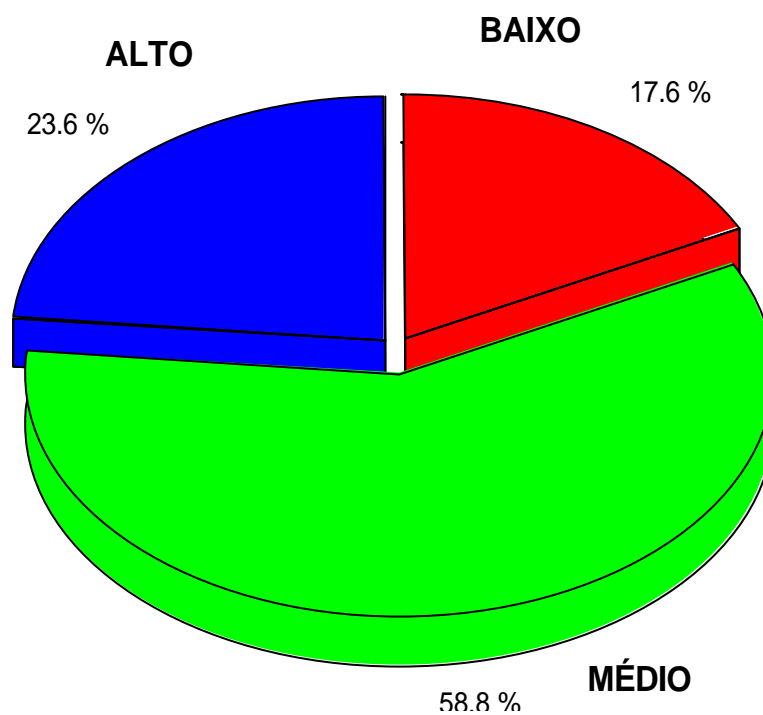


Figura 18: Nível de conhecimento quanto à qualidade da empresa

### 5.3.2 ANÁLISE DO GRUPO

Com os resultados apresentados, é possível verificar o grau de maturidade do grupo no que se refere às características inerentes à Engenharia Simultânea.

Na Tabela 21, são apresentados os tópicos abordados na pesquisa, segundo sua classificação junto ao Núcleo.



Tabela 21: Características vinculadas ao conceito de Engenharia Simultânea e seu nível de utilização

NuPES	ALTO % >= 70%	MÉDIO 60% < % < 70%	BAIXO % < 60%
Grupo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autonomia do líder</li> <li>➤ Entendimento da equipe</li> <li>➤ Nível de capacitação de recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Valorização da equipe</li> <li>➤ Ferramentas Computacionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estrutura matricial</li> <li>➤ Comunicação eficiente</li> <li>➤ Conhecimento sobre políticas de qualidade na empresa</li> </ul>

A Tabela 21 mostra que o grupo que constitui o NuPES utiliza algumas técnicas associadas ao conceito de Engenharia Simultânea, porém ainda com alguns problemas que obstruem a metodologia, principalmente no que se refere à eficiência da comunicação durante o desenvolvimento dos projetos e à interação entre os setores da empresa.

Na Tabela 19, foi verificada, através da soma dos pontos obtidos por tópico específico, uma pontuação total que resultou na frequência relativa à faixa de valores possíveis na somatória de todos os itens e de todos os respondentes. Este valor foi de 62,2%, que reflete o grau de exploração e maturidade das características associadas à Engenharia Simultânea pelo grupo.

Pode-se dizer que o grupo apresenta características que o definem como usuário da metodologia (Engenharia Simultânea), porém com subutilizações de algumas variáveis neste processo.

Dos fatores citados anteriormente no capítulo 4, sessão 4.3.5, que normalmente tendem a desencadear esta subutilização, podem-se citar, como principais, a indefinição do domínio do tema Engenharia Simultânea e a falta de método para a implantação.

A conceituação obscura sobre o que vem a ser a Engenharia Simultânea leva as organizações à incerteza sobre o processo de implantação. Este, por sua vez, se não for realizado

adequadamente, de forma sistemática, tende a comprometer a eficiência do sistema.

Porém, como adotar a sistemática certa de implantação, se muitas vezes não se sabe ao certo o que exatamente implantar?

Esta é a dúvida de algumas empresas e pode ter sido também a dúvida do Núcleo no início do seu processo de implantação. O problema maior, neste caso, passa a ser a nova mudança após um período de adaptações do grupo às regras preestabelecidas, muitas vezes em dissonância com o contexto real da Engenharia Simultânea.

### **5.3.3 PROBLEMAS APRESENTADOS PELO GRUPO**

Os problemas apresentados por oito integrantes do grupo pesquisado, segundo suas observações pessoais, são descritos na Tabela 22.

Tabela 22: Problemas apresentados pelos integrantes do grupo

NuPES	PROBLEMAS
I1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Pessoas-chave na adoção de soluções alternativas no projeto nem sempre estão disponíveis.”</li> <li>➤ “Procedimento para geração de dados utilizados posteriormente por outras equipes não estão padronizados.”</li> <li>➤ “Comunicação entre locais de trabalho remotos funciona apenas como caixa postal.”</li> <li>➤ “Difícilmente compartilha-se arquivos. Utiliza-se uma postura de congelamento de projetos para que se possa encaminhar arquivos para outras áreas.”</li> <li>➤ “Acompanhamento inadequado por parte dos coordenadores sobre os projetos em andamento.”</li> </ul>
I2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Problemas de comunicação entre NuPES e a Empresa.”</li> </ul>
I3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Problemas de comunicação entre NuPES e a Empresa.”</li> <li>➤ “Alterações de projeto realizadas na empresa, não são repassadas em tempo real.”</li> <li>➤ “A padronização para a geração de modelos, não é seguida pelos membros da empresa, dificultando alterações quando necessário.”</li> </ul>
I4	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Necessidade de readequação do fluxo de projetos, de forma a permitir a realização de novas atividades.”</li> </ul>
I5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Problemas de comunicação entre NuPES e a Empresa.”</li> <li>➤ “Problemas de comunicação entre os membros do NuPES.”</li> <li>➤ “Acompanhamento inadequado dos projetos por parte dos coordenadores.”</li> </ul>
I6	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Falta de interação entre NuPES/Empresa, o que torna o processo lento e difícil.”</li> <li>➤ “Atraso na resolução de problemas por parte das equipes de suporte da empresa.”</li> </ul>
I7	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Alterações de projeto realizadas na empresa, não são repassadas em tempo real.”</li> </ul>
I8	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ “Problemas de comunicação entre NuPES e a Empresa.”</li> <li>➤ “O envolvimento do grupo com a empresa em alguns projetos, ocorre quando o mesmo já está em andamento, prejudicando o seu desenvolvimento. O grupo deveria ser contatado antes do início do projeto.”</li> </ul>

Analisando os resultados da pesquisa, pode-se dizer que o grupo que constitui o NuPES utiliza algumas técnicas e ferramentas associadas ao conceito de Engenharia Simultânea, porém ainda com alguns problemas que obstruem a eficiência da metodologia.

Verificando os problemas levantados pelo grupo, ilustrados na Tabela 22, pode-se dizer que a maioria deles são inerentes à eficiência da comunicação entre o NuPES e os integrantes da equipe pertencentes à empresa com a qual desenvolvem trabalhos em parceria, problemas de interação do pessoal envolvido no projeto e integração dos sistemas computacionais.

Percebe-se pouca interação efetiva da empresa com o NuPES, pois o repasse de informações em tempo real durante o desenvolvimento dos projetos, ou mesmo antes do início do processo, é deficitária.

Muitas vezes, a parceria ocorre quando o projeto já está em processo de desenvolvimento, prejudicando assim a participação efetiva do NuPES.

Segundo os resultados da pesquisa, foi verificado que apesar do Núcleo apresentar uma estrutura organizacional do tipo matricial por projetos, a empresa com a qual desenvolve a maioria de suas atividades, apresenta-se sob uma estrutura tradicional departamentalizada, a qual não contribui para a prática da Engenharia Simultânea, principalmente no que se refere à integração inter-setorial e à comunicação.

Outra dificuldade apresentada é relativa à conscientização da empresa em reconhecer o grupo como um agente transformador, que, além de auxiliar no desenvolvimento dos projetos, tem o potencial de influir de forma direta ou indireta nas mudanças de direção relativas ao produto e ao processo, podendo também elaborar métodos de trabalho e padronizações que venham a influenciar no processo de desenvolvimento do produto.

Enfim, pode-se dizer que, se um processo de desenvolvimento do produto é realizado em parceria, além das diferenças culturais entre os parceiros, fatores de ordem organizacional e tecnológica que caracterizam a Engenharia Simultânea devem ser bem representados pelos dois lados, para que nada se prejudique no processo de desenvolvimento do produto no contexto de Engenharia Simultânea.

Este capítulo apresentou os resultados obtidos com a pesquisa realizada junto a um Núcleo formado dentro de uma instituição de ensino, que desenvolve trabalhos em parceria com a indústria num contexto de Engenharia Simultânea, onde alguns aspectos inerentes à metodologia foram abordados.

Constatou-se, com os resultados, que os tópicos mais explorados entre os integrantes do grupo são: a autonomia do líder de projetos, a interface e o entendimento entre os membros da equipe e o nível de capacitação de recursos humanos. Por último, ficaram: a estrutura organizacional do tipo matricial, o acesso e a efetividade da comunicação e o conhecimento do grupo em relação à política de qualidade adotada pela empresa com a qual desenvolve as atividades.

O capítulo 6 relata os resultados obtidos nas pesquisas dos capítulos 3, 4 e 5, analisando os pontos comuns entre eles e, finalmente, no capítulo 7, conclusões sobre os resultados são apresentadas, incluindo, também, sugestões para a continuidade de trabalhos sobre o tema Engenharia Simultânea.

# *CAPÍTULO 6*

## *ANÁLISE DOS RESULTADOS*

## **6 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Este capítulo tem como objetivo explorar os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa, referentes ao levantamento bibliográfico e às análises dos dois grupos estudados, com o intuito de mostrar alguns pontos relevantes sobre o tema Engenharia Simultânea.

### **6.1 ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

Quando se buscaram na literatura temas que abordassem a Engenharia Simultânea, objetivou-se obter delimitações sobre o tema no que se refere a sua conceituação e identificar, através de algumas pesquisas no campo industrial, alguns pontos coincidentes com este trabalho de pesquisa.

O que se verificou foi que, no que se refere ao tema Engenharia Simultânea, há uma variedade enorme de conceitos, os quais são apresentados em diversos níveis de abrangência. No entanto, percebeu-se que alguns conceitos se mostravam mais eminentes entre os autores e as organizações pesquisadas, ou seja, entre a teoria e a prática, os quais são descritos na Tabela 23. Ela apresenta os principais conceitos, incluindo também sua classificação por ordem de prioridade.

Tabela 23: Conceitos atribuídos à ES

CARACTERÍSTICAS	CLASSIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS	
	AUTORES	EMPRESAS
Equipes multidisciplinares	1°	1°
Projeto para manufatura e montagem	3°	2°
Compartilhamento das informações	4°	5°
Ferramentas computacionais	6°	8°
Práticas gerenciais e instrumentos para melhoria da qualidade	6°	3°

Observa-se, nesta tabela, que os três primeiros itens são os mais citados pelas duas fontes, e, portanto, pode-se dizer que mais representam a Engenharia Simultânea.

Em relação ao levantamento de dados provenientes de pesquisas realizadas anteriormente no campo industrial, verificaram-se alguns pontos comuns entre elas no que se refere ao processo de implantação da Engenharia Simultânea. Esses pontos apresentam-se descritos na Tabela 24.



Tabela 24: Pontos comuns no processo de implantação da Engenharia Simultânea nas indústrias

ASPECTOS INERENTES AO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA ES	RELATOS MAIS FREQUENTES
1. Motivação para começar a utilizar a ES	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ser competitivo</li> <li>➤ Reduzir o custo global</li> <li>➤ Reduzir o custo de concepção do produto</li> </ul>
2. Primeiros passos na sua implantação	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Divulgação interna sobre o assunto</li> <li>➤ Treinamento das equipes</li> </ul>
3. Atitudes positivas durante o processo de implantação	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Atitudes que valorizem o trabalho em equipe</li> <li>➤ Propiciar treinamento capacitando os técnicos a trabalhar em grupo</li> <li>➤ Avaliação de desempenho dos participantes, levando em conta o sucesso como membro da equipe</li> </ul>
4. Barreiras enfrentadas por aqueles que a implantaram	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resistência à mudança</li> <li>➤ Carência de definições esclarecedoras sobre o assunto</li> <li>➤ Falta de um guia orientativo para o processo de transição para a Engenharia Simultânea</li> </ul>
5. Fatores essenciais para o bom funcionamento da ES	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trabalho em equipe</li> <li>➤ Comunicação</li> </ul>
6. Benefícios após a implantação	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Colaboração de diferentes setores no processo de desenvolvimento</li> <li>➤ Melhora na efetividade da comunicação entre os membros da equipe</li> <li>➤ Redução das mudanças no desenvolvimento dos produtos pelo setor de engenharia</li> </ul>
7. Deficiência no que se refere ao tema Engenharia Simultânea	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Definição objetiva sobre o tema</li> <li>➤ Guia orientativo para a sua implantação</li> </ul>
8. Observações inerentes à Engenharia Simultânea	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ocorrência de mudanças na estrutura organizacional da empresa, após a implantação da Engenharia Simultânea</li> <li>➤ Onde se verificam equipes multidisciplinares, percebe-se também o desenvolvimento simultâneo das atividades</li> <li>➤ Presença de ferramentas computacionais</li> </ul>

Observou-se também, através das pesquisas relatadas, que as empresas através do processo de terceirização da manufatura, objetivando obter maior flexibilidade e redução do custo, deparam-se com algumas limitações que tendem a interferir na utilização da Engenharia Simultânea.

Algumas dessas limitações são decorrentes da falta de infra-estrutura por parte das prestadoras de serviços, como: transmissão e integração de dados ineficiente e limitações quanto à utilização de recursos computacionais que contribuem com a qualidade do produto, como os sistemas CAD/CAE/CAM.

A comunicação e a integração entre os membros envolvidos no projeto também se tornam mais deficitárias entre estas empresas, assim como o ritmo do andamento das atividades, que no contexto da Engenharia Simultânea devem ser desenvolvidas simultaneamente entre os diversos setores envolvidos no projeto, respeitando o mesmo cronograma. Não só no processo de terceirização, como no caso das parcerias Escola-Empresa, estes fatores tornam-se difíceis devido ao distanciamento físico e cultural entre os envolvidos.

Teoricamente, com os recursos disponíveis para transmissão de dados, isto não deveria ser um problema, porém resultados práticos mostram dificuldades nesta integração e no compartilhamento simultâneo das informações.

Enfim, todos esses aspectos podem interferir no nível de atendimento das necessidades do cliente, tanto em relação à qualidade do produto final quanto ao tempo de espera para obtê-lo.

Nos casos das parcerias Escola-Empresa, também vale ressaltar a importância da confiança mútua entre os dois grupos envolvidos para que o acesso às informações seja satisfatório, evitando, assim, mais um ponto de obstrução no processo de desenvolvimento do produto no contexto da Engenharia Simultânea.

## 6.2 ANÁLISE SOBRE A PESQUISA REALIZADA JUNTO ÀS EMPRESAS

Com a pesquisa realizada junto às empresas, verificou-se a presença de técnicas e ferramentas associadas ao conceito de Engenharia Simultânea, porém apresentando certas carências e subutilizações em alguns pontos, que tendem a obstruir a eficiência da metodologia.

Dos itens avaliados, os que se mostraram melhor explorados entre as empresas foram: políticas referentes ao fator qualidade, como a certificação ISO 9000, o nível de interface e entendimento entre os membros da equipe e a autonomia do líder de projetos. Desses três itens, apenas o segundo contribui diretamente com os conceitos considerados os mais importantes no contexto da Engenharia Simultânea.

Em relação aos tópicos avaliados que obtiveram desempenho médio entre as empresas, estão o nível de comunicação, utilização e integração de ferramentas computacionais e estrutura organizacional do tipo matricial.

Quanto ao primeiro item referente à comunicação, verificou-se que a maioria das empresas apresentam problemas, principalmente no que se refere ao repasse das informações necessárias para a realização do projeto nas diferentes etapas do processo de desenvolvimento.

Em relação aos meios de comunicação mais utilizados pelas empresas, foi constatada a utilização de meios menos burocráticos, como correio eletrônico (*e-mail*), reunião, telefone e FAX.

Quanto à utilização e integração de ferramentas computacionais, foram verificados, em relação aos sistemas CAD/CAE/CAM, os seguintes itens:

- O CAD-2D é utilizado por todas as empresas da amostra pesquisada, sendo o *software*

AutoCAD o de uso mais freqüente.

- O CAD-3D e o CAE apresentaram-se em cinco das sete empresas pesquisadas, enquanto o sistema CAD/CAE/CAM em apenas duas unidades, as quais alegaram ter problemas quanto à transmissão eletrônica de dados e integração dos sistemas.
- Padronizações e metodologias adotadas para o processo de desenvolvimento do produto só foram verificadas a nível de CAD, apresentando-se em 5 das 7 empresas pesquisadas.

Em relação à estrutura organizacional das empresas, estas demonstraram utilizar a estrutura organizacional tradicional (departamentalizada), apesar de vários setores participarem do processo de desenvolvimento do produto. Os setores que freqüentemente participam deste processo são o de desenvolvimento do processo de fabricação, o de engenharia do produto e fabricação, vendas e *marketing*, além de outras empresas. Setores como o de pesquisa e desenvolvimento e projeto do produto, apesar de serem fundamentais no processo de desenvolvimento do produto, foram pouco citados entre as empresas.

Em relação aos tópicos: nível de capacitação de recursos humanos e o reconhecimento e valorização do grupo, foram os que se apresentaram mais fracos entre as empresas. Este último item também está relacionado diretamente com os principais conceitos atribuídos à Engenharia Simultânea. Neste caso, apresenta-se como um fator que pode estar obstruindo o processo de desenvolvimento do produto no contexto da Engenharia Simultânea.

Quanto aos pontos coincidentes relativos a alguns aspectos dos tópicos abordados entre a pesquisa realizada entre as empresas e a realizada por CABARROCAS (1997), apresentada no capítulo 3, sessão 3.5.3, foram verificados os seguintes itens:

- A maioria das empresas desenvolve os produtos na maneira tradicional seqüencial.
- Todas as empresas possuem sistema CAD-2D implantado.
- CAD-3D apresenta-se em apenas algumas empresas.
- A maioria das empresas, apesar de possuírem ferramentas computacionais, ainda apresentam deficiências em relação à transmissão eletrônica de dados.
- Ainda se utiliza o processo de transmissão de informação manual, levando-se informações de um setor para outro pessoalmente.
- Nenhuma das empresas apresentaram um setor específico de pesquisa e desenvolvimento.

Apesar de as duas pesquisas terem sido realizadas em territórios distintos (Brasil e Espanha), verificam-se algumas semelhanças principalmente no que se refere ao enfoque tecnológico que envolve a utilização de ferramentas computacionais. A integração dos sistemas e a transmissão de informações apresentam-se deficitárias nas duas pesquisas, prejudicando a integração dos setores no desenvolvimento do produto.

Em relação à empresa que se encontrava em processo de implantação da Engenharia Simultânea durante o período de coleta de dados deste trabalho de pesquisa, verificaram-se também algumas semelhanças com os resultados da pesquisa realizada por LAWSON (1994), citada no capítulo 3, sessão 3.5.2 e com a pesquisa realizada por KRUGLIANSKAS (1992), citada no capítulo 3, sessão 3.5.1. Os pontos coincidentes foram:

- A motivação inicial para a implantação da Engenharia Simultânea foi a necessidade de se tornar competitiva frente aos seus concorrentes.
- O primeiro passo para a implantação se baseou na divulgação interna sobre o assunto.

- A principal barreira enfrentada foi a resistência à mudança por parte dos funcionários.
- Alguns dos benefícios alcançados após a implantação foi a melhoria na efetividade da comunicação e a redução nas mudanças de projeto e no retrabalho pelo setor de fabricação.
- Percebeu-se a ocorrência de mudança na estrutura organizacional da empresa, decorrente do processo de implantação da Engenharia Simultânea.

Esses foram os pontos comuns encontrados entre as três pesquisas, segundo os relatos de empresas que se encontravam em processo de implantação da Engenharia Simultânea.

Neste trabalho de pesquisa, além da verificação das características inerente à Engenharia Simultânea, foram explorados, também, os principais problemas encontrados durante o processo de desenvolvimento do produto entre as sete empresas participantes. Os problemas mais frequentes, apresentados por seus representantes, foram:

- Compartilhamento das informações.
- A cooperação do pessoal envolvido com o projeto.
- Cumprimento de prazos.
- Os estoques obsoletos.
- A sobrecarga de trabalho.
- A pouca flexibilidade para alterações de projetos já pré-concebidos.

Nesta relação, pode-se verificar que os dois primeiros da lista são os que mais obstruem a eficiência da Engenharia Simultânea e no entanto são problemas encontrados com grande frequência junto às organizações. Em contra partida, os dois foram citados no capítulo 3, sessão

3.5.2, como benefícios resultantes após a implantação da Engenharia Simultânea, o que mostra ser este, um caminho para minimizar problemas tão freqüentes junto às organizações.

Segundo investigações realizadas por SCHNEIDER (1995), as empresas no Brasil, com poucas exceções, ainda não formaram uma visão adequada da Engenharia Simultânea devido a indefinição do seu domínio, o que contribui para o seu sucesso parcial.

Sem o domínio dos conceitos da Engenharia Simultânea e, conseqüentemente, sem um método adequado para a sua implantação, a empresa acaba muitas vezes subutilizando seu potencial.

Em relação aos resultados da pesquisa junto às empresas, pode-se concluir que as empresas brasileiras precisam estar mais atentas às questões que hoje estão ditando as normas da competitividade em todo o mundo. A Engenharia Simultânea, que foi mostrada como uma das ferramentas para se alcançarem melhores patamares de competitividade, não vem sendo utilizada de maneira maciça nem por aquelas empresas consideradas competitivas.

Deve-se ressaltar que o número de empresas entrevistadas é pequeno em relação ao universo total, pois, do pequeno grupo de 17 empresas, apenas 7 responderam ao questionário. Entretanto, com base no fato de essas empresas terem sido indicadas como competitivas, os resultados obtidos podem servir como uma referência, e não como absolutos, sobre o estágio de aplicação da metodologia e aspectos decorrentes deste processo.

### **6.3 ANÁLISE SOBRE A PESQUISA REALIZADA JUNTO A UM NÚCLEO DIFUSOR DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

Com a pesquisa realizada junto ao NuPES, foi possível verificar o nível de utilização de alguns aspectos relacionados com o conceito de Engenharia Simultânea.

Dos tópicos avaliados, os que se mostraram melhor explorados entre os integrantes do grupo foram: a autonomia do líder de projetos, o entendimento entre os membros da equipe e o nível de capacitação de recursos humanos. Destes três itens, apenas o segundo contribui diretamente com os conceitos considerados os mais importantes no contexto da Engenharia Simultânea, pois contribui com a integração da equipe formada para trabalhar em determinado projeto.

Neste caso, os problemas apresentados referentes a este tópico foram mais relacionados ao nível de entendimento entre os integrantes do NuPES e os da empresa.

Os tópicos que obtiveram desempenho médio junto ao Núcleo foram o reconhecimento e a valorização do grupo e o grau de utilização e integração de ferramentas computacionais.

Os problemas apresentados nestes dois tópicos, que prejudicaram sua classificação junto ao grupo, são referentes aos seguintes pontos:

- A avaliação é realizada pelo desempenho do grupo, porém a recompensa recebida pelo resultado final do projeto desenvolvido é realizada individualmente, devido às regras contratuais estipuladas para cada integrante do grupo. Cada indivíduo recebe sua pontuação segundo o cumprimento das tarefas preestabelecidas pelo contrato, garantindo, assim, sua permanência no grupo.



- Quanto às ferramentas computacionais, verificaram-se problemas quanto à transmissão eletrônica de dados e o compartilhamento simultâneo de arquivos.
- Em relação às padronizações elaboradas pelo grupo para a execução de modelos em CAD-3D, alguns membros do NuPES as desconhecem e poucos integrantes da empresa as adotam durante o desenvolvimento de suas atividades.

Quanto aos itens avaliados junto ao Núcleo, que se apresentaram mais deficitários, apresentam-se: a estrutura organizacional do tipo matricial, o nível de comunicação e o nível de conhecimento do grupo quanto à preocupação com a qualidade e políticas adotadas pela empresa com a qual desenvolve atividades. Neste caso, os dois primeiros itens interferem diretamente no sucesso da Engenharia Simultânea.

Quanto à estrutura organizacional, verificou-se que o NuPES compõe equipes multidisciplinares por projeto, aproximando-se portanto da estrutura matricial por projetos. Entretanto, como o trabalho do NuPES desenvolve-se vinculado ao cronograma da empresa, e esta normalmente apresenta-se sob uma estrutura organizacional departamentalizada, ocorrem problemas de interação entre os próprios membros da empresa e destes com o NuPES.

Apesar deste problema, segundo os integrantes do NuPES, vários setores costumam fazer parte do projeto. Os setores que freqüentemente participam deste processo são os colaboradores externos (empresas e universidades), setor de engenharia do produto, desenvolvimento do processo de fabricação e pesquisa e desenvolvimento.

Se estes resultados forem comparados com os obtidos na capítulo 4, sessão 4.3.2, onde alguns dos setores menos envolvidos com o desenvolvimento do produto foram os setores de pesquisa e desenvolvimento e o setor de projeto do produto, fundamentais neste processo, pode-se

dizer que um laboratório como o NuPES tende a suprir de certa forma esta deficiência verificada nas empresas.

O item relativo à eficiência da comunicação apresentou-se deficiente principalmente no que se refere a problemas no repasse das informações necessárias para a realização do projeto nas diferentes etapas do processo de desenvolvimento.

Quanto a alguns aspectos referentes às ferramentas computacionais e meios de comunicação utilizados pelos integrantes do Núcleo, constatou-se a utilização dos seguintes recursos:

- O meio de comunicação mais utilizado pelo NuPES é o correio eletrônico (*e-mail*), utilizado pela totalidade do grupo. Outros meios como telefone e reunião foram citados por mais de 50% do grupo e a utilização de FAX apareceu pontualmente.
- O Núcleo utiliza apenas ferramentas do tipo CAD/CAE.
- O CAD-3D é o mais utilizado, sendo adotado pelo grupo o *software Pro/Engineer*.
- Padronizações e metodologias adotadas para o processo de desenvolvimento do produto foram verificadas apenas a nível de execução de modelos em CAD-3D.

Analisando os itens acima citados, pode-se dizer, que o Núcleo tende a dar suporte às empresas no que se refere à novas tecnologias, pois enquanto as empresas adotam basicamente o CAD-2D, O NuPES utiliza basicamente o CAD-3D, pouco explorado entre as empresas.

O mesmo ocorre com os *softwares* de CAE, também pouco difundidos entre as empresas, porém, de fundamental importância no desenvolvimento de novos produtos, utilizados para simulações de uso do produto ou de seu processo de fabricação.

Além dos tópicos abordados referentes à Engenharia Simultânea, também foram explorados junto aos integrantes do Núcleo quais os problemas mais frequentes encontrados durante o desenvolvimento de suas atividades.

Após a análise das respostas, os problemas foram subdivididos em três grupos. No primeiro, foram relacionados os que se mostraram vinculados exclusivamente ao NuPES. No segundo, os problemas que se apresentaram como resultantes da interface NuPES/Empresa e no terceiro grupo foram relacionados os problemas relativos exclusivamente à empresa.

#### Referentes ao NuPES

- Acompanhamento inadequado por parte dos líderes de projetos.
- Problemas de comunicação interna entre os integrantes do NuPES, apresentados pontualmente.
- Falta de padronização dos procedimentos para geração de dados já realizados por outras equipes e que constantemente voltam a ser realizados.
- Referente à administração do fluxo de projetos, para permitir a realização de novas atividades.

#### Referentes ao NuPES e a Empresa

- Comunicação entre locais de trabalho remotos funcionando apenas como caixa postal.
- Dificuldade no compartilhamento simultâneo de arquivos.
- Disponibilidade limitada de pessoas-chave na adoção de soluções alternativas no projeto.
- Não adoção de padronizações elaboradas para a execução de modelos em CAD-3D.
- Comunicação deficitária entre o NuPES e a empresa com a qual desenvolve trabalhos.

### Referentes à Empresa

- Repasse das alterações de projeto realizadas na empresa com atraso.
- Atraso na resolução de problemas por parte das equipes de suporte da empresa.
- A empresa envolve o NuPES em suas atividades, após o projeto já ter iniciado o seu processo de desenvolvimento.

Os obstáculos encontrados pelo NuPES para uma utilização mais efetiva da Engenharia Simultânea são provenientes principalmente do processo de parceria com a empresa, devido a alguns fatores previamente citados neste capítulo, na sessão 6.1.

Como principais pontos de obstrução, podem-se considerar a estrutura organizacional e o acesso e a efetividade da comunicação. Os dois tópicos dependem tanto do Núcleo como da empresa com a qual desenvolve suas atividades. Pode-se dizer que um interfere no outro, ou seja, uma estrutura organizacional inadequada, tende a dificultar tanto a comunicação, como a interação do grupo. Esses fatores tendem, portanto, a dificultar o compartilhamento de informações de fluxo diário durante o período de desenvolvimento do produto.

Deve-se ponderar, entretanto, que o Núcleo tem um espírito inovador, propondo-se a ser um elemento difusor de uma metodologia recente e, portanto, é natural que esteja enfrentando algumas dificuldades.

Apesar da verificação de que dificuldades encontradas pelo Núcleo têm relações com o processo de parceria, este não deve, entretanto, apoiar-se em justificativas desta natureza, pois é justamente o papel de elemento difusor da metodologia que se está propondo para o NuPES e,

assim, cabe também a este colaborar no processo de modernização organizacional e gerencial das empresas ao seu redor.

#### **6.4 COMENTÁRIOS ADICIONAIS**

Os resultados apresentados até o momento foram referentes às análises individuais de cada grupo estudado. Para que seja possível uma verificação global, que envolva os dois estudos, esta sessão mostrará uma correlação dos tópicos avaliados neste trabalho de pesquisa, levando-se em consideração os conceitos prioritários da Engenharia Simultânea e a classificação dos mesmos junto às empresas e ao NuPES.

Segundo os itens que mais caracterizam a presença da Engenharia Simultânea, pode-se relacionar:

1. Equipes multidisciplinares.
2. Desenvolvimento simultâneo.
3. Projeto para manufatura.
4. Compartilhamento das informações.
5. Líder para a coordenação do processo de desenvolvimento do produto.
6. Ferramentas computacionais.
7. Práticas gerenciais e instrumentos para melhoria da qualidade.

Para que seja possível a formação de **equipes multidisciplinares** que desenvolvam suas

**atividades simultaneamente**, faz-se necessária uma estrutura organizacional adequada que promova esta integração inter-setorial. A **estrutura organizacional do tipo matricial** por projetos é um exemplo de estrutura adotada em organizações que tendem a priorizar os projetos interdisciplinares.

Com alto nível de interface entre os setores e **entendimento entre os membros da equipe**, torna-se possível a **realização de projetos adequados para a manufatura**, pois, devido ao **desenvolvimento simultâneo das atividades e ao compartilhamento das informações**, propicia-se uma proximidade entre os setores de projeto e fabricação, onde normalmente se apresentam dificuldades operacionais.

A comunicação neste caso é a responsável em interfacear todos os acontecimentos, pois através do **compartilhamento das informações** durante o processo de desenvolvimento do produto entre os membros da equipe, reduzem-se as falhas e o retrabalho, acelerando, assim, o processo de desenvolvimento.

E para gerenciar todo este processo, entra em cena o **líder de projeto**, que tem como função principal coordenar todo o processo de desenvolvimento do produto realizado pela equipe, formada para desenvolver tal atividade. A equipe, por sua vez, faz uso de **ferramentas computacionais**, com o objetivo de automatizar o processo de projetar, respaldando-se em tecnologias que possibilitem a realização de projetos em um curto espaço de tempo, simulando a utilização do produto antes mesmo de este ser fabricado ou simulando seu processo de fabricação. Enfim, essas ferramentas servem de auxiliares no processo de desenvolvimento, contribuindo com a qualidade do produto e com a redução do tempo para colocá-lo no mercado.

Considerando então que haja uma redução de retrabalho e, conseqüentemente, uma redução no tempo gasto no processo de desenvolvimento do produto e um acréscimo na sua

qualidade, pode-se dizer que a resultante é um produto competitivo, de baixo custo.

A Tabela 25 mostra os tópicos avaliados nesta pesquisa, porém relacionados por ordem de prioridade na prática da Engenharia Simultânea segundo os conceitos acima citados, apresentando, também, a classificação dos mesmos junto às empresas e ao NuPES.

Tabela 25: Tópicos relacionados por ordem de prioridade na prática da Engenharia Simultânea

TÓPICOS ESPECÍFICOS	Classificação dos tópicos específicos		
	Conceitos	Empresas	NuPES
Políticas referentes à qualidade (empresa).	<b>básico</b>	<b>1º</b>	<b>8º</b>
Nível de capacitação de recursos humanos.	<b>básico</b>	<b>7º</b>	<b>3º</b>
Estrutura organizacional do tipo matricial.	<b>1º</b>	<b>6º</b>	<b>6º</b>
Interface e entendimento entre os membros da equipe.	<b>2º</b>	<b>2º</b>	<b>2º</b>
Reconhecimento e valorização do grupo.	<b>3º</b>	<b>8º</b>	<b>4º</b>
Acesso e efetividade da comunicação.	<b>4º</b>	<b>4º</b>	<b>7º</b>
Autonomia do líder de projetos.	<b>5º</b>	<b>3º</b>	<b>1º</b>
Utilização e integração de ferramentas computacionais.	<b>6º</b>	<b>5º</b>	<b>5º</b>

Segundo os resultados apresentados na Tabela 25, pode-se dizer que realmente um grupo com as características do NuPES, que trabalha em parceria com as empresas, tende a suprir a deficiência destas no que se refere ao nível de capacitação de recursos humanos, considerado básico num ambiente inovador.

Em relação à estrutura organizacional do tipo matricial, fundamental para propiciar o trabalho segundo os conceitos da Engenharia Simultânea, percebe-se que tanto o NuPES como as empresas apresentam problemas. Apesar do NuPES se aproximar da estrutura do tipo matricial por

projetos, adequada para esta metodologia de trabalho, a empresa com a qual desenvolve suas atividades, apresenta-se sob uma estrutura tradicional departamentalizada.

Isto contribui em parte, com outros problemas verificados junto ao NuPES, como a comunicação e a interação entre os integrantes do NuPES e da empresa, que são agravados também, pelo distanciamento físico e cultural das duas organizações, típico nas parcerias.

Esses fatores tendem, portanto, a dificultar a simultaneidade no compartilhamento das informações de fluxo diário durante o período de desenvolvimento do produto.

Quanto ao nível de interface e entendimento entre os membros da equipe e o reconhecimento e valorização do grupo, os dois também são fundamentais no contexto da Engenharia Simultânea, no entanto as empresas apresentam alguns problemas referentes à valorização do grupo, que contribui com a formação das equipes.

Enfim, pode-se dizer que tanto as empresas pesquisadas quanto o NuPES apresentam pontos que tendem a obstruir o processo de desenvolvimento do produto no contexto de Engenharia Simultânea.

Devido à obscuridade conceitual da metodologia, as organizações tendem a iniciar o processo de implantação sem um planejamento adequado, ocasionando deficiências na sua utilização.

Num segundo momento, tenta-se implementar os conceitos vinculados à Engenharia Simultânea, porém, enfrentando-se mais uma dificuldade, a de romper a inércia de um grupo, que já se adaptou à implantação inicial, mesmo sendo esta distante dos reais conceitos de Engenharia Simultânea.

Por esse e por outros motivos já citados, o ideal é entender os princípios da Engenharia Simultânea, delinear em que nível será implantada, com o objetivo de traçar um caminho adequado



para a implantação, com o devido apoio, treinamento e acompanhamento de pessoas capacitadas para exercer tal função.

# ***CAPÍTULO 7***

## ***CONCLUSÕES E SUGESTÕES***

## **7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

### **7.1 CONCLUSÕES**

Tanto as empresas pertencentes ao setor industrial brasileiro como o NuPES, apresentam características vinculadas ao conceito de ES, porém com certas deficiências que tendem a obstruir o processo de desenvolvimento do produto.

As empresas apresentam problemas inerentes à comunicação e à cooperação dos envolvidos no projeto. Também mostram-se tecnologicamente imaturas, no que se refere à utilização e integração de ferramentas computacionais e sem um setor específico de P&D, importante no processo de inovação de produtos.

Neste caso, o NuPES, pode servir para contrabalançar parte das deficiências verificadas, como por exemplo o setor de P&D, pois supre parcialmente a função deste setor, contribuindo para implementar modificações a nível de produto e processo, baseando-se em simulações computacionais realizadas por uma equipe multidisciplinar, capacitada em áreas afins com a tecnologia do produto e do processo de fabricação.

Supre também, deficiências a nível de tecnologias computacionais, destinadas a automatizar o “processo de projetar”, pois o NuPES dispõe de novas tecnologias, tanto a nível de CAD como de CAE. Neste caso, não só auxilia a empresa no desenvolvimento do produto, como acaba por difundir essas tecnologias junto à empresa.

O Núcleo, entretanto, ainda apresenta alguns pontos de obstrução, principalmente em relação a interação entre os seus integrantes e os da empresa com a qual desenvolve as atividades. Essa interação é relativa à eficiência da comunicação entre os envolvidos com o projeto e ao

compartilhamento simultâneo de arquivos através dos sistemas computacionais disponíveis para ambos.

## **7.2 SUGESTÕES PARA MELHORIAS**

O NuPES, tomado como difusor da Engenharia Simultânea, pode contribuir de forma mais efetiva junto às empresas, fortalecendo os princípios da Engenharia Simultânea junto ao grupo e auxiliando-as no processo de implantação da metodologia.

Levando a Engenharia Simultânea até as empresas de forma adequada, estaria contribuindo indiretamente para minimizar parte dos seus problemas mais eminentes, pois além dos benefícios já conhecidos, resultantes da implantação da ES, como prazo, custo e qualidade, também verificou-se melhorias a nível de eficiência na comunicação e na colaboração dos diferentes setores durante o processo de desenvolvimento do produto.

Sendo assim, o NuPES também melhoraria sua interação com a empresa, seu ponto deficitário, propiciando com isso o desenvolvimento do produto no contexto da Engenharia Simultânea.

## **7.3 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS**

Após a aplicação desta metodologia e a obtenção desses resultados, apresenta-se como sugestão para pesquisas futuras, a aplicação de pesquisa semelhante em empresas de setores variados, para que seja possível uma comparação em relação às estratégias competitivas utilizadas pelos diferentes setores no Brasil.

Propõe-se, também, que seja realizado o acompanhamento de alguma empresa que esteja em processo de implantação da Engenharia Simultânea no Brasil, com o objetivo de se quantificar os ganhos com a metodologia.

# ***ANEXO A***

## ANEXO A - INSTRUMENTO UTILIZADO NA PESQUISA

### Pesquisa Sobre Engenharia Simultânea

Dentro de sua empresa, sua função predominante é (assinale "X" em um única alternativa):

- Participante de equipes de projeto
- Líder/coordenador de equipes
- Membro da administração geral das equipes, com algum envolvimento em projetos
- Membro da administração geral, sem envolvimento direto em projetos
- Outro: \_\_\_\_\_

Com base nos últimos projetos em que trabalhou, indique seu acordo ou desacordo com as afirmações abaixo, utilizando a seguinte escala: (DF - Discordo Fortemente; D - Discordo; N - Neutro; C - Concordo; CF - Concordo Fortemente).

- 1 O investimento em Pesquisa Básica atende às necessidades da empresa..... DF D N C CF
- 2 O investimento em Pesquisa Aplicada atende às necessidades da empresa..... DF D N C CF
- 3 A empresa tem um setor de Pesquisa, não necessitando colaboração de terceiros... DF D N C CF
- 4 A equipe que trabalha num determinado projeto é escolhida pelo líder de projeto..... DF D N C CF
- 5 O líder de projeto que seleciona pessoas de diferentes departamentos ..... DF D N C CF
- 6 Na maioria dos projetos, as equipes formadas são provenientes dos setores de:  
(marque um **X** nos itens que normalmente compõem a equipe):
- ( ) Colaboradores externos (sublinhar o colaborador correspondente: Universidades, Institutos de Pesquisa, Outras Empresas)
- ( ) Pesquisa e Desenvolvimento
- ( ) Projeto de Produto, de *Hardware* ou de *Software*
- ( ) Engenharia de Produto, teste da qualidade
- ( ) Operações de Fabricação
- ( ) Desenvolvimento de Processo
- ( ) Vendas
- ( ) Marketing
- ( ) Administração (finanças, recursos humanos, etc.)
- ( ) Outros; \_\_\_\_\_
- 7 Os membros da equipe de um determinado projeto recebem continuamente treinamento e cursos necessários para o desenvolvimento de suas tarefas ..... DF D N C CF
- 8 As equipes fazem uso de *softwares* de suporte ..... DF D N C CF
- 9 Os tipos de *softwares* utilizados são.....( CAD) ( CAE) ( ) ( )
- 10 A comunicação entre estes *softwares* acontece de forma eficiente ..... DF D N C CF

- 11 A empresa adota padrões ISO 9000..... DF D N C CF
- 12 Existe uma padronização interna na empresa para o desenvolvimento de novos produtos, utilizada pelos usuários dos sistemas: (assinale um **X** no sistema onde esta afirmação é verdadeira).....CAE CAD CAM CIM (\_\_\_\_)
- 13 Existe uma metodologia documentada para execução de desenhos em CAD ..... DF D N C CF
- 14 Esta metodologia é utilizada no processo de desenho do produto (CAD) ..... DF D N C CF
- 15 Especifique os padrões de arquivos utilizados pelos diferentes *softwares*, para possibilitar a comunicação entre eles..... (\_\_\_\_)/ CAD; (\_\_\_\_) /CAE; (\_\_\_\_) especificando o *software* em questão ..... (\_\_\_\_)/ CAD; (\_\_\_\_)/ CAM; (\_\_\_\_)
- 16 Os membros da equipe responsável por um determinado projeto estão sempre informados sobre suas respectivas tarefas e responsabilidades individuais, assim como do seu papel no desenvolvimento do projeto como um todo ..... DF D N C CF
- 17 Os membros da equipe se entendem bem..... DF D N C CF
- 18 A maior parte dos membros da equipe gostaria de voltar a trabalhar em projeto similar..... DF D N C CF
- 19 A interface entre a equipe interna (à empresa) e a equipe colaboradora proveniente de instituições externas é eficiente ..... DF D N C CF
- 20 Os meios de comunicação mais utilizados entre os integrantes da equipe são .....(\_\_\_\_) (\_\_\_\_) (\_\_\_\_) (\_\_\_\_) (\_\_\_\_)
- 21 A efetividade da comunicação entre os membros envolvidos no projeto para os diferentes tipos de tarefas mostradas abaixo é adequada;
- Transferência de informações negociais ..... DF D N C CF
- Transferência de informações técnica..... DF D N C CF
- Intercâmbio de informações sensíveis ao tempo (rápida obsolescência) ..... DF D N C CF
- Tomada de decisões críticas sobre o projeto (relativas ao produto e ao processo) ..... DF D N C CF
- Fornecimento de informações preliminares ..... DF D N C CF
- Barganha e negociação..... DF D N C CF
- Resolver conflitos ..... DF D N C CF
- Planejar e alocar tarefas ..... DF D N C CF
- Gerar idéias, mudanças ou novas características..... DF D N C CF
- Outras: ..... DF D N C CF
- 22 A equipe tem acesso a informações necessárias para a realização do projeto em qualquer etapa do processo ..... DF D N C CF
- 23 No desenvolvimento de um projeto, onde estão envolvidos vários setores, estes trabalham juntos..... DF D N C CF
- 24 Os setores envolvidos neste projeto se comunicam com frequência



suficiente para repassar o processo de desenvolvimento do produto ..... DF D N C CF

25 Cada líder de projeto se reporta com frequência ao coordenador geral

(de todos os projetos em andamento), expondo o seu grau de desenvolvimento ..... DF D N C CF

26 A avaliação dos membros da equipe é baseada no desempenho grupal..... DF D N C CF

27 A recompensa aos membros da equipe é baseada no desempenho grupal..... DF D N C CF

28 Liste alguns problemas que você identificou durante a realização dos projetos e a solução adotada pelo grupo.

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

---

-

Empresa: \_\_\_\_\_ Setor: \_\_\_\_\_

----

Nome

(opcional): \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

----

---

**Agradecemos ter respondido o questionário, colaborando com este projeto de pesquisa. Em caso de informações adicionais, retornar para;**

Prof<sup>a</sup>. Carla Cristina Amodio Estorilio  
Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná  
CEFET/PR-DAMEC/NuPES/PPGTE  
Av. Sete de Setembro, n.º 3165 - CEP 80230-910 - Curitiba - PR  
Fone: (041) 322-4544 R 696  
e-mail: amodio@nupes.cefetpr.br

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALLEN, C.W. Simultaneous engineering: what? why? how?. In : SME SIMULTANEOUS ENGINEERING CONFERENCE. **Proceedings**. Jun. 1989.
- 2 BACK, N. Engenharia simultânea é a solução. **Gestão Ambiental**, 1996
- 3 BECKERT, B.A. Concurrent engineering: changing the culture. **CAE**. v.10, Iss.10, p.51-56, Oct. 1991.
- 4 BORSATO, M. The role of a concurrent engineering research and development group in education and industry. In : ISPE/IEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CAD/CAM, ROBOTICS AND FACTORIES OF THE FUTURE (13. : 1997 : Pereira). **Proceedings**. Pereira, Colombia, 1997, p.346-351.
- 5 BUENO, J. O caminho da vitória. **Boletim Fundação Vanzolini**, São Paulo, n.31, p.8-9, set./out. 1997.
- 6 CABARROCAS, J., CIURANA, J. de, GASCONS, N., MAYUGO, J. A, RIPOLI, LL. Evaluation of the application of concurrent engineering to the industry. Part 2 : results and conclusions. In : ISPE/IEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CAD/CAM, ROBOTICS AND FACTORIES OF THE FUTURE (13. : 1997 : Pereira). **Proceedings**. Pereira, Colombia, 1997, p.352-358.
- 7 CARTER, D.; SULLIVAN, T. N. **Concurrent engineering: best practices for global success**. Mentor Graphics Corporation, 1994.
- 8 CHAMBERLAIN, A. Total product development. In : SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS MANUFATURADOS (1991. : São Paulo). **Anais**. São Paulo, nov.1991.
- 9 CIURANA, J. de, CABARROCAS, J., GASCONS, N., MAYUGO, J. A, RIPOLI, LL. Evaluation of the application of concurrent engineering to the industry. Part 1 : methodology of work. In : ISPE/IEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CAD/CAM, ROBOTICS AND FACTORIES OF THE FUTURE (13. : 1997 : Pereira). **Proceedings**. Pereira, Colombia, 1997, p.340-345.
- 10 CLEETUS, K.J. Definition of concurrent engineering. **Concurrent Engineering Research Center - technical report**). Morgantown, WV : West Virginia University, 1992.

- 11 COFFMAN, C. Make me a match. **Automotive Industries**, Dec. 1987.
- 12 CONTADOR, José Celso (Coord.). **Gestão de Operações**. A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa. 1. ed. São Paulo : Fundação Vanzolini/E. Blücher, 1997.
- 13 CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo avesso**. Rio de Janeiro: UFRJ e Revan, 1994. 212p.
- 14 COSTA, Luis Sergio Salles; CAULLIRAUX, Heitor M. (Orgs.). **Manufatura integrada por computador**: sistemas integrados de produção: estratégia, organização, tecnologia e recursos humanos. Rio de Janeiro : Campus, 1995.
- 15 DIERDONCK, R. V. The manufacturing / design interface. **R&D Management**, v.20, n.3, 1990. p.203-209.
- 16 ESTORILIO, C. C.; HATAKEYAMA, K. Concurrent engineering and CAD/CAE applied to design the tooling for plastics molds. In : ISPE/IEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CAD/CAM, ROBOTICS AND FACTORIES OF THE FUTURE (13. : 1997 : Pereira). **Proceedings**. Pereira, Colombia, 1997, p.333-339.
- 17 EVANS, B. Simultaneous engineering. **Mechanical Engineering**. Fev.1988.
- 18 FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L.. **Aprendizagem e inovação organizacional** : as experiências de Japão, Coréia e Brasil. 2. ed. São Paulo : Atlas, 1997.
- 19 FLEURY, M. T. L.; FLEURY A. Globalização e reestruturação industrial. **Boletim Fundação Vanzolini**, São Paulo, n.31, p.18-19, set./out. 1997.
- 20 FOREMAN, J. W. Gaining competitive advantage by using simultaneous engineering to integrate your engineering design and manufacturing resources. In : CASA/SME AUTOFACT. **Proceedings**. Oct.1989
- 21 GARRETT, R. W. Eight steps to simultaneous engineering. **Manufacturing Engineering**. Nov.1990. p.41-47.
- 22 GAYNOR, G. H. Optimizing investments in technology: the role of managing cycle time. **Managing Technology Today**. May 1992.
- 23 GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**.. São Paulo : Editora Atlas, 1995.
- 24 GORDON, F.; ISENHOUR, R. Simultaneous engineering. **Electronic Engineering Times**. Jan.1989.

- 25 HARTLEY, J. R. **Engenharia simultânea**. Porto Alegre : Bookman, 1998.
- 26 HATAKEYAMA, K.; ESTORILIO, C. C.; CARVALHO, H. G. Concurrent engineering through university-company partnership. In : INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION (ICEE97 : Chicago). **Proceedings**. Chicago, 1997, p.380-386.
- 27 HUNT, V. D. **Reengineering: leveraging the power of integrated product development**. Essex Junction, Oliver Wight, 1993.
- 28 JUNQUEIRA, G. B. **Da engenharia tradicional à engenharia simultânea no setor industrial nacional**. São Paulo, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da USP.
- 29 KRAFCIK, J.F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review**. v.10, n.1, p.41-52. 1988.
- 30 KRUGLIANSKAS, I. Engenharia Concorrente: organização e implantação em empresas brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (XVII. : São Paulo : 1992). **Anais**. São Paulo, 1992.
- 31 \_\_\_\_\_. Estratégia empresarial para a compressão do ciclo de vida de projetos: engenharia simultânea e técnicas associadas. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (XVIII. : São Paulo : 1994). **Anais**. São Paulo, outubro 1994. p. 853-872.
- 32 LAWSON, M. and KARANDIKART, H. M. A survey of concurrent engineering. **Concurrent engineering: research and applications**. London, v. 2, n 1, Mar. 1994.
- 33 MARCOVITCH, Jacques. Globalização e Competitividade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE TECNOLOGIA (1995 : Curitiba). **Anais**. Curitiba : COPEL, 1995.
- 34 McHUGH, P.; WILSON, P. M. Forward engineering: engineering competition devastating performance. In : IPM CONFERENCE (1989 : Rome). **Proceedings**. Rome, Sep.1989.
- 35 MILLS, R. et al. The future of product development. **Computer Aided Design**. Oct. 1991
- 36 MORTIMER, J.; HARTLEY, J. **Simultaneous engineering; the management guide to successful implementation**. Industrial Newsletters, 1990

- 37 NORMAN, R. Concurrent product/ process development: a concurrent design methodology: making it happen. In: ALLEN, W. C. **Simultaneous engineering: integrating manufacturing design**. Dearborn, SME, 1990, p.132-140.
- 38 PASSOS, Carlos Artur Krüger. **Indústria brasileira e globalização: alguns dos desafios a enfrentar**. Curitiba, 1996. (Mimeo.)
- 39 PLONSKI, G.A.; FARINHA, J.M.B.B. O modelo do “concurrent engineering” em novos empreendimentos. In : ENEGEP (12. : 1992 : São Paulo). **Anais**. São Paulo, 1992.
- 40 PORTER, Michael E. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro : Campus, 1993.
- 41 PRASAD, Biren. On influencing agents of CE. **Concurrent Engineering: Research and Applications**. London, v. 3, n 2, Jun. 1995.
- 42 SCHNEIDER, Homero Maurício. Colaborando através da engenharia simultânea para a inovação. In: XVIII SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (XVIII. : 1994: São Paulo). **Anais**. São Paulo, 1994. p. 959-970.
- 43 \_\_\_\_\_. Engenharia simultânea: causas do seu sucesso relativo. *Economia & Empresa*. São Paulo, v.2, n.3, jul./set. 1995. p. 17-21.
- 44 STEPHEN, I.; MICHAEL, W. B. Handbook in research and evaluation. San Diego : Edits Publishers, 7ª ed. 1976.
- 45 STOLL, H.W. Simultaneous engineering in the conceptual design phase. In : SME SIMULTANEOUS ENGINEERING CONFERENCE. **Proceedings**. Nov.1988.
- 46 VASCONCELLOS, Eduardo; HEMSLEY, James R. **Estrutura das organizações**. São Paulo : USP, 1989.
- 47 WALKLET, R. H. Continuous improvement and simultaneous engineering. **Automotive Engineering**. New York : v.97, n.10, Oct 1989, p.59-63
- 48 WINNER, R.I. et al. The role of concurrent engineering in Weapons system acquisition. **IDA Report R-338**. Alexandria, V.<sup>a</sup> : Institute for defence analyses, Dec.1988.
- 49 WOMACK, James P. et al. **A máquina que mudou o mundo**.1. ed. Rio de Janeiro : Campus, 1992.
- 50 ZILBOVICIUS, Mauro. **Modelos para a produção, produção de modelos: contribuição à análise de gênese, lógica e difusão do modelo japonês**. São Paulo, 1997. Tese

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- 1 ALLEGRI, Theodore H. **Advanced manufacturing technology**. Blue Ridge Summit: Tab Books, 1989.
- 2 ASFAHL, C. Ray. **Robots and manufacturing automation**. New York : John Wiley & Sons, 1985.
- 3 BALASUBRAMANIAN, S. ; NORRIE, D. H. A multiagent architecture for concurrent design, process planning, routing, and scheduling. **Concurrent engineering: research and applications**. London, v. 4, n. 1, Mar. 1996.
- 4 BEDWORTH, David D.; BAILEY, James E.. **Integrated production control systems: management , analysis, design**. 2. ed. Singapore : John Wiley & Sons, 1987.
- 5 CARTER, D. E.; BAKER, B. S. **Concurrent engineering: the product environment for the 1990s**. Mentor Graphics Corporation, 1991.
- 6 CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 4.ed. São Paulo : McGraw-Hill , 1993.
- 7 COELHO, Marcelo.. Como se faz uma tese. **Folha de S. Paulo**. 16 de março, 1997.
- 8 COUTINHO, Luciano; FERRAZ, João Carlos (Coord.). **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. 2. ed. Campinas : Papirus, 1994.
- 9 DOVE, Kelly. Concurrent engineering: the key to success is in communication. **CADENCE** v.8, n..11, 1993.
- 10 **Economia e Sociedade**, nº1. Campinas: UNICAMP, agosto, 1992.
- 11 FIEP/SEID. **Sondagem industrial** : a visão de líderes industriais paranaenses 1995-1996. Curitiba, 1996.
- 12 FIEP/SEID. **Sondagem industrial** : a visão de líderes industriais paranaenses 1996-1997. Curitiba, 1997.
- 13 GOMIDE, F.A. de Campos; ANDRADE NETTO, M.L. **Introdução à automação industrial informatizada**. ed. prel. Buenos Aires : Kapelusz, 1987.
- 14 GROOVER, Mikell P. **Automation, production systems, and computer ingrated**

- manufacturing.** Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1987.
- 15 HAMPTON, D. R. **Administração contemporânea.** São Paulo : 2 ed., McGraw-Hill, 1983.
- 16 KOCHAN, Anna. Simultaneous engineering puts the team to work. In: **Multinational Business** , n. 1, 1991.
- 17 KUSIAK, Andrew. **Concurrent engineering: automation, tools and techniques.** New York : John Wiley & Sons, 1993.
- 18 LANDES, David S. **Prometeu desacorrentado.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.664 p.
- 19 LANGE, Larry. Software agents key to interactive CAD. **EETIMES.** Sep. 23, 1996. Issue 920. Section news engineering java.
- 20 LIEBSON, Laurence. Plug-and-play for EDA. **EETIMES.** Oct. 24, 1994. Issue 820. Section news business.
- 21 LOCKE, Christopher. Coordinate with the net-networks empower and the larger the network, the more “intelligence” it elicits. **Information Week.** May 30, 1994. Issue 477. Section Columnist.
- 22 MANKIKAR, Mohan. The power of design.. **EETIMES.** Jan. 29, 1996. Issue 886. Section design components.
- 23 MARCOVITCH, Jacques. **Cooperação internacional: estratégia e gestão.** São Paulo : USP, 1994.
- 24 MAYNARD, H. B. **Manual de engenharia de produção.** São Paulo: USP, 1970. 387p.
- 25 MONKS, Joseph G. **Administração da produção.** São Paulo : McGraw-Hill, 1987.
- 26 MUNIZ, J. J. **A utilização da engenharia simultânea no aprimoramento contínuo e competitivo das organizações.** São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da USP.
- 27 NEVINS,J.L.; WHITNEY, D. E. Computer integrated design and manufacturing. In: BEDWORTH, D. D.; HENDERSON, M. R. ; WOLFE, P. **Computer integrated design and manufacturing.** Singapore : McGraw Hill, 1991. p. 134-176.
- 28 OLIVEIRA, Antonio Carlos M. C. A nova tecnologia de informação: problemas gerenciais, ferramentas e processo decisório. **Revista de Administração.** São Paulo, v. 20, n. 2,



- abril/junho 1985. p. 41-47.
- 29 PRASAD, Biren. **Concurrent engineering fundamentals: integrated product development**. New Jersey : Prentice Hall PTR, 1996.
- 30 \_\_\_\_\_. toward definitions of a concurrent engineering product design, development, and delivery (PD<sup>3</sup> ) system..**Concurrent Engineering: Research and Applications**. London, v. 4, n 2, Jun. 1996.
- 31 ROSENBERG, Nathan; BIRDZEL, Jr L. E. . **A história da riqueza do ocidente**. Rio de Janeiro : Record, 5º d. 339 p.
- 32 ROSENBLATT, Alfred and WATSON, George F. Concurrent Engineering. **IEEE Spectrum**. Jul. 1991. p. 22-37.
- 33 SBRAGIA, Roberto. Avaliação do desempenho de projetos em instituições de pesquisa: um estudo empírico dentro do setor de tecnologia industrial. **Revista de Administração**. São Paulo, v. 19, n. 1, p. 83-93.janeiro/março 1984.
- 34 \_\_\_\_\_. A Interface entre gerentes de projeto e gerentes funcionais em estruturas matriciais. **Revista de Administração**. São Paulo, v. 20, n. 2, abril/junho 1985. Pág. 48-55.
- 35 \_\_\_\_\_. Trabalho em equipe e inovação tecnológica.. **Revista de Administração**. São Paulo, v. 28, n. 1, p. 36-43, janeiro/março 1993.
- 36 TERRANCE, M. Skelton and HANS, J. Thamhain. Concurrent project management: a tool for technology transfer, R&D-to-market. **Project Management Journal**. Massachusetts, Bentley College, v. 24, n. 4, Dec. 1993.
- 37 VASCONCELLOS, Eduardo. **Gerenciamento da tecnologia**: um instrumento para a competitividade empresarial. São Paulo : Edgard Blücher, 1992.
- 38 \_\_\_\_\_. Inovação tecnológica no Japão.. **Revista de Administração**. São Paulo : v. 28, n. 1, janeiro/março 1993.
- 39 WILSON, Linda. All together now... - As companies build work teams with staff from disparate departments, they increasingly rely on workflow automation to keep everyone one course. **Information Week**. Nov. 28, 1994. Issue 503. Section client server.
- 40 WOMACK, James P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 1.ed. Rio de Janeiro : Campus, 1998.