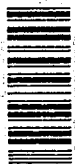


**ANTÔNIO DOMINGUES BRASIL**

**CONHECIMENTO E USO DE METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO  
DE PRODUTOS: UMA PESQUISA ENVOLVENDO 30 EMPRESAS  
SITUADAS NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada como requisito  
parcial à obtenção do grau de Mestre do  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de Santa  
Catarina

Orientador: Prof. Dr. Miguel Fiod Neto



O: 267.240-9

UFSC-BU

FLORIANÓPOLIS

1997

**ANTÔNIO DOMINGUES BRASIL**

**CONHECIMENTO E USO DE METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO  
DE PRODUTOS: UMA PESQUISA ENVOLVENDO 30 EMPRESAS DOS  
ESTADOS DE SANTA CATARINA E RIO GRANDE DO SUL**

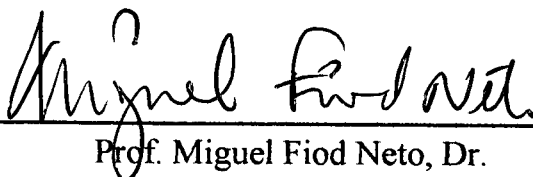
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia”, especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua versão final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.



---

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



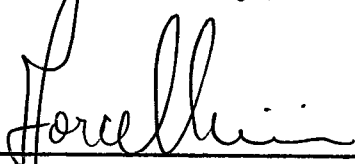
---

Prof. Miguel Fiod Neto, Dr.  
Orientador



---

Prof.<sup>a</sup> Leila Amaral Gontijo, Dra.



---

Prof. Fernando Antonio Forcellini, Dr.

Florianópolis, agosto de 1997

**“Longo foi o caminho até a conclusão deste trabalho. Para alguém, que sem a qual jamais teria chegado até aqui, este caminho foi longo demais. Fica aqui uma modesta homenagem à memória de **Nelcy Domingues Brasil**, minha mãe”**

**“Durante toda minha vida profissional e acadêmica contei sempre com o apoio, incentivo e confiança de meu pai **Laurecy Alves Brasil**. Não poderia deixar de dedicar a ele este trabalho”**

**“Parte do tempo que ocupei com esta pesquisa, pertencia à minha esposa, **Amélia**, e à minha filha, **Nataliê**. E justo então que se diga, a **Elas** também pertence este trabalho”**

**“DEUS se fez presente em todos os momentos”**

## AGRADECIMENTOS

Na vida, pouca coisa se consegue sozinho. O conteúdo desta dissertação deve-se a participação, direta ou indireta, de pessoas e instituições as quais queremos deixar aqui nossos mais sinceros agradecimentos:

- à **CAPES** pelo auxílio financeiro indispensável ao trabalho;
  
- à **Fundação Universidade do Rio Grande** pela liberação das atividades permitindo minha dedicação integral a este trabalho;
  
- à **Universidade Federal de Santa Catarina** pela oportunidade oferecida;
  
- ao professor **Miguel Fiod Neto** pela confiança depositada;
  
- aos professores **Fulvio Enrico Giacomo Chimisso, Humberto Camargo Piccoli e Lauro Roberto Witt da Silva** por terem assumido minhas atividades de ensino durante o tempo em que estive afastado;
  
- ao professor **Carlos Ademir Gonçalves de Lima** que, com seu exemplo de profissionalismo e coerência idéias, foi um incentivador e, acima de tudo, uma pessoa tomada como referência ao optar-se por realizar um trabalho nesta área;
  
- ao professor **Tabajara Lucas de Almeida** que por sua boa vontade, companheirismo e indispensável contribuição em termos de conhecimentos, sobretudo no que diz respeito aos aspectos estatísticos, teve participação marcante no desenvolvimento do trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - Origem do trabalho.....	1
1.2 - Problematização.....	2
1.3 - Encaminhamento do trabalho.....	4
1.4 - Justificativa.....	5
1.5 - Objetivos do trabalho.....	7
1.6 - Hipóteses.....	9
1.7 - Limitações e abrangência do trabalho.....	10
1.8 - Estrutura da dissertação.....	11
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1 - O processo de transferência do conhecimento científico.....	13
2.2 - A evolução do campo de conhecimento e o surgimento dos problemas de transferência na área de projeto e desenvolvimento de produtos.....	14
2.3 - Metodologias de desenvolvimento de produtos .....	18
2.4 - O ensino de Projeto nos cursos de engenharia.....	24
<b>CAPÍTULO 3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS DO TRABALHO.....</b>	<b>26</b>
3.1 - Preliminares.....	26
3.2 - A questão básica da pesquisa.....	26
3.3 - Delineamento da pesquisa.....	28

3.4 - Estabelecimento dos objetivos.....	29
3.5 - Instrumento para coleta dos dados.....	33
3.6 - Critérios utilizados nas avaliações.....	35
3.7 - Entrevista.....	38
3.8 - Seleção da amostra.....	39
<b>CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
4.1 - Considerações iniciais.....	42
4.2 - Empresas pesquisadas.....	42
4.3 - Caracterização do setor de projeto e desenvolvimento de produtos .....	44
4.4 - Perfil dos profissionais entrevistados .....	50
4.5 - O processo de desenvolvimento de produtos nas empresas pesquisadas.....	51
4.6 - Metodologias de desenvolvimento de produtos das empresas EMP 2, EMP 4 e EMP 11.....	63
4.7 - Conhecimento teórico dos entrevistados.....	70
4.8 - Avaliações.....	72
4.9 - Seleção dos dados característicos da empresa para confronto com as variáveis avaliadas.....	81
4.10 - Análise estatística dos dados.....	84
4.11 - Síntese .....	104
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO.....</b>	<b>106</b>
5.1 - Recapitulando.....	106
5.2 - Caracterização do setor de desenvolvimento de produtos.....	106
5.3 - A organização do processo de desenvolvimento de produtos.....	108
5.4 - Conhecimento a respeito do aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos.....	114

5.5 - Sugestões para trabalhos futuros.....	116
5.6 - Conclusões e contribuições do trabalho.....	118
<b>ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO.....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO 2 - TABELAS.....</b>	<b>125</b>
Tabela A2.1 - Avaliações parciais da variável AVAPRO.....	126
Tabela A2.2 - Notas que compuseram o valor final de UMAUX.....	127
Tabela A2.3 - Relação das variáveis confrontadas nas análises estatísticas.....	128
Tabela A2.4 - Logaritmos das variáveis F, FS, NS, e UMAUX.....	130
Tabela A2.5 - Matriz de correlação das variáveis contínuas.....	131
Tabela A2.6 - Ordem de classificação das empresas segundo AVAPRO.....	133
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>137</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>142</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Representação abstrata de um sistema técnico. função global.....	21
Figura 4.1 - Fluxograma da metodologia empregada pelas empresas EMP 2, EMP 4 e EMP 11.....	64
Figura 4.2 - Diagrama das distâncias euclidianas.....	98
Figura 4.3 - Médias por grupos das variáveis SISPRO, AVAPRO e AVACON.....	98



## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Dados gerais das empresas e dos setores pesquisados.....	46
Tabela 4.2 - Avaliações feitas pelos entrevistados e pelo entrevistador.....	73
Tabela 4.3 - Correlações entre as variáveis medidas das empresas.....	87
Tabela 4.4 - Correlações entre as variáveis numéricas e avaliadas pelo entrevistador.....	90
Tabela 4.5 - Correlações com variáveis dicotomizadas.....	92
Tabela 4.6 - Correlações com a variável ORCON.....	95
Tabela 4.7 - Análise de componentes principais das variáveis da amostra para dois fatores...96	
Tabela 4.8 - Médias das variáveis para cada grupo formado na análise de agrupamento.....	99
Tabela 4.9 - Comportamento dos grupos frente às variáveis ISO 9001 e ESPEC.....	101
Tabela 4.10- Classificação dos grupos pela média das variáveis AVAPRO e AVACON.....	103
Tabela A2.1 - Notas que compuseram o valor final de AVAPRO.....	126
Tabela A2.2 - Notas que compuseram o valor final de UMAUX.....	127
Tabela A2.3 - Relação das variáveis confrontadas nas análises estatísticas.....	128
Tabela A2.4 - Logaritmos das variáveis F, FS, NS e UMAUX.....	130
Tabela A2.5 - Matriz de correlação das variáveis contínuas.....	131
Tabela A2.6 - Ordem de classificação das empresas segundo AVAPRO.....	133

## RESUMO

Este trabalho faz um estudo sobre o conhecimento e o uso de metodologias de desenvolvimento de produtos, tendo como base entrevistas realizadas com profissionais de 30 empresas de médio e grande porte situadas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Parte da suposição de que esses métodos são muito pouco conhecidos pelos usuários potenciais, já que esse é um assunto sem destaque nos meios que comumente deveriam fazer sua divulgação e transmissão, particularmente a bibliografia e as instituições de ensino.

De forma genérica, apresenta como transcorre o processo de desenvolvimento de produtos nas empresas pesquisadas, avaliando-o segundo as práticas adotadas pelas empresas mais competitivas. Dos entrevistados foram coletadas avaliações sobre o ensino e sobre a literatura relacionada com o assunto, ao mesmo tempo em que foram avaliados quanto ao conhecimento teórico demonstrado. Os dados e avaliações foram examinados à luz de ferramentas estatísticas.

O estudo revela que o conhecimento teórico básico dos profissionais é praticamente o mesmo, e quase sempre carente quanto ao aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos. Os procedimentos que orientam suas atividades são predominantemente informais e sem vinculação com modelos propostos por pesquisadores. O que diferencia os processos mais organizados de desenvolvimento de produtos são fatores relacionados diretamente ao porte das empresas.

## ABSTRACT

This is a study about knowledge and the use of methods for development of products, based on interviews with professionals from thirty medium and large firms within the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, Brazil. Departing from the hypothesis that these methods are not very well known by potential users, because this subject is not usually stressed by the organizations that should disseminate these methods, especially through bibliography and teaching institutions. In a general way, it describes the process of development of products within the firms researched, evaluating it according to the means adopted by the more competitive in a global context. Evaluations about teaching and literature related to the subject were collected from the interviewees, and at the same time they were evaluated in respect to the theoretical knowledge demonstrated. The data and evaluations were examined through the use of statistical instruments. The study reveals that the basic theoretical knowledge of the professionals is at the same level and almost always as poor as their knowledge of methodological aspects for the development of products. The procedures that guide their activities are predominantly informal and without any link with the models proposed by researchers. The differential factor among more organized processes for the development of products is related directly to the size of the firms.

# **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

## **1.1 - Origem do trabalho**

A natureza complexa dos problemas atuais, no que tange ao desenvolvimento de novos produtos, sugere a necessidade de um suporte lógico, exterior ao projeto, que permita sua execução de forma sistêmica. Nesse sentido, foram criadas metodologias científicas direcionadas a esta finalidade.

Contrariando o que se poderia esperar, entretanto, essas metodologias não foram capazes de sensibilizar os profissionais envolvidos com a atividade de desenvolver produtos a adotá-las como ferramenta de trabalho. Na literatura específica, podem ser acompanhados trabalhos que dão conta de que tais métodos são pouco conhecidos pela indústria.

Considerando que 60 a 80% dos custos para o ciclo de vida do produto ficam definidos durante a fase de desenvolvimento, segundo dados fornecidos pela Manufacturing International, Inc. (MILLER, 1993), e que o propósito das metodologias é justamente facilitar os trabalhos nessa etapa, a não adoção, pelo menos do ponto de vista científico, não deve ser encarada como um acontecimento normal.

Admitindo este fato como um problema e procurando levantar razões que conduzem a este comportamento, o presente trabalho propõe-se a:

- 1º) conhecer e avaliar a organização do processo de projeto e desenvolvimento de produtos nas empresas analisadas;
- 2º) conhecer o perfil acadêmico dos profissionais que conduzem as atividades de desenvolvimento de produtos e avaliar seus conhecimentos teóricos sobre o assunto;
- 3º) verificar se existe vinculação entre a organização do processo e o conhecimento teórico dos profissionais.

A questão básica que deverá ser respondida e que sintetiza o problema a ser

pesquisado é: Os profissionais que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos têm conhecimento das metodologias científicas existentes?

Para responder à pergunta, foram entrevistados profissionais da indústria que desempenham funções de liderança em setores ligados à atividade de desenvolvimento de produtos. Ao todo, foram 38 profissionais entrevistados, de 30 empresas diferentes.

A base para o levantamento dos dados foram as indústrias de médio e grande porte situadas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que atuam nos setores metal-mecânico, metalúrgico, de material elétrico e de comunicações, de material de transporte, e de produtos de materiais plásticos e não metálicos, conforme classificação adotada pela Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina.

## 1.2 - Problematização

O mercado de produtos e serviços é controlado pela lei da oferta e da procura, a qual também governa as estratégias adotadas pelas empresas no sentido de manter o sucesso junto ao consumidor.

A situação de hoje, tanto nacional como internacionalmente, caracteriza-se por uma concorrência acirrada e, em diversos setores, há excesso de oferta. A respeito deste assunto, MELLO (1988), *apud* DA SILVA (1995), faz uma citação sobre o que Alvin Tofler escreveu em seu livro “O Choque do Futuro”, onde diz: “nas sociedades avançadas, a oferta total de bens e serviços dobra a cada 15 anos e esse lapso de tempo tende a diminuir cada vez mais”.

Nesse ambiente, a tarefa de projetar produtos não pode ser mais baseada na intuição, dependente apenas de ensaios e erros ou de empirismo; deve estar fundamentada, isto sim, na aplicação de métodos sistemáticos, com sólido embasamento científico, para ter asseguradas mais possibilidades de sucesso, conforme colocado por FIOD (1993).

Segundo SELL (1993), a sobrevivência de uma empresa depende da qualidade dos

produtos e serviços oferecidos. E para assegurar qualidade, é preciso que esse conceito esteja presente em todos os passos que levam a sua concretização, a começar pelo planejamento e desenvolvimento do produto, com a adoção de um procedimento metódico e sistemático em todas as etapas.

Ainda segundo SELL (1995), o processo sistemático de planejamento e desenvolvimento é a primeira e mais importante ferramenta da qualidade, pela sua grande influência na qualidade intrínseca e sobre os custos dos produtos e serviços. A utilização de um procedimento metódico nesta fase é fundamental para acelerar o desenvolvimento e a construção de produtos, aumentar a capacidade de trabalho, racionalizar os esforços, facilitar a delegação de tarefas e permitir o estabelecimento de um cronograma realístico.

As chamadas metodologias de desenvolvimento de produtos foram elaboradas com esses propósitos. Citam-se entre elas as propostas de ASIMOW (1962), PAHL & BEITZ (1977), VDI 2221 (1977), KOLLER (1976), RODENACKER (1976), ROTH (1982) e BACK (1983).

Repete-se, entretanto, o que com freqüência ocorre com outros resultados da Ciência de Projeto. Na prática são pouco conhecidos, apresentam dificuldades de serem aplicados e algumas vezes são alvo de resistência por parte dos engenheiros de projeto, quanto a sua aplicação, conforme pode ser visto nos trabalhos de ANDREASEN (1987) e GILL (1990).

Pesquisadores têm considerado esse problema em seus trabalhos, e apontam como principais causas:

- a) o excesso de informações;
- b) a diferença de níveis de formação entre cientistas e práticos;
- c) a falta de operacionalidade das metodologias existentes;
- d) a falta de métodos de projeto voltados para a prática.

Sem desconsiderar as causas apontadas, entende-se que existe, antes de tudo, um problema de transferência de informações: os conhecimentos gerados não chegam até

usuários potenciais, devido a deficiências nos meios usados para sua transmissão.

O presente trabalho pretende abordar este problema, sob a ótica das metodologias de desenvolvimento de produtos.

### **1.3 - Encaminhamento do trabalho**

Para tratar do problema da transmissão dos conhecimentos a respeito de metodologias de desenvolvimento de produtos, é preciso considerar primeiro os meios usados para esse propósito. As formas usadas na transmissão de conhecimentos desse nível são:

- cursos de graduação;
- cursos de pós graduação;
- cursos promovidos por instituições não universitárias;
- bibliografia em geral.

Esses meios devem atingir usuários potenciais, que são os profissionais que atuam em atividades ligadas ao projeto e ao desenvolvimento de produtos e também os alunos de cursos com afinidade à área de projeto. O aluno será um usuário futuro, enquanto o profissional é um usuário atual. Então limita-se o estudo aos usuários atuais, ou seja, aos profissionais que atuam no desenvolvimento de produtos.

Avaliando então a relação entre os meios de transmissão do conhecimento e os usuários, aparecem fatores ligados a:

- formação acadêmica do profissional;
- domínio do profissional sobre os meios de transmissão do conhecimento;
- estrutura e experiência da empresa na atividade de desenvolvimento de produtos.

Assim, a averiguação da possível existência de problemas ligados à transferência de conhecimento passa necessariamente por:

- conhecer o perfil acadêmico do profissional;
- avaliar seu domínio sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos e sobre

os meios para aquisição de conhecimento no assunto;

- conhecer a estrutura do setor onde atua;
- conhecer como está organizado o processo de desenvolvimento de produtos dentro da empresa.

A consideração destes conduz ao encaminhamento do trabalho, que pode ser definido da seguinte forma: Realizar uma pesquisa junto a profissionais que atuam em atividades de projeto ou em desenvolvimento de produtos, buscando, entre outras coisas, verificar qual é seu conhecimento com relação ao aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos, tendo como base sua formação profissional e acadêmica, seu domínio dos meios de transmissão de conhecimento sobre o assunto, e a estrutura e organização do processo na empresa onde atua.

Como é um trabalho que propicia um contato com o que de real está acontecendo em termos de desenvolvimento de produtos, outras questões podem ser averiguadas, entre as quais se destacam: a influência do porte da empresa sobre a organização do processo; a composição do setor de desenvolvimento de produtos; a organização da equipe de projeto; o uso de métodos auxiliares como QFD, FMEA, DFMA, DFA, DFM; a influência do credenciamento pela ISO 9001 na organização do processo.

Todas essas questões ajudam a compreender como transcorre a prática de desenvolvimento de produtos, a avaliar a importância dos conhecimentos oriundos dos meios científicos no processo, e a comprovar a efetividade dos recursos utilizados na transferência dos conhecimentos.

#### **1.4 - Justificativa**

Os pesquisadores B. HOLLINS, S. HURST e G. HOLLINS (1993), ao discorrerem sobre o fato de as teorias acadêmicas serem ignoradas pela maioria dos práticos, são de opinião que isto acontece:



- a) em parte porque muitas dessas teorias são irrelevantes, inutilizáveis e inviáveis;
- b) porque os usuários potenciais desconhecem essas novas técnicas ou não sabem como utilizá-las;
- c) porque a divulgação fica restrita ao mundo acadêmico;
- d) porque teorias necessitam ser desenvolvidas dentro e com a assistência da indústria.

Nem todas essas causas apontadas identificam-se com a não utilização de metodologias de desenvolvimento de produtos de origem científica.

Primeiro, as metodologias não podem ser consideradas irrelevantes, inutilizáveis ou mesmo inviáveis. Há pesquisas científicas que dão conta justamente do contrário. Um exemplo é o trabalho de HUNDAL (1992), que cita pesquisa realizada na Alemanha, mostrando que, com a sistematização:

- perde-se mais tempo no projeto conceitual, mas em compensação, o tempo total de desenvolvimento é menor;
- a probabilidade de se encontrarem boas soluções e a criatividade são maiores;
- tem-se um maior domínio sobre o aumento de produtos complexos.

Além disso, antes de se partir para o desenvolvimento de metodologias com a assistência da indústria (causa d), deve-se averiguar as outras duas causas apontadas (“b” e “c”), pois essas referem-se a problemas de disseminação de conhecimentos, o que cria barreiras de comunicação e inviabiliza qualquer outra iniciativa.

As causas “b” e “c”, quando retratadas para o caso das metodologias de desenvolvimento de produtos, de saída sugerem algumas perguntas:

- será que os usuários potenciais, ou seja, os profissionais que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos conhecem as metodologias existentes?
- se as conhecem, sabem como utilizá-las?
- têm acesso aos meios utilizados para divulgação desses conhecimentos?

Se as respostas a essas questões forem negativas, isto é, se os usuários não conhecem

as metodologias, quando tomam conhecimento delas não sabem como utilizá-las, ou ainda, não possuem domínio sobre os meios que as tornam disponíveis ao uso, abre-se espaço para novas discussões sobre o assunto.

Deve-se também considerar que, entre os usuários, há aqueles oriundos do meio acadêmico, representados por profissionais com formação superior, graduados em cursos com afinidade à área de projeto. Respostas negativas para aquelas questões significariam, neste caso, deficiências no ensino recebido, com reflexos evidentes na vida profissional.

Essas colocações tornam pertinente a idéia de realizar a pesquisa com os propósitos apresentados no encaminhamento.

### **1.5 - Objetivos do trabalho**

As dúvidas colocadas nos itens anteriores são pontos que despertam o interesse e motivam a realização da presente pesquisa, e passam agora a ser transformados em objetivos, para orientar as investigações.

O objetivo geral do trabalho é elaborar uma pesquisa, que forneça dados sobre a realidade atual na indústria com relação ao uso de metodologias de desenvolvimento de produtos, mas que, sobretudo, sirva de base para outros trabalhos dentro desta linha de pesquisa, visando difundir o uso de métodos e de outras técnicas fornecidas pela Ciência de Projeto, contribuindo assim para a efetivação do processo de transferência do conhecimento.

Dentro do objetivo geral e com o propósito de investigar o problema apresentado, o trabalho será pautado pelos seguintes objetivos específicos:

1º) determinar, de forma genérica, como está organizado o processo de desenvolvimento de produtos, em termos de:

- a) sistematização com um procedimento metodológico;
- b) documentação dos procedimentos;
- c) organização da equipe de projeto;

d) aplicação de métodos e de técnicas auxiliares;

2º) caracterizar o setor onde estão centralizadas as atividades de projeto e desenvolvimento de produtos, através da determinação dos seguintes itens:

a) número de funcionários;

b) subordinação do setor;

c) divisões do setor;

c) funções normalmente existentes;

d) escolaridade dos profissionais;

e) número de funcionários com nível superior e suas respectivas formações acadêmicas (quando houver);

f) perfil escolar e acadêmico da chefia;

3º) verificar, a partir dos dados colhidos na caracterização do setor, a influência de variáveis tais como o porte da empresa, o porte do setor e a presença de profissionais com nível superior na organização do processo de projeto e desenvolvimento de produtos;

4º) verificar a influência do credenciamento pela ISO 9001, norma internacional que estabelece requisitos de qualidade, que envolvem a área de projeto sobre a organização do processo de desenvolvimento de produtos;

5º) determinar, no que tange aos procedimentos utilizados na condução do processo de desenvolvimento de produtos:

a) se estão baseados em uma metodologia científica;

b) qual é sua origem;

6º) determinar, sobre os métodos de desenvolvimento de produtos de origem acadêmica, se:

a) são conhecidos pelos profissionais que atuam nessa atividade;

b) houve aprendizado a respeito em cursos de graduação;

c) é conhecida literatura sobre o assunto;

d) são conhecidos cursos, fora da universidade, que transmitam esse conhecimento;

7º) obter dos profissionais entrevistados as seguintes avaliações:

- a) sobre o aprendizado a respeito de métodos de projeto, obtido em cursos de graduação com afinidade na área - isso quando o entrevistado for diplomado em curso superior;
- b) da literatura nacional disponível sobre o assunto, ao alcance do entrevistado;
- c) sobre sua resistência ou aversão ao uso de uma literatura escrita em um outro idioma;

8º) avaliar o processo de desenvolvimento de produtos adotado nas empresas e o conhecimento demonstrado pelos profissionais entrevistados sobre o assunto, levando em consideração os objetivos anteriores.

Espera-se que a concretização destes objetivos propicie um melhor entendimento do problema, dentro do que aqui se propôs a esclarecer e, a partir deles, possam ser tiradas conclusões e sugestões que dêem origem a novos trabalhos, concorrendo, dessa forma, para a disseminação desses conhecimentos, o que, em suma, vem a ser a expectativa do trabalho.

## 1.6 - Hipóteses

Nas discussões dos itens anteriores, envolvendo a origem do trabalho, passando pela problematização e justificativas, muitas questões e dúvidas foram geradas. Posteriormente, as questões foram transformadas em objetivos a serem focalizados pela pesquisa.

Este item agora é dedicado às conjecturas. Tomando como base o que vem sendo escrito sobre o problema, parece razoável tentar prever respostas para as questões levantadas. Estas respostas, que passam a ser consideradas hipóteses de trabalho, são as seguintes:

- 1) os profissionais, que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos, não utilizam metodologias científicas de desenvolvimento de produtos;
- 2) os profissionais, que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos, não conhecem metodologias científicas de desenvolvimento de produtos;
- 3) os profissionais, que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos, não conhecem bibliografia sobre metodologias científicas para o desenvolvimento de produtos;

- 4) os procedimentos, que orientam a condução do processo de desenvolvimento de produtos nas empresas, são informais e conduzidos em função da experiência dos profissionais nesta atividade de trabalho;
- 5) a organização do processo de desenvolvimento de produtos está diretamente relacionada com o porte da empresa e do setor responsável pela atividade;
- 6) a organização do processo de desenvolvimento de produtos está diretamente relacionada à quantidade de profissionais com nível superior presentes no setor responsável por esta atividade;
- 7) o credenciamento pela ISO 9001 influencia positivamente a organização do processo de desenvolvimento de produtos.

As investigações no decorrer do trabalho serão dirigidas no sentido de testar a validade destas hipóteses.

### **1.7 - Limitações e abrangência do trabalho**

O presente trabalho propõe-se a estudar o problema dentro da realidade regional.

Pelo menos duas condições impõem limites a sua abrangência: o prazo determinado para sua conclusão e os recursos humanos e financeiros disponíveis. Como as duas condicionantes são imperativas, passou-se a considerar como universo de pesquisa as empresas de médio e grande porte localizadas nos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, com atividades voltadas aos setores metal-mecânico, material elétrico e de comunicações, material de transporte, e produtos de materiais plásticos. Para viabilizar o trabalho e o posterior emprego de ferramentas estatísticas, selecionou-se uma amostra aleatória de 30 empresas dentro do universo delimitado.

Na análise de dados e resultados originados deste trabalho, portanto, deve-se considerar que os mesmos se referem a uma amostra, e toda e qualquer conclusão fica restrita às condições aqui limitantes.

## **1.8 - Estrutura da dissertação**

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, a saber: Introdução, Revisão bibliográfica, Aspectos metodológicos da pesquisa, Apresentação dos resultados e Conclusão. Além destes capítulos, em anexos, são apresentadas algumas tabelas que, embora utilizadas, não foram expostas dentro do texto.

O Capítulo 2, Revisão bibliográfica, inicialmente apresenta uma abordagem sucinta a respeito das etapas que compõem o processo de transferência do conhecimento científico. A seguir mostra um breve histórico da evolução do campo de conhecimento na área de projeto e desenvolvimento de produtos, e também de problemas relacionados com a dificuldade de transferência destes conhecimentos para o uso prático. O terceiro item apresenta os passos básicos de uma metodologia de desenvolvimento de produtos, de acordo com as propostas de PAHL & BEITZ. Finalizando o capítulo, é feito um breve relato de como está previsto na legislação o ensino de projeto nos cursos de Engenharia.

O Capítulo 3, Aspectos metodológicos do trabalho, apresenta a metodologia empregada na condução dos trabalhos de pesquisa. São conceituados alguns termos, há um esclarecimento com relação aos objetivos do trabalho, e é apresentado o instrumento de coleta de dados e os passos que orientaram sua elaboração. Neste capítulo também é delimitado o campo de pesquisa, com o estabelecimento do universo, do tamanho da amostra e com o direcionamento das investigações. O quarto item mostra o instrumento de coleta dos dados e, por fim, apresenta a forma de tratamento dos dados pesquisados.

O Capítulo 4, Apresentação dos resultados, descreve os resultados da pesquisa. Apresenta as características das empresas, dos setores e dos profissionais entrevistados. Expõe de forma sucinta a maneira como estão organizadas e conduzidas as atividades de desenvolvimento de produtos para a maioria das empresas pesquisadas. Um dos itens é dedicado a uma descrição breve de uma metodologia empregada por três

empresas, e que mereceu destaque entre as 30 empresas que participaram da amostra. Também são apresentados os resultados das avaliações feitas, pelos entrevistados e pelo entrevistador, para os itens solicitados no questionário. Finalizando o capítulo, os dados colhidos nas entrevistas e as notas atribuídas nas avaliações são analisados e confrontados por meio de ferramentas estatísticas.

O Capítulo 5, Conclusão, apresenta as conclusões do trabalho, com base nas análises efetuadas nos capítulos anteriores. As hipóteses formuladas são discutidas e verificadas suas validades. Terminando o capítulo, são apresentadas sugestões para trabalhos futuros e as conclusões finais.

## **CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - O processo de transferência do conhecimento científico**

W. ERNEST EDER (1990), ao parafrasear sobre o que PAHL havia dito na abertura da International Conference of Engineering Design (ICED 1990) fez o seguinte comentário: “O que é sabido ainda não é conhecido. O que é conhecido não nos dá a habilitação de usar. Ser capaz de usar não significa ser capaz de usar da maneira ótima”(HOLLINS, HURST, e HOLLINS, 1993).

Nesse seu comentário está implícito que a geração de um conhecimento não é o produto final, mas é apenas uma etapa, mais precisamente a primeira, de um processo que só termina quando o conhecimento gerado for assimilado e transferido de forma plena em benefícios para a sociedade.

Segundo SELL (1995), o processo de transformação do conhecimento científico é um processo análogo a um processo de transferência de informações que compõe-se de cinco etapas, a saber:

- geração das informações;
- preparo das informações;
- transferência das informações;
- captação das informações;
- tratamento das informações.

A contribuição científica não se restringe à primeira etapa, deve-se fazer presente ainda nas duas etapas seguintes, o preparo e a transferência.

O preparo consiste na elaboração do conhecimento gerado de forma sistemática para facilitar sua busca e aplicação. Compreende o estabelecimento de regras, princípios, diretrizes e estratégias, e a criação de recursos auxiliares para facilitar a tomada de decisões.



A etapa seguinte é a transferência do conhecimento preparado. Compreende todas as formas de deixá-lo ao alcance para ser utilizado. Pode materializar-se na forma de livros, manuais, *softwares*, normas, apostilas, catálogos e sistemas de informação elaborados para esse fim. O ensino, promovido através de cursos, palestras, seminários e congressos, também é um mecanismo utilizado, e pode acelerar o processo de transferência.

A disseminação do conhecimento depende da boa condução dessas duas etapas, principalmente porque o processo ainda precisa vencer outras duas etapas para ser concluído: a captação e o tratamento. O domínio, porém, agora passa a ser dos usuários, ou seja, de pessoas, empresas, e instituições que tenham interesse em sua utilização.

Daí decorre a importância das etapas anteriores, pois o conhecimento só despertará interesse quando, a partir do surgimento da necessidade, estiver ao alcance da sociedade e disponível para o uso.

Diante da constatação, portanto, de que determinado conhecimento, gerado com fins aplicativos, não está sendo utilizado, uma análise mais ampla deve ser implementada, pois pode ser a indicação de um problema do ponto de vista científico.

O próximo item apresenta um pequeno histórico de trabalhos que dão conta da geração de conhecimento científico sobre metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos e de sua necessidade, e também de trabalhos que relatam problemas com sua disseminação.

## **2.2 - A evolução do campo de conhecimento e o surgimento dos problemas de transferência na área de projeto e desenvolvimento de produtos**

As publicações a respeito de teoria de projeto e desenvolvimento de produtos começaram a aparecer com mais evidência a partir dos anos 60.

Em 1962, ASIMOW publica o livro **Introduction to Design: Fundamentals of Engineering Design**, que mais tarde foi traduzido para o português como **Introdução ao**

**Projeto.** Seguiram-se a ele KRICK (1965); WOODSON (1966); CAIN(1969) e VIDOSIC (1969), conforme pode ser visto em BACK (1995).

Dificuldades da relação ciência e prática, no entanto, também passaram a se fazer presentes. Tanto assim que, em 1971, os pesquisadores FENGER e GOTTWALD afirmavam ser problemática a tarefa de transformar as recomendações de projeto, resultado de pesquisas científicas, em recursos auxiliares para os projetistas, no que se refere à tomada de decisões (SELL, 1988).

GOTTWALD (1971), na oportunidade, apontava três causas para o problema:

- a) a explosão do conhecimento e o excesso de informações;
- b) a diferença de formação entre cientistas e profissionais da indústria, geram pessoas que utilizam linguagens diferentes, dificultando a comunicação entre ambos;
- c) os resultados das pesquisas científicas estão distantes ou apresentam pouca relação com os problemas enfrentados pelos práticos.

Os conceitos teóricos a respeito de projeto e desenvolvimento de produtos continuaram a receber contribuições.

Surgem os pesquisadores alemães PAHL e BEITZ, que publicam, na revista *Konstruktion*, uma série de 36 artigos sob o título **Für die Konstruktions Praxis**, no período de 1972 a 1974 (BACK, 1995).

Em 1976, KOLLER e RODENACKER, dois outros pesquisadores alemães, publicam suas propostas de sistematização do processo de desenvolvimento de produtos.

Em 1977, três anos depois de publicados os artigos da revista *Konstruktion*, é lançada a primeira edição do livro de PAHL e BEITZ, onde apresentam sua proposta metodológica para o desenvolvimento de produtos.

No mesmo ano, a Associação dos Engenheiros Alemães emite a VDI 2222 (1977), também propondo uma sistematização para o processo de desenvolvimento de produtos.

Cinco anos depois, é a vez de ROTH (1982) publicar seu livro, onde propõe a utilização de catálogos de soluções para auxiliar no projeto de produtos.

Em 1983, BACK apresenta em seu livro uma proposta metodológica para o projeto de produtos, sendo um dos poucos livros escritos em português que abordam o assunto.

A importância da pesquisa sobre teorias e metodologias de projeto é reconhecida por instituições como a ASME que, em 1985, publica o relatório sob o título **Goals and priorities for research on design theory and methodology** (BACK, 1995).

Como resultado imediato, tem-se a publicação de artigo na revista *Mechanical Engineering*, pela ASME RESEARCH (1986), onde são apresentadas as bases da disciplina **Design Theory and Methodology**, proposta para os cursos de Engenharia. O artigo destaca a necessidade de se incluir, nos cursos de graduação em Engenharia, uma disciplina com conteúdo voltado para o ensino de tópicos referentes a métodos e princípios de projeto. A idéia de propor esta disciplina veio da constatação de que, grande parte da perda da competitividade dos produtos americanos, deve-se ao pouco esforço em pesquisas e ensino em projeto.

Na Inglaterra ocorre algo similar. Os efeitos da baixa qualidade do projeto do produto são apontados como uma das causas para o saldo negativo na balança comercial da Inglaterra, ocorrido em 1983. Esta é a conclusão a que chegam WALLACE e HALES, em artigo publicado em 1987 na revista *Konstruktion*. Apontam como uma das razões a falta de bons textos em inglês, abordando o aspecto metodológico do processo de projeto (BACK, 1995). Um ano depois é publicada a tradução para o inglês do livro de PAHL e BEITZ (1988).

Os conceitos teóricos disponíveis para o processo de projeto continuam, entretanto, a ter baixa aceitabilidade na rotina de trabalho da indústria.

Em seu artigo **Design Strategic**, ANDREASEN (1986), ao comentar o assunto, defende uma revisão da área de projeto com o objetivo de tornar as metodologias existentes operacionais, valendo-se para isso da visão estratégica da indústria.

GILL (1990), ao tratar do mesmo problema, reconhece, como principais causas, a confusão de terminologia, a falta de coerência das propostas e de uma metodologia de projeto sistemática de caráter global. Também cita como importante causa a falta de uma taxionomia ou classificação para criar ordem nas pesquisas e nos seus resultados.

ANDREASEN (1991), por sua vez, entende que tal taxionomia já existia nos trabalhos de HUBKA (1982 e 1988). Seu entendimento é de que o problema deve-se à falta de métodos de projetos voltados para a prática, o que em parte está de acordo com o que havia sido apontado por GOTTWALD (1971).

O fato é que, mesmo em plenos anos 90, ainda é possível encontrar pesquisas revelando o desconhecimento desses métodos por profissionais dessa área de trabalho.

Um bom exemplo disso pode ser visto no artigo de autoria de ANDERSSON (1993), onde são apresentados os resultados de uma pesquisa realizada em 12 indústrias de médio e grande porte da Suécia. O estudo revela que nenhum dos entrevistados estava familiarizado com métodos de projeto propostos por pesquisadores. A pesquisa baseou-se em uma série de entrevistas realizadas com pessoas que ocupavam cargos de direção em departamentos de projeto e desenvolvimento de produtos.

Se, contudo, por um lado, com base nessas publicações, existe uma dificuldade da indústria em utilizar os conceitos teóricos desenvolvidos, por outro lado, os pesquisadores não conseguem convencer a indústria da validade de seus métodos.

B. HOLLINS, S. HURST e G. HOLLINS (1993) são de opinião que a causa para que as teorias de origem acadêmica sejam ignoradas pela maioria dos práticos deve-se, em parte, a muitas delas serem irrelevantes, inutilizáveis e inviáveis. Segundo eles, teorias freqüentemente falham, quando postas em prática e, quanto mais isso acontece, mais cética fica a indústria em relação aos acadêmicos que as formulam. Além disso, existe outro problema: usuários potenciais desconhecem essas novas técnicas, ou não sabem como utilizá-las; a divulgação fica restrita ao mundo acadêmico. Para esses pesquisadores, teorias

necessitam ser desenvolvidas dentro da indústria e com a assistência dela, o que está de acordo com a opinião de ANDREASEN (1991). No ritmo atual, a tendência é de que as boas teorias sejam captadas apenas pelas grandes corporações, pois somente elas possuem estrutura e capacidade para identificar suas áreas carentes e para buscar as tecnologias de ponta mais adequadas.

Do presente exposto e com base nas colocações do item anterior, percebe-se que há problemas nas etapas posteriores à geração do conhecimento. Não é possível responsabilizar isoladamente apenas um dos agentes que interagem nesse processo, sejam acadêmicos ou profissionais da indústria. Há necessidade, porém, de realização de trabalhos que possam dar suporte para o encontro de soluções que venham a dirimir este problema. É este o direcionamento do presente trabalho.

No próximo item, faz-se uma abordagem sucinta sobre metodologias de desenvolvimento de produtos, com ênfase na proposta de PAHL & BEITZ (1988).

### **2.3 - Metodologias de desenvolvimento de produtos**

No item anterior, foram citadas metodologias de desenvolvimento de produtos, comumente mencionadas na literatura e em artigos científicos. Entre as quais têm-se: ASIMOW (1968), RODENACKER (1976), KOLLER (1976), PAHL e BEITZ (1977), ROTH (1982) e VDI 2222 (1977). Uma comparação entre as metodologias de KOLLER, RODENACKER, PAHL e BEITZ, ROTH e VDI 2222, pode ser vista em ROTH (1982) (SELL, 1995). É possível identificar semelhanças e diferenças entre essas metodologias. Com relação às diferenças, YOSHIKAWA (1989), apud FIOD (1993), classifica as metodologias em “escolas de filosofia de projeto”. Uma visão geral sobre esta abordagem filosófica e as diversidades entre as diferentes escolas pode ser vista em FIOD (1993).

O objetivo deste item é apresentar as fases principais de uma metodologia de desenvolvimento de produtos, tomando-se como base a proposta de PAHL & BEITZ (1988).

Segundo esses autores, o processo de desenvolvimento de produtos é dividido em quatro fases:

- **1ª Fase:** estudo da proposta de desenvolvimento de produtos;
- **2ª Fase:** concepção;
- **3ª Fase:** projeto preliminar;
- **4ª Fase:** projeto detalhado.

Para cada uma dessas fases, existem passos de trabalho definidos, que devem ser cumpridos, para se alcançarem os objetivos estabelecidos para as mesmas.

### **1ª Fase: estudo da proposta de desenvolvimento de produtos**

A primeira fase do processo destina-se a uma análise detalhada do problema a ser solucionado ou da proposta de desenvolvimento de produto, visando à elaboração da lista de requisitos do produto.

Uma definição clara e exata do problema ou da tarefa a ser cumprida pelo futuro produto é um dos primeiros e mais importantes passos para o sucesso da solução encontrada. Se o problema vem proposto através de uma ordem de desenvolvimento de produtos, esta deve conter apenas o problema e as informações necessárias e suficientes para que a equipe encarregada da tarefa possa iniciar os trabalhos. Não deve omitir pontos importantes, que possam ser decisivos para sua realização, nem tampouco fornecer dados a mais que, além de não contribuírem para a solução do problema, podem atuar como complicadores ou inibir a capacidade de criação, reduzindo dessa forma a gama final de alternativas possíveis. É uma fase em que se deve valorizar o trabalho de busca de informações junto a clientes, em produtos concorrentes, em produtos similares, em patentes existentes. Também é indispensável um contato efetivo e rotineiro com quem propôs o problema (FIOD, 1993).

Esse conjunto de informações, juntamente com a definição do problema, formará a base de dados para a confecção da lista de requisitos, que é o objetivo final dessa fase da metodologia.

A lista de requisitos é a referência a ser utilizada pela equipe de desenvolvimento de produtos. Nela devem estar retratadas todas as restrições de projeto e todos os objetivos a serem alcançados pelo produto. Na sua elaboração, devem ser estabelecidas as condições a serem obedecidas em quaisquer circunstâncias (requisitos obrigatórios) e aquelas que, na medida do possível, devem ser consideradas (requisitos desejáveis) (SELL, 1995).

Quaisquer novas informações ou complementações que por ventura venham a ocorrer na tarefa devem ser incorporadas à lista de requisitos, o que significa dizer que ela deve ser constantemente atualizada.

O término da primeira fase se dá quando a tarefa estiver suficientemente estudada, estiver comprovada sua viabilidade técnica e econômica, e ficar concluída a lista de requisitos. Satisfeitas essas condições, passa-se então à segunda fase do processo: a concepção.

## **2ª Fase: concepção**

A concepção é a etapa do processo de desenvolvimento do produto que procura soluções para estabelecer a função global exigida para o produto e para atender da melhor forma os requisitos definidos na etapa anterior. Tem como resultado uma ou mais concepções de solução (FIOD, 1993). É uma fase em que se deve utilizar abstração, aplicar recursos que despertem a criatividade, buscar a fuga do convencional. É a oportunidade de se inovar, de se diferenciar, mas sempre dentro das restrições impostas na fase inicial do processo, principalmente no que se refere aos aspectos de segurança, de viabilidade técnica e econômica.

Um dos primeiros passos dessa fase é analisar a função global a ser desempenhada, podendo representá-la através de um modelo abstrato conhecido como sistema da caixa preta. Nesse sistema, mostrado esquematicamente na figura 2.1, somente as propriedades e o estado da energia, sinal e material, bem como seu fluxo, é que são transformados em função da relação existente entre as grandezas de entrada e saída (BACK, 1983). É a função global que fornece a relação entre as grandezas de entrada e saída.

Dependendo do produto, a função global pode ser bem complexa. Uma função complexa, no entanto, pode ser reformulada pela sua divisão em subfunções básicas, formando estruturas de subfunções arranjadas em série ou em paralelo (HUNDAL, 1990).

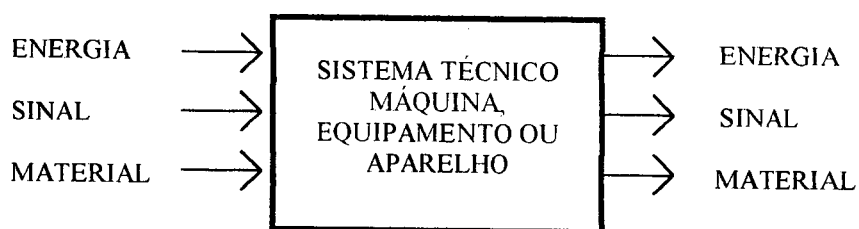


Figura 2.1 - Representação abstrata de um sistema técnico: função global (BACK, 1983).

Cria-se assim um sistema estruturado por funções parciais e elementares que, interligadas, reproduzem a função global. Variando-se a combinação de funções parciais, geram-se estruturas de funções alternativas, que propiciam uma maior flexibilidade de escolha e facilitam o passo seguinte, a busca de princípios de solução.

Estando a função global decomposta em estruturas de funções elementares, o próximo passo é encontrar princípios de solução que contenham o efeito físico e a configuração necessária para a realização de uma dada função. Na busca desses princípios, pode-se utilizar recursos auxiliares como a pesquisa bibliográfica, a análise de sistemas técnicos, a análise de sistemas naturais, mais analogias e experiências com modelos (FIOD e BACK, 1991).



Dependendo da complexidade da situação, encontrar uma solução que atenda à função global pode ser uma tarefa difícil. Em geral, salvo as verdadeiras inovações de produtos, os estudos no desenvolvimento partem de uma solução já existente, que atende à função desejada. Neste caso, o método da variação dos efeitos, com funções parciais conhecidas, pode ser um recurso indicado, conforme descrito por SELL e FIOD (1989). O princípio do método é desmembrar uma solução geral, já conhecida, em subtarefas, para facilitar o reconhecimento dos efeitos utilizados nesta solução e, posteriormente, buscar outros efeitos capazes de executar cada tarefa parcial. Com isso, cria-se uma forma de questionar as soluções existentes, abrindo caminho para a procura de alternativas que tragam melhorias ao produto.

Uma vez dispondo de um conjunto de soluções julgadas suficientes para cada função parcial, deve-se promover uma combinação das mesmas para compor a função global, sempre respeitando a compatibilidade entre as funções. Como é um processo que se caracteriza por atividade de síntese, pode ser recomendado o uso de uma combinação sistemática, como a matriz morfológica (BACK, 1983; PAHL & BEITZ, 1988) ou uma combinação matemática (SELL, 1995).

Com isso, vai surgir um conjunto de variantes de soluções, que exigirá um trabalho de seleção daquelas mais adequadas, tendo como resultado uma ou mais estruturas modulares, que representam uma concepção de solução, que é o objetivo desta fase.

Chegando-se a uma (ou mais de uma) concepção para o produto, pode-se passar para a etapa seguinte: o projeto preliminar.

### **3ª Fase: projeto preliminar**

No projeto preliminar, a concepção inicial do produto já passa a tomar formas definitivas. O trabalho depende muito do produto a ser desenvolvido, mas em geral se inicia pela configuração dos módulos principais, onde devem-se concentrar os esforços no sentido

de dar formas, estabelecer dimensões, definir medidas básicas, selecionar materiais e processos de fabricação, bem como testar a compatibilidade. A configuração de cada modelo deve ser submetida a avaliação segundo critérios técnicos e econômicos (FIOD e BACK, 1991).

Como o desenvolvimento do produto encontra-se em um estágio mais avançado, alterações futuras poderão tornar-se mais difíceis e onerosas. Este é o momento, portanto, de se promoverem mudanças, de se introduzirem passos corretivos e especificações adicionais para evitar problemas na fase de projeto detalhado.

Estando configurados os módulos principais, a preocupação passa a ser com o conjunto, ou seja, com a ligação definitiva entre todos os módulos e suas partes, analisando-os sob os pontos de vista de segurança, de ergonomia, de fabricação e de montagem (FIOD e BACK, 1991).

Em todo o trabalho, há sempre uma alternância entre passos de decisão e de avaliação. Nesta fase, pode ser necessária uma avaliação de projetos preliminares sob o ponto de vista técnico e econômico com vistas a se fixar o projeto preliminar definitivo.

A seleção de um (ou mais de um) projeto preliminar para ser detalhado marca o término da terceira fase.

#### **4ª Fase: projeto detalhado**

O projeto detalhado é a fase das definições finais. Todo o trabalho anterior de busca, pesquisa, avaliação e decisão é agora transformado em resultado.

Partindo do projeto preliminar, são estabelecidas determinações definitivas para a disposição de elementos, para a forma, para o acabamento das superfícies, para a especificação de materiais, para a documentação de processos, de desenhos e de todos os detalhes que possam ajudar no seu perfeito entendimento. A omissão de qualquer detalhe que possa ser relevante tem conseqüências diretas na fabricação, pois todas as atividades de

introdução do produto na linha de produção tomam como base a documentação resultante do projeto detalhado.

O projeto detalhado, portanto, não se resume apenas a desenhos de peças isoladas. É uma etapa que busca a compatibilização do projeto em estudo com os recursos disponíveis na empresa, para minimizar custos e facilitar o trabalho. Deve-se averiguar a possibilidade de se utilizarem peças e procedimentos padronizados dentro da empresa ou até mesmo obtidos com fornecedores (FIOD, 1993).

O resultado esperado desta fase é uma documentação completa do produto, contendo desde indicações de introdução do produto na linha de produção até instruções de uso ou manual do usuário.

#### **2.4 - O ensino de Projeto nos cursos de Engenharia**

Nos itens anteriores abordou-se a transferência de conhecimentos científicos, mostrou-se um pequeno histórico do surgimento de teorias relacionadas com o aspecto metodológico do projeto e das dificuldades de sua disseminação e, por último, apresentaram-se os passos básicos de uma metodologia de desenvolvimento de produtos.

Neste item, faz-se um breve relato de como está regulamentado no Brasil, o ensino de projeto nos cursos de Engenharia. Como o ensino é um dos meios efetivos utilizados para transferência de conhecimentos, e sendo as Engenharias os cursos superiores a quem mais se credita a responsabilidade pela área de projeto, torna-se importante considerar de que forma a abordagem dessa matéria está prevista na legislação nacional.

A Lei 5194 de 24 de dezembro de 1966, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), regulamentou o exercício da profissão de engenheiro, discriminando suas atividades profissionais (MEC, 1977).

A Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, considerou essas atividades agrupadas em dezoito categorias. As atividades pertinentes ao projeto estão contempladas na segunda categoria, e caracterizam-se por: estudo, planejamento, projeto e especificação (MEC, 1977).

A Resolução Nº 48/76 fixa os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia. O assunto “Projeto” não é constituído como matéria para nenhuma das seis áreas de habilitação consideradas (Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica, Metalúrgica, Química e de Minas) e, também não está previsto nas ementas das matérias fixadas no currículo mínimo para as seis áreas.

A menção à atividade de projeto é feita no artigo 10º dessa última Resolução que diz: “a metodologia de ensino das matérias de formação profissional específica deverá comportar, obrigatoriamente, além de trabalhos práticos, atividades de planejamento e projeto”.

De forma explícita, o único curso que apresenta uma matéria dedicada ao projeto é a Engenharia de Produção, considerada uma habilitação específica do curso de Engenharia. Nos demais cursos de Engenharia, o assunto fica subentendido em disciplinas que envolvem projeto de componentes, equipamentos e sistemas, tal qual indicado pelo artigo 10º da Resolução 48/76.

O conhecimento dessa legislação deve ser útil, posteriormente, para o entendimento do comportamento desses profissionais em suas atividades de trabalho.

## **CAPÍTULO 3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS DO TRABALHO**

### **3.1 - Preliminares**

No Capítulo 1 foram apresentadas as questões básicas que motivaram a realização desta pesquisa. A partir delas, foi dado um encaminhamento ao trabalho, com o estabelecimento de objetivos e a formulação de hipóteses.

No presente Capítulo apresentam-se os passos que orientaram a condução das tarefas no planejamento e na realização da pesquisa de campo.

### **3.2 - A questão básica da pesquisa**

Conforme colocado no Capítulo 1, a questão básica que deverá ser respondida e que sintetiza o problema de pesquisa é: Os profissionais que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos têm conhecimento das metodologias científicas existentes?

Os elementos que compõem a questão são:

- A) profissionais que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos;
- B) metodologias científicas de desenvolvimento de produtos;
- C) conhecimento.

Neste item, procura-se conceituar esses três elementos, da forma como serão tratados ao longo do texto.

#### **A) Profissionais que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos**

São pessoas que atuam normalmente em departamentos de projeto, departamentos de engenharia, departamentos de pesquisa e desenvolvimento. Embora o nome do setor possa variar, a atividade executada deve estar voltada para a área de projeto e desenvolvimento de produtos.

## **B) Metodologia científica de desenvolvimento de produtos**

Por metodologia científica de desenvolvimento de produtos entendem-se os procedimentos metódicos e sistemáticos, elaborados por pesquisadores, com o intuito de conduzir e orientar os passos do trabalho durante o processo de projeto e desenvolvimento de produtos.

Conforme pode ser visto em FIOD (1993), na literatura científica existem metodologias para projetar produtos propostas por diferentes autores. Os parâmetros utilizados na pesquisa, para verificar se determinada metodologia científica é conhecida ou empregada, estão relacionados a seguir:

- a) identificação pelo nome;
- b) documentação da metodologia;
- c) bibliografia disponível sobre o assunto.

## **C) Conhecimento**

Conhecimento, para este propósito, refere-se ao aprendizado, ao entendimento e ao domínio de técnicas e de métodos de projeto e desenvolvimento de produtos, adquiridos por profissionais que trabalham nesta atividade. A origem desse conhecimento pode vir tanto da vida profissional como da acadêmica.

Para medir essa variável, serão considerados os seguintes aspectos da formação acadêmica e profissional:

- a) formação em cursos superiores, em nível de graduação e de pós-graduação, com disciplinas abordando essa matéria;
- b) formação em cursos de especialização de até 360 horas, contendo disciplinas relacionadas diretamente com o tema;
- c) domínio de literatura que trate do assunto;
- d) experiência em empresa que utilize uma metodologia científica.

Considerando, portanto, os três elementos que compõem a questão básica levantada pelo trabalho, qualquer tentativa no sentido de obter uma resposta passa necessariamente por conhecer:

- a metodologia utilizada na condução dos trabalhos ;
- a formação profissional e acadêmica de pessoas diretamente envolvidas.

São informações que só podem ser obtidas diretamente com profissionais ligados à atividade de projeto e desenvolvimento, isto é uma condição determinante para encaminhar a pesquisa a ser realizada, o que constitui assunto a ser discutido nos próximos itens.

### 3.3 - Delineamento da pesquisa

O delineamento expressa o desenvolvimento da pesquisa com ênfase nos procedimentos de coleta e análise dos dados (GIL, 1995). Quanto ao delineamento, uma pesquisa pode classificar-se em dois grandes grupos:

- grupo das pesquisas que se valem das chamadas fontes de papel, onde estão incluídas a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental;
- grupo das pesquisas cujos dados são fornecidos por pessoas, onde enquadram-se a pesquisa documental, a pesquisa *ex-post-facto*, o levantamento e o estudo de caso.

Este trabalho enquadra-se dentro do segundo grupo, e mais especificamente pode ser definido como um levantamento, ou seja, um tipo de pesquisa que busca a interrogação direta das pessoas cujo comportamento deseja-se conhecer (GIL, 1995).

O levantamento caracteriza-se por ser um processo de coleta de dados fácil de ser controlado e programado pelo pesquisador. Basicamente, procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema a ser estudado para, posteriormente, mediante uma análise quantitativa e qualitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados coletados.

Os levantamentos desenvolvem-se ao longo de várias fases. Neste trabalho foi obedecida a seguinte seqüência:

- estabelecimento dos objetivos;
- elaboração do instrumento de coleta de dados;
- seleção da amostra;
- coleta dos dados;
- apresentação dos dados;
- análise e interpretação dos dados.

### **3.4 - Estabelecimento dos objetivos**

Sendo o levantamento a forma utilizada para a coleta dos dados, seus objetivos confundem-se com os objetivos específicos da pesquisa.

Apresenta-se, a seguir, cada um daqueles objetivos, juntamente com sua conceituação:

**a) Objetivo:** determinar, de forma genérica, como está organizado o processo de desenvolvimento de produtos, em termos de: sistematização de acordo com um procedimento metodológico; documentação dos procedimentos; organização da equipe de projeto; aplicação de métodos e de técnicas auxiliares.

Parte-se do princípio de que todo produto é o resultado de uma seqüência de procedimentos de trabalho, e este reflete a forma de condução do processo de desenvolvimento dentro de uma empresa. Pressupõe-se ainda que, de forma geral, mesmo na informalidade, existe um modelo que se repete de empresa para empresa. O propósito aqui é determinar esse modelo, procurando identificar:

- organização geral (formal ou informal);
- principais fases do processo;
- organização da equipe de projeto;
- incorporação de métodos ou de técnicas auxiliares.



**b) Objetivo:** caracterizar o setor onde são centralizadas as atividades de projeto e desenvolvimento de produtos, através da determinação dos seguintes itens:

- a) número de funcionários;
- b) subordinação do setor;
- c) divisões do setor;
- c) funções normalmente existentes;
- d) escolaridade dos profissionais;
- e) número de funcionários com nível superior e suas respectivas formações acadêmicas (quando houver);
- f) perfil escolar e acadêmico da chefia.

Este objetivo visa a dar uma idéia geral do setor onde se concentram as atividades de desenvolvimento de produtos dentro de uma empresa, particularmente em relação aos aspectos pessoais.

Os itens “a” e “e” serão utilizados posteriormente nas análises estatísticas, constituindo-se nas variáveis “FS” e “NS”, onde:

- FS = número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos;
- NS = número de funcionários com curso superior completo.

Também há particular interesse em verificar qual é a presença de profissionais com formação em Engenharia, o que também se constituirá em uma variável utilizada nas análises estatísticas, sendo designada pela letra E = número de profissionais engenheiros.

**c) Objetivo:** verificar, a partir dos dados colhidos na caracterização do setor, a influência de variáveis tais como o porte da empresa, o porte do setor e a presença de profissionais com nível superior, sobre a organização do processo de projeto e desenvolvimento de produtos;

Uma das hipóteses formuladas é a de que o porte da empresa, o porte do setor de desenvolvimento de produtos e o número de profissionais com nível superior presentes nesse setor exercem influência direta na organização do processo de desenvolvimento de produtos.

A verificação dessa relação será feita por intermédio de ferramentas estatísticas e, sendo assim, esses três itens serão transformados em variáveis. Os dois últimos itens já foram designados por “FS” e “NS”, respectivamente. O porte da empresa será representado pelo número de funcionários, designado pela letra “F”. Estas variáveis serão medidas durante as entrevistas.

**d) Objetivo:** verificar a influência do credenciamento pela ISO 9001 (norma internacional, que estabelece requisitos de qualidade que envolvem a área de projeto) sobre a organização do processo de desenvolvimento de produtos.

A norma ISO 9001 estabelece um modelo de garantia da qualidade para projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados (ABNT, 1994). Deseja-se verificar se o credenciamento por esta norma repercute na organização do processo de desenvolvimento de produtos. Sendo assim, durante as entrevistas, será verificado se a empresa está ou não certificada e, posteriormente, nas análises estatísticas, esse aspecto será considerado. Para isso, cria-se uma variável dicotomizada, ou seja, que admite apenas dois valores, designada por “ISO 9001”. Os dois valores possíveis que a variável pode assumir são:

a) valor 0 - empresa não certificada;

b) valor 1 - empresa certificada.

**e) Objetivo:** no que tange aos procedimentos utilizados na condução do processo de desenvolvimento de produtos, determinar:

a) se estão baseados em alguma metodologia científica;

b) qual sua origem.

Deseja-se determinar, em cada empresa, qual é a origem dos procedimentos utilizados.

Se os mesmos tiverem origem científica, determinar então:

- autor do modelo;

- bibliografia onde pode ser encontrado;

- fluxograma geral do processo;

- etapas do processo;
- passos de trabalho.

**f) Objetivo:** sobre os métodos de desenvolvimento de produtos de origem acadêmica, determinar se:

- a) são conhecidos pelos profissionais que atuam nessa atividade;
- b) houve aprendizado a respeito em cursos de graduação;
- c) são conhecidas literaturas sobre o assunto;
- d) são conhecidos cursos, fora da universidade, que transmitam esse conhecimento.

A intenção é avaliar o grau de conhecimento em relação a metodologias de caráter geral, como é o caso das propostas de PAHL & BEITZ (1988) e VDI 2221 (1985). Os métodos citados servem apenas como uma referência, pois a idéia é obter uma manifestação espontânea.

**g) Objetivo:** obter dos profissionais entrevistados as seguintes avaliações sobre:

- a) o aprendizado a respeito de métodos de projeto, obtido em cursos de graduação com afinidade na área, isso quando o profissional entrevistado for diplomado em curso superior;
- b) a literatura nacional disponível sobre o assunto;
- c) sua resistência ou aversão ao uso de uma literatura escrita em um outro idioma.

A idéia é coletar opiniões de pessoas que vivenciam as atividades de desenvolvimento de produtos e, portanto, possivelmente capazes de identificar problemas e carências na abordagem desta matéria, tanto em cursos superiores ligados à área, como na própria bibliografia sobre o assunto.

No que diz respeito à bibliografia, deseja-se saber:

- quais os textos conhecidos;
- se estão disponíveis na empresa;
- qual a opinião a respeito dos mesmos.

Como os textos que abordam o assunto normalmente são originários da língua alemã e inglesa, um aspecto que também será avaliado é a resistência demonstrada pelos profissionais em utilizar uma bibliografia escrita em outro idioma.

As três avaliações feitas pelos entrevistados também serão consideradas nas análises estatísticas. Em função disso, ainda neste capítulo, serão criadas variáveis numéricas, representando cada uma dessas avaliações, para facilitar o confronto com os demais dados.

**h) Objetivo:** levando em consideração os objetivos anteriores, efetuar uma avaliação do processo de desenvolvimento de produtos adotado nas empresas e do conhecimento demonstrado pelos profissionais entrevistados sobre o assunto.

O objetivo aqui é avaliar de forma geral o processo de desenvolvimento empregado em cada empresa, assim como o conhecimento de cada profissional, e usar estas avaliações como parâmetros comparativos entre as empresas da amostra.

São duas as avaliações feitas: a do processo da empresa e a do conhecimento do entrevistado. Da mesma forma que as avaliações do objetivo anterior, elas serão usadas nas análises estatísticas e, ainda neste capítulo, serão definidas variáveis designativas para cada uma delas.

Tendo como base os objetivos especificados acima, foi elaborado o instrumento de coleta de dados que será discutido no próximo item.

### **3.5 - Instrumento para coleta dos dados**

Os instrumentos usuais para coleta de dados em levantamentos são o questionário, a entrevista e o formulário.

O formulário é a técnica de coleta de dados em que o pesquisador formula questões previamente elaboradas e anota as respostas do entrevistado (GIL, 1995).

Segundo GIL (1995), quando o objetivo é, além de uma coleta de dados, uma pesquisa de opinião, o formulário passa a ser a técnica mais adequada, sendo por isso o meio escolhido na realização deste trabalho. A aplicação desta técnica envolve a elaboração prévia de um questionário que, por sua vez, é aplicado durante a realização de uma entrevista.

Conforme colocado por GIL (1995), o questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos. Neste sentido, foi elaborado um questionário composto por três blocos de perguntas.

Inicialmente apresenta-se uma introdução com o objetivo de esclarecer os propósitos da pesquisa e de sensibilizar o entrevistado a contribuir para a sua realização.

O primeiro bloco compõe-se de perguntas que visam a caracterizar a empresa e o setor de trabalho do profissional entrevistado. São perguntas de respostas rápidas, que permitem ter um conhecimento prévio da empresa e do setor, e ainda desempenham a função de estabelecer o “*rapport*” (quebra do gelo) entre entrevistado e entrevistador, conforme recomendado por GIL (1995).

No segundo bloco, as perguntas são dirigidas no sentido de conhecer o método de trabalho adotado pela empresa no desenvolvimento de produtos; de verificar se o mesmo segue algum modelo encontrado na bibliografia; de saber a base de conhecimentos teóricos do entrevistado sobre este assunto; e de qual o seu domínio sobre as fontes de informações relacionadas com a área.

O terceiro bloco é destinado a avaliações, tanto do ponto de vista do entrevistado como do ponto de vista do entrevistador.

Ao entrevistado é solicitada sua avaliação sobre: o aprendizado de métodos de projeto em cursos superiores; a literatura nacional disponível; o nível de resistência ao emprego de literaturas estrangeiras.

Ao entrevistador cabe avaliar a empresa e o entrevistado em relação aos itens: método de desenvolvimento de produtos adotado, e conhecimento demonstrado sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos, respectivamente.

Os critérios utilizados nas avaliações serão discutidos no próximo item. O questionário empregado na realização da entrevista é apresentado no Anexo 1.

### **3.6 - Critérios utilizados nas avaliações**

O terceiro bloco de questões do questionário, foi reservado para avaliações sobre aspectos considerados importantes e que exercem influência no conhecimento e na condução do projeto e desenvolvimento de produtos.

Foram destacados cinco itens para avaliação, três por conta do entrevistado e dois a cargo do entrevistador.

Os itens avaliados pelo entrevistado foram:

- 1) avaliação de sua formação acadêmica quanto ao aprendizado de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos;
- 2) avaliação da literatura nacional;
- 3) resistência quanto ao emprego de textos escritos em língua estrangeira.

Para o entrevistado proceder a essa avaliação, foi sugerida uma escala graduada, onde ele pudesse atribuir uma nota de 0 (zero) a 10 (dez). Para os itens 1 e 2, a nota 0 indica a pior condição e 10, a melhor condição, enquanto para o terceiro item, 0 indica nenhuma resistência e 10, a resistência máxima.

Os valores dessas avaliações serão utilizados em análises estatísticas no decorrer do trabalho. Em função disto, a partir de agora, as três avaliações passam a ser designadas por AVAPRE, AVALINA e RULE, onde:

- AVAPRE = avaliação do aprendizado a respeito de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos em cursos superiores;

- AVALINA = avaliação da literatura nacional relacionada com a área de projeto e desenvolvimento de produtos;
- RULE = resistência ao uso de uma literatura escrita em um outro idioma.

Cada uma das variáveis receberá um valor, na escala de 0 a 10, que corresponde exatamente à nota atribuída pelo entrevistado de cada empresa.

No caso do entrevistador, os itens avaliados foram os seguintes:

- 1) avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos;
- 2) avaliação do conhecimento sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos.

Da mesma forma que as avaliações efetuadas pelos entrevistados, estas também serão usadas nas análises estatísticas. Mantendo procedimento idêntico aos dos entrevistados, foram criadas duas variáveis designativas das mesmas, cujos valores foram atribuídos pelo entrevistador, usando uma escala de notas de 0 a 10.

As variáveis criadas são:

- AVAPRO = avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos;
- AVACON = avaliação do conhecimento demonstrado pelo entrevistado, sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos.

Cada empresa, onde foi feita uma entrevista, recebeu uma nota para AVAPRO e AVACON, atribuídas pelo entrevistador. Diferentemente do que foi feito com as variáveis avaliadas pelos entrevistados, onde, fora a escala de notas, não se impôs nenhuma outra condicionante, neste caso definiram-se critérios para a atribuição de notas, tendo cada critério um peso determinado.

A variável AVAPRO é utilizada pelo entrevistador para avaliar a organização do processo de desenvolvimento de produtos como um todo. Para facilitar a avaliação, e para verificar o comportamento de certos aspectos particulares da organização do processo, cada um dos critérios estabelecidos para esta variável passarão a se constituir em variáveis parciais de AVAPRO. Assim, têm-se:

- a) SISPRO (sistematização do processo de desenvolvimento de produtos) - demonstrar, durante a entrevista, que a empresa faz uso de procedimentos metódicos e sistemáticos na condução do processo de desenvolvimento de produtos, apresentando uma documentação que descreva o processo como um todo, com o estabelecimento ou divisão em etapas ou fases, tendo cada fase passos de trabalho definidos. Peso da variável: 5;
- b) UMAUX (uso de métodos auxiliares) - aplicação de métodos auxiliares, como ferramentas de apoio ao processo de projeto e desenvolvimento de produtos. Foram tomadas como referência os métodos utilizados por empresas que atualmente adotam as melhores práticas de desenvolvimento de produtos, conforme citado por DIXON (1991). São eles: Projeto Para Manufatura (DFM), Projeto Para Montagem (DFA), Desdobramento da Função Qualidade (QFD), Análise dos Modos e Efeitos das Falhas (FMEA), Método de TAGUCHI, Análise do Valor, Método dos Elementos Finitos, e Projeto Assistido por Computador (CAD). O peso desta variável no valor final de AVAPRO é 3. Para a empresa que aplicar 5 desses métodos citados, atribui-se a nota máxima 3, ou seja, para cada ferramenta aplicada é atribuída a nota 0,6;
- c) ENGSI (uso da Engenharia Simultânea) - utilização dos conceitos da Engenharia Simultânea na estruturação e organização da equipe de projetos. Peso da variável: 1;
- d) DOMPRO (domínio do processo) - domínio do profissional entrevistado ao descrever a sistemática adotada pela empresa. Peso do critério: 1.

O valor final de AVAPRO, portanto, será a soma dos valores de cada variável parcial, considerando seus respectivos pesos. Durante a análise estatística, será testado o comportamento dos valores de SISPRO, UMAUX e ENGSI, frente a outras variáveis.

Com relação à variável AVACON, avaliação do conhecimento demonstrado pelo entrevistado sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos, os critérios utilizados para sua avaliação foram os seguintes:



- a) demonstrar conhecimento a respeito de métodos de projeto, adquirido em disciplinas de cursos de nível superior. Serão considerados: natureza do curso (graduação, pós-graduação), disciplinas, metodologia abordada. Peso do critério: 4;
- b) demonstrar conhecimento sobre metodologias auxiliares de projeto tais como: Projeto para Manufatura (DFM), Projeto para Montagem (DFA), Desdobramento da Função Qualidade (QFD), Análise dos Modos e Efeitos das Falhas (FMEA), Método de TAGUCHI, Análise do Valor. Para o conhecimento de cada um desses métodos é atribuída a nota de 0,5, sendo que a pontuação máxima para conhecimento é 3 pontos. Peso do critério: 3;
- c) demonstrar conhecimento a respeito dos conceitos de engenharia simultânea. Peso do critério: 1;
- d) demonstrar conhecimento sobre literaturas relacionadas com os itens anteriores. Para cada bibliografia citada será atribuída a nota 0,3, até atingir a pontuação máxima de 1. Peso do critério: 1;
- e) demonstrar conhecimento de instituições não universitárias que prestem assessoria de ensino sobre metodologias de projeto. Para cada instituição não universitária citada será atribuída a nota 0,4, até atingir a pontuação máxima de 1 ponto. Peso do critério: 1.

O valor final de AVACON será obtido pela soma dos valores de cada um dos cinco critérios, respeitando seus respectivos pesos. Será utilizado apenas o valor final de AVACON para confronto com as demais variáveis, razão pela qual não foram designadas variáveis parciais para cada um dos critérios estabelecidos.

### **3.7 - Entrevista**

Segundo GIL (1995), entrevista é a técnica de coleta de dados em que o investigador se apresenta frente ao entrevistado e lhe formula perguntas, com o objetivo de obter os dados que interessam a uma investigação. O tipo de entrevista realizada neste trabalho pode ser considerado uma entrevista focalizada estruturada, segundo classificação proposta pelo

mesmo autor. É focalizada, pois sua investigação é dirigida para um tema bem específico, isto é, metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos; e é estruturada, por desenvolver-se a partir de uma relação de perguntas, cuja ordem e redação permanecem invariáveis para todos os entrevistados.

Os procedimentos utilizados para a realização da entrevista foram os seguintes:

- antes da realização da entrevista, manter um contato inicial com a empresa, visando solicitar permissão para efetuar o trabalho; quando solicitado pela empresa, era enviada uma carta de solicitação juntamente com o questionário a ser utilizado na entrevista;
- obtida a permissão, identificar o setor e a pessoa indicada para ser entrevistada;
- marcar data e horário da entrevista.

Nos contatos iniciais, procurou-se dar ênfase aos objetivos da pesquisa relatada, por quem era patrocinada, explicando a importância da colaboração da empresa e dos entrevistados.

Durante a execução das entrevistas, estes aspectos eram frisados ao entrevistado, além de se procurar seguir as recomendações de GIL (1995) quanto à condução de entrevistas.

A todas as empresas participantes foi assegurado anonimato, bem como às pessoas entrevistadas.

### **3.8 - Seleção da amostra**

Conforme colocado inicialmente, no Capítulo 1, a proposta do trabalho é estudar o problema dentro da realidade nacional.

De maneira geral, sempre há condições que impõem limites à abrangência de um trabalho, sendo que, neste caso particular, duas delas decisivas: o prazo determinado para a sua conclusão e os recursos humanos e financeiros disponíveis.

Para viabilizar o trabalho, passou-se a considerar, como universo, as empresas de médio e grande porte localizadas nos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, com

atividades voltadas aos setores metal-mecânico, material elétrico e de comunicações, material de transporte, e produtos de materiais plásticos.

Para o universo estabelecido, selecionou-se uma amostra composta de 30 empresas, enquadradas dentro das características citadas. Este tamanho de amostra foi escolhido em função de que:

1º) do ponto de vista estatístico, o teorema do limite central diz que: “à medida que se aumenta o tamanho da amostra, a distribuição de amostragem da média se aproxima da forma da distribuição normal, qualquer que seja a forma da distribuição da população; em termos práticos, isto significa que a distribuição de amostragem da média pode ser considerada como aproximadamente normal, sempre que o tamanho da amostra for maior ou igual a 30” (KAZMIER, 1982);

2º) foi um número acessível para o tempo e os recursos financeiros disponíveis.

Com isto, a utilização deste tamanho de amostra viabiliza a realização do trabalho e ainda permite que, posteriormente, se utilizem as ferramentas que se baseiem em uma distribuição normal de probabilidade.

Para classificação das empresa quanto ao porte, a FIESC - Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - e a FIERGS - Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul - tomam como parâmetro o número de funcionários, tendo a seguinte distribuição:

- a) pequeno porte - empresas com menos de 100 funcionários;
- b) médio porte - empresas que possuem entre 100 e 500 funcionários;
- c) grande porte - empresas que possuem mais de 500 funcionários.

Usando esse critério como referência, foram selecionadas 30 empresas com um quadro de pessoal a partir de 100 funcionários. A relação das empresas com essas características foi obtida junto à Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) e junto à Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS).

Além de definir o universo e o tamanho da amostra, foi preciso também definir as pessoas entrevistadas, uma vez que não seria possível entrevistar todas as pessoas envolvidas nas atividades de projeto e desenvolvimento de produtos. Neste sentido, os critérios estabelecidos foram os seguintes:

- entrevistar pessoas pertencentes especificamente a departamentos envolvidos com atividades de projeto e desenvolvimento de produtos;
- entrevistar o profissional responsável pelo setor ou, na sua impossibilidade, alguém por ele indicado.

Seguindo estes critérios, foram mantidos os contatos e marcadas as entrevistas. Deve-se acrescentar, contudo, que não foram estabelecidos limites para o número de participantes e, por esta razão, em alguns casos, houve a participação de mais de uma pessoa nas entrevistas.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa, assim como sua análise e interpretação.

## **CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1 - Considerações iniciais**

No capítulo anterior, foi apresentada a conduta metodológica no planejamento das atividades anteriores e durante a pesquisa de campo. Já este capítulo será dedicado à apresentação, interpretação e análise dos resultados da pesquisa.

### **4.2 - Empresas pesquisadas**

Embora as empresas não fizessem exigências no que se refere à menção de seus nomes, o procedimento adotado aqui é de não divulgá-los. A razão de tal atitude deve-se, primeiramente, por ter sido esta uma disposição colocada em todos os contatos iniciais, mas também porque, em uma análise, avaliação e interpretação de dados, há sempre uma certa parcela de subjetivismo ou de sentimento, que varia de pessoa para pessoa e que, portanto, pode estar sujeita a contestação. A título de ilustração, a seguir serão apresentados dados que dão uma idéia de suas principais características.

Das 30 empresas pesquisadas, 18 situam-se no Rio Grande do Sul e 12, em Santa Catarina. No RS ficam distribuídas nas cidades de Porto Alegre, Canoas, Gravataí, Caxias do Sul, Farroupilha, Pelotas, Rio Grande. Em SC, em Joinville, Blumenau, Brusque, Gaspar, São José e Criciúma.

Atuando nos setores metal-mecânico, metalúrgico, material elétrico e de comunicações, material de transporte, e produtos de materiais plásticos e não metálicos, apresentam a seguinte distribuição por número de funcionários:

- a) até 500 funcionários - 13 empresas;
- b) de 500 a 900 funcionários - 7 empresas;
- c) de 1000 a 2000 funcionários - 5 empresas;

- e) de 3000 a 4000 funcionários -3 empresas;
- f) a partir de 6000 funcionários - 2 empresas.

De acordo com a classificação utilizada pela FIESC e pela FIERGS (classificação apresentada no item 3.8, Capítulo 3), 17 empresas são consideradas de grande porte e 13 empresas, de médio porte.

Na edição de agosto de 1996, a Revista Exame, da Editora Abril, publicou uma relação das 500 maiores empresas do Brasil por volume de vendas (EXAME, 1996). Pressupondo-se verdadeiros os dados publicados pela referida revista, 6 das 30 empresas pesquisadas estão incluídas nessa relação, o que corresponde a aproximadamente 20% da amostra.

Entre os produtos normalmente fabricados por essas 30 empresas, destacam-se:

- fechaduras, disjuntores, bombas hidráulicas, cilindros hidráulicos, comandos e válvulas hidráulicas;
- guindastes para contêineres, empilhadeiras para contêineres, guindastes veiculares, guindastes florestais, plataformas basculantes;
- silos, secadores, transportadoras, roscas, elevadores, equipamentos de transporte a granel;
- ônibus, microônibus, implementos rodoviários, reboques, semi-reboques, veículos pesados;
- motos, ciclomotores, tratores, caminhões, motores estacionários;
- máquinas para produtos alimentícios, liquidificadores, batedeiras, serras fita, balanças;
- compressores de ar e compressores para refrigeração doméstica;
- máquinas de eletroerosão, equipamentos para prospecção de petróleo;
- máquinas de costura industriais;
- lonas de freio, pastilhas, revestimentos para embreagem;
- blocos de motores, cabeçotes, bielas, peças fundidas;
- transformadores, geradores, turbinas e equipamentos hidromecânicos;

- lavadoras de roupa, lavadoras de louça, *freezers*, refrigeradores, aparelhos de ar condicionado, condicionadores de ar portáteis, aquecedores;
- telefones e centrais telefônicas;
- impulsores de partida, reguladores eletrônicos de voltagem, tampas para alternadores e para motores de arranque;
- tanques sanitários, resfriadores, queijadeiras automáticas, medidores de vazão;
- reatores para iluminação, transformadores, conversores, luminárias, termostatos.

Cerca de 83% das empresas pesquisadas (25 empresas) exportam seus produtos, tendo como mercado predominante a América Latina.

Estando apresentadas as características gerais das empresas, os próximos itens serão dedicados aos setores ligados às atividades de projeto e desenvolvimento de produtos.

#### **4.3 - Caracterização do setor de projeto e desenvolvimento de produtos**

Procurando compreender como transcorrem as atividades de projeto e desenvolvimento de produtos, traçou-se, como um dos objetivos do trabalho, a caracterização dos setores responsáveis por essas atividades nas empresas pesquisadas.

Os itens considerados na caracterização foram: nome, número de funcionários, funções existentes, subdivisão do setor, subordinação do setor, perfil acadêmico da chefia, formação escolar e profissional necessária para ingressar no setor, número de profissionais diplomados em curso superior.

De acordo com o resultado da pesquisa, a unidade administrativa responsável pelas atividades de projeto e desenvolvimento de produtos pode se constituir em uma divisão, um departamento, um setor, ou um núcleo, dependendo do porte da empresa. Os nomes comumente atribuídos são: Engenharia de Desenvolvimento de Produtos (4 empresas), Engenharia do Produto (6), Engenharia (7), Desenvolvimento de Produtos (2), Pesquisa e

Desenvolvimento (6), Engenharia de Produto e Qualidade (1), Operação de Projetos (1), Projetos (2), Departamento Técnico (1).

A Tabela 4.1 apresenta dados relativos ao número de funcionários das empresas e de seus respectivos setores de desenvolvimento de produtos. Os códigos utilizados para designar empresas e variáveis (como número de funcionários, número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos, número de profissionais com nível superior deste setor e número de profissionais engenheiros) serão usados como referência ao longo de todo o trabalho.

As abreviaturas, colocadas no cabeçalho da Tabela, possuem a seguinte designação:

- EMP = código designativo da empresa;
- F= número de funcionários da empresa;
- FS = número de funcionários do setor entrevistado;
- FS/F= percentual de funcionários do setor entrevistado em relação ao número total de funcionários da empresa;
- NS = número de profissionais com nível superior do setor entrevistado;
- E= número de profissionais engenheiros;
- NS/FS = percentual de profissionais com nível superior em relação ao número total de funcionários do setor entrevistado;
- E/FS = percentual de funcionários engenheiros em relação ao número total de funcionários do setor entrevistado;
- E/NS = percentual de profissionais engenheiros em relação ao número de profissionais com nível superior do setor entrevistado.



<b>CÓDIGO</b>	<b>F</b>	<b>FS</b>	<b>FS/F</b> <b>(%)</b>	<b>NS</b>	<b>E</b>	<b>NS/FS</b> <b>(%)</b>	<b>E/FS</b> <b>(%)</b>	<b>E/NS</b> <b>(%)</b>	<b>Principais Produtos</b>
<b>EMP 1</b>	3800	6	0,1	5	5	83	83	100	Ônibus e microônibus
<b>EMP 2</b>	6000	12	0,2	11	11	92	92	100	Compressores
<b>EMP 3</b>	3200	7	0,2	7	2	100	100	28	Blocos de motores e bielas
<b>EMP 4</b>	6300	52	0,8	11	11	21	21	100	Eletrodomésticos
<b>EMP 5</b>	1200	25	2,1	4	3	16	12	75	Compressores de ar
<b>EMP 6</b>	300	7	2,3	1	1	14	14	100	Máq. p/ prod. alimentícios
<b>EMP 7</b>	140	3	2,1	3	3	100	100	100	Fibras
<b>EMP 8</b>	400	12	3	2	1	17	8	50	Fornos elétricos
<b>EMP 9</b>	320	15	4,7	11	11	73	73	100	Telefones
<b>EMP 10</b>	670	18	2,7	7	4	39	22	57	Impulsores de partida
<b>EMP 11</b>	1300	52	4	19	19	36	36	100	Condicionadores de ar
<b>EMP 12</b>	3464	16	0,5	5	5	31	31	100	Ônibus e microônibus
<b>EMP 13</b>	240	5	2,1	1	1	20	20	100	Dispositivos hidráulicos
<b>EMP 14</b>	280	14	5	2	1	14	14	100	Guindastes e empilhadeiras
<b>EMP 15</b>	600	15	2,5	9	9	60	60	100	Motos e tratores
<b>EMP 16</b>	900	2	0,2	1	1	50	50	100	Fechaduras e disjuntores
<b>EMP 17</b>	140	10	7,1	2	2	20	20	100	Tanques sanitários
<b>EMP 18</b>	750	15	2	4	3	27	20	86	Lavadoras de roupas
<b>EMP 19</b>	800	8	1	3	3	37	37	100	Transformadores e turbinas
<b>EMP 20</b>	620	16	2,6	4	4	25	25	100	Implementos rodoviários
<b>EMP 21</b>	2000	16	0,8	6	6	37	37	100	Veículos pesados
<b>EMP 22</b>	100	6	6	2	2	33	33	100	Máquinas de eletroerosão
<b>EMP 23</b>	180	12	6,7	4	4	33	33	100	Equip. de transporte a granel
<b>EMP 24</b>	100	4	4	4	3	100	75	75	Projeto de instal. industriais
<b>EMP 25</b>	2000	20	1	11	5	55	25	45	Lonas e pastilhas de freio
<b>EMP 26</b>	1000	6	1,1	3	3	50	50	100	Reatores e luminárias
<b>EMP 27</b>	447	9	2	4	1	44	11	25	Utilidades domésticas
<b>EMP 28</b>	600	5	0,8	2	2	40	40	100	Embalagens plásticas
<b>EMP 29</b>	130	5	3,8	1	1	20	20	100	Máquinas de costura
<b>EMP 30</b>	100	6	6	1	1	17	17	100	Silos secadores

Tabela 4.1- Dados gerais das empresas e dos setores pesquisados

Alguns dados contidos na Tabela anterior são agora explicitados e analisados quantitativamente, como forma de facilitar uma posterior avaliação.

**A) Número de profissionais que atuam no setor de projeto e desenvolvimento de produtos:**

- a) número máximo encontrado: 52 funcionários em duas empresas;
- b) número mínimo encontrado: 2 funcionários em uma empresa;
- c) média: 13,5 funcionários;
- d) mediana: 11,5 funcionários, ou seja, 15 empresas com número de funcionários abaixo e 15 com número acima;

**B) Número de profissionais com nível superior que atuam no setor**

- a) número máximo: 19 em uma empresa;
- b) número mínimo: 1 funcionário em quatro empresas;
- c) média: 5 funcionários;
- d) mediana : 4 funcionários, com 19 empresas tendo número igual ou inferior a este;
- e) percentual de funcionários do setor com nível superior (PS = NS/FS):
  - percentual máximo: 100% em três empresas;
  - percentual mínimo: 14% em duas empresas;
  - média: 43,5%;
  - mediana: 37%;

**C) Número de profissionais com formação superior em Engenharia que atuam no setor:**

- a) número máximo: 19 funcionários em uma empresa;
- b) número mínimo: 1 funcionário em cinco empresas;
- c) média: 4,3 funcionários;
- d) mediana: 3 funcionários, com 18 empresas com número igual ou inferior a este;

e) percentual de profissionais graduados em engenharia em relação ao número total de profissionais (PE = E/FS):

- percentual mínimo: 11% em uma empresa;
- percentual máximo: 100% em 2 empresas;
- média: 39,3%;
- mediana: 32%;

f) percentual de profissionais graduados em engenharia em relação ao número de profissionais com nível superior do setor (E/NS):

- percentual mínimo: 25% em uma empresa;
- percentual máximo: 100% em 22 empresas;
- média: 88%;
- mediana: 100%.

Os dados apresentados na Tabela 4.1 revelam que o número de funcionários atuantes no setor de projeto e desenvolvimento não guardam uma relação direta com o número de funcionários da empresa. Os maiores setores, pertencentes às empresas com código EMP 4 e EMP 11, apresentaram 52 funcionários, enquanto o número total de funcionários era 6300 e 1300, respectivamente. O menor setor apresentou apenas 2 funcionários, na empresa de código EMP 16, cujo número total era de 900 empregados.

O percentual de profissionais com nível superior (NS) ficou em torno de 40%, sendo que destes, 88% são engenheiros. Daí a razão de muitos dos setores receberem a designação de Engenharia. As formações acadêmicas citadas foram: Engenharia Mecânica, Engenharia Industrial Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia Química, Engenharia Operacional, Engenharia Metalúrgica, Química Industrial, Administração, Processamento de Dados, *Design* Industrial, Economia, Direito, e Comunicação Visual.

Com relação à chefia, dado que não consta na tabela, em 28 empresas, o setor era dirigido por profissionais com curso superior. Somente em duas empresas esse cargo era ocupado por pessoas que possuíam apenas o 2º grau. A distribuição por formação acadêmica, nesse cargo, foi a seguinte:

- 18 engenheiros mecânicos;
- 2 engenheiros industriais mecânicos;
- 2 engenheiros químicos;
- 3 administradores de empresas;
- 1 engenheiro eletricitista;
- 1 engenheiro operacional;
- 1 químico industrial;
- 2 técnicos mecânicos.

Os números mostram um predomínio de profissionais com formação em Engenharia.

Outro dado, que não consta na tabela e foi coletado durante a entrevista, refere-se à escolaridade mínima necessária para ingressar no setor. A amostra revela que é indispensável a conclusão do 2º grau e, preferencialmente, em um curso técnico. Foram 23 empresas que manifestaram essa exigência mínima. Outras 6 empresas mostraram-se ainda mais rigorosas, exigindo a apresentação de diploma de curso superior. Somente uma empresa condicionou o preenchimento da vaga à experiência profissional do candidato.

No que se refere à formação profissional, esta fica dependente do cargo a ser preenchido. Entre as funções profissionais citadas destacam-se: analistas de materiais, projetistas, engenheiros de projetos, engenheiros de desenvolvimento, desenhistas, técnicos em desenvolvimento, analistas de dados, orçamentistas, técnicos em documentação, técnicos em comunicação visual, técnicos em protótipos, *designers*.

As entrevistas revelaram, ainda, que o setor de projeto e desenvolvimento de produtos está normalmente subordinado à diretoria; foram 20 empresas enquadradas nesta situação.

Em termos de subdivisão do setor, foram poucos os casos em que havia uma divisão formalizada. A empresa que demonstrou melhor organização, neste aspecto, emprega a seguinte estrutura: desenvolvimento de produto, administração de produto, projetos, laboratório de protótipos e amostras, laboratório de avaliações e laboratório de aplicações.

Ocorreram ainda dois casos em que a divisão utilizada era usar um segmento voltado para o projeto do produto e outro encarregado pela documentação e informações técnicas. As demais empresas não apresentaram aspectos que mereçam destaque.

#### **4.4 - Perfil dos profissionais entrevistados**

Em cada empresa, procurou-se entrevistar o profissional ocupante de cargo de chefia ou direção da unidade administrativa responsável pelo projeto e desenvolvimento de produtos ou, na sua impossibilidade, alguém por ele indicado. Em alguns casos houve a participação de mais de um profissional, totalizando 38 pessoas entrevistadas, 37 homens e 1 mulher, com a seguinte distribuição por cargos ocupados: 9 gerentes (de pesquisa e desenvolvimento, de engenharia do produto e qualidade, de engenharia), 9 supervisores (de engenharia do produto, de projetos, de engenharia de aplicações, de engenharia, de orçamentos), 2 chefes (de projetos, de engenharia de desenvolvimento), 14 engenheiros de projeto e desenvolvimento, 1 *designer*, 1 técnico em desenvolvimento, 1 projetista, e 1 assistente técnico.

Dos 38 entrevistados, 31 eram diplomados em curso superior (82% dos entrevistados), 4 ainda estavam cursando Engenharia (2 ocupando cargo de comando) e 3 possuíam o 2º grau (2 ocupando cargo de comando). Abaixo, apresenta-se a distribuição desses profissionais por formação acadêmica:

- Engenharia Mecânica - 18 entrevistados, sendo 4 formados pela UCS (Universidade de Caxias do Sul), 6 pela UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), 3 pela FURG (Fundação Universidade de Rio Grande), 2 pela UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 1 pela PUCRS (Pontífice Universidade Católica do RS), 1 pela FEJ (Fundação de Ensino de Joinville), e 1 pela UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba).
- Engenharia Industrial Mecânica - 2 entrevistados, sendo um formado pela UNIMEP e outro pela FURG;
- Engenharia Operacional - 3 entrevistados, formados pela UCS;
- Engenharia de Produção Mecânica - 2 entrevistados, formados pela UFSC;
- Engenharia Química - 2 entrevistados, sendo um formado pela PUCRS e outro, pela UCS;
- Engenharia Elétrica - 2 entrevistados, um formado na PUCRS e outro, pela UFSC;
- Administração - um entrevistado, formado pela UFSC;
- *Design* - um entrevistado, formado pela UFPR (Universidade Federal do Paraná).

Como pode ser visto por esta relação, dos 31 profissionais com nível superior, 29 são engenheiros.

Entre os profissionais entrevistados, 9 declararam ter cursado pós-graduação, sendo 5 em nível de mestrado e 4 em nível de especialização. Em nível de mestrado, as áreas de pesquisa citadas foram: Materiais, Administração de Vendas, Engenharia do Produto, Ciências Térmicas, Gerência da Produção e Gestão da Qualidade.

#### **4.5 - O processo de desenvolvimento de produtos nas empresas pesquisadas**

A abordagem feita nos três itens anteriores foi fruto dos dados levantados a partir do primeiro bloco de perguntas do questionário. As colocações que serão apresentadas neste, e nos próximos três itens, terão como base as respostas dadas ao 2º bloco de perguntas.

Conforme já colocado no Capítulo 3, a terceira parte do questionário foi elaborada com o intuito de conhecer os procedimentos adotados em relação ao processo de desenvolvimento de produtos e verificar qual a base de conhecimentos teóricos, referente a métodos de projeto, dos profissionais que trabalham com essa atividade. Ao todo, 17 perguntas compõem esse bloco, sendo 9 dedicadas ao sistema de trabalho da empresa e 8, ao conhecimento do profissional entrevistado.

Na seqüência aborda-se o sistema de trabalho das empresas.

#### **4.5.1 - A sistemática de trabalho das empresas**

Tendo como objetivos identificar qual o comportamento predominante na maioria das empresas, quanto à forma de conduzir as atividades de desenvolvimento de produtos, e verificar se este comportamento guarda relação com procedimentos oriundos da literatura científica, os entrevistados foram questionados sobre a sistemática de trabalho empregada.

Dentro deste propósito, procurou-se, em cada empresa, conhecer o processo, verificar a documentação existente e determinar a origem de tais procedimentos.

A pesquisa revelou que, das 30 empresas visitadas, apenas 8 (27% da amostra) possuíam documentação, descrevendo o processo de desenvolvimento de produtos. As 8 empresas estão identificadas na Tabela 4.1 pelos códigos EMP 2, EMP 4, EMP 9, EMP 11, EMP 13, EMP 19, EMP 21, e EMP 26.

No contato com a documentação apresentada pelas referidas empresas (no momento da entrevista), já foi possível fazer algumas observações.

Na EMP 13 (fabricante de cilindros, comandos e válvulas hidráulicas), certificada pela ISO 9001, a documentação do processo de projeto nada mais era do que um cronograma de execução do produto, elaborado de acordo com a experiência da empresa e transcrito para o papel, para atender às exigências da ISO 9001. Não havia distinção de fases, nem havia

indicações de métodos ou de normas para apoiar o trabalho da equipe de projeto. Esse foi o mesmo procedimento adotado pela EMP 9 (fabricante de telefones e centrais telefônicas), isto é, documentar a sistemática já empregada pela empresa, adaptando-a de modo a atender às recomendações da ISO 9001.

A EMP 19 (fabricante de transformadores, geradores, turbinas e equipamentos hidromecânicos), certificada pela ISO 9001, chamou a atenção pelo fato de que, embora apresente o processo documentado, os dois entrevistados não souberam como encontrá-lo nas respectivas pastas, durante a entrevista. Houve demonstrações de que a documentação existia, mas os procedimentos nela contidos não faziam parte da rotina de trabalho;

Na EMP 21 (fabricante de veículos pesados e implementos para o transporte rodoviário) e na EMP 26 (fabricante de reatores para iluminação, transformadores, conversores, luminárias e termostatos), o processo utilizado, embora não apresente uma divisão clara das principais fases, possui uma seqüência bem estruturada de passos de trabalho, que guardam semelhanças com os métodos propostos por BACK (1983) e por ASIMOW (1968). A EMP 26 está certificada pela ISO 9001, enquanto a EMP 21 está se preparando para obter esse credenciamento.

A melhor sistemática de trabalho encontrada na amostra ocorreu na EMP 2 (fabricante de compressores para refrigeração doméstica) e na EMP 4 (fabricante de eletrodomésticos como refrigeradores, *freezer*, condicionadores de ar, etc.), ambas pertencentes ao mesmo grupo, e na EMP 11 (fabricante de condicionadores de ar). Em linhas gerais, o método de desenvolvimento de produtos empregado é o mesmo, para as três empresas, com a divisão do processo em três grandes fases: concepção, desenvolvimento e execução ou lançamento. Para cada fase, existem passos definidos de trabalho e uma boa estrutura de métodos e normas auxiliares. Dadas as características de organização, operacionalidade e clareza, e por guardar



relação com métodos descritos na literatura, uma descrição sucinta e geral desses procedimentos será apresentada em um item a parte.

Além dessas 8 empresas, apenas a EMP 8 (fabricante de fornos elétricos, churrasqueiras, montagem de bicicletas, etc.) apresentou um fluxograma da estrutura do processo de desenvolvimento de produtos. Como a empresa busca o credenciamento pela ISO 9001, todo o seu processo está sendo documentado, surgindo daí a estrutura apresentada. O fluxograma do processo mostra a seqüência de atividades, conforme a seguinte ordem: 1) Tendência de Mercado; 2) *Designer*; 3) Aprovação; 4) Anteprojeto; 5) Fornecedor, Processo e Custos; 6) Ensaio e Protótipo; 7) Desenho, Pré-Piloto, Ferramentas e Dispositivos; 8) Lote Piloto; 9) Produção. Não estão claras as fases do projeto, não existem passos definidos de trabalho e nem o suporte de métodos auxiliares de projeto.

As demais empresas não apresentaram o processo documentado nem definido de forma sistêmica, intuindo-se que as respostas poderiam variar em função da pessoa entrevistada. Nessas empresas (caso dos fabricantes de compressores de ar; guindastes e empilhadeiras; máquinas de costura industrial; silos secadores e empilhadeiras; equipamentos de transporte a granel; impulsores de partida, reguladores eletrônicos de voltagem, tampas para alternadores e para motores de arranque), o desenvolvimento de produtos é conduzido em função da experiência acumulada por seus profissionais. Um dos reflexos dessa sistemática é a pouca variação de modelos e inovações nos produtos. Tendo como base as respostas dadas ao questionário, será apresentado, posteriormente, em um item a parte, uma descrição geral dos procedimentos utilizados por essas empresas.

Uma das perguntas do questionário (nº 8) tinha como propósito verificar se os métodos utilizados baseavam-se em algum modelo disponível na literatura técnica. Nesta questão, houve uma unanimidade: nenhum dos entrevistados vinculou o método utilizado por sua empresa a qualquer modelo encontrado na bibliografia.

Outro questionamento (feito através da pergunta nº 9), foi em relação a métodos e técnicas auxiliares, utilizadas no processo de projeto e desenvolvimento. Observou-se que, os métodos sugeridos em textos que abordam a filosofia da Qualidade Total (HELMAN e ANDERY, 1995), já fazem parte do vocabulário da indústria, embora poucos estejam efetivamente sendo aplicados. Foram citados nas entrevistas:

- a) FMEA - Análise do Modo e Efeito das Falhas: utilizado por 8 empresas (EMP 2, EMP 4, EMP 10, EMP 11, EMP 15, EMP 21, EMP 25, EMP 26) e duas empresas estão buscando conhecimento (EMP 13 e EMP 20);
- b) QFD - Desdobramento da Função Qualidade - 4 empresas afirmaram que utilizam este método( EMP 2, EMP 4, EMP 15 e EMP 25); 6 conhecem, mas não aplicam (EMP 5, EMP 7, EMP 9, EMP 10, EMP 11, EMP 20);
- c) Método de TAGUCHI - uma empresa afirmou que utiliza (EMP 25), e duas, que conhecem, mas não utilizam (EMP 5 e EMP 20);
- d) Análise de Valor - 4 empresas utilizam esse método (EMP 2, EMP 4, EMP 11 e EMP 15) e 6, que conhecem, mas não aplicam (EMP 1, EMP 5, EMP 8, EMP 10, EMP 26 e EMP 30);
- e) Análise de Pareto - utilizado por 4 empresas (EMP 2, EMP 4, EMP 11 e EMP 16);
- f) *Brainstorming* - utilizado por 5 empresas (EMP 2, EMP 4, EMP 9, EMP 11 e EMP 16);
- g) Diagrama de Ishikawa - 5 empresas mencionaram a sua aplicação (EMP 2, EMP 4, EMP 11, EMP 16 e EMP 26).

Merece destaque, ainda, por ter sido uma comprovação durante as entrevistas, a difusão do conceito da Engenharia Simultânea (RIBEIRO, 1989). Na EMP 2 (fabricante de compressores para refrigeração doméstica), na EMP 4 (fabricante de eletrodomésticos) e na EMP 11 (fabricante de aparelhos de ar condicionado), este conceito já está intrínseco à metodologia adotada. O processo inicia com a formação de uma equipe multifuncional, que permanece atuando até o término do desenvolvimento do produto.

A EMP 3 (fabricante de blocos de motores, cabeçotes, bielas e peças fundidas) é um caso onde este conceito está aplicado de forma plena. A maior parte dos seus clientes são montadoras que exigem sua participação no desenvolvimento das peças fornecidas. Por sua vez, a empresa terceirizou o desenvolvimento de ferramental, exigindo a participação dos fornecedores no desenvolvimento de seus produtos.

O emprego da Engenharia Simultânea está provocando, inclusive, mudanças na estrutura organizacional das empresas. Por exemplo, na EMP 13 (fabricante de cilindros hidráulicos, comandos e válvulas hidráulicas), na EMP 15 (fabricante de motos, ciclomotores, tratores, caminhões e motores estacionários) e na EMP 21 (implementos rodoviários, reboques, semi-reboques, veículos pesados) houve a fusão dos departamentos de engenharia do produto e engenharia do processo que passaram a formar um departamento único. Além das empresas citadas, este princípio se fazia presente, ainda que de forma superficial, em mais 5 empresas: EMP 1 (fabricante de ônibus e microônibus), EMP 9 (fabricante de telefones e centrais telefônicas), EMP 16 (fabricante de fechaduras, dobradiças, disjuntores, bombas e cilindros hidráulicos), EMP 19 (fabricante de transformadores, turbinas e geradores) e EMP 20 (fabricante de implementos rodoviários, reboques e semi-reboques). Todos os entrevistados manifestaram-se favoravelmente ao seu emprego e às mudanças advindas com sua introdução.

Deve ser citado, ainda, que 27 empresas fazem uso da ferramenta computacional do CAD - Computer Aided Design, ou Projeto Assistido por Computador (FILHO, 1993), que corresponde a 90% da amostra.

#### **4.5.2 - Rotina de desenvolvimento de produtos adotada pela maioria das empresas**

Neste item procura-se descrever o decurso do processo de desenvolvimento de produtos, adotado na maioria das empresas pesquisadas. Esta descrição tem como base as

respostas dadas ao 2º bloco de perguntas do questionário.

Em geral, o processo tem início na área comercial, através dos departamentos de *marketing* ou de vendas, dependendo da estrutura da empresa. Esses departamentos captam as necessidades dos clientes, promovem análises do mercado e de produtos concorrentes.

Nesta fase é estabelecido o perfil desejado do produto, com o levantamento de suas principais características, tais como dimensões, *design*, funcionalidade, custo objetivo, perfil técnico e tecnologias necessárias. São consideradas ainda as metas estabelecidas pela diretoria e as propostas internas de atualização dos produtos.

Algumas empresas, por apresentarem uma linha de produtos com poucas variações de modelos como, por exemplo, a EMP 17 (fabricante de tanques sanitários, resfriadores, queijadeiras automáticas, medidores de vazão) e a EMP 19 (transformadores, geradores, turbinas e equipamentos hidromecânicos) podem, a partir dessas informações, elaborar um pré-projeto bem próximo do produto final.

A maior ou menor intensidade na pesquisa de novos produtos, nessa fase inicial, está muito relacionada ao tamanho do mercado, à concorrência, ao perfil dos clientes, à classificação do produto e à estratégia de desenvolvimento adotada pela empresa.

Determinadas empresas, presentes na amostra, contam com o privilégio de atuar em nichos de mercado, que se caracterizam por boa demanda e concorrência estável e pouco acirrada. Para essas empresas, a evolução de seus produtos é comandada pelas incursões da concorrência, e por um acompanhamento contínuo de evoluções tecnológicas ocorridas em setores afins, principalmente no que se relaciona a novos materiais e novos processos de fabricação. Ocupam uma posição em que basta acompanhar o mercado nas suas evoluções, sem ter, no entanto, a preocupação premente do pioneirismo. Enquadram-se, nesta situação, os fabricantes de ônibus, microônibus, implementos rodoviários, reboques e semi-reboques, lonas e pastilhas de freio (EMP 1, EMP 12, EMP 20, EMP 21 e EMP 25).

O tipo de produto e o perfil do cliente atendido pela empresa exercem bastante influência nessa fase inicial. Tendo como referência os clientes atendidos, as empresas participantes da amostra podem ser classificadas em:

- a) fabricantes de produtos cujos clientes são basicamente empresas;
- b) fabricantes de produtos que atendem diretamente a população, podendo ser intermediada apenas a venda.

Enquadram-se na primeira situação, empresas fornecedoras de companhias que, por terem um elevado volume de produção, necessitam delegar a terceiros a confecção de peças e componentes intermediários. Também podem ser incluídas, nesta classificação, empresas fabricantes de máquinas, equipamentos e matéria prima para uso industrial. Em alguns destes casos, o trabalho é de certa forma facilitado, pois o cliente é parte interessada diretamente no desenvolvimento, o que facilita a troca de informações e a busca de alternativas. Com o advento da Engenharia Simultânea, essa troca de informações e interação entre clientes e fornecedores está cada vez mais acentuada, já fazendo parte da rotina de trabalho.

As empresas classificadas nessa situação são: EMP 3, EMP 7, EMP 10, EMP 13, EMP 19, EMP 22, EMP 23, EMP 24, EMP 25, EMP 28 e EMP 29. Na EMP 25 (fabricante de lonas e pastilhas de freio), o entrevistado revelou que, em 80% dos casos, o perfil do produto é definido pelos clientes. Embora não tenham sido revelados números, a situação era similar na EMP 3, na EMP 7 (fabricante de fibras industriais), na EMP 22 (fabricante de máquinas de eletroerosão e equipamentos para prospecção de petróleo), na EMP 24 (que se dedica ao projeto de instalações para refinarias de petróleo) e na EMP 28 (fabricante de embalagens plásticas). A EMP 3 (fabricante de blocos de motores, cabeçotes, bielas e peças fundidas), inclusive, deu-se ao luxo de terceirizar grande parte do seu setor de desenvolvimento de produtos.

Empresas como EMP 10 (fabricante de impulsores de partida, reguladores eletrônicos de voltagem, tampas para alternadores e para motores de arranque), como EMP 13 (cilindros hidráulicos, comandos e válvulas hidráulicas) e como EMP 28 (fabricante de embalagens plásticas) e EMP 29 (fabricante de máquinas de costura industriais) possuem uma linha definida de produtos e, neste caso, as inovações surgem basicamente da utilização de novos materiais e de novos processos, ou por modificações sugeridas por seus clientes.

A principal característica dos produtos da EMP 19 (turbinas, geradores, transformadores e equipamentos hidromecânicos) é a sua não adaptação a uma produção em série, devido ao porte dos seus produtos. Sendo assim, a fabricação é feita sob encomenda e, a cada novo cliente, surge um novo desafio. Também, neste caso, as inovações ocorrem a nível de pesquisa de novos materiais e de uso de novas tecnologias no processo de fabricação.

As empresas enquadradas no segundo grupo, *a priori*, necessitam adotar sistemática mais elaborada para implementar melhorias em seus produtos, dadas as características de passividade de seus clientes.

Na EMP 9 (fabricante de telefones e centrais telefônicas), a busca por idéias de novos produtos é implementada pelos setores de Marketing e Pesquisa e Desenvolvimento. Profissionais desses setores, freqüentemente, estão participando de seminários, feiras e outros eventos, nacionais e internacionais, com o objetivo de analisar o mercado, o consumidor e, principalmente, a concorrência. Com isso, vão sendo geradas idéias de produtos e de melhorias. Periodicamente, Marketing e Pesquisa e Desenvolvimento se reúnem em uma sessão de *brainstorming* onde são apresentadas essas idéias e feito o registro das mesmas em atas. A partir daí, essas idéias passam a ser estudadas para, posteriormente, selecionar aquelas julgadas mais adequadas para fazer parte de futuros produtos, ou para serem incorporadas aos produtos existentes.

Esta fase inicial de busca de idéias de novos produtos, entretanto, não mereceu destaque pelos profissionais entrevistados da maioria das empresas. Tal atitude pode ser atribuída ao fato de que a responsabilidade por captar as necessidades dos clientes e por pesquisar alternativas de novos produtos é atribuída à área comercial.

Mesmo não merecendo ênfase nas entrevistas, percebeu-se duas estratégias bem definidas: Empresas como EMP 15 (fabricante de motos, ciclomotores, tratores, caminhões e motores estacionários), EMP 17 (fabricante de tanques sanitários, resfriadores, queijadeiras automáticas, medidores de vazão) e EMP 23 (transportadoras, roscas, elevadores, equipamentos de transporte a granel) adotam a política das parcerias, ou seja, associam-se a empresas estrangeiras, e passam a desfrutar o direito de fabricar e comercializar os produtos desenvolvidos pelas mesmas, sob pagamento de *royalties*. Outras empresas, porém, como EMP 6 (fabricante de máquinas para produtos alimentícios, liquidificadores, batedeiras, serras-fita, balanças) e EMP 7 (fabricante de fibras industriais), são exemplos em que a estratégia adotada é simplesmente identificar produtos no mercado internacional, ainda não produzidos internamente, e reproduzi-los. Naturalmente, contam com a benevolência quanto à aplicação da legislação referente a marcas e patentes.

Tendo em mãos uma idéia de produto, seja na forma de um esboço, de um pré-projeto, ou de um produto já existente, o mesmo passa por um estudo de viabilidade, que envolve uma análise técnica e econômica. No estudo de viabilidade, são considerados o tamanho do mercado, as necessidades de produção, e os recursos em termos de equipamentos, máquinas, ferramental, fornecedores, pessoal, tecnologia, e investimentos. Também é avaliada a possibilidade de produção a um custo competitivo e com margem de lucro satisfatória. A decisão de desenvolver ou não o produto dependerá do resultado desse estudo.

Salvo as alterações de aprimoramento de produtos existentes, que não demandem grandes investimentos, todas as demais decisões são tomadas a nível de diretoria.

Uma vez aprovada a proposta de desenvolvimento, é elaborado um cronograma, estabelecendo prazos para o projeto, a execução e o lançamento do produto. A documentação com os dados e características do produto são enviadas ao setor encarregado do projeto.

A partir daí, esse setor passa a ser responsável pelo desenvolvimento do produto, tendo autonomia para tomar decisões que viabilizem sua execução, dentro dos limites orçamentários estabelecidos. As tarefas executadas variam, conforme o produto e o ramo de atividade da empresa, mas, de forma geral, envolvem desenhos, cálculos, dimensionamentos, ensaios, testes, elaboração de *mock-up*, pesquisa de materiais, desenvolvimento de fornecedores, entre outras.

Nessa fase do desenvolvimento do produto e nesse setor, foi possível perceber um dos primeiros reflexos da propagação do conceito da Engenharia Simultânea, a fusão dos setores de engenharia do produto e engenharia do processo, conforme já destacado no item 4.5.1. Alguns desses setores recebem a designação de Departamento de Engenharia Simultânea.

Terminada essa fase, algumas empresas realizam uma revisão do projeto, e mais um estudo de viabilidade econômica, para só então aprová-lo definitivamente. Se aprovado, e dependendo do produto e da empresa, é confeccionado um protótipo que, por sua vez, é submetido a uma bateria de testes para uma análise de comportamento. Algumas empresas realizam inclusive testes de campo, colocando o produto a trabalhar em reais condições de uso (é o caso dos fabricantes de telefones e centrais telefônicas, dos fabricantes de máquinas para produtos alimentícios e dos fabricantes de compressores de ar). Nessa fase também tem início a fabricação do ferramental de processo.

Completados os testes, tendo sido aprovado o protótipo, e estando pronto o ferramental, é produzido um lote piloto, para os ajustes finais. Estando tudo de acordo com o planejamento, o produto é então liberado para a fabricação e lançamento.



Há ainda o caso de empresas que atendem a clientes específicos, tais como montadoras e, então, não basta apenas uma aprovação interna. Antes de o produto entrar em linha, amostras são enviadas a essas empresas para aprovação. Só depois disso o produto passa a ser fabricado.

Em determinadas empresas, o trabalho do setor de desenvolvimento não termina no lançamento do produto, mas deve acompanhar seu comportamento no mercado por um determinado período (em torno de 6 meses) e só após este prazo a tarefa passa para a assistência técnica.

Em linhas gerais, foi essa a rotina de trabalho relatada em pelo menos 24 empresas dentre as 30 visitadas. Cabe lembrar que essa seqüência de procedimentos não está registrada em documentos, ficando muito na percepção e na experiência dos profissionais que lideram o processo. Nas empresas cujos entrevistados declararam fazer uso de ferramentas, tais como o QFD e o FMEA, ao descrever o processo, essas não eram mencionadas, transparecendo que não seriam partes integrantes mesmo.

Fora a alteração já mencionada de fundir os departamentos de produto e de processo, percebe-se que ainda predomina a estrutura departamentalizada, de conduzir as atividades, com o projeto passando de mão em mão, para ser aprovado. Da mesma forma, não existe uma participação efetiva dos demais setores da empresa durante o desenvolvimento do projeto.

Muitas empresas estão buscando o credenciamento pela ISO 9001, e é bem possível que, em breve, grande parte delas já estejam com seus procedimentos documentados. A intenção demonstrada com esse registro de procedimentos, contudo, é tão somente cumprir uma exigência, e não valer-se dela como um método de trabalho.

No próximo item será apresentada a metodologia de desenvolvimento adotada pelas EMP 2, EMP 4 e EMP 11.

#### 4.6 - Metodologias de desenvolvimento de produtos das empresas EMP 2, EMP 4 e EMP

11

Durante a realização da pesquisa, essas três empresas destacaram-se em função de sua metodologia de desenvolvimento de produtos. A EMP 2 produz compressores para refrigeração doméstica, a EMP 4 fabrica eletrodomésticos (refrigeradores, fogões, máquina de lavar roupas, secadoras) e a EMP 11 fabrica aparelhos de ar condicionado. Chamou a atenção o fato de a EMP 11 não pertencer ao mesmo grupo das outras duas e utilizar um método análogo. Pretende-se fazer aqui uma apresentação sucinta dessa metodologia, dentro do que foi possível captar durante as entrevistas. Como os procedimentos são considerados de caráter sigiloso, o acesso à documentação foi limitado.

A Figura 4.1, a seguir, apresenta um fluxograma simplificado do processo.

Conforme pode ser acompanhado pelo fluxograma, o sistema está dividido em três grandes fases, a saber: concepção, desenvolvimento e lançamento.

O processo tem início a partir de uma avaliação de idéias em que o objetivo é reunir e analisar idéias de produtos, selecionando aquelas que possuem melhor condição de trazer um bom retorno financeiro para a empresa. As idéias podem surgir de qualquer fonte, tanto de consumidores, como de revendedores ou mesmo dos próprios funcionários. Os funcionários, inclusive, são incentivados a sugerir idéias de produtos. Quem tiver uma idéia, que pode ser desde uma simples alteração, até um novo produto que não faça parte da linha de produtos da empresa, pode sugeri-la. Para isto, basta preencher um formulário padronizado, descrevendo de forma sucinta sua idéia e entrega-lo em postos de coleta. No momento em que uma idéia é aceita, desencadeia-se o processo de desenvolvimento do produto.

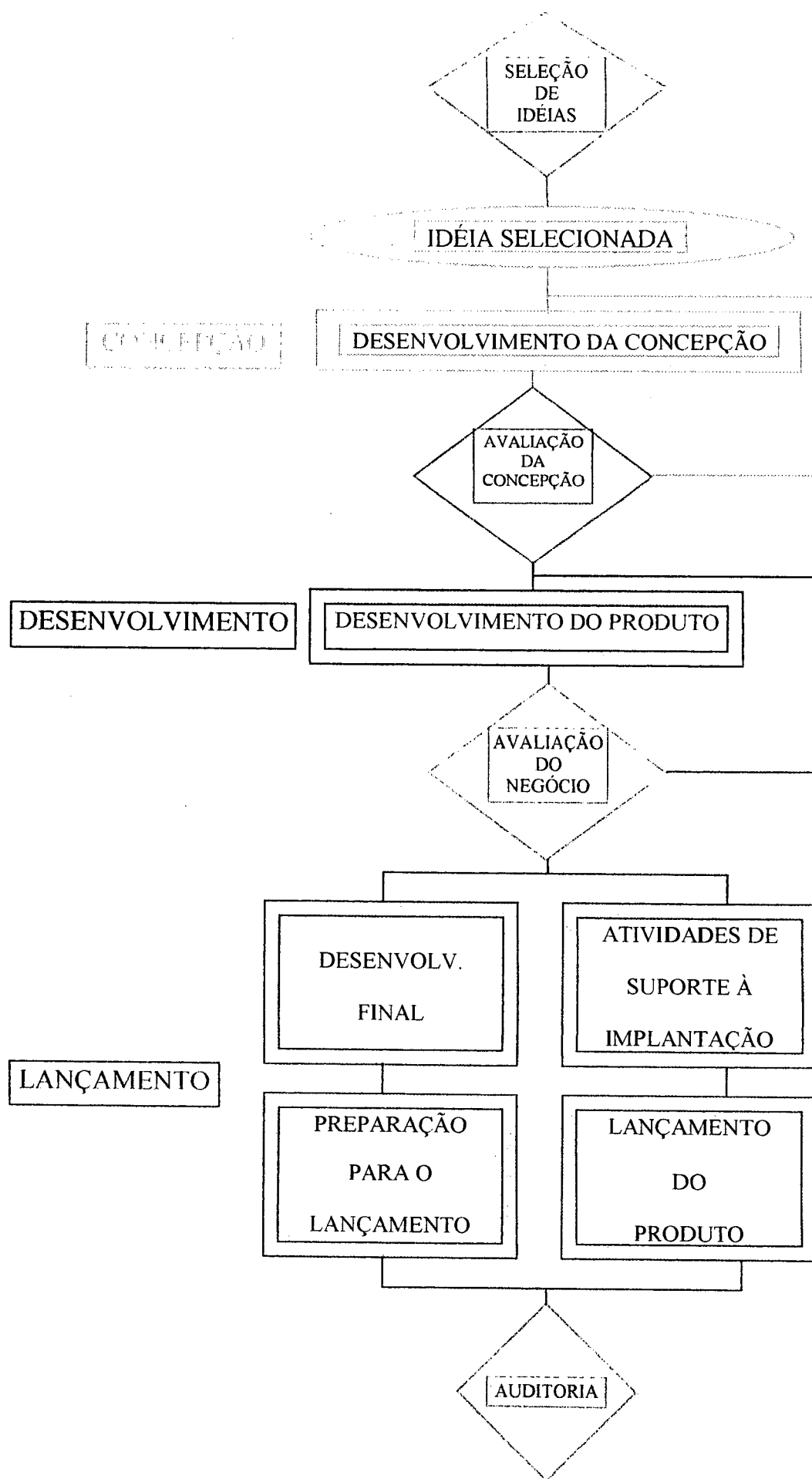


Figura 4.1 - Fluxograma da metodologia empregada pelas empresas EMP 2, EMP 4 e EMP 11

Como ocorre em todas as atividades que compõem o processo, as responsabilidades estão previamente definidas, mesmo para a seleção de idéias. Se a idéia proposta for de um produto que não faça parte da linha tradicional, a decisão de aceitá-la ou não cabe à diretoria. Outras alterações poderão ficar a cargo de um comitê ou comissão designados para esse fim.

Uma das primeiras ações é a formação de uma equipe multidisciplinar de projeto, seguindo o que prega a filosofia da Engenharia Simultânea. Participam dessa equipe pessoas oriundas dos setores de *marketing*, vendas, engenharia do produto e processo, produção, suprimentos, assistência técnica, expedição e de outros setores, quando julgado necessário. Essa equipe fica subordinada a um grupo ou comitê, cuja responsabilidade é gerenciar esse e outros projetos.

Com a equipe de projeto constituída, é estabelecido um cronograma com prazos para conclusão das atividades previstas em cada uma das fases. A partir daí, tem início o trabalho que se desenvolve ao longo de três fases bem distintas: concepção, desenvolvimento e lançamento.

### **Concepção**

O objetivo dessa fase é, partindo da idéia de produto selecionada, definir a concepção de produto com grau de detalhamento suficiente, que permita uma tomada de decisão segura quanto ao prosseguimento ou não de seu desenvolvimento.

Entre as atividades que devem ser realizadas nessa fase, destacam-se:

- análise preliminar de mercado;
- análise de viabilidade técnica;
- análise preliminar do negócio;
- definição preliminar dos requisitos do produto;
- especificação preliminar do projeto.

Cada membro da equipe faz uma análise dessas atividades, sob a ótica de seu respectivo setor e, com isso, a equipe de projeto fica subsidiada de informações, que permitem considerar as várias possibilidades e implicações da idéia. Além disso, a documentação do processo já estabelece normas, *checklists* e métodos, que devem ser utilizados na análise de cada atividade. Entre os métodos sugeridos nesta fase estão o QFD e FMEA.

O resultado dessa fase é um documento contendo:

- a descrição do produto proposto;
- uma análise do mercado a ser atendido;
- uma demonstração de que o produto é tecnicamente viável;
- uma perspectiva inicial do produto como um negócio;
- um projeto preliminar do produto;
- um planejamento para a fase seguinte.

A conclusão desse documento determina uma situação de mudança de fase, e o primeiro grande ponto de decisão do processo. O comitê ou grupo encarregado de gerenciar o projeto submete o documento a uma avaliação, cujo resultado pode ser uma das três decisões seguintes:

- o documento é aprovado, a proposta é considerada viável, sendo liberada para o desenvolvimento;
- a proposta é considerada inviável, não é liberada para o desenvolvimento e a equipe de projeto é dissolvida;
- há necessidade de se reunir mais informações, não sendo possível ainda uma tomada de decisão e o projeto retorna à fase de concepção.

Na avaliação do documento, são levados em consideração os seguintes aspectos:

- comprovação, através de uma análise preliminar de mercado, de que o futuro produto vai atender uma necessidade relevante para o consumidor;
- requisitos claramente definidos;
- comprovação da viabilidade técnica do produto;
- contribuição do produto para a satisfação dos acionistas.

O termo usado pelas três empresas para designar essa avaliação é *tollgate*, termo que, em inglês, significa uma porta com passagem paga. Toda a mudança de fase necessita passar por um *tollgate*, sendo a própria seleção de idéias considerada um *tollgate*.

No caso da concepção, o pagamento na passagem é um projeto preliminar do produto, que apresente condições para a empresa assumir os riscos de seu desenvolvimento. Para isso é indispensável que, na sua elaboração, todas as normas, os métodos e os procedimentos constantes na primeira fase e sugeridos na metodologia tenham sido verificados e executados.

Uma vez aprovado o documento, tem início a segunda fase do processo.

### **Desenvolvimento**

O objetivo dessa fase é concretizar o produto como um negócio. Todas as análises, que na fase anterior tinham um caráter preliminar, passam agora a ser definitivas.

Entre as atividades realizadas nessa etapa, destacam-se:

- análise de mercado;
- planejamento do negócio;
- definição dos requisitos;
- adequação dos requisitos do produto às normas vigentes;
- especificação do projeto;
- especificação preliminar de engenharia do produto e processo;
- seleção de fornecedores estratégicos;

- elaboração de protótipos funcionais.

Na documentação em que está registrada a metodologia, constam todos os procedimentos e características que devem ser analisados, assim como a documentação de apoio a essa análise. Entre os métodos auxiliares de projeto sugeridos nessa fase aparecem o FMEA, o DFMA e a matriz do QFD.

Todos os aspectos que se configuravam como riscos, na fase anterior, devem ser agora identificados e eliminados.

O resultado principal dessa fase é um documento elaborado pela equipe de projeto, que justifique, junto à direção da empresa, o investimento no lançamento do produto. Nessa justificativa, devem estar contidos:

- prova de que o produto vai atender uma necessidade presente do consumidor;
- prova de que o produto vai trazer o retorno financeiro esperado;
- prova de que o produto é tecnicamente viável;
- prova de que a empresa tem domínio das tecnologias necessárias ou tem como buscá-las;
- prova de que o produto é competitivo;
- prova de que há mercado e de que o mesmo é promissor;
- prova de que os investimentos necessários estão dentro da previsão e disponibilidade da empresa;
- um plano de implementação do produto com seu respectivo cronograma de atividades e avaliações;
- um plano de gerenciamento de riscos.

O conteúdo desse documento será o objeto da análise no *tollgate* Avaliação do Negócio. Os critérios utilizados para a sua avaliação são:

- prova de que o produto atende as necessidades específicas dos consumidores;
- demonstração de que o produto apresenta alto potencial de gerar lucro para a empresa;

- apresentação de requisitos para o produto claramente especificados;
- demonstração de que os principais riscos foram eliminados.

Os resultados dessa avaliação podem ser:

- aprovação do documento e liberação para a próxima fase, por ter sido comprovado o alto potencial de negócio do produto proposto;
- reprovação do projeto, devido ao baixo potencial de negócio do futuro produto, estando o mesmo cancelado e dissolvida a equipe;
- verificação de que os estudos não foram suficientes, não há convicção ainda do seu potencial de negócio, sendo necessária a realização de estudos mais aprofundados.

Se o resultado da avaliação for a aprovação do documento, o processo é liberado para a fase seguinte.

### **Conclusão e Lançamento**

O objetivo dessa fase é pôr em prática todo o planejamento feito até a etapa anterior, visando a introduzir o produto na linha de produção e a fazer seu lançamento no mercado.

É uma fase que se caracteriza por um acentuado trabalho de aplicação e verificação de normas técnicas. O projeto do produto é adequado às normas existentes, são feitas as especificações finais de engenharia de produto e de processo, e realizam-se testes de campo com a utilização de protótipos .

Além disso, é preparada toda a documentação visando à introdução do produto na linha e ao seu lançamento no mercado.

Ainda antes do lançamento, é fabricado um lote piloto, para uma avaliação final e, finalmente, estando tudo dentro do planejado, o produto é liberado para o mercado.

A última atividade, que consta nessa sistemática de desenvolvimento de produtos, é uma auditoria final do processo. Essa auditoria nada mais é do que uma revisão ou avaliação,



onde se compara o que foi planejado ao longo do processo e o produto final obtido, podendo, dependendo de seu resultado, serem implementadas medidas corretivas, quando necessário.

Com o término da auditoria, dissolve-se a equipe de projeto e encerra-se esse processo de desenvolvimento.

### **Comentários**

As empresas possuem a metodologia documentada em manuais, que mostram o fluxograma geral da metodologia, a prescrição dos passos de trabalho e as atividades constantes em cada fase. Apresentam ainda a conceituação de cada fase, especificando objetivos, responsabilidades, informações de entrada, resultados esperados, e forma de obtenção dos recursos financeiros.

Todos os profissionais envolvidos com atividades de projeto e desenvolvimento de produtos devem ter conhecimento dessa metodologia, e são cobrados quanto a isso. Na EMP 11, o domínio desse método constitui um dos critérios de avaliação exigidos para uma progressão funcional.

#### **4.7 - Conhecimento teórico dos entrevistados**

Na segunda parte do questionário, oito perguntas foram dedicadas a investigar o conhecimento teórico dos entrevistados a respeito de métodos de projeto e desenvolvimento de produtos. Os itens tomados como referência para essa investigação foram:

- a) formação em cursos superiores, de graduação e de pós-graduação, com disciplinas abordando a matéria;
- b) domínio de literatura que trate do assunto;
- c) formação em cursos não universitários, com enfoque na área de projeto.

Inicialmente, o entrevistado era indagado sobre seu conhecimento a respeito de metodologias de projeto ou metodologias de desenvolvimento de produtos, sem ser feita menção a qualquer método. Dos 38 entrevistados, apenas 2 foram capazes de responder positivamente a esta pergunta, citando as metodologias de PAHL & BEITZ e da VDI 2221. Os dois entrevistados pertencem a mesma empresa (EMP 4, fabricante de eletrodomésticos), e ambos tiveram contato com os métodos citados em duas disciplinas do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, no qual estão matriculados.

Quando a pergunta foi estimulada, ou seja, quando foram citados autores de propostas, um dos entrevistados da EMP 22 (fabricante de máquinas de eletroerosão e equipamentos para prospecção de petróleo) reconheceu os nomes de PAHL & BEITZ. O contato com esse método foi obtido na disciplina de Processos I, do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Caxias do Sul. Outro entrevistado, pertencente à EMP 27 (fabricante de utilidades domésticas, feitas de plástico, tais como baldes, bacias, saleiros, cadeiras, etc.), afirmou ter estudado sobre métodos de desenvolvimento por dois anos em seu Curso de Design, da Universidade Federal do Paraná. Não foi capaz, porém, de nomear a metodologia ou o livro texto utilizado. Também não reconheceu os nomes sugeridos.

Fora esses quatro profissionais, todos os outros 34 entrevistados (mais de 89% do total) não mostraram qualquer domínio sobre o assunto.

Procurou-se averiguar também o conhecimento a respeito de bibliografia e de cursos, onde fosse possível buscar informações nessa área de trabalho. Em termos de bibliografia, foram poucos os livros citados, dando a entender que a consulta a essa fonte de informação é pouco utilizada nas atividades diárias. Sobre metodologias de desenvolvimento de produtos de caráter geral, o único livro citado foi o de BACK (1983), pelos entrevistados da EMP 4. O uso desse livro, porém, segundo declaração dos mesmos, ocorreu apenas no curso de pós-graduação, nunca em atividades de trabalho. Houve ainda a citação do livro de AKAO (1990)

sobre QFD na EMP 11, e o de CSILLAG (1985) sobre Análise do Valor na EMP 9. A menção a esses livros, no entanto, ocorreu basicamente em razão da pergunta feita, pois não eram utilizados no local de trabalho.

Pelo que se pôde perceber em todas as entrevistas, consultas são feitas somente a normas (ISO, DIN, ABNT, ASME) ou a manuais contendo fórmulas e tabelas como, por exemplo, o PRO-TEC (PROVENZA, 1970). Também foram poucos os entrevistados que se mostraram informados sobre instituições promotoras de cursos relacionados com a área. As instituições citadas foram a Fundação CERTI - Centro de Tecnologia em Informática - o IMAN - Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - e a Fundação Christiano Ottoni (UFMG). Os cursos destacados referem-se ao ensino do QFD, FMEA e do Projeto do Experimento de TAGUCHI.

Vale ressaltar, apesar de já ter sido antes mencionado, que 31 profissionais possuíam curso superior (aproximadamente 95% do total), sendo 30 deles formados em cursos com afinidade com a área de projeto (29 engenheiros e 1 *designer*).

#### **4.8 - Avaliações**

A Tabela 4.2 mostra as avaliações feitas pelos entrevistados e pelo entrevistador para os cinco itens considerados. Conforme exposto no Capítulo 3, os itens avaliados foram:

- 1) avaliação da formação acadêmica quanto ao aprendizado de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos (AVAPRE);
- 2) avaliação da literatura nacional (AVALINA);
- 3) resistência ao uso de textos escritos em língua estrangeira (RULE);
- 4) avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos (AVAPRO);
- 5) avaliação do conhecimento sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos (AVACON).

<b>EMPRESA</b>	<b>AVAPRE</b>	<b>AVALINA</b>	<b>RULE</b>	<b>AVAPRO</b>	<b>AVACON</b>
<b>EMP 1</b>	5	3,5	7	3,5	0,8
<b>EMP 2</b>	2	2	1	9,8	5,8
<b>EMP 3</b>	0	4	3	5	2
<b>EMP 4</b>	3,5	5	6	10	8,2
<b>EMP 5</b>	0	3	5,5	3,8	2,2
<b>EMP 6</b>	0	3	9	2,1	0
<b>EMP 7</b>	1	4	8	1,9	0,5
<b>EMP 8</b>	5	4	8	3,4	0,5
<b>EMP 9</b>	4	5	5	5,2	2,3
<b>EMP 10</b>	2	6	6,5	4,8	2
<b>EMP 11</b>	4	0	4	9,8	5,5
<b>EMP 12</b>	5	2,5	3	2,7	0,2
<b>EMP 13</b>	0	3	7	4,5	0,2
<b>EMP 14</b>	4	5	7	3,6	0
<b>EMP 15</b>	2	4	8	6,1	4,1
<b>EMP 16</b>	0	3	7	3,8	0,8
<b>EMP 17</b>	2	5	7	2,2	0
<b>EMP 18</b>	2	7	5	3,6	0,2
<b>EMP 19</b>	1	1	2	5,5	2
<b>EMP 20</b>	0	4,5	8	3,9	0,8
<b>EMP 21</b>	3	6	5	7	3,1
<b>EMP 22</b>	3	3	8	2,1	1,1
<b>EMP 23</b>	1	2	2	3,7	0
<b>EMP 24</b>	2	5	1	3,4	0
<b>EMP 25</b>	1	4	7	5,2	2,7
<b>EMP 26</b>	2	4	4	6,7	3,6
<b>EMP 27</b>	7	6	7	3,4	1
<b>EMP 28</b>	1	5,5	5	2,4	0
<b>EMP 29</b>	0	3	7	1,5	0
<b>EMP 30</b>	0	3	9	1,3	0,2

Tabela 4.2 - Avaliações feitas pelos entrevistados e pelo entrevistador.

Os três primeiros itens (AVAPRE, AVALINA e RULE) foram avaliados pelo entrevistado e os dois últimos (AVAPRO e AVACON), pelo entrevistador.

#### **4.8.1 - Itens avaliados pelo entrevistado**

Na primeira coluna da Tabela 4.2 estão relacionadas as empresas, de acordo com o código utilizado na Tabela 4.1. As três colunas seguintes são dedicadas às avaliações feitas pelos entrevistados (AVAPRE, AVALINA e RULE), e as duas últimas, às avaliações do entrevistador (AVAPRO e AVACON). Convém lembrar que, cada entrevistado, foi solicitado a atribuir uma nota em uma escala graduada de 0 a 10 para cada uma de suas avaliações.

Os resultados das avaliações estão coerentes com as respostas dadas à segunda parte do questionário. O pouco conhecimento, demonstrado em relação a metodologias de desenvolvimento de produtos, pode ser associado às notas baixas atribuídas ao ensino desses métodos em cursos superiores e às literaturas que tratem do assunto.

Antes, porém, de discutir esses resultados, e apresentar comentários feitos pelos entrevistados ao procederem às avaliações, apresenta-se uma análise descritiva desses dados sob o ponto de vista estatístico.

Análise descritiva dos dados referentes à avaliação do aprendizado (AVAPRE):

- média das notas: 2,1, com 95% de confiabilidade de que a média populacional oscile entre 1,4 e 2,8;
- mediana (valor central do conjunto das notas): 2,0;
- nota mínima atribuída: 0,0;
- nota máxima atribuída: 7,0, em uma empresa;
- quartil inferior: 0,0, o que significa que pelo menos 25% dos entrevistados atribuíram essa nota;

- quartil superior: 3,2, o que significa que apenas 25% dos entrevistados atribuíram uma nota superior a essa.

Análise descritiva dos dados referentes à avaliação da literatura nacional (AVALINA):

- média das notas: 3,9, com 95% de confiabilidade de que a média populacional oscile entre 3,3 e 4,4 ;
- mediana: 4,0;
- nota mínima atribuída: 0,0;
- nota máxima atribuída: 7,0, em uma empresa;
- quartil inferior: 3,0, o que significa que pelo menos 25% dos entrevistados atribuíram uma nota igual ou inferior a essa;
- quartil superior: 5,0, o que significa que apenas 25% dos entrevistados atribuíram uma nota superior a essa, ou que 75% atribuíram nota inferior.

Análise descritiva dos dados referentes à resistência ao uso de literatura estrangeira (RULE):

- média das notas: 5,7, com 95% de confiabilidade de que a média populacional oscile entre 3,4 e 6,6;
- mediana: 6,7;
- nota mínima atribuída: 1,0;
- nota máxima atribuída: 9,0, em uma empresa;
- quartil inferior: 4,5, o que significa que pelo menos 25% dos entrevistados atribuíram nota inferior a essa;
- quartil superior: 8,0, o que significa que apenas 25% dos entrevistados atribuíram uma nota superior a essa.

Os resultados dessas análises mostram uma média baixa para as notas atribuídas à avaliação do aprendizado de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos

(AVAPRE). A média dos resultados ficou em apenas 2,1, tendo nada menos do que 20 notas na faixa de 0 a 2.

Vários entrevistados queixaram-se da falta de disciplinas obrigatórias, que considerassem o aspecto metodológico do projeto e desenvolvimento de produtos. E essa queixa foi feita com mais veemência pelos entrevistados da EMP 2, da EMP 4 e da EMP 11, justamente aquelas com melhores notas no item AVAPRO (avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos).

Segundo o entrevistado da EMP 2, formado em Engenharia Mecânica, em seu curso faltou uma disciplina que doutrinasse o engenheiro a executar organizadamente o trabalho e o seu modo de pensar, preocupando-se primeiramente com o planejamento das atividades, antes de partir para a ação. Para ele, o engenheiro formado hoje é um profissional desprovido de métodos. É dotado de um bom potencial de recursos teóricos, mas não sabe como utilizá-los no momento e da maneira adequada. Suas ações não são planejadas mas guiadas pelo impulso do momento.

Já o entrevistado da EMP 11 (outro engenheiro mecânico), declarou que muitos dos profissionais engenheiros revelam, em sua atuação profissional, uma certa dificuldade de como executar as atividades; fazem, mas parecem não ter claro por que estão fazendo, aonde devem chegar e como chegar. Segundo o mesmo entrevistado, graças a essas características de formação profissional, em certas circunstâncias, é problemática a tarefa de escolher um coordenador de projeto.

O entrevistado da EMP 10, também engenheiro mecânico, ao opinar sobre a deficiência do seu curso com relação ao aspecto metodológico do projeto, cita, como exemplo, a falta de noção do processo lógico de como desenvolver um projeto, demonstrada pelos profissionais recém formados. Ao comentar o mesmo problema, o entrevistado da EMP

20 relata que, por essa razão, perde-se muito tempo no treinamento de engenheiros recém formados que, no começo da carreira, são profissionais sem rumo.

Ao avaliar o seu curso, o entrevistado da EMP 25, um engenheiro químico, critica a demora com que ocorrem reformulações nos currículos dos cursos superiores. Tratando do seu curso, especificamente, entende que há carências na parte de métodos e técnicas de trabalho, não só na área de projeto, mas de um modo geral, o que é muito prejudicial, principalmente no início da carreira. Na EMP 13, a crítica foi em relação à falta de relacionamento ou interação entre as disciplinas, comparando-as a ilhas, ou seja, o conteúdo não tem seqüência, não é utilizado em outras disciplinas, o que, no entender dos entrevistados, é muito negativo para o domínio e o desenvolvimento da tarefa de projetar.

A única nota acima de 5, atribuída a esta variável, foi na EMP 27, em que o entrevistado, formado em *Design*, afirmou ter estudado métodos de projeto por dois anos em disciplinas do curso. As outras notas refletem a imagem negativa com que é vista a abordagem desse assunto em cursos superiores com afinidade na área.

Quando foram discutidas as respostas dadas à segunda parte do questionário (item 4.7), comentou-se que a maioria dos entrevistados tem pouco conhecimento de bibliografia relacionada com a área de projeto. A razão disso pode ter explicação nas avaliações contidas na terceira e quarta coluna da Tabela 4.2.

Os resultados da terceira coluna, referente à avaliação da literatura nacional (AVALINA), apontam para uma média de 3,87, com 20 notas abaixo de 5.

Certas manifestações, colocadas durante as entrevistas, mostram a opinião dos profissionais a respeito desse assunto e a razão das notas baixas atribuídas.

Na EMP 2, o profissional entrevistado (está concluindo o mestrado na UFSC, na área de materiais) declarou que, quando necessita consultar livros, não perde tempo em procurar



na bibliografia nacional, pois desconhece textos originalmente escritos em português para a área de projeto e desenvolvimento de produtos, e as traduções existentes não são confiáveis.

O entrevistado da EMP 22, engenheiro mecânico, comentou que não costuma consultar livros, pois a maioria vêm carregada de textos com “teoria maciça” e pouco dirigida a quem precisa fazer uso imediato. Para ele, os livros, em geral, são escritos sem o objetivo da aplicação e a rotina da indústria, exige respostas imediatas. Consultá-los, acaba se transformando em uma atividade pouco produtiva. Houve comentários similares nas empresas EMP 6, EMP 10, EMP 14, EMP 15, EMP 20, EMP 23 e EMP 30.

Na opinião do entrevistado da EMP 5 (engenheiro mecânico e mestre em Ciências Térmicas, pela UFSC), não há textos que abordem metodologias de projeto de forma simples e aplicativa. No seu modo de ver, os livros, normalmente, apresentam o assunto de forma geral, salientado “o que fazer” e até mesmo “o onde fazer”, mas a maioria se omite no momento de indicar “o como fazer”. Na mesma linha de raciocínio, o entrevistado da EMP 25 (engenheiro químico) é de opinião que, tanto em termos de metodologias, como de técnicas auxiliares de projeto, existe muita coisa nova, que precisa ser divulgada. Segundo ele, porém, o problema é a falta de pessoas com capacidade de transmitir esses conhecimentos com objetividade.

Completando as avaliações solicitadas aos entrevistados, a quarta coluna da Tabela 4.2 apresenta os resultados sobre a resistência demonstrada ao uso de um texto escrito em outro idioma. Cabe lembrar que o critério utilizado para a atribuição da nota é: escala de notas de 0 a 10, onde 0 indica nenhuma resistência, e 10 resistência máxima. A média das respostas dadas ficou em 5,73, sendo que em 16 empresas a resistência declarada foi acima de 6, e em apenas 7 empresas a resistência foi inferior a 5.

A média dos resultados também está de acordo com as respostas dadas à pergunta nº 16 do questionário, ou seja, utilizar textos escritos em um outro idioma é uma situação indesejada na indústria.

Uma declaração que retrata bem o problema foi dada pelo entrevistado da EMP 16. Ele afirmou que, quando recebe algum texto que não esteja em português, somente se detém na leitura, caso o mesmo possua gravuras e detalhes que chamem a atenção, ou quando houver uma recomendação expressa para isso.

Algumas empresas declararam que, quando é absolutamente necessário, contratam profissionais para fazer traduções, mas esta é uma situação pouco frequente.

Resumindo: pelas avaliações feitas pelos entrevistados e pelas manifestações declaradas, pode-se dizer que a falta de conhecimento em relação a métodos de projeto e desenvolvimento de produtos deve-se a deficiências na formação do profissional e ao pouco conhecimento e intimidade com textos que tratem desse assunto.

#### **4.8.2 - Avaliações feitas pelo entrevistador**

Os itens avaliados pelo entrevistador foram:

- a) organização do processo de desenvolvimento de produtos;
- b) conhecimento sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos.

Na quinta e sexta coluna da Tabela 4.2, estão relacionadas as notas atribuídas à avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos (AVAPRO) e ao conhecimento sobre o aspecto metodológico (AVACON), respectivamente. Os critérios utilizados nesta avaliação foram aqueles estabelecidos no Capítulo 3. Planilhas auxiliares com valores parciais, cuja somatória resultou nos valores de AVAPRO expostos na Tabela 4.2, estão relacionadas no Anexo 2 (Tabela A2.1 e Tabela A2.2).

Uma análise descritiva dos dados sobre AVAPRO, contidos na Tabela 4.2, é apresentada a seguir:

a) análise das notas atribuídas à organização do processo de desenvolvimento (AVAPRO):

- média das notas: 4,4, com 95% de confiabilidade de que a média populacional oscile entre 3,5 e 5,3;
- mediana (valor central do conjunto das notas): 3,75;
- nota mínima atribuída: 1,3;
- nota máxima atribuída: 10, em uma empresa;
- quartil inferior: 2,4, o que significa que 25% das empresas da amostra obtiveram nota abaixo desse valor;
- quartil superior: 5,2, o que significa que 25% das empresas obtiveram nota superior a esta ou, por outro lado, que em 75 % das empresas a nota atribuída é inferior a esta;

b) análise descritiva das notas atribuídas à avaliação do conhecimento:

- média das notas: 1,7, com 95% de confiabilidade de que a média populacional oscile entre 0,9 e 2,4;
- mediana: 0,8;
- nota mínima atribuída: 0, em 7 empresas;
- nota máxima atribuída: 8,2;
- quartil inferior: 0, ou seja, em 25% da amostra foi atribuída esta nota;
- quartil superior: 2,25, significando que 25% da amostra possui nota superior ou, por outro lado, que em 75% da amostra foi atribuída uma nota inferior a esta.

A análise anterior, embora simplista, serviu para dar uma primeira idéia do comportamento das variáveis avaliadas pelo entrevistador: AVAPRO (avaliação da organização do processo) e AVACON (avaliação do conhecimento sobre o aspecto

metodológico do desenvolvimento de produtos). Revela, por exemplo, que a média das notas atribuídas pelo entrevistador, para as duas variáveis consideradas, tomando como base os critérios supracitados, é inferior a 5. Neste particular, merece destaque o fato de terem sido atribuídas nada menos do que 7 notas 0 para a variável AVACON, o que, em parte, já era previsível em função do que foi exposto nos itens 4.5 e 4.7.

Por outro lado, os números revelam que também foram atribuídas notas altas, como um 10 para a variável AVAPRO e um 8,2 para a variável AVACON. De onde pode-se induzir que a análise anterior, por si só, não é suficiente para se ter um entendimento razoável do que representam estas duas variáveis e qual o relacionamento das mesmas com o meio no qual elas foram medidas.

Um melhor esclarecimento pode vir do confronto desses resultados com valores mais determinísticos, isto é, independentes de opiniões, mas que, de certa forma, caracterizam um elemento ou situação. Tome-se, como exemplo, dados tais como idade, sexo, peso, altura, local de nascimento, grau de instrução, entre outros, que são valores que independem de opinião ou interpretação, mas podem explicar o comportamento de pessoas em avaliações subjetivas. De modo similar, pode-se tomar as variáveis AVAPRO e AVACON (atribuídas pelo entrevistador), e até mesmo as variáveis AVAPRE, AVALINA e RULE (atribuídas pelos entrevistados), todas avaliações subjetivas, e compará-las com dados característicos das empresas, dos setores e dos profissionais entrevistados.

Os itens seguintes serão dirigidos no sentido de confrontar estes dados.

#### **4.9 - Seleção dos dados característicos da empresa para confronto com as variáveis avaliadas**

O enfoque dado à realização desta pesquisa, não foi a pura e simples coleta de dados. Priorizou-se, isto sim, o levantamento de informações com intuito de conhecer o processo ou

a metodologia de desenvolvimento de produtos em uso nas empresas, razão pela qual as perguntas, mesmo com respostas rápidas, tinham características descritivas.

Mesmo assim, na primeira parte do questionário, destinada à caracterização do setor envolvido com o desenvolvimento, foram colhidos dados da empresa, do setor e dos próprios profissionais entrevistados. Alguns daqueles dados, que podem ser considerados como variáveis medidas da empresa, serão agora selecionados e confrontados com as variáveis avaliadas pelo entrevistador e pelos entrevistados.

Os dados selecionados podem ser classificados em numéricos e qualitativos.

Os dados classificados como numéricos foram: número de funcionários da empresa (F), número de profissionais do setor entrevistado (FS), número de profissionais com nível superior (NS), número de profissionais engenheiros (E).

Os dois primeiros dados (F e FS) fornecem uma noção de porte, tanto da empresa como do setor, e serão utilizados para verificar se esta é uma característica que influencia os resultados. A quantidade de profissionais com grau de instrução superior (NS), terceiro dado, pelo menos a nível teórico, representaria uma melhor qualificação do pessoal envolvido com a atividade de desenvolvimento, sendo também utilizado como parâmetro comparativo. Já o quarto dado numérico, quantidade de profissionais engenheiros (E), será utilizado em função de ter sido uma constatação durante a pesquisa, que a maioria dos profissionais graduados, que atuam nesta atividade, são engenheiros. Deseja-se, então, testar a influência desta categoria profissional sobre os resultados.

Os dados classificados como qualitativos foram a certificação da empresa pela ISO 9001 e a especialização dos profissionais entrevistados.

A Norma ISO 9001 (ABNT, 1994) especifica requisitos de sistema de qualidade, desde o projeto até os serviços associados. Em seu item 4.2.2, Procedimentos do Sistema da Qualidade, estabelece a necessidade de se preparar e de implementar procedimentos

documentados, que podem fazer referência a instruções de trabalho, que definem como uma atividade é executada. Logo, a sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, de acordo com uma metodologia documentada, vem ao encontro dos propósitos desta Norma. Sendo assim, é oportuno verificar se o fato de a empresa estar certificada pela ISO 9001 tem relação com os resultados obtidos.

O outro dado qualitativo selecionado, foi a especialização dos profissionais entrevistados, ou seja, sua participação em cursos de pós-graduação em nível de especialização, de mestrado ou de doutorado. Este dado, que a partir de agora será designado pela abreviatura ESPEC, indica o investimento ou incentivo da empresa em qualificar seus profissionais ou, pelo menos, a preocupação em contratar pessoas com maior bagagem curricular. Convém lembrar que 21 profissionais entrevistados exercem cargos de liderança em atividades de desenvolvimento de produtos e, portanto, sua qualificação pode ser decisiva para a organização e encaminhamento das atividades. Por esta razão, deseja-se verificar o relacionamento deste dado com os resultados das variáveis medidas.

Os dados ISO 9001 e ESPEC não são valores numéricos, mas verificações feitas durante a entrevista. Os entrevistados eram questionados se possuíam cursos de especialização, e se a empresa estava certificada pela referida norma. Em função disto, quando estes dois dados aparecerem tabelados, serão identificados pelo seguinte código:

- quando aparecer o valor 1 nos dados ISO 9001 e ESPEC, é uma indicação de que a empresa está certificada por esta norma e o profissional entrevistado possui curso de especialização;
- quando aparecer o valor 0 nos dados ISO 9001 e ESPEC, significa que a empresa não é certificada e o entrevistado não possui especialização.

Em resumo, as variáveis selecionadas para serem confrontadas com as variáveis avaliadas são: F, FS, NS, E, ISO 9001 e ESPEC. Na Tabela A2.3 do Anexo 2, estão reunidas todas essas variáveis, com seus respectivos valores, para cada uma das empresas pesquisadas.

#### 4.10 - Análise estatística dos dados

Antes desta análise, deve-se fazer as seguintes considerações:

Com relação à variável RULE (resistência ao uso de uma literatura estrangeira), uma modificação será feita. Conforme ela foi definida, um maior valor para esta variável indica maior resistência ao uso de literatura estrangeira e, em consequência, menor aptidão ou disposição para sua utilização. Um menor valor para RULE, indicaria maior aptidão ou disposição para o uso; ou seja, da forma como foi definida, ela apresenta uma relação inversa com a predisposição do entrevistado. Então, para facilitar comparações posteriores, cria-se a variável DULE (disposição para o uso de uma literatura estrangeira), cujo valor numérico é obtido subtraindo-se de 10 o valor da variável RULE, conforme a equação:  $DULE = 10 - RULE$ .

A variável AVAPRO (avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos), avaliada pelo entrevistador, teve seu valor formado segundo os critérios estabelecidos no Capítulo 3. Foi considerada nessa avaliação a sistematização do processo como um todo (SISPRO), a aplicação de métodos auxiliares (UMAUX), a aplicação dos conceitos de Engenharia Simultânea (ENGSI) e o domínio dos profissionais entrevistados sobre o processo utilizado (DOMPRO). Respeitando, portanto, os pesos estipulados no Capítulo 3, cada um destes itens estão representados em AVAPRO e, para fins de análise, poder-se-ia utilizar somente esta variável. Tem-se, entretanto, particular interesse em analisar individualmente o comportamento das variáveis parciais SISPRO, UMAUX e ENGSI. A primeira, por representar o procedimento geral adotado na empresa, e as outras duas, por estarem identificadas com métodos complementares e recentes, que qualificam o processo e podem significar parâmetros de diferenciação entre empresas.

Feito isto e usando-se do *software* **STATISTICA for windows** (STATSOFT INC, 1993), submete-se as variáveis anteriormente selecionadas a um tratamento estatístico por meio das seguintes técnicas:

- análise de correlação para variáveis contínuas;
- análise de correlação para variáveis dicotomizadas;
- análise de componentes principais;
- análise de agrupamento.

#### **4.10.1 - Análise de correlação das variáveis**

De acordo com o que já foi colocado anteriormente, as variáveis selecionadas são formadas por valores medidos, que são dados característicos das empresas, e por valores que se originaram de uma avaliação pessoal do entrevistador. O objetivo deste item é determinar se existe relacionamento entre estas variáveis e de que forma ele acontece.

A maioria das variáveis selecionadas apresentam uma escala contínua de valores, com exceção da ISO 9001 e da ESPEC, que são dicotomizadas, ou seja, admitem apenas dois valores, no caso, 1 ou 0, razão pela qual receberão um tratamento particular.

Para as variáveis contínuas, é possível aplicar o coeficiente de correlação de PEARSON (STEVENSON, 1986), e determinar uma matriz de correlação entre as mesmas. A aplicação deste coeficiente só é possível se as variáveis forem normais.

As variáveis classificadas como contínuas e que, *a priori*, podem ser incluídas na matriz de correlação são: F, FS, NS, E, AVAPRO, SISPRO, UMAUX, ENCSI, AVACON, AVAPRE, AVALINA e DULE. Antes, porém, devem passar por um teste de normalidade, para verificar se realmente possuem esta condição.

Por meio do *software* **STATISTICA for windows** (STATSOFT, 1993), aplicou-se o teste de KOLMOGOROV SMIRNOV - KS - (HAIR, ANDERSON e TATHAM, 1984), com



5% de nível de significância e verificou-se que as variáveis F, FS, NS e UMAUX não eram normais. A normalidade foi obtida, aplicando-se às mesmas, a função logaritmo. Com isto, no prosseguimento do estudo, sempre que a normalidade for uma condição essencial, em lugar dos valores originais, serão usados seus respectivos logaritmos, identificados pelas variáveis LF, LFS, LNS, LUMAUX, apresentadas na Tabela A2.4 (Anexo 2).

Estando todas as variáveis normalizadas, determinou-se o coeficiente de correlação de PEARSON, para cada uma das relações. A matriz de correlação completa encontra-se na Tabela A2.5 (Anexo 2).

Antes de analisar os resultados fornecidos pela matriz, é preciso esclarecer como devem ser interpretados.

Observa-se, na Tabela A2.5, que já existem correlações marcadas com um asterisco. As correlações marcadas são justamente aquelas significativas, dentro de um critério previamente estabelecido. No caso, o critério estabelecido é tomar como referência um nível de significância de 0,05 (ou 5%). Em outras palavras, para uma correlação ser considerada significativa, é necessário que a probabilidade de que ela exista seja maior que 95%. A probabilidade, portanto, de não existirem as correlações marcadas, é menor que 5% ( $p < 0,05$ ).

Os valores numéricos que aparecem na tabela representam o coeficiente de correlação linear de PEARSON ( $r$ ), utilizado para quantificar as correlações existentes. Seus valores serão interpretados da seguinte forma:

- $0 \leq r < 0,25$  - fraca correlação;
- $0,25 \leq r < 0,5$  - correlação regular;
- $0,5 \leq r < 0,75$  - boa correlação;
- $0,75 \leq r \leq 1,0$  - forte correlação.

Os sinais são utilizados para identificar se a correlação é positiva ou negativa. Por exemplo, se no relacionamento entre duas variáveis quaisquer “X” e “Y”, a correlação é

negativa, significa que sua relação é inversa, isto é: se a variável “X” cresce, a variável correlacionada “Y” decresce; se a variável “X” decresce, “Y” cresce, e vice-versa. Se a correlação é positiva, a relação entre essas duas variáveis é direta.

Feitos os esclarecimentos, parte-se para a análise das correlações.

Como a matriz apresenta todas as correlações possíveis, entre as 12 variáveis contínuas selecionadas, para facilitar o estudo, as análises serão divididas em:

- a) análise das correlações entre as variáveis medidas da empresa (LF, LFS, LNS, E);
- b) análise das correlações com as variáveis avaliadas pelos entrevistados (AVAPRE, AVALINA e DULE);
- c) análise das correlações entre as variáveis avaliadas pelo entrevistador (AVAPRO e AVACON) e as variáveis medidas da empresa (LF, LFS, LNS, E).

#### a) Correlações entre as variáveis medidas da empresa

A Tabela 4.3 apresenta os valores do coeficiente de PEARSON para as correlações entre as variáveis LF, LFS, LNS e E. Como todas as correlações entre elas são significativas, omitiram-se os asteriscos na apresentação da tabela:

VARIAV	LFS	LNS	E
LF	0,46	0,61	0,47
LFS	1	0,7	0,66
LNS	0,7	1	0,88

Tabela 4.3 - Correlações entre as variáveis medidas das empresas

Tomando LF, variável associada ao número de funcionários da empresa, como primeira variável para análise, verifica-se que ela apresenta correlações regulares com LFS, que representa o número de profissionais do setor de desenvolvimento de produtos, e E, número de profissionais engenheiros. A correlação, porém, é boa quando comparada com

LNS, representativa do número de profissionais do setor de desenvolvimento de produtos que possuem nível superior, ou seja, o porte da empresa não é determinante de um grande setor de desenvolvimento de produtos, mas está relacionado diretamente ao número de profissionais com nível superior presentes nele.

A variável LFS (logaritmo do número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos), por sua vez, apresenta boas correlações com E (número de engenheiros presentes no setor) e com LNS (logaritmo do número de profissionais com nível superior), sendo melhor com esta última. Isto significa que a presença de um maior ou menor número de profissionais com nível superior tem relação direta com o tamanho do setor de desenvolvimento de produtos.

A correlação entre LNS e E, com um coeficiente de PEARSON de 0,80, apenas veio confirmar o que os dados por si só já demonstravam, ou seja, profissional com nível superior no setor de desenvolvimento de produtos é quase um sinônimo de engenheiro.

Feitas estas análises preliminares, parte-se agora para o confronto destas variáveis com aquelas avaliadas pelo entrevistador.

#### **b) Correlações com os dados avaliados pelos entrevistados**

Como pode ser observado na Tabela A2.5 do Anexo 2, as avaliações promovidas pelos entrevistados (AVAPRE, AVALINA e DULE), praticamente não apresentaram qualquer correlação com as demais variáveis selecionadas.

A única boa correlação marcada é entre DULE e SISPRO (0,51), ou seja, as empresas que apresentaram uma melhor sistematização (segundo avaliação do entrevistador) foram aquelas onde os entrevistados demonstraram maior disposição para o uso de textos escritos em outro idioma. As outras três correlações marcadas são apenas regulares.

As notas atribuídas pelos entrevistados às três variáveis em questão, AVAPRE (avaliação do aprendizado de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos), AVALINA (avaliação da literatura nacional sobre o assunto) e DULE (disposição para o uso de metodologias de desenvolvimento de produtos), foram, de um modo geral, baixas, sem distinção. Independentemente do porte da empresa (média ou grande) e da organização do processo (boa ou ruim), as avaliações sobre os meios básicos para aquisição de conhecimentos relativos a metodologias de desenvolvimento de produtos foram baixas. A análise de correlações apenas confirmou isto, pois não detectou qualquer dependência linear significativa entre as referidas variáveis e as demais.

**c) Correlações entre os dados avaliados pelo entrevistador e os dados medidos da empresa**

A Tabela 4.4 mostra as correlações entre as variáveis avaliadas pelo entrevistador (AVAPRO, AVACON, SISPRO, LUMAUX e ENCSI) e as variáveis medidas da empresa (LF, LFS, LNS e E).

Com exceção da correlação entre LFS (logaritmo do número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos) e ENCSI (uso da Engenharia Simultânea), cujo coeficiente de PEARSON foi de apenas 0,3, todas as demais são significativas, isto é, a probabilidade de que existam é de mais de 95%.

As duas variáveis que resumem as avaliações feitas pelo entrevistador são AVAPRO (avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos) e AVACON (avaliação do conhecimento sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos). A matriz indica uma forte correlação entre estas duas variáveis, com um coeficiente de PEARSON de 0,92. Logo, as empresas que obtiveram melhores notas com relação ao conhecimento, também foram as que demonstraram melhor organização do processo de

desenvolvimento de produtos. Como o comportamento destas duas variáveis em relação às demais é praticamente o mesmo, nas próximas análises, as comparações serão feitas em relação a AVAPRO (avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos).

VARIAV	SISPRO	LUMAUX	ENCSI	AVAPRO	AVACON
<b>LF</b>	0,64	0,62	0,63	0,67	0,64
<b>LFS</b>	0,57	0,61	0,3	0,6	0,61
<b>LNS</b>	0,71	0,68	0,49	0,73	0,71
<b>E</b>	0,74	0,73	0,58	0,79	0,78
<b>SISPRO</b>	1	0,79	0,79	0,97	0,87
<b>LUMAUX</b>		1	0,63	0,89	0,83
<b>ENCSI</b>			1	0,83	0,76
<b>AVAPRO</b>				1	0,92

Tabela 4.4 -Correlações entre as variáveis numéricas e avaliadas pelo entrevistador

Os números da Tabela 4.4 mostram que a variável AVAPRO tem boas correlações com todas as outras variáveis, crescendo na seguinte ordem: LFS (0,60), LF(0,67), LNS(0,73), E(0,79). Não foram consideradas as variáveis SISPRO, LUMAUX e ENCSI, por serem avaliações parciais de AVAPRO. Pode-se analisar seu confronto com estas variáveis, utilizando-se justamente seus valores parciais (SISPRO, LUMAUX e ENCSI), conforme mostrado a seguir.

A variável LFS (associada ao número de funcionários do setor), apresentou boas correlações com SISPRO (sistematização do processo de desenvolvimento de produtos) e LUMAUX (logaritmo do uso de métodos auxiliares), avaliação feita pelo entrevistador, porém, não apresenta correlação significativa com ENCSI (uso da Engenharia Simultânea). Então, o número de funcionários do setor tem relação direta com a sistematização do

processo de desenvolvimento de produtos e com o uso de métodos auxiliares. O mesmo não ocorre quanto ao emprego dos conceitos de engenharia simultânea.

A variável LF (associada ao número de funcionários da empresa), mostrou um relacionamento homogêneo com as três variáveis parciais, com valores para o coeficiente de PEARSON em torno de 0,63, faixa das boas correlações. Sendo assim, pode-se dizer então que a sistematização do processo, o uso de métodos auxiliares e o emprego dos conceitos de Engenharia Simultânea apresentam dependência linear direta com o número de funcionários da empresa.

Com relação à variável LNS (logaritmo do número de profissionais com nível superior), percebe-se que ela não é tão homogênea como LF nos valores parciais, mas, de um modo geral, as correlações são melhores. Apresenta boas correlações com SISPRO e LUMAUX, e a correlação com ENGSI, embora ainda se encontre na faixa considerada regular, possui um coeficiente de PEARSON igual ao limite superior desta faixa ( $r = 0,49$ ). O número de profissionais com nível superior, portanto, presentes no setor de desenvolvimento de produtos tem relação direta com a organização geral do processo, influenciando principalmente na sistematização e no uso de métodos auxiliares.

Quanto ao número de profissionais engenheiros (E), seu correlacionamento com as variáveis parciais SISPRO (0,74) e LUMAUX (0,73) foi o mais alto entre as variáveis medidas, tendo ainda um bom relacionamento com ENGSI (0,58). Considerando os resultados, uma maior presença desta categoria profissional no setor de desenvolvimento de produtos contribui para a melhoria do processo.

#### **4.10.2 - Correlação com variáveis dicotomizadas**

Já tendo-se o conhecimento das correlações entre as variáveis contínuas, parte-se para investigar o relacionamento com as variáveis dicotomizadas, ISO 9001 (certificação da

empresa pela norma ISO 9001) e ESPEC (especialização dos profissionais entrevistados).

No caso de variáveis dicotomizadas, pode-se quantificar as correlações, aplicando um coeficiente não paramétrico, que não pressuponha a normalidade das variáveis. O coeficiente escolhido foi o de SPEARMAN (R) (COSTA NETO, 1977) e seus valores devem ser interpretados tal como no coeficiente paramétrico de PEARSON, ou seja:

- $0 \leq R < 0,25$  - fraca correlação;
- $0,25 \leq R < 0,5$  - correlação regular;
- $0,5 \leq R < 0,75$  - boa correlação;
- $0,75 \leq R \leq 1,0$  - forte correlação.

Assim como para as variáveis contínuas, serão consideradas apenas as correlações significativas, tendo como referência um nível de significância de 0,05. As variáveis ISO 9001 e ESPEC serão confrontadas com F, FS, NS, SISPRO, UMAUX, ENCSI, AVAPRO, AVACON. Como este coeficiente não pressupõe a normalidade, não há necessidade de recorrer às funções logarítmicas. Os valores das correlações estão na Tabela 4.5:

VARIÁVEIS MEDIDAS ↓	VARIÁVEIS DICOTOMIZADAS			
	ISO 9001		ESPEC	
	R	p	R	p
F	0,3	0,1120	0,51	0,0039
FS	0,14	0,4703	0,52	0,0031
NS	0,28	0,1266	0,59	0,0005
SISPRO	0,68	0,0000	0,50	0,0045
UMAUX	0,51	0,0042	0,38	0,0353
ENCSI	0,66	0,0000	0,37	0,0460
AVAPRO	0,64	0,0001	0,49	0,0059

Tabela 4.5 - Correlações com variáveis dicotomizadas

De acordo com o que mostra a Tabela 4.5, não há correlações significativas da ISO 9001 com as variáveis F (número de funcionários da empresa), FS (número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos) e NS (número de funcionários com nível superior presentes no setor de desenvolvimento de produtos). O valor de  $p$ , probabilidade de que as correlações não existam, é maior que 5% ( $p > 0,05$ ). Isto quer dizer que, nem o porte da empresa, nem o porte do setor e nem mesmo o número de profissionais com nível superior caracterizam as empresas credenciadas pela ISO 9001.

Por outro lado, as correlações da ISO 9001 com as variáveis avaliadas pelo entrevistador são altamente significativas, uma vez que todos os valores de  $p$  são menores que 1%, e todos os valores do coeficiente de SPEARMAN enquadram-se dentro da faixa das boas correlações.

O credenciamento pela ISO 9001, portanto, tem influência direta na organização do processo de desenvolvimento de produtos, com maior evidência no que se refere à sistematização.

Já a variável ESPEC (especialização dos profissionais entrevistados) apresentou o seguinte comportamento:

- todas as correlações são significativas com valores de  $p$  inferiores a 5%;
- considerando o coeficiente de SPEARMAN, apresenta boas correlações com F, FS, NS e SISPRO, e correlações regulares com UMAUX, ENCSI e AVAPRO.

Estes resultados mostram que a especialização dos profissionais está relacionada de forma direta com o tamanho das empresas, mas sua relação com a organização do processo é apenas regular.

Comparando-se agora os resultados obtidos com ISO 9001 e ESPEC, verifica-se que:

- onde ISO 9001 apresenta boas correlações (UMAX, ENCSI, AVAPRO), as correlações com ESPEC são apenas regulares;



- onde ESPEC apresenta boas correlações (F, FS e NS), as correlações com ISO 9001 não são significativas;
- no confronto com SISPRO, ambas apresentam boas correlações.

Neste momento, lança-se mão da Tabela A2.6 do Anexo 2, que mostra a relação de empresas pesquisadas, classificadas segundo a nota atribuída pelo entrevistador para a organização do processo (AVAPRO). Por esta classificação, a EMP 4 (fabricante de eletrodomésticos) aparece em primeiro lugar, com nota 10 para AVAPRO, e a EMP 30 (fabricante de silos secadores e empilhadeiras) aparece em último lugar, com nota 1,3.

Deseja-se chamar a atenção para as colunas referentes às variáveis ISO 9001 e ESPEC. Conforme estabelecido anteriormente, os códigos usados nestas duas colunas é 1 ou 0. Para a coluna ISO 9001, o código 1 significa que a empresa é credenciada, e 0 no caso contrário. Na coluna referente a ESPEC, o valor 1 indica que o profissional possui especialização; e 0 no caso contrário. Observando estas duas colunas para as primeiras 14 empresas, verifica-se que, com exceção da EMP 15 (6<sup>a</sup> colocada), todas as outras, ou estão credenciadas pela ISO 9001, ou os profissionais entrevistados possuem especialização. Além disto, as três primeiras colocadas (EMP 4, EMP 2 e EMP 11) apresentam, tanto na coluna ISO 9001 como na coluna ESPEC, o código 1.

Em função destas observações, criou-se uma outra variável designada por ORCON (Organização + Conhecimento), formada pela junção das variáveis ISO 9001 e ESPEC. O valor atribuído a esta variável, para cada uma das 30 empresas, é obtido pela soma dos códigos das duas variáveis que lhe deram origem (ISO 9001 e ESPEC). Por exemplo: para a EMP 4 (1<sup>a</sup> colocada), o valor de ORCON é 2 (1 + 1); para a EMP 20 (13<sup>a</sup> colocada), ORCON vale 1 (0 + 1); e para a EMP 6 (26<sup>a</sup> colocada), ORCON vale 0 (0 + 0). Todos os valores de ORCON estão mostrados na Tabela A2.6 (Anexo 2).

Utilizando o mesmo procedimento anterior, através do uso do *software* STATISTICA (STATSOFT, 1993), determinou-se as correlações desta nova variável com as variáveis medidas da empresa e com as variáveis avaliadas pelo entrevistador. Estas correlações estão mostradas na Tabela 4.6, abaixo:

<b>CORRELAÇÕES</b>	<b>C. SPEARMAN (R)</b>	<b>N. SIGNIFICÂNCIA (P)</b>
<b>ORCON X F</b>	0,52	0,0029
<b>ORCON X FS</b>	0,43	0,0167
<b>ORCON X NS</b>	0,57	0,0010
<b>ORCON X E</b>	0,73	0,0000
<b>ORCON X SISPRO</b>	0,78	0,0000
<b>ORCON X UMAUX</b>	0,55	0,0015
<b>ORCON X ENCSI</b>	0,65	0,0000
<b>ORCON X AVAPRO</b>	0,74	0,0000

Tabela 4.6 - Correlações com a variável ORCON

Os resultados mostram que:

- todas as correlações são altamente significativas ( $p < 0,02$ , quando o limite é 0,05);
- com exceção da correlação com FS, todas as demais são boas correlações;
- há um forte relacionamento entre ORCON e SISPRO;
- a relação entre AVAPRO e ORCON está no limite superior de uma correlação boa.

Isso mostra, que as variáveis ISO 9001 e ESPEC, quando avaliadas em conjunto, influenciam diretamente a organização do processo.

#### 4.10.3 - Análise de componentes principais e análise de agrupamento

Tendo-se uma idéia geral do relacionamento entre as variáveis, através dos dois itens anteriores, passa-se agora a realizar uma análise de agrupamento (HAIR, ANDERSON e

TATHAM, 1984). O objetivo do emprego desta análise aqui, é procurar grupos de empresas afins, em função das variáveis anteriormente selecionadas.

Para viabilizá-la, primeiramente procedeu-se a uma análise de componentes principais (HAIR, ANDERSON e TATHAM, 1984), com o propósito de identificar quais as variáveis que mais exerciam influência neste sistema. Procurou-se substituir o sistema de variáveis por dois fatores que pudessem ser representativos do mesmo. Através do *software* STATISTICA, chegou-se aos resultados mostrados na Tabela 4.7.

VARIÁVEIS	FATOR 1	FATOR 2
LF	0,74*	0,01
LFS	0,69	0,37
LNS	0,84*	0,28
E	0,86*	0,05
SISPRO	0,93*	-0,09
LUMAUX	0,87*	-0,00
ENCSI	0,78*	-0,33
AVAPRO	0,96*	-0,10
AVACON	0,92*	-0,31
AVAPRE	0,29	0,70*
AVALINA	-0,18	0,68
DULE	0,45	-0,34
% TOTAL	0,57	0,12

Tabela 4.7 - Análise de componentes principais das variáveis da amostra para dois fatores

O sistema de variáveis foi reduzido a dois fatores: o fator 1 e o fator 2. As variáveis assinaladas com um asterisco são as que apresentam um fator de carregamento maior que 0,7 (na apresentação da tabela, os valores foram limitados até a 2ª casa decimal). O fator 1 seria formado pelas variáveis LF, LNS, E, SISPRO, LUMAUX, ENCSI, AVAPRO e AVACON, e o fator 2, apenas pela variável AVAPRE.

Observando-se a Tabela 4.7, percebe-se que esta análise de componentes principais pôs em evidência as variáveis SISPRO, AVAPRO e AVACON, com fator de carregamento acima de 0,9. Com estes valores, as mesmas também poderiam ser representativas do sistema. Entendendo-se que esta condição facilitaria as análises, passou-se a considerá-las como parâmetros para a análise de agrupamento.

Para este propósito, utilizou-se o método de WARD, que se baseia em uma análise de variância aproximada para avaliar as distâncias ou medidas de similaridade entre os grupos. A forma mais simples de computar distâncias entre os objetos é através do cálculo das chamadas distâncias Euclidianas (HAIR, ANDERSON e TATHAM, 1984). Empregando o método de WARD, e calculando as distâncias Euclidianas entre os objetos (empresas), tendo como parâmetro comparativo as três variáveis selecionadas anteriormente (SISPRO, AVAPRO e AVACON), determinou-se o diagrama de árvore mostrado na Figura 4.2.

Para uma distância euclidiana de 10, ou seja, para esta medida de similaridade, é possível distinguir quatro grupos de empresas, de modo que cada grupo é constituído de empresas que possuem um comportamento semelhante com relação às três variáveis anteriores. São eles:

- grupo 1 - formado pelas empresas 26, 21, 15, 5, 19, 9, 25, 10 e 3;
- grupo 2 - formado pelas empresas 4, 11 e 2;
- grupo 3 - formado pelas empresas: 13, 14, 24, 23, 18, 8, 20, 16, 27 e 1;
- grupo 4 - formado pelas empresas: 30, 29, 22, 7, 12, 28, 17 e 6.

Por esta divisão, já se percebe que a EMP 2, a EMP 4 e a EMP 11, que se destacaram na avaliação do processo de desenvolvimento de produtos, formam um grupo isolado (grupo 2).

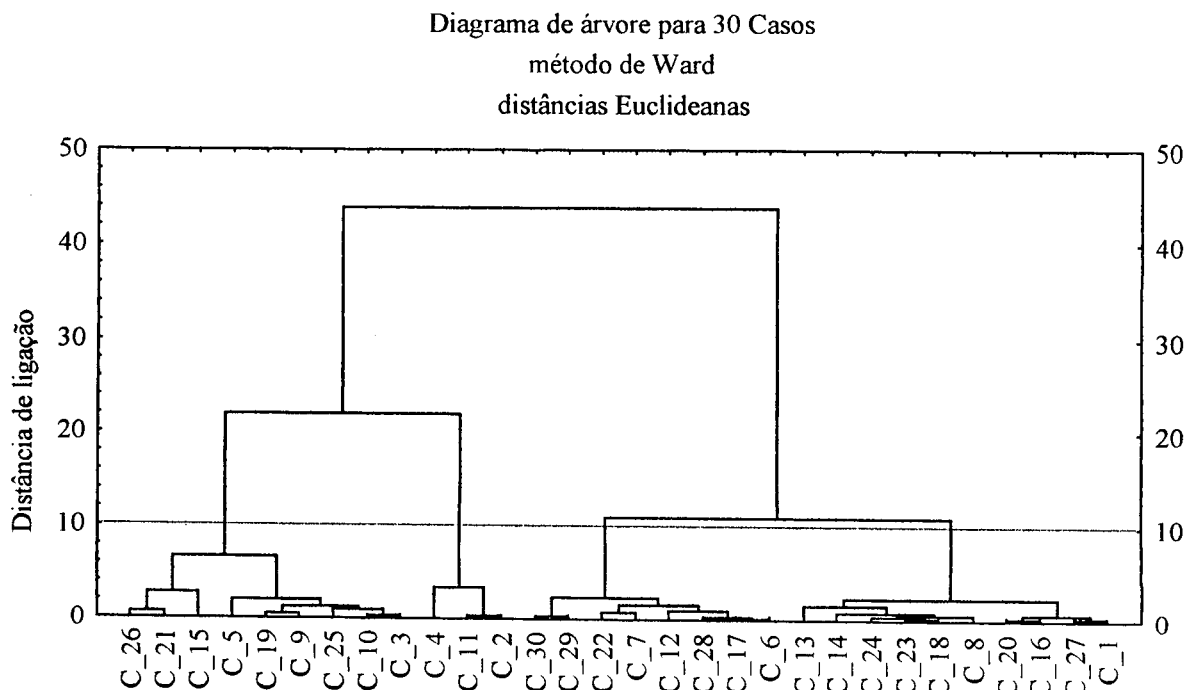


Figura 4.2 - Diagrama das distâncias Euclidianas

No gráfico da Figura 4.3 estão plotadas as médias das variáveis SISPRO, AVAPRO e AVACON para os quatro grupos. Convém lembrar que, para a variável SISPRO, a pontuação máxima estabelecida é de 5 pontos, que corresponde ao seu peso na variável AVAPRO.

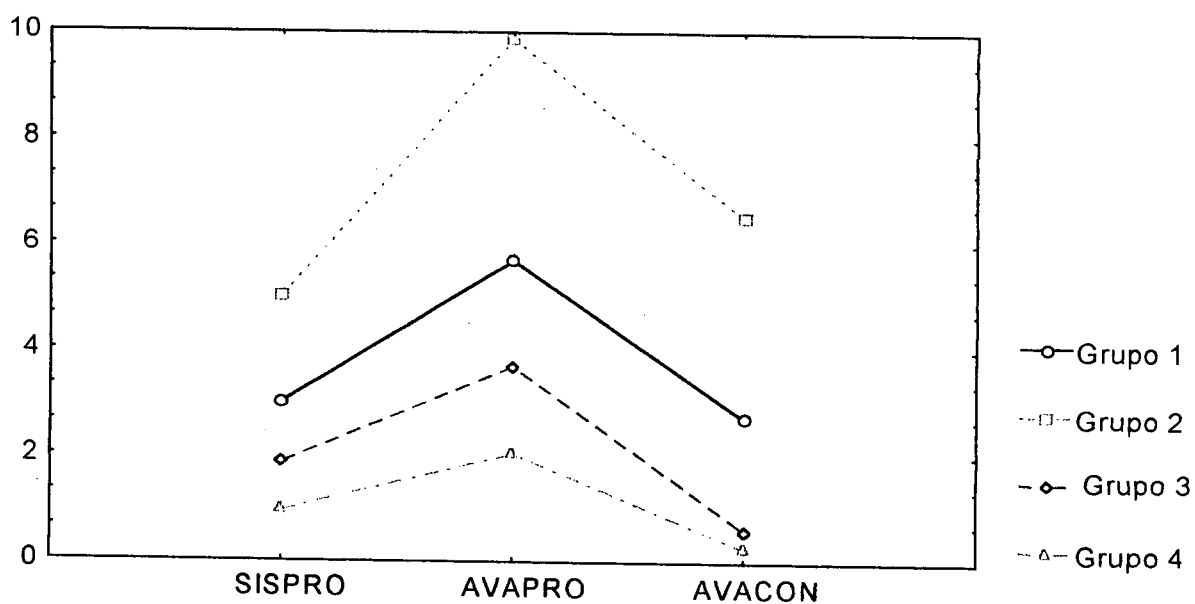


Figura 4.3 - Médias por grupo das variáveis SISPRO, AVAPRO e AVACON

O gráfico dá uma idéia do comportamento dos quatro grupos em relação às três variáveis. Mostra, por exemplo, que o grupo 2, formado pela EMP 2, a EMP 4 e a EMP 11, é o que apresenta as maiores médias. O grupo 1 pode ser considerado intermediário, e os grupos 3 e 4, aqueles que apresentam as médias mais baixas. Isto significa que os grupos foram constituídos por empresas que apresentam uma similaridade quanto às notas obtidas em relação as três variáveis avaliadas pelo entrevistador (SISPRO, AVAPRO e AVACON).

Para se ter uma idéia ainda melhor, porém, das diferenças e características destes quatro grupos, lança-se mão novamente da estatística descritiva, determinando-se para cada grupo as médias para as variáveis medidas e avaliadas. Apresentam-se estes dados na Tabela 4.8. Pelas médias, é possível ver o comportamento de cada grupo, e ainda traçar um comparativo entre os mesmos:

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>
<b>F</b>	1310	4533,33	771,7	621,7
<b>FS</b>	14,4	38,7	9,5	7,2
<b>NS</b>	6,8	13,7	3,1	2,1
<b>E</b>	5,1	13,7	2,4	2,1
<b>SISPRO</b>	2,9	5	1,8	0,9
<b>UMAUX</b>	1,2	3	0,7	0,4
<b>ENCSI</b>	0,4	0,9	0,1	0
<b>AVAPRO</b>	5,5	9,9	3,7	2
<b>AVACON</b>	2,6	6,5	0,3	0,2
<b>AVAPRE</b>	1,7	3,2	2,6	1,5
<b>AVALINA</b>	4,1	2,3	4,3	3,6
<b>DULE</b>	4,9	6,3	4,1	2,7

Tabela 4.8 - Médias das variáveis para cada grupo formado na análise de agrupamento

O grupo 2, por exemplo, obteve, em todos os aspectos avaliados pelo entrevistador, as melhores notas. Mas não se destaca só por isto. Se forem observadas suas médias para as variáveis medidas (F, número de funcionários; FS, número de funcionários do setor; NS, número de funcionários com nível superior do setor de desenvolvimento de produtos e E, número de engenheiros do setor), constata-se que são as maiores entre os quatro grupos.

Esta tendência se mantém para os demais grupos, ou seja, há uma sintonia entre as médias das variáveis avaliadas pelo entrevistador e as médias das variáveis medidas. Isto pode ser visto no grupo 4, que apresentou as médias mais baixas com relação às variáveis avaliadas, e é também o grupo que possui as médias mais baixas com relação aos valores medidos. Isto significa que há uma relação entre as médias das notas obtidas pelos grupos para as variáveis avaliadas pelo entrevistador (SISPRO, sistematização do processo de desenvolvimento de produtos; AVAPRO, avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos; AVACON, avaliação do conhecimento demonstrado pelo entrevistado, sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos) e a estrutura das empresas que compõem cada grupo.

Tomando agora, como fator de comparação, as variáveis avaliadas pelos entrevistados (AVAPRE, AVALINA e DULE), a situação muda. Nota-se que:

- a) na avaliação do aprendizado (AVAPRE), embora a média das notas atribuídas pelos entrevistados do grupo 2 ainda seja maior que as demais, ela é baixa, ficando praticamente no mesmo nível;
- b) na comparação das médias das avaliações da literatura nacional (AVALINA), o grupo 2 foi o que apresentou o menor valor, enquanto o grupo 3, a média mais elevada;
- c) o grupo 2 é o que mostra maior disposição para o uso de textos escritos em um outro idioma (DULE), enquanto que o grupo 4, a menor disposição.

Ainda existem diferenças entre os grupos com relação a estes aspectos, mas não são tão significativas.

As comparações entre os grupos pelos dados da Tabela 4.8 tomam como referência apenas as variáveis contínuas. Pode-se comparar os mesmos grupos em relação às variáveis dicotomizadas, ISO 9001 e ESPEC. Estes dados estão representados na Tabela 4.9.

GRUPOS	N° de empresas	ISO 9001		ESPEC	
		0	1	0	1
<b>Grupo 1</b>	9	6	3	4	5
<b>Grupo 2</b>	3	0	3	0	3
<b>Grupo 3</b>	10	9	1	9	1
<b>Grupo 4</b>	8	8	0	7	1

Tabela 4.9 -Comportamento dos grupos frente às variáveis ISO 9001 e ESPEC

A Tabela 4.9 mostra, para cada grupo:

- o número de empresas que o compõem ;
- o número de empresas não certificadas pela ISO 9001 (código 0);
- o número de empresas certificadas (código 1);
- o número de empresas em que os profissionais entrevistados não possuem especialização (código 0);
- o número de empresas cujos profissionais entrevistados possuem especialização (código 1).

Começando pelo grupo 1 que, de acordo com as notas atribuídas pelo entrevistador e pelos valores das variáveis medidas, poderia ser classificado como o segundo melhor grupo, verifica-se que ele é composto por 9 empresas, sendo que:

- há 3 empresas credenciadas pela ISO 9001 (EMP 9, EMP 19 e EMP 26);
- em 5 empresas, os profissionais entrevistados possuíam especialização (EMP 3, EMP 5, EMP 10, EMP 21, EMP 25);



- nenhuma empresa pertencente a este grupo possui o código 2 para a variável ORCON, como pode ser visto pela Tabela A2.6 (Anexo 2).

O grupo 3, cujas médias só superam as do grupo 4, é composto por 10 empresas, apresentando apenas uma empresa credenciada pela ISO 9001 (EMP 3), e outra, cujo profissional entrevistado possui especialização (EMP 13).

No grupo 4, composto por 8 empresas, apenas um dos profissionais entrevistados possui especialização (EMP 7), e nenhuma destas empresas está credenciada pela ISO 9001. Além disto, em 3 empresas, os profissionais entrevistados haviam concluído apenas o 2º grau, sendo que dois destes exerciam cargos de chefia do setor de desenvolvimento de produtos.

O grupo 2 aparece novamente com os melhores resultados também neste aspecto, assim como já havia ocorrido nas outras análises. Todas as empresas que o compõem estão credenciadas pela ISO 9001, e os profissionais (4 ao todo) entrevistados nas três empresas, possuem especialização. Por esta razão, é o único grupo que apresenta o código 2 para a variável ORCON, em todas as empresas, como pode ser visto pela Tabela A2.6 (Anexo 2).

Sendo assim, a ordem de classificação dos grupos pela média das variáveis AVAPRO, AVACON e SISPRO permanece inalterada, quer se usem as variáveis contínuas, quer se usem as variáveis dicotomizadas. As únicas exceções são AVAPRE (avaliação do aprendizado a respeito de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos em cursos superiores) e AVALINA (avaliação da literatura nacional relacionada com a área de projeto e desenvolvimento de produtos). Como já foi visto, porém, são variáveis que não apresentam qualquer correlação significativa com as demais, o que confirma que, tanto o aprendizado, como o conhecimento a respeito de metodologias de desenvolvimento de produtos, naquilo que depende da formação básica dos profissionais, são os mesmos. Não são aliás, estes fatores que diferenciam as empresas.

Na Tabela 4.10 aparecem os 4 grupos na ordem de classificação dada pelas variáveis AVAPRO, AVACON e SISPRO. Na apresentação desta tabela, omitiu-se as variáveis avaliadas pelos entrevistados:

	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>
<b>VARIÁVEIS</b>	1º	2º	3º	4º
<b>F</b>	4533,33	1310	771,7	621,7
<b>FS</b>	38,7	14,4	9,5	7,2
<b>NS</b>	13,7	6,8	3,1	2,1
<b>E</b>	13,7	5,1	2,4	2,1
<b>SISPRO</b>	5	2,9	1,8	0,9
<b>UMAUX</b>	3	1,2	0,7	0,4
<b>ENCSI</b>	0,9	0,4	0,1	0
<b>AVAPRO</b>	9,9	5,5	3,7	2
<b>AVACON</b>	6,5	2,6	0,3	0,2

Tabela 4.10 - Classificação dos grupos pela média das variáveis AVAPRO e AVACON

Nota-se que a classificação permanece inalterada, tanto se for considerado o conjunto das dez variáveis, como se for tomada qualquer uma delas isoladamente. Em outras palavras, tanto faz ordenar os grupos pelas avaliações do entrevistador, quanto pelos dados característicos das empresas, o resultado é o mesmo, evidenciando o relacionamento entre estas variáveis.

Do exposto conclui-se que as variáveis AVAPRO, AVACON e SISPRO, destacadas na análise de componentes principais, realmente podem ser consideradas representativas do sistema. Tendo estas variáveis como referência, conseguiu-se isolar quatro grupos de empresas, determinados a partir de uma medida de similaridade, representada por uma distância Euclidiana de 10. As médias por grupo, em cada uma das variáveis consideradas, refletem bem o que pode ser percebido nas análises de correlação e durante a descrição do

processo. Isto significa que o processo de desenvolvimento de produtos, das empresas participantes da amostra, pode ser avaliado a partir destas três variáveis

Ficou demonstrada a existência das correlações anteriormente determinadas, e a análise de agrupamento veio apenas confirmá-las, evidenciando, inclusive, aquelas que não tinham se mostrado tão relevantes. Isto é, os aspectos relacionados com o porte de uma empresa, ainda são fatores que influenciam de maneira decisiva a organização do processo de desenvolvimento de produtos. Sua influência pôde ser percebida não só na sistematização do processo, mas também nos recursos auxiliares empregados, na forma de organização das equipes de trabalho e até mesmo no conhecimento demonstrado pelos profissionais que atuam nesta área de trabalho. Pode-se, portanto, a partir destas correlações, passar a discutir as conclusões do trabalho.

#### **4.11 - Síntese do capítulo**

O conteúdo deste capítulo foi dedicado à apresentação e descrição das informações levantadas na pesquisa de campo.

No que se refere às empresas que, por uma questão de ética e até de respeito, foram mantidas no anonimato, procurou-se, pelo menos, descrever características gerais, que proporcionassem ao leitor um mínimo de idéia do ambiente onde foram colhidos os dados.

Quanto aos profissionais entrevistados, suas informações são a base de sustento para o trabalho. Sendo assim, no desenvolvimento dos itens que formaram este capítulo, sempre que surgiu alguma oportunidade, suas opiniões pessoais foram registradas. São opiniões que retratam o sentimento e a percepção de quem vivencia a atividade de projeto e desenvolvimento de produtos, e que dificilmente seriam detectadas por pessoas não familiarizadas com este ambiente. Algumas delas, talvez, merecessem uma reflexão maior, mas isto vai além do escopo deste trabalho.

Em relação aos métodos de trabalho, o que foi exposto está limitado às declarações dadas e, em situações nas quais houve maior abertura, tanto por parte das empresas como dos entrevistados, mais detalhes foram apresentados.

Considerando todos estes aspectos, procedeu-se, posteriormente, a análises estatísticas que, em conjunto com as demais informações contidas neste capítulo, compõem os subsídios para as conclusões finais do trabalho, assunto a ser discutido no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO**

### **5.1 - Recapitulando**

Reportando-se ao início do trabalho, ainda no começo do Capítulo 1, foi feita uma afirmação: é lenta e diminuta a absorção, por parte da indústria, de conhecimentos fornecidos pela Ciência de Projeto. Tal afirmativa foi baseada nos trabalhos de GILL (1990) e de ANDREASEN (1991), referindo-se às dificuldades em se repassar, para o meio industrial, os conhecimentos oriundos de pesquisas científicas na área de projeto.

Na ocasião, colocou-se o seguinte questionamento: Os profissionais que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos têm conhecimento das metodologias científicas existentes? Esta questão foi levantada a partir do trabalho de ANDERSSON (1993).

Tanto a afirmativa como a interrogação estão relacionadas com o processo de transformação do conhecimento científico.

Analisando a questão inicial, uma série de outras dúvidas e curiosidades foram sendo levantadas. Entendendo ser um problema de interesse científico, planejou-se a realização de um trabalho, visando, primeiramente, a tentar responder à questão inicial e, aproveitando a oportunidade, conhecer como decorre na prática o processo de desenvolvimento de produtos.

Definiu-se o perfil de trabalho a ser realizado, com o estabelecimento de objetivos e hipóteses para as questões levantadas. Baseado neste planejamento, foi elaborada uma pesquisa de campo. Os resultados, contemplando os objetivos propostos, estão apresentados no Capítulo 4. Pretende-se aqui fazer apenas uma síntese dos mesmos, discutir a validade das hipóteses e apresentar conclusões sobre as questões levantadas.

### **5.2 - Caracterização do setor de desenvolvimento de produtos**

Uma das formas de entender como está organizado um processo é conhecer os fatores

que exercem influência sobre ele. Faz parte deste conhecimento saber onde ele ocorre, como ocorre e por quem é conduzido. A caracterização do setor de desenvolvimento de produtos contempla parte deste conhecimento, pois mostra dados que dizem respeito à composição deste setor, tais como número de pessoas envolvidas, funções existentes, escolaridade e formação acadêmica das pessoas que atuam na atividade.

Foram selecionados, para serem apresentados aqui, apenas os dados suficientes para dar uma visão geral do setor, e que serão usados na validação das hipóteses formuladas.

Considerando-se apenas a composição por número de funcionários, o setor de projeto e desenvolvimento de produtos teria pouca importância na estrutura geral de uma empresa, já que, em média, representa tão somente 2,6% do número total de funcionários, de acordo com os dados da amostra. O número de funcionários lotados nesse setor oscilou na faixa de 2 a 53 funcionários, com média de 13,5 funcionários e desvio padrão de 11,8. O maior percentual encontrado foi de 7,1% e o menor, de 0,1%.

Se, por um lado, o porte não é significativo, suas atividades são consideradas relevantes, pois, em mais de 70% dos casos, o setor encontra-se vinculado diretamente à diretoria da empresa.

A escolaridade mínima dos profissionais que atuam neste setor é o 2º grau, mas, em média, 43,5% são formados em curso superior, sendo 88%, engenheiros.

Contrariando o que poderia se supor, não é possível afirmar que o número de funcionários lotados neste setor tem relação direta com o número de funcionários da empresa. A correlação entre estas duas variáveis foi apenas regular. O número de funcionários da empresa mostrou correlação com o número de profissionais de nível superior presentes no setor. Há, portanto, uma tendência de que as maiores empresas mantenham, no quadro de pessoal deste setor, um número maior de profissionais graduados.

As análises estatísticas ainda mostraram que, tanto o número de funcionários do setor, como o número de profissionais graduados, exercem influências positivas na organização do

processo de desenvolvimento de produtos. As variáveis que avaliaram a sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, o emprego de métodos auxiliares no projeto e a organização do processo como um todo apresentaram boas correlações com as variáveis identificadas com o número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos e com o número de profissionais graduados presentes no setor. Como as correlações foram positivas, isto é, diretas, há uma tendência de que um setor de desenvolvimento maior, contando com maior quantidade de profissionais com nível superior, conduza a uma melhor organização geral do processo. São conclusões que confirmam as hipóteses 3 e 4, que faziam justamente estas previsões.

Um dado que, a princípio, poderia ser considerado negativo, mas que a análise de correlações mostrou justamente o contrário, refere-se à forte presença de profissionais graduados em engenharia no setor de projeto e desenvolvimento de produtos. As correlações da variável associada ao número de engenheiros presentes no setor, identificada pela letra E, com as variáveis SISPRO (sistematização do processo de desenvolvimento de produtos), UMAUX (uso de métodos auxiliares no processo de projeto) e AVAPRO (avaliação da organização do processo), foram até melhores que as encontradas com o número de funcionários do setor e com o número de profissionais de nível superior presentes no setor. A variável associada ao número de engenheiros apresentou uma boa correlação, inclusive com o emprego dos conceitos da Engenharia Simultânea, variável identificada pela sigla ENGSI, fato que não havia ocorrido com as outras duas variáveis.

### **5.3 - A organização do processo de desenvolvimento de produtos**

A pesquisa revelou que, de modo geral, os procedimentos utilizados na condução do processo de desenvolvimento de produtos, ainda se encontram no campo da informalidade. Obedecem, na maioria dos casos, a uma seqüência oriunda da experiência de cada empresa na fabricação dos produtos e com pouca exploração ou incorporação de métodos ou técnicas

auxiliares.

Das 30 empresas pesquisadas, apenas 8 apresentaram os procedimentos documentados. Destas, estavam aplicando o que se entende por uma metodologia de desenvolvimento de produtos, apenas 3 (EMP 2, EMP 4 e EMP 11); caminhando nesse sentido, outras 3 empresas (EMP 9, EMP 21 e EMP 26), sendo que duas delas (EMP 21 e EMP 26), já em um estágio bem avançado; nas outras duas empresas (EMP 13 e EMP 19), a documentação é mera formalidade.

No restante das empresas, o processo continua sendo conduzido de maneira informal. Mesmo sendo possível identificar algumas das fases que compõem o processo de desenvolvimento de produtos, não há uma definição conceitual, devido à informalidade do processo. Isto torna superficial o desenvolvimento dessas fases e o deixa à mercê da experiência dos profissionais.

Diante disto, o que se observou em pelo menos 20 empresas, foi um processo vicioso e rotineiro, onde não se percebe um domínio da empresa sobre a evolução dos produtos. As inovações ficam condicionadas à intuição, à parceria com outras empresas, à novidades do mercado e à introdução de novos equipamentos, de novos processos e de novos materiais. Mesmo a adoção de técnicas modernas, que constituiriam um auxílio para o processo de desenvolvimento, fica dificultada. Além das dúvidas inerentes à própria aplicação do método, não há o consenso de como, quando e onde utilizar tais técnicas, uma vez que o trabalho não está organizado de forma sistêmica.

As situações acima mencionadas, praticamente resumem o que foi visto em termos de organização do processo de desenvolvimento de produtos. Por estes resultados e pelas análises realizadas no Capítulo 4, já se pode concluir a respeito das hipóteses formuladas.

Sobre a organização do processo, uma das hipóteses levantadas dizia o seguinte: os procedimentos que orientam a condução do processo de desenvolvimento de produtos nas empresas são informais e originados da experiência adquirida pela empresa e pelos



profissionais que atuam nesta atividade de trabalho.

A primeira parte desta hipótese, faz suposição da informalidade do processo. Com relação a este aspecto, a pesquisa revela que a informalidade não é uma condição absoluta, mas é predominante. Pelo menos em 70% das empresas participantes da amostra, os procedimentos ainda são informais. Conforme já citado, foram 8 empresas que apresentaram o processo documentado, o que representa aproximadamente 27% da amostra.

A segunda parte da hipótese faz referências de que as atividades de projeto e desenvolvimento de produtos são orientadas basicamente em função da experiência dos profissionais envolvidos com a atividade. Tomando como base as respostas dadas ao questionário, em pelo menos 80% dos casos, os procedimentos utilizados mostraram um retrato de experiências acumuladas, que se tornaram rotina nestas empresas. Tal qual a informalidade do processo, também não se pode generalizar sobre a questão, contudo é prudente afirmar que a rotina oriunda da experiência é a condição que prevalece na maioria das empresas.

Diante das exposições anteriores, pode-se concluir, reformulando a hipótese inicial da seguinte forma: Os procedimentos de condução do processo de projeto e desenvolvimento de produtos são, na maioria dos casos, informais e predominantemente oriundos de experiências na atividade, das empresas e dos profissionais. Esta idéia é mais representativa da situação atual.

Afora esta hipótese, mais 4 dizem respeito à organização do processo. Tais hipóteses fazem inferência sobre os seguintes aspectos:

- o porte da empresa e do setor de desenvolvimento de produtos são fatores que influenciam diretamente a organização do processo de projeto;
- há uma relação direta entre o número de profissionais com nível superior no setor de desenvolvimento de produtos e a organização do processo;
- há uma relação direta entre a organização do processo de desenvolvimento de produtos e o

credenciamento pela ISO 9001;

- as atividades de desenvolvimento de produtos não são conduzidas de acordo com uma metodologia científica.

A influência do porte do setor de desenvolvimento de produtos e da presença no mesmo de profissionais com nível superior, já foi vista no item anterior. Concluiu-se que ambos os fatores contribuem diretamente para uma boa organização do processo.

Quanto ao relacionamento da organização do processo de desenvolvimento de produtos com o porte da empresa (representado pelo número de funcionários), os dados levantados na pesquisa comprovaram sua existência. Através da análise de correlações, constatou-se a ocorrência de uma dependência linear direta entre o número de funcionários e todas as variáveis ligadas à organização do processo. Ou seja, fatores tais como a sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, o uso de métodos e técnicas auxiliares durante o desenvolvimento, o emprego de conceitos modernos de organização da equipe de projeto e o conhecimento demonstrado pelos profissionais entrevistados apresentaram melhores resultados nas empresas com maior número de funcionários.

Um dado que reflete bem esta conclusão pode ser visto na classificação das empresas pelo valor da nota atribuída pelo entrevistador à organização do processo de desenvolvimento de produtos (Tabela A2.6 do Anexo 2). Das 15 com melhores notas, 13 são grandes empresas.

Os resultados anteriores por si só já indicariam que a organização do processo de desenvolvimento é influenciada pelo porte da empresa. Um segundo exame, porém, ainda pode ser feito, tomando-se os resultados da análise de agrupamento. Durante aquela análise, as empresas foram classificadas em 4 grupos, conforme as notas atribuídas pelo entrevistador a cada empresa, para três itens: sistematização do processo de desenvolvimento de produtos (SISPRO); avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos (AVAPRO); avaliação do conhecimento demonstrado pelos profissionais entrevistados em relação ao assunto (AVACON). Para os 4 grupos constituídos por esta classificação, foram

calculadas as médias por grupo dos três itens anteriores e ainda do número de funcionários das empresas (F), do número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos (FS), do número de profissionais com nível superior do setor (NS) e do número de engenheiros do setor (E).

Após realização dos cálculos, constatou-se que: o grupo que obteve as melhores médias para SISPRO, AVAPRO e AVACON também foi o que obteve os maiores valores para F, FS, NS e E; o grupo que obteve as piores médias para SISPRO, AVAPRO e AVACON também foi o que obteve as médias mais baixas para F, FS, NS e E. Ou seja, os valores das variáveis que qualificam o processo de desenvolvimento de produtos das empresas (SISPRO, AVAPRO e AVACON) estão em sintonia com os valores das variáveis que caracterizam as empresas (F, FS, NS e E). Conclui-se então que a organização do processo tem relação direta com o porte da empresa e, desta forma, fica validada a hipótese formulada. Estes resultados confirmam a tendência já apontada pelos pesquisadores B. HOLLINS, S. HURST e G. HOLLINS (1993), de que apenas as grandes empresas conseguem captar as melhores e mais modernas teorias e aplicá-las ao seu processo.

Sobre a influência do credenciamento pela ISO 9001, suas correlações com as variáveis parciais SISPRO (sistematização do processo de desenvolvimento de produtos), UMAUX (uso de métodos auxiliares, como ferramentas de apoio ao processo de projeto e desenvolvimento de produtos) e ENGSI (uso dos conceitos da Engenharia Simultânea na estruturação e organização da equipe de projetos), e com a própria AVAPRO (avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos), enquadram-se na faixa das boas correlações e todas altamente significativas, com valores de p inferiores a 1%. A maior correlação foi com SISPRO (sistematização do processo de desenvolvimento de produtos), com um coeficiente de SPEARMAN de 0,68. A própria análise de agrupamento

confirma estes resultados, pois a ordem de classificação dos grupos, utilizando as médias das 4 variáveis anteriores, é a mesma estabelecida pela variável ISO 9001.

Diante disto pode-se afirmar que:

- a implantação da norma ISO 9001 tem influência direta na sistematização do processo de desenvolvimento de produtos (SISPRO);
- a implantação da norma ISO 9001 tem influência direta na melhoria da organização do processo de desenvolvimento como um todo (AVAPRO).

Estas duas afirmativas, sustentadas pelos resultados da análise estatística, levam a concluir pela validade da hipótese formulada a respeito da ISO 9001, isto é, a organização do processo de desenvolvimento de produtos é melhor nas empresas credenciadas pela referida norma. Em decorrência desta conclusão, se for confirmada a intenção declarada de mais 7 empresas pertencentes à amostra de obter o credenciamento pela referida norma, há uma tendência de melhoria na organização do processo nestas empresas.

A última hipótese relacionada com a organização do processo de desenvolvimento de produtos refere-se à não utilização de metodologias de origem científicas na condução dos trabalhos. Não foi designada nenhuma variável para medir esta hipótese. Sua comprovação fica por conta das respostas dadas à pergunta número 8, no segundo bloco de perguntas do questionário. Nenhum entrevistado associou o modelo de desenvolvimento utilizado em sua empresa a qualquer método sugerido na literatura. E foi basicamente o que se pôde comprovar durante as entrevistas. Mesmo que algum deles porventura tenha sido originado de um método científico, a verdade é que seus usuários não possuem qualquer ciência disto. Por esta razão, reafirma-se a hipótese formulada: os profissionais que atuam em atividades de projeto e desenvolvimento de produtos não utilizam metodologias científicas de desenvolvimento de produtos.

#### **5.4 - Conhecimento a respeito do aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos**

Os dois itens anteriores apresentaram as conclusões sobre a parte do trabalho dirigida ao entendimento do processo de desenvolvimento de produtos no ambiente das empresas. Além deste entendimento, o objetivo daquela fase era buscar informações no sentido de verificar qual a relação entre prática e conhecimentos científicos existentes sobre o assunto. Almejava-se, com isto, associar a não utilização de metodologias científicas de desenvolvimento de produtos às deficiências nos meios utilizados na transmissão deste conhecimento. Os meios de transmissão considerados foram:

- cursos superiores com afinidade na área;
- bibliografia técnica;
- cursos promovidos por instituições não universitárias.

Pelos dados e informações levantadas durante a pesquisa, constatou-se que:

- dos profissionais que possuíam apenas a graduação, somente um reconheceu uma metodologia de origem científica, mas isto ocorreu só depois que a mesma lhe foi sugerida;
- dos profissionais pós-graduados apenas dois reconheceram uma metodologia de origem científica; foram os únicos a citarem uma bibliografia que abordasse o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos;
- não foi citado nenhum curso que tratasse especificamente de metodologias de desenvolvimento de produtos.

Comparando as constatações anteriores com as avaliações feitas pelos entrevistados sobre a literatura nacional (AVALINA) e sobre o aprendizado obtido em cursos superiores (AVAPRE), percebe-se que há uma concordância entre elas. A média das notas atribuídas para a avaliação do aprendizado (AVAPRE) foi de apenas 2,1, havendo nada menos do que 20 notas na faixa de 0 a 2. Quando a avaliação foi dirigida para a literatura nacional (AVALINA), a média das notas ficou em 3,87, com 20 notas abaixo de 5. Daí que, a falta de aprendizado e o desconhecimento de literatura sobre o assunto foram externados pelos

entrevistados através de notas baixas dadas às variáveis relacionadas com estes aspectos.

Em termos de literatura, restariam ainda os livros escritos em outros idiomas, mas, além de não ter sido citado qualquer livro estrangeiro, quando questionados a respeito da resistência ao seu uso, a média dos resultados ficou em 5,73, sendo que, em 16 empresas, a resistência declarada foi acima de 6, e em apenas 7, esta resistência foi inferior a 5. Isto revela que a utilização de textos que não estejam escritos em português é uma situação indesejada para quem trabalha na indústria.

As considerações anteriores levam a concluir que: não há conhecimento de literatura que trate do assunto; não há conhecimento de cursos específicos sobre este tema; e, segundo os entrevistados, o assunto não foi abordado em seus respectivos cursos superiores. Como estas conclusões são o resultado de dados e opiniões obtidas junto a profissionais da área, pode-se admitir como válidas as hipóteses 2 e 3, formuladas no Capítulo 1, ou seja, os profissionais não conhecem metodologias científicas de desenvolvimento de produtos e nem literatura que trate do assunto.

Na análise de agrupamento, verificou-se que as avaliações feitas pelos entrevistados, AVAPRE (avaliação do aprendizado a respeito de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos em cursos superiores) e AVALINA (avaliação da literatura nacional relacionada com a área de projeto e desenvolvimento de produtos), foram as únicas a alterarem a ordem de classificação dos grupos, estabelecida pelas variáveis SISPRO (sistematização do processo de desenvolvimento de produtos), AVAPRO (avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos) e AVACON (avaliação do conhecimento demonstrado pelo entrevistado, sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos) e respeitada pelas demais variáveis do processo. Isto mostra que a base de conhecimento acadêmico dos profissionais, representada pelo aprendizado em cursos superiores e pelo conhecimento da literatura sobre o assunto, é a

mesma, não se constituindo em diferença entre empresas que obtiveram boas e más notas.

Sendo assim, depreende-se que o fato de as metodologias científicas de desenvolvimento de produtos não serem conhecidas é uma questão genérica e não específica, o que caracteriza um problema de disseminação de conhecimento.

### **5.5 - Sugestões para trabalhos futuros**

Algumas averiguações, opiniões ou mesmo dúvidas, que surgiram durante o trabalho e que não foram tratadas para não fugir dos objetivos iniciais, mas mereceriam um maior aprofundamento, são lançadas agora na forma de sugestões para trabalhos futuros. Propõem-se as seguintes pesquisas:

- fazer um levantamento a respeito das diversas correntes do pensamento científico, reunindo as diferentes opiniões envolvendo esse tema, já que se percebem controvérsias quanto à abordagem do projeto no ensino das engenharias;
- elaborar pesquisa a respeito do poder ou iniciativa de decisão para implementar novos procedimentos ou técnicas de trabalho à condução das atividades de desenvolvimento de produtos, porque notou-se uma certa passividade por parte dos profissionais envolvidos com esta atividade, o que mereceria averiguação das causas que podem estar ocasionando este tipo de comportamento;
- investigar as mudanças ocorridas na organização do processo de desenvolvimento de produtos a partir do surgimento do conceito da Engenharia Simultânea, e a forma como está sendo implantado, até porque, conforme comentado ao longo do trabalho, seu emprego não está acontecendo de forma plena, havendo casos em que empresas iniciaram aplicando seus princípios tal como teoricamente indicado, com posterior retrocesso, sendo um dos motivos, a política de redução de pessoal;
- traçar um comparativo entre os produtos lançados por empresas que utilizam metodologia sistematizada de desenvolvimento de produtos, com os de outras que ainda seguem a prática

rotineira, apenas baseada na experiência profissional;

- investigar, através de pesquisa em empresas certificadas pela ISO 9001, como foi elaborada a documentação, como foi absorvida pelos profissionais, como está transcorrendo sua aplicação e qual sua repercussão no trabalho e nos produtos, já que verificaram-se situações onde aparentemente a documentação, estabelecendo atividades de trabalho no desenvolvimento de produtos, não passava de mera formalidade.

- fazer um estudo sobre a estrutura do setor de desenvolvimento de produtos, abordando qual sua composição adequada, quais as funções necessárias; quais as atribuições, quais os recursos necessários, enfim, como poderia ser dimensionado apropriadamente face às suas responsabilidades, tendo em vista que sua composição é bastante variável, havendo casos de setores com apenas 2 funcionários, e chegando-se a situações de departamentos com 52 funcionários, sem, contudo, encontrar-se uma razão lógica para isto;

- fazer avaliação ou revisão das metodologias aplicadas no desenvolvimento de produtos, procurando abordar, entre outros aspectos, sua compatibilidade com tecnologias mais recentes e com novos procedimentos de organização da equipe de projeto, já que, merece destacar, os dois únicos profissionais que demonstraram conhecê-las, consideraram-nas desatualizadas em relação à aplicada por eles na sua empresa;

- por fim, pesquisar junto a profissionais graduados, que já possuem uma certa experiência profissional, qual sua visão ou opinião a respeito do curso que frequentaram e das disciplinas que foram obrigados a cursar; o que lhes foi útil e o que não foi; o que faltou e o que sobrou; qual é sua avaliação sobre o seu Curso de graduação.

Estes foram aspectos que chamaram atenção ao longo do trabalho, mas, como o tema é amplo, não seriam estas que esgotariam todas as possíveis sobre o assunto.



## 5.6 - Considerações finais

Os aspectos comentados no trabalho procuraram, na medida do possível mostrar uma visão geral do processo de desenvolvimento de produtos, tendo como base os dados levantados a partir de uma amostra de 30 empresas.

Entre os pontos que mereceram atenção, destaca-se aquele que aborda os procedimentos adotados pelas empresas na condução do processo de desenvolvimento de produtos. Sobre este assunto, a imagem remanescente ao término da pesquisa é que tais procedimentos não acompanharam a evolução da tecnologia. Não se percebeu nas empresas, salvo poucas exceções, uma estratégia sistemática, prevendo um desdobramento metódico e ordenado do trabalho que dê a elas a segurança do controle sobre o processo de desenvolvimento de produtos. Ao contrário, o trabalho é conduzido pela idiossincrasia de quem, com frequência, encontra-se na condição de decisão, na maioria das vezes pessoas que não possuem um suporte de conhecimentos que lhes permita ter o domínio do processo como um todo.

Se os procedimentos apresentados fossem analisados, tendo como parâmetro comparativo uma metodologia científica, seriam alvo de severas críticas. O que significa que melhorias poderiam ser alcançadas pela introdução de métodos propostos por pesquisadores. Então, há uma necessidade, para a qual existe teoria desenvolvida que, no entanto, é pouco conhecida.

Nas tratativas iniciais, visando conseguir empresas para realização da pesquisa, onde salientava-se que um dos objetivos era averiguar o conhecimento e o uso de metodologias de projeto, não foram poucos os profissionais que, num primeiro momento, descartavam esta possibilidade por entenderem que o tipo de produto manufaturado em sua empresa não adequava-se aos propósitos do trabalho. Assim, porém, que os mesmos prestavam alguns

esclarecimentos sobre o tipo de atividade realizada, de imediato, se concluíam pelo contrário, ou seja, da pertinência em enquadrar a empresa na amostragem.

Estas atitudes revelam que, além da falta de conhecimento, existe um entendimento errôneo a respeito de metodologias de projeto, segundo o qual o uso de tais métodos limita-se a produtos bem específicos, em geral complexos e fabricados em grande quantidade, como, por exemplo, um automóvel. Sob esta ótica, o emprego de uma metodologia de projeto está associado a um processo longo e demorado, cabível apenas para o desenvolvimento de um novo produto, não prestando-se para as aplicações do dia a dia.

Com esta forma de administrar o processo de desenvolvimento de produtos, sem considerar seu caráter sistêmico, perdem as empresas a oportunidade de aumentar seu *know-how* sobre os produtos manufaturados, tornando-as vulneráveis frente à ação da concorrência. Sendo assim, vê-se com certa incerteza o futuro de determinadas indústrias, pois revelaram-se inoperantes quanto à evolução de seus produtos ao mesmo tempo em que não demonstraram iniciativas promissoras no sentido de melhorar esta condição.

Pôde-se perceber uma preocupação comum entre as empresas: a busca da adequação de seus procedimentos de trabalho às exigências de normas como, por exemplo, a ISO 9001. É um fato que pode ser considerado positivo, já que tais medidas visam estabelecer uma base ou uma referência como padrão mínimo para a qualidade de um produto. Há, entretanto, também dois fatos negativos:

- 1º) nota-se um atraso no atendimento destas recomendações;
- 2º) os trabalhos visam atender simplesmente o que está contido na norma, não havendo uma vocação para buscar algo além do estabelecido.

Esta estratégia defensivista deixa a maioria das empresas numa situação de defasagem em relação aos melhores padrões de qualidade.

Parece decisivo, para o predomínio desta estratégia, a deficiência na formação profissional, isto é, a ausência de pessoas com conhecimento, convicção e autoridade para defender e justificar uma nova postura para as atividades de desenvolvimento de produtos.

Nas empresas que experimentaram estas mudanças, isto é, que passaram a ter o processo de desenvolvimento de produtos organizado de forma sistêmica (governado por uma metodologia que prevê seu desdobramento em todas as etapas), isto só ocorreu porque a iniciativa partiu da direção, ou seja, foi algo implantado de cima para baixo, sendo que quem propôs a mudança desfrutava de duas condições básicas: o conhecimento e a autoridade. O conhecimento para propor a mudança e a autoridade para decidir bancar os investimentos necessários.

E o caminho parece ser este, que as mudanças devem partir da direção, tal como na implantação da filosofia da Qualidade Total, até porque a organização do processo de desenvolvimento de produtos é algo inerente à política administrativa da empresa.

De qualquer forma, existem problemas de transferência de conhecimentos sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos, fazendo com que os profissionais não tenham entendimento sobre suas repercussões e benefícios. Cabe às instituições de pesquisa, ligadas ao ensino, preencher esta lacuna, pois a conduta de um profissional guarda relação direta com sua formação. Ao longo do trabalho verificou-se que profissionais formados em Engenharia (curso no qual o projeto é considerado uma atividade relevante, conforme legislação em vigor) não apresentam conhecimentos suficientes em relação a esta área de estudo, o que demonstra que a falta de uso e disseminação de métodos dedicados ao projeto não está acontecendo apenas no âmbito da indústria.

Portanto, antes de convencer os profissionais da indústria sobre a validade de métodos científicos de desenvolvimento de produtos, há a necessidade de um convencimento interno, ou seja, um consenso de sua importância entre os acadêmicos.

O trabalho, aqui apresentado, contribuiu no sentido de ser mais uma argumentação a

favor das manifestações que defendem maior educação em projeto na formação profissional, sobretudo em cursos historicamente ligados a esta atividade, como é o caso da Engenharia.

As conclusões e dados apresentados não podem ser estendidos a nível nacional e regional, são válidos apenas para a amostra de 30 empresas. Não houve a pretensão de ser um trabalho conclusivo, mas limitou-se à condição de ser mais um elemento para auxiliar na formação de juízo sobre a matéria e, talvez, mais um difusor das discussões sobre o assunto. Pelo menos fica sendo esta a expectativa.

## **ANEXO 1**

### **Questionário**

O objetivo deste questionário é explicitar a visão de profissionais da indústria a respeito do uso de metodologias científicas de projeto e desenvolvimento de produtos. Almeja-se, através dele, avaliar se as propostas apresentadas por pesquisadores conseguiram sensibilizar a indústria para o seu uso. Concomitantemente, espera-se uma contribuição mútua entre universidade e empresa, tendo ambas condições de trocar informações que venham a ser produtivas para o desenvolvimento desta importante área do conhecimento.

#### **1) Dados sobre o setor encarregado do desenvolvimento de produtos**

##### **A) Dados gerais sobre a empresa.**

1- Empresa:

2- Localização:

3- Ramo de Atividades:

4- N° de funcionários:

5- Produtos:

6- Mercado de Atuação: ( ) Internacional ( ) Nacional ( ) Regional

7- A empresa está certificada pela ISO 9001? ( ) Sim ( ) Não

##### **B) Caracterização do setor.**

1- Nome:

2- N° de componentes:

3- Cargos existentes:

4- Funções existentes:

5- Subdivisão do setor:

6- Subordinação:

**C) Perfil da chefia**

- 1- Escolaridade:
- 2- Formação Acadêmica:
- 3- Especialização

**D) Perfil dos profissionais**

- 1- Escolaridade mínima exigida:
- 2- Formação profissional predominante:
- 3- Número de profissionais com curso superior:

**2) Perguntas em relação ao processo de projeto e desenvolvimento de produtos.****A) Perguntas sobre o processo**

- 1- Como surge a idéia de desenvolver um novo produto ou de reprojeter os existentes?
- 2) Qual o passo que dá início ao desenvolvimento de produtos?
- 3) Após o início, o restante do processo de desenvolvimento obedece a uma seqüência lógica preestabelecida, ou seja, os procedimentos seguintes estão padronizados, ou são conduzidos conforme a experiência dos profissionais?
- 4) O que determina uma mudança de fase e qual o procedimento nessa situação?
- 5) Qual o resultado ao final do último passo da última fase?
- 6) Os procedimentos adotados podem ser representado em um modelo esquemático contendo fases e principais passos de trabalho?
- 7) Os procedimentos estão documentados?
- 8) Os procedimentos utilizados pela empresa se baseiam em algum modelo disponível na literatura? Qual ou quais?
- 9) São aplicadas técnicas auxiliares de projeto? Quais e como foi obtido o conhecimento?

**B) Perguntas dirigidas ao entrevistado.**

- 10) Qual a sua formação acadêmica? Obtida em que universidade?
- 11) Se o curso tem afinidade com a área de projeto, pergunta-se: foram vistos tópicos referentes a metodologias de desenvolvimento de produtos? Em que disciplina(s)?
- 12) O entrevistado tem conhecimento sobre metodologias de projeto ou metodologias de desenvolvimento de produtos? Qual (ou quais)? Como obteve esse conhecimento?
- 13) Entre as metodologias de desenvolvimento de produtos elaboradas por pesquisadores, destacam-se as propostas de: KOLLER; BACK; PAHL & BEITZ; ROTH; e VDI 2221. Pergunta-se: são conhecidas do entrevistado? Como obteve esse conhecimento?
- 14) O enfoque visto em relação ao aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos atende as necessidades de sua atividade?
- 15) Quais as referências bibliográficas conhecidas sobre o assunto?
- 16) As metodologias de desenvolvimento de produtos normalmente estão disponíveis na literatura escritas em alemão e em inglês. O fato de esses procedimentos não estarem escritos em português traz dificuldades?
- 17) Fora da universidade, há cursos que abordam o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos? Onde é oferecido?

**3) Avaliação**

- 1) Avaliação de sua formação acadêmica quanto ao aprendizado de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos.
- 2) Avaliação da literatura nacional.
- 3) Resistência quanto ao emprego de textos escritos em língua estrangeira.
- 4) Organização do processo de desenvolvimento de produtos.
- 5) Conhecimento sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos

**ANEXO 2 - TABELAS**



**TABELA A2.1 - Notas que compuseram o valor final de AVAPRO**

<b>EMPRESA</b>	<b>SISPRO</b>	<b>UMAUX</b>	<b>ENGS</b>	<b>DOMPRO</b>	<b>AVAPRO</b>
<b>EMP 1</b>	1,6	0,6	0,3	1	3,5
<b>EMP 2</b>	5	3	0,8	1	9,8
<b>EMP 3</b>	2,4	0,6	1	1	5
<b>EMP 4</b>	5	3	1	1	10
<b>EMP 5</b>	2,2	0,6	0	1	3,8
<b>EMP 6</b>	0,9	0,6	0	0,6	2,1
<b>EMP 7</b>	1,3	0	0	0,6	1,9
<b>EMP 8</b>	2	0,6	0	0,8	3,4
<b>EMP 9</b>	3	0,9	0,3	1	5,2
<b>EMP 10</b>	2,6	1,2	0	1	4,8
<b>EMP 11</b>	5	3	0,8	1	9,8
<b>EMP 12</b>	1,5	0,6	0	0,6	2,7
<b>EMP 13</b>	2,4	0,6	0,5	1	4,5
<b>EMP 14</b>	1,4	1,2	0	1	3,6
<b>EMP 15</b>	2,2	2,4	0,5	1	6,1
<b>EMP 16</b>	1,5	1,2	0,3	0,8	3,8
<b>EMP 17</b>	1	0,6	0	0,6	2,2
<b>EMP 18</b>	2	0,6	0	1	3,6
<b>EMP 19</b>	3,2	1,2	0,5	0,6	5,5
<b>EMP 20</b>	1,7	0,9	0,3	1	3,9
<b>EMP 21</b>	4,2	1,2	0,8	0,8	7
<b>EMP 22</b>	0,9	0,6	0	0,6	2,1
<b>EMP 23</b>	2,1	0,6	0	1	3,7
<b>EMP 24</b>	1,8	0,6	0	1	3,4
<b>EMP 25</b>	2,4	1,8	0	1	5,2
<b>EMP 26</b>	4	1,2	0,5	1	6,7
<b>EMP 27</b>	1,8	0,6	0	1	3,4
<b>EMP 28</b>	1	0,6	0	0,8	2,4
<b>EMP 29</b>	0,5	0	0	1	1,5
<b>EMP 30</b>	0,5	0	0	0,8	1,3

Observação: AVAPRO = SISPRO + UMAUX + ENGS + DOMPRO

- SISPRO = sistematização do processo de desenvolvimento de produtos;
- UMAUX = uso de métodos auxiliares, como ferramentas de apoio ao processo de projeto e desenvolvimento de produtos;
- ENGS = uso dos conceitos da Engenharia Simultânea na estruturação e organização da equipe de projetos;
- DOMPRO = domínio por parte do profissional entrevistado sobre a sistemática de desenvolvimento de produtos adotada por sua empresa;
- AVAPRO = avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos.

**TABELA A2.2 - Notas que compuseram o valor final de UMAUX.**

<b>EMPRESA</b>	<b>CAD</b>	<b>FMEA</b>	<b>DFMA</b>	<b>QFD</b>	<b>OUTROS</b>	<b>UMAUX</b>
<b>EMP 1</b>	0,6					0,6
<b>EMP 2</b>	0,6	0,6	1,2	0,6	0,6	3
<b>EMP 3</b>	0,6					0,6
<b>EMP 4</b>	0,6	0,6	1,2	0,6	0,6	3
<b>EMP 5</b>	0,6					0,6
<b>EMP 6</b>	0,6					0,6
<b>EMP 7</b>						0
<b>EMP 8</b>	0,6					0,6
<b>EMP 9</b>	0,6				0,3	0,9
<b>EMP 10</b>	0,6	0,6				1,2
<b>EMP 11</b>	0,6	0,6	1,2		0,6	3
<b>EMP 12</b>	0,6					0,6
<b>EMP 13</b>	0,6					0,6
<b>EMP 14</b>	0,6				0,6	1,2
<b>EMP 15</b>	0,6	0,6		0,6	0,6	2,4
<b>EMP 16</b>	0,6				0,6	1,2
<b>EMP 17</b>	0,6					0,6
<b>EMP 18</b>	0,6					0,6
<b>EMP 19</b>	0,6				0,6	1,2
<b>EMP 20</b>	0,6				0,3	0,9
<b>EMP 21</b>	0,6	0,6				1,2
<b>EMP 22</b>	0,6					0,6
<b>EMP 23</b>	0,6					0,6
<b>EMP 24</b>	0,6					0,6
<b>EMP 25</b>	0,6	0,6			0,6	1,8
<b>EMP 26</b>	0,6	0,6				1,2
<b>EMP 27</b>	0,6					0,6
<b>EMP 28</b>	0,6					0,6
<b>EMP 29</b>						0
<b>EMP 30</b>						0

Observações:

- a)  $UMAUX = CAD + FMEA + DFMA + QFD + OUTROS$ ;
- b) Em função do peso de UMAUX (uso de métodos ou ferramentas auxiliares) na variável AVAPRO (Avaliação do Processo) ser de "3", mesmo que a soma dos cinco valores parciais ultrapassem esse número, prevalece o limite.
- c) Legenda: - CAD = Projeto Assistido por Computador (peso 0,6);
  - FMEA = Análise dos Modos e Efeitos das Falhas (peso 0,6);
  - DFMA = Projeto para Fabricação e Montagem (peso 1,2);
  - QFD = Desdobramento da Função Qualidade (peso 0,6);
  - OUTROS = métodos não destacados, mas utilizados na empresa (peso 0,6).

**TABELA A2.3 - Relação das variáveis confrontadas nas análises estatísticas (legendas na página**

	<b>F</b>	<b>FS</b>	<b>NS</b>	<b>E</b>	<b>ISO 9001</b>	<b>ESPEC</b>	<b>SISPRO</b>	<b>UMAUX</b>	<b>AVAPRO</b>	<b>AVACON</b>
<b>EMP 1</b>	3800	6	5	5	0	0	1,6	0,6	3,5	0,8
<b>EMP 2</b>	6000	12	11	11	1	1	5	3	9,8	5,8
<b>EMP 3</b>	3200	7	7	2	0	1	2,4	0,6	5	2
<b>EMP 4</b>	6300	52	11	11	1	1	5	3	10	8,2
<b>EMP 5</b>	1200	25	4	3	0	1	2,2	0,6	3,8	2,2
<b>EMP 6</b>	300	7	1	1	0	0	0,9	0,6	2,1	0
<b>EMP 7</b>	140	3	3	3	0	1	1,3	0	1,9	0,5
<b>EMP 8</b>	400	12	2	1	0	0	2	0,6	3,4	0,5
<b>EMP 9</b>	320	15	11	11	1	0	3	0,9	5,2	2,3
<b>EMP 10</b>	670	18	7	4	0	1	2,6	1,2	4,8	2
<b>EMP 11</b>	1300	52	19	19	1	1	5	3	9,8	5,5
<b>EMP 12</b>	3464	16	5	5	0	0	1,5	0,6	2,7	0,2
<b>EMP 13</b>	240	5	1	1	1	0	2,4	0,6	4,5	0,2
<b>EMP 14</b>	280	14	2	1	0	0	1,4	1,2	3,6	0
<b>EMP 15</b>	600	15	9	9	0	0	2,2	2,4	6,1	4,1
<b>EMP 16</b>	900	2	1	1	0	0	1,5	1,2	3,8	0,8
<b>EMP 17</b>	140	10	2	2	0	0	1	0,6	2,2	0
<b>EMP 18</b>	750	15	4	3	0	0	2	0,6	3,6	0,2
<b>EMP 19</b>	800	8	3	3	1	0	3,2	1,2	5,5	2
<b>EMP 20</b>	620	16	4	4	0	1	1,7	0,9	3,9	0,8
<b>EMP 21</b>	2000	16	6	6	0	1	4,2	1,2	7	3,1
<b>EMP 22</b>	100	6	2	2	0	0	0,9	0,6	2,1	1,1
<b>EMP 23</b>	180	12	4	4	0	0	2,1	0,6	3,7	0
<b>EMP 24</b>	100	4	4	3	0	0	1,8	0,6	3,4	0
<b>EMP 25</b>	2000	20	11	5	0	1	2,4	1,8	5,2	2,7
<b>EMP 26</b>	1000	6	3	3	1	0	4	1,2	6,7	3,6
<b>EMP 27</b>	447	9	4	1	0	0	1,8	0,6	3,4	1
<b>EMP 28</b>	600	5	2	2	0	0	1	0,6	2,4	0
<b>EMP 29</b>	130	5	1	1	0	0	0,5	0	1,5	0
<b>EMP 30</b>	100	6	1	1	0	0	0,5	0	1,3	0,2

Designações utilizadas na tabela A2.3:

- F = número de funcionários da empresa;
- FS = número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos;
- NS = número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos com nível superior;
- E = número de engenheiros do setor de desenvolvimento de produtos;
- ISO 9001 = Norma ISO 9001;
- ESPEC = variável que informa se o profissional entrevistado possui formação em curso de pós-graduação (código 2, não possui pós-graduação);
- SISPRO = sistematização do processo de desenvolvimento de produtos;
- UMAUX = uso de métodos auxiliares, como ferramentas de apoio ao processo de projeto e desenvolvimento;
- AVAPRO = avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos;
- AVACON = avaliação do conhecimento demonstrado pelo entrevistado, sobre o aspecto metodológico;
- AVAPRE = avaliação do aprendizado a respeito de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos;
- AVALINA = avaliação da literatura nacional relacionada com a área de projeto e desenvolvimento de produtos;
- DULE = disposição para o uso de uma literatura escrita em um outro idioma.

**TABELA A2.4 - Logaritmos das variáveis F, FS, NS e UMAUX**

<b>EMP</b>	<b>LF</b>	<b>LFS</b>	<b>LNS</b>	<b>LUMAUX</b>
1	3,579783597	0,77815125	0,698970004	0,204119983
2	3,77815125	1,079181246	1,041392685	0,602059991
3	3,505149978	0,84509804	0,84509804	0,204119983
4	3,799340549	1,716003344	1,041392685	0,602059991
5	3,079181246	1,397940009	0,602059991	0,204119983
6	2,477121255	0,84509804	0	0,204119983
7	2,146128036	0,477121255	0,477121255	0
8	2,602059991	1,079181246	0,301029996	0,204119983
9	2,505149978	1,176091259	1,041392685	0,278753601
10	2,826074803	1,255272505	0,84509804	0,342422681
11	3,113943352	1,716003344	1,278753601	0,602059991
12	3,539577883	1,204119983	0,698970004	0,204119983
13	2,380211242	0,698970004	0	0,204119983
14	2,447158031	1,146128036	0,301029996	0,342422681
15	2,77815125	1,176091259	0,954242509	0,531478917
16	2,954242509	0,301029996	0	0,342422681
17	2,146128036	1	0,301029996	0,204119983
18	2,875061263	1,176091259	0,602059991	0,204119983
19	2,903089987	0,903089987	0,477121255	0,342422681
20	2,792391689	1,204119983	0,602059991	0,278753601
21	3,301029996	1,204119983	0,77815125	0,342422681
22	2	0,77815125	0,301029996	0,204119983
23	2,255272505	1,079181246	0,602059991	0,204119983
24	2	0,602059991	0,602059991	0,204119983
25	3,301029996	1,301029996	1,041392685	0,447158031
26	3	0,77815125	0,477121255	0,342422681
27	2,650307523	0,954242509	0,602059991	0,204119983
28	2,77815125	0,698970004	0,301029996	0,204119983
29	2,113943352	0,698970004	0	0
30	2	0,77815125	0	0

Legenda: LF = logaritmo do número de funcionários da empresa; LFS = logaritmo do número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos; LNS = logaritmo do número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos com nível superior; LUMAUX = logaritmo de UMAUX (variável que avalia o uso de métodos e ferramentas auxiliares no processo de projeto)

**TABELA A2.5 - Matriz de correlação das variáveis contínuas**

	<b>LF</b>	<b>LFS</b>	<b>LNS</b>	<b>E</b>	<b>LUMAUX</b>	<b>ENCSI</b>	<b>AVAPRO</b>	<b>AVACON</b>
<b>LF</b>	1,00	0,46*	0,61*	0,47*	0,62*	0,63*	0,67*	0,64*
<b>LFS</b>	0,46*	1,00	0,70*	0,66*	0,61*	0,30	0,60*	0,61*
<b>LNS</b>	0,61*	0,70*	1,00	0,81*	0,68*	0,49*	0,73*	0,71*
<b>E</b>	0,47*	0,66*	0,81*	1,00	0,73*	0,58*	0,79*	0,78*
<b>SISPRO</b>	0,64*	0,57*	0,71*	0,74*	0,79*	0,79*	0,97*	0,83*
<b>LUMAUX</b>	0,62*	0,61*	0,68*	0,73*	1,00	0,63*	0,89*	0,83*
<b>ENCSI</b>	0,63*	0,30	0,49*	0,58*	0,63*	1,00	0,83*	0,76*
<b>AVAPRO</b>	0,67*	0,60*	0,73*	0,79*	0,89*	0,83*	1,00	0,92*
<b>AVACON</b>	0,64*	0,61*	0,71*	0,78*	0,83*	0,76*	0,92*	1,00
<b>AVAPRE</b>	0,22	0,31	0,39*	0,31	0,20	0,00	0,19	0,19
<b>AVALINA</b>	(0,06)	(0,03)	0,04	(0,28)	(0,17)	(0,21)	(0,18)	(0,18)
<b>DULE</b>	0,34	0,10	0,44*	0,32	0,27	0,35	0,43*	0,22

**Observações:**

- Valores entre parênteses indicam correlações negativas;
- LF = logaritmo do número de funcionários da empresa;
- LFS = logaritmo do número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos;
- LNS = logaritmo do número de funcionários do setor com nível superior;

- E = número de engenheiros;
- SISPRO = sistematização do processo de desenvolvimento de produtos;
- LUMAUX = logaritmo de UMAUX (variável que avalia o uso de métodos auxiliares, como ferramental, no desenvolvimento de produtos);
- ENCSI - uso dos conceitos da Engenharia Simultânea na estruturação e organização da equipe de projeto;
- AVAPRO = avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos;
- AVACON = avaliação do conhecimento sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos;
- AVAPRE = avaliação de sua formação acadêmica quanto ao aprendizado de metodologias de projeto;
- AVALINA = avaliação da literatura nacional;
- DULE = disposição ao emprego de textos escritos em língua estrangeira.

**TABELA A2.6 - Ordem de classificação das empresas tendo como base as notas atribuídas para**

<b>EMPRESA</b>	<b>F</b>	<b>FS</b>	<b>NS</b>	<b>E</b>	<b>AVAPRO</b>	<b>AVACON</b>	<b>AVAPRE</b>	<b>AVALINA</b>	<b>ISO 9001</b>	<b>ESPE</b>
<b>EMP 4</b>	6300	52	11	11	10	8,2	3,5	5	1	1
<b>EMP 2</b>	6000	12	11	11	9,8	5,8	2	2	1	1
<b>EMP 11</b>	1300	52	19	19	9,8	5,5	4	0	1	1
<b>EMP 21</b>	2000	16	6	6	7	3,1	3	6	0	1
<b>EMP 26</b>	1000	6	3	3	6,7	3,6	2	4	1	0
<b>EMP 15</b>	600	15	9	9	6,1	4,1	2	4	0	0
<b>EMP 19</b>	800	8	3	3	5,5	2	1	1	1	0
<b>EMP 9</b>	320	15	11	11	5,2	2,3	4	5	1	0
<b>EMP 25</b>	2000	20	11	5	5,2	2,7	1	4	0	1
<b>EMP 3</b>	3200	7	7	2	5	2	0	4	0	1
<b>EMP 10</b>	670	18	7	4	4,8	2	2	6	0	1
<b>EMP 13</b>	240	5	1	1	4,5	0,2	0	3	1	0
<b>EMP 20</b>	620	16	4	4	3,9	0,8	0	4,5	0	1
<b>EMP 5</b>	1200	25	4	3	3,8	2,2	0	3	0	1
<b>EMP 16</b>	900	2	1	1	3,8	0,8	0	3	0	0
<b>EMP 23</b>	180	12	4	4	3,7	0	1	2	0	0
<b>EMP 14</b>	280	14	2	1	3,6	0	4	5	0	0
<b>EMP 18</b>	750	15	4	3	3,6	0,2	2	7	0	0
<b>EMP 1</b>	3800	6	5	5	3,5	0,8	5	3,5	0	0
<b>EMP 8</b>	400	12	2	1	3,4	0,5	5	4	0	0
<b>EMP 24</b>	100	4	4	3	3,4	0	2	5	0	0
<b>EMP 27</b>	447	9	4	1	3,4	1	7	6	0	0
<b>EMP 12</b>	3464	16	5	5	2,7	0,2	5	2,5	0	0
<b>EMP 28</b>	600	5	2	2	2,4	0	1	5,5	0	0
<b>EMP 17</b>	140	10	2	2	2,2	0	1	4	0	0
<b>EMP 6</b>	300	7	1	1	2,1	0	0	3	0	0
<b>EMP 22</b>	100	6	2	2	2,1	1,1	3	3	0	0
<b>EMP 7</b>	140	3	3	3	1,9	0,5	2	5	0	1
<b>EMP 29</b>	130	5	1	1	1,5	0	0	3	0	0
<b>EMP 30</b>	100	6	1	1	1,3	0,2	0	3	0	0



Designações utilizadas na tabela A2.6:

- F = número de funcionários da empresa;
- FS = número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos;
- NS = número de profissionais com nível superior;
- E = número de engenheiros;
- AVAPRO = avaliação da organização do processo de desenvolvimento de produtos;
- AVACON = avaliação do conhecimento sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos;
- AVAPRE = avaliação de sua formação acadêmica quanto ao aprendizado de metodologias de projetos;
- AVALINA = avaliação da literatura nacional;
- ISO 9001 = certificação da empresa pela norma ISO 9001;
- ESPEC = especialização dos profissionais entrevistados;
- ORCON = organização e conhecimento;
- DULE = disposição ao emprego de textos escritos em língua estrangeira.

## GLOSSÁRIO

AVACON = variável utilizada pelo entrevistador, para avaliar o conhecimento demonstrado pelos profissionais entrevistados sobre o aspecto metodológico do desenvolvimento de produtos;

AVALINA = variável utilizada pelo entrevistado, para avaliar a literatura nacional relacionada com o projeto e desenvolvimento de produtos;

AVAPRE = variável utilizada pelo entrevistado, para avaliar o aprendizado a respeito de metodologias de projeto e desenvolvimento de produtos em cursos superiores;

AVAPRO = variável utilizada pelo entrevistador, para avaliar a organização do processo de desenvolvimento de produtos nas empresas pesquisadas;

DOMPRO = variável utilizada pelo entrevistador, para avaliar o domínio do profissional entrevistado ao descrever a sistemática adotada por sua empresa para a organização do processo e desenvolvimento de produtos;

DULE = variável utilizada pelo entrevistador, para avaliar a disposição do entrevistado para o uso de uma bibliografia escrita em um outro idioma que não seja o português (DULE = 1 - RULE);

ENGSI = variável utilizada pelo entrevistador, para avaliar, nas empresas pesquisadas, a utilização dos conceitos da Engenharia Simultânea na estruturação e na organização da equipe de projetos;

E = número de engenheiros lotados no setor de desenvolvimento de produtos;

ESPEC = variável dicotomizada utilizada pelo entrevistador para indicar se o profissional entrevistado possui ou não curso de pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado);

ISO 9001 = variável dicotomizada utilizada pelo entrevistador para indicar se a empresa está ou não certificada pela Norma ISO 9001;

F = número total de funcionários da empresa da empresa;

FS = número de funcionários do setor de desenvolvimento de produtos da empresa;

LF = logaritmo de F;

LFS = logaritmo de FS;

LNS = logaritmo de NS;

LUMAUX = logaritmo de UMAUX;

NS = número de profissionais graduados lotados no setor de desenvolvimento de produtos da empresa;

ORCON = variável não contínua obtida pela soma das variáveis ISO 9001 e ESPEC;

RULE = variável utilizada pelo entrevistado, para avaliar sua resistência ao emprego de uma bibliografia escrita em língua estrangeira;

SISPRO = variável utilizada pelo entrevistador, para avaliar a sistematização do processo de desenvolvimento de produtos nas empresas pesquisadas;

UMAUX = variável utilizada pelo entrevistador, para avaliar, nas empresas pesquisadas, a aplicação de métodos auxiliares, como ferramentas de apoio ao processo de projeto e desenvolvimento de produtos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AKAO, Y. **Quality function deployment - integrating customer requirements into product design**. Cambridge: Productivity Press, 1990.
- [2] ANDERSSON, P. Design for quality as perceived by industry. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'93**. The Hauge: Heurista, v. 2, pp. 843-848, 1993.
- [3] ANDREASEN, M.M. Design strategic. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'87**. Boston, ASME New York, 1987.
- [4] ANDREASEN, M. M. Design for production - Overview of Methodology. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'91** Zurich: Heurista, p. 516-521, 1991.
- [5] ASIMOV, M. **Introdução ao projeto**. 1 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1968.
- [6] ASME RESEARCH. Design theory and methodology - a new discipline. **Mechanical Engineering**, Aug. 1986, pp. 23-27.
- [7] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas da qualidade - Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados**, NBR ISO 9001. Rio de Janeiro, 1994.
- [8] BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- [9] BACK, N. **Notas de aula**, não publicadas, da disciplina "Projeto de Produtos Industriais", ministrada no programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 1995.
- [10] COSTA NETO, P.L. de O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- [11] CSILLAG, J. M. **Análise do valor, metodologia do valor**. São Paulo: Atlas, 1985.

- [12] DA SILVA, J. S. **WINSAPPI: A evolução de uma metodologia computacional para o projeto conceitual de produtos industriais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, dezembro de 1995.
- [13] DIXON, J. R. Engineering Design Science: new goals for engineering education. **Mechanical Engineering**, March 1991, pp. 56-62.
- [14] EDER, W. E. Engineering education: needs and recommendations for a design-based curriculum. Proceedings of International conference of Engineering Design - **ICED'90**. Dubrovnik, august, 1990.
- [15] EXAME. Melhores e maiores 1996: as 500 maiores empresas do Brasil. São Paulo: Editora Abril, ago. 1996.
- [16] FENGER, H. **Der Transformationsprozeß.** In: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 4 (1971). S.366-372.
- [17] FILHO, E. R. Tecnologias CAD: conceitos e aplicações. XIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais.** Florianópolis: ABEPRO, 1993, p. 608-614.
- [18] FIOD NETO, M. **Desenvolvimento de sistema computacional para auxiliar a concepção de produtos industriais.** Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, setembro de 1993.
- [19] FIOD NETO, M.; BACK, N. O processo de projeto de produtos industriais. Congresso de Engenharia Mecânica Norte-Nordeste (CEM-NNE/92). **Anais.** João Pessoa, p. 409-416, 1992.
- [20] GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas S.A, 1995.
- [21] GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 4. ed. São Paulo: Atlas S.A., 1995.

- [22] GILL, H. Adoption of Design Science by Industry — Why so slow? **Journal of Engineering Design**, v. 1, n. 3, p. 289-295, 1990.
- [23] GOTTWALD, K. Transformationsprobleme in ausgewählten Sissenschafts- und Praxisbereichen: Eine Literaturübersicht. In: Mitteilungen aus der Markt- und Berufsforschung 4 (1971), S.373-389.
- [24] HAIR, J.; ANDERSIN, R. E.; TATHAM, R. L. **Multivariate data with readings**. New York: Macmillan Publishing Co., 1984.
- [25] HELMAN, H. e ANDERY, P. R. P. Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA - FTA). **TQC - Gestão pela qualidade total, série ferramentas da qualidade**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Fundação Christiano Ottoni, v. 11, 1995.
- [26] HOLLINS, B.; HURST, S. e HOLLINS, G. Design management processes that can be used by practitioners. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'93**. The Hague: Heurista, v. 1, p.656-663, 1993.
- [27] HUNDAL, M. S. A systematic method for developing function structures, solutions and concept variants. **Mechanical Machine Theory**, Vol. 25, No. 3, pp. 243-256, 1990.
- [28] HUBKA, V. **Principles of Engineering Design**. London: Butterwork Scientific, 1982.
- [29] HUBKA, V. and Eder, E. **Theory of technical systems**. Berlin: Springer, 1988.
- [30] KAZMIER, L. J. **Estatística Aplicada a economia e administração**. São Paulo: McGraw-Hill, 1982.
- [31] KOLLER, R.; **Konstruktionsmethode für der Maschinen-, Geräte-und Apparatebau**. Berlin: Springer-Verlag, 1976.
- [32] MELLO, S. G. **Metodologia para desenvolvimento de produtos por empresários em potencial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de

Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, setembro de 1988.

- [33] MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **A nova concepção do ensino de engenharia no Brasil**. Brasília, 1977.
- [34] MILLER, C. G. **Concurrent engineering design - Integrating the best practices for process improvement**. London: Society of Manufacturing Engineers, 1993.
- [35] PAHL, G. & BEITZ, W. **Konstruktionslehre**. Springer-Verlag, 1977.
- [36] PAHL, G. & BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. Springer-Verlag, 1988.
- [37] PROVENZA, F. **PRO-TEC –Prontuário do projetista de máquinas**. São Paulo: Escola PRO-TEC, 1970.
- [38] RIBEIRO, A. P. Engenharia Simultânea: um novo caminho. **Sociedade Brasileira de Comando Numérico e Automação Industrial (SOBRACON)**, Boletim 43, p. 40-45, 1989.
- [39] RODENACKER, W. G. **Methodisches Konstruieren**. Springer-Verlag, 1976.
- [40] ROTH, K. **Konstruktion mit konstruktionkatalogen**. 1 ed. Berlin: Springer, 1982.
- [41] SELL, I. **Umsetzung ergonomischer Erkenntnisse in der Produktplanung und -realisierung: Methodik und Hilfsmittel**. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1988.
- [42] SELL, I.; FIOD NETO, M. A obtenção de soluções alternativas pelo método da variação do efeito. IX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS, 1989, p. 300-312.
- [43] SELL, I. Qualidade intrínseca de produtos e serviços. XIII Encontro Nacional De Engenharia de Produção. Florianópolis: ABEPRO, 1993. **Anais**, p. 572-576.

- [44] SELL, I. **Notas de aula**, não publicadas, da disciplina “Planejamento de Produtos”, ministrada no programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 1995.
- [45] STATSOFT INC. Statistica for windows, release 4.3, copyright 1993.
- [46] STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: HARBRA, 1986.
- [47] VDI 2222. **Konstruktionsmethodik: konzipieren technischer Produkte** Düsseldorf: VDI Verlag, 1977.
- [48] VDI 2221 Richtlinie. **Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte (Entwurf)**. Düsseldorf: VDI Verlag, 1985.



## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] ARAUJO, C. S. Design for practice: A case study in a small sized low technology context. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'95**, Praha, p. 213-214, 1995.
- [2] BOMFIM, G.A.; NAGEL, K.D. e ROSSI L. M. **Fundamentos de uma metodologia para desenvolvimento de produtos**. Programa de Engenharia da Produção, Área de Engenharia do Produto, COPPE/UFRJ, 1977.
- [3] CAMPOS, V.F. **TQC - Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- [4] FIOD Neto, M. O ensino de projeto do produto em cursos de graduação em Engenharia. XXII COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Porto Alegre: 1994. **Anais**, p. 343-348.
- [5] FORCELLINI, F. A. **Notas de aula**, não publicadas, do Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" em Tecnologia Mecânica, da Fundação Educacional Regional Jaraguense - FERJ, Centro de Ensino Superior de Jaraguá do Sul - CESJS. Jaraguá do Sul, 1996.
- [6] FOSTER, R. **Inovação: a vantagem do atacante**. São Paulo: Nova Cultura, 1988.
- [7] HEIN, L. Design Methodology in Practice. **Proceedings of Journal of Engineering Design**, vol. 5, N°2, pp 165-181.
- [8] HUNDAL, M. S.; LANGHOLTZ, L. D. Computer-Aided Conceptual Design: An application of X Windows, with C. **Design Theory and Methodology - ASME, DE-Vol. 42**, pp.1-9,1992.
- [9] HUNDAL, M. S. Engineering and Management for Rapid Product Development. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'93**. The Hauge: Heurista, v. 1, pp. 588-595, 1993.

- [10] MORUP, M. Design for Quality an overview of tools and structured procedures. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'91**. Zurich: Heurista , p. 461-464, 1991.
- [11] NORELL, M. The use of DFA, FMEA and QFD as tools for Concurrent Engeeniring in Product Development Process. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'93**. The Hauge: Heurista, v. 2, p. 867-874, 1993.
- [12] OLESEN, J. Strengthening the understanding of Conceptual Design. Proceedings of International Conference on Engineering Design - **ICED'95**. Praha, p. 471-476, 1995.
- [13] PEREIRA, L.T.V. & BAZZO, W.A. O projeto e a sua prática no ensino de engenharia. In: XXIV Congresso Brasileiro de Ensino De Engenharia - COBENGE 96. **Anais**. Manaus: ABENGE - Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 1996, v.2, p.641-657.
- [14] POSSAMAI, O. **Uma abordagem funcional para a concepção de novos produtos, utilizando a metodologia de Engenharia e Análise do Valor**. Monografia apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos exigidos para o concurso de Professor Titular, na área de Engenharia do Produto. Florianópolis: UFSC, 1992.
- [15] WOMACK, J.P.; JONES, D. T. & ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda., 1992.