

QUALIDADE NO SETOR DE SOFTWARE BRASILEIRO:  
UMA AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DAS ORGANIZAÇÕES

Mauro Oddo Nogueira

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:



Prof. Ana Regina Cavalcanti da Rocha, D.Sc.



Prof. Guilherme Horta Travassos, D.Sc.



Prof. Geraldo Bonorino Xexéo, D.Sc.



Prof. Kathia Marçal de Oliveira, D.Sc.



Prof. Jorge Luis Nicolas Audy, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

ABRIL DE 2006

**NOGUEIRA, MAURO ODDO**

Qualidade no Setor de Software Brasileiro:  
Uma Avaliação das Práticas das Organizações  
[Rio de Janeiro] 2006

XVIII, 324 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ,.  
D.Sc., Engenharia de Sistemas e Computação,  
2006)

Tese – Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Engenharia de Software
2. Qualidade em Software
3. Processo de Software

I. COPPE/UFRJ II. Título ( série )

Nilópolis de agosto de 1971

Querido papai

Fico ansioso para estar lendo com você  
o amor do meu coração. Prometo  
ser um dos melhores alunos do  
colégio este ano. Você trabalha mui-  
to para poder pagar o colégio e  
eu lhe retribuirei com minha nota  
escolar. Nestes dias que os pais  
precisarem dar-lhe a mais bonita  
de todas as homenagens, peço a Deus  
que lhe de muita força para vi-  
ver longas vidas.

Abraços e beijos da seu filho  
Márcio



A vocês:

Pai, pra você saber que, de muitas formas, você continua por aqui...

Mãe, por uma vida...

Flávia, por eu poder abrir a janela e dizer: Bom dia, menina bonita ...

Cauê, meu *bacurinho*, por você e pra você: agora não falta mais nenhuma página...

Júnior, para que os sonhos continuem se transformando em vida...

“Seu” Coutinho e “Dona” Cléa, porque sem paz, um caminhante estanca ...

## Agradecimentos

Agradecer a todos aqueles que contribuíram para a realização de um trabalho como este é uma tarefa sempre delicada, já que as omissões são inevitáveis. Mesmo porque, uma tese de Doutorado não é o resultado de alguns poucos anos que são gastos em sua elaboração, mas sim o resultado de toda uma vida acadêmica, que se inicia antes mesmo da alfabetização. No meu caso, isso remonta há mais de 40 anos... Mais do que isso, é o resultado de tudo que aprendemos ao longo de nossas vidas, mesmo – e, talvez, principalmente – fora dos bancos escolares, muitas vezes com pessoas que sequer sabiam ler e escrever. Devo, portanto, contar às centenas (talvez aos milhares) as pessoas que me ajudaram e me apoiaram ao longo desse caminho. Expresso, então, indistintamente, minha mais profunda gratidão para com cada uma dessas pessoas que, por vezes sem mesmo o saber, foram meus mestres, exemplos, guias e pontos de apoio.

Porém, é claro, alguns tiveram participação mais próxima e direta nesse processo. Cito-os, portanto, nominalmente como forma especial de agradecimento:

À Professora Ana Regina Cavalcanti da Rocha, minha orientadora, pela oportunidade, pelo seu trabalho e dedicação, mas particularmente pela força de seu caráter e personalidade, que foram capazes de me incutir a disciplina e o rigor acadêmico imprescindíveis para que um trabalho como este chegasse a termo.

Aos professores Guilherme Horta Travassos, Geraldo Bonorino Xexéo, Kathia Marçal de Oliveira e Jorge Luis Nicolas Audy pela honra de tê-los em minha banca examinadora. E em especial aos 3 primeiros que, juntamente com a Professora Cláudia Maria Lima Werner, conviveram mais proximamente comigo, trocando idéias, fazendo críticas (confesso que algumas vezes custei a aceitá-las) e dando preciosas sugestões.

Ao Professor Victor Hugo Carvalho Gouvêa, pela inestimável luz que me acendeu nas veredas da Estatística.

Ao Professor Francisco Carlos S. de A. Pinto, que foi meu professor, tornou-se colega de banco escolar, e finalmente amigo, pela ajuda e pelo enorme apoio.

A Ana Paula e Taísa, pela boa vontade e disponibilidade sempre imediata.

Aos funcionários da secretaria do Pesc/Coppe, pela atenção, carinho e principalmente paciência.

Aos colegas da Coppe, pelo companheirismo, pelo excelente ambiente que constroem, pelo apoio e pelas valiosas contribuições.

A Célia Joseli do Nascimento, Diva da Silva Marinho, demais funcionários e à própria Sepin/MCT, pelo apoio e pela cessão da base de dados de sua pesquisa, ponto de partida deste trabalho.

A todos aqueles que, a despeito do assoberbamento quotidiano de seu trabalho, destinaram parte do seu tempo para o preenchimento dos questionários que fizeram parte das pesquisas de campo.

Às empresas e organizações que aceitaram tomar parte nos estudos, disponibilizando suas informações particulares.

Aos membros dos SSQP-SW/PBQP, pelo apoio e auxílio na realização das pesquisas de campo; em especial a André Villas-Boas, pela destacada atenção e ajuda.

Àqueles que se empreharam em me auxiliar na ingrata tarefa de conseguir pessoas dispostas a colaborar no preenchimento dos diversos questionários utilizados nas pesquisas de campo; especialmente a Marcio Pecegueiro do Amaral.

Ao Instituto Maia Vinagre – onde cursei o Jardim de Infância, me alfabetizei e cursei o Primário –, a todas as suas professoras e a sua Diretora, Professora Hedda Maia Vinagre Mocarzel, pela parte mais importante de uma construção: seu alicerce.

A todos os meus antigos professores do Colégio Salesianos Santa Rosa e da Universidade Federal Fluminense, pelo fato tão relevante de serem professores.

A minha irmã e meus cunhados, pelas incontáveis “pequenas” ajudas que tão grande diferença fazem em nossas vidas.

A Elza, por muito e muito e muito...

A três amigos em especial, que, talvez sem mesmo terem consciência disso, viabilizaram a realização deste sonho: Professor Saulo Barbará de Oliveira, Professor Silvio Sergio Strauss Vasques e Professor Reginaldo Figueiredo.

A Álvaro Adolpho Tavares dos Santos, primeiro meu professor, depois meu amigo, e hoje meu irmão, pelas contribuições morais, intelectuais e profissionais que vem dando ao longo de muitos anos.

A meus amigos, que entenderam minha ausência durante esses anos e tanto me incentivaram. E que também me “aturaram” durante esse longo período de poucos humores e amores...

Ao meu país e ao meu povo, a quem humildemente destino este trabalho.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

**QUALIDADE NO SETOR DE SOFTWARE BRASILEIRO:  
UMA AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DAS ORGANIZAÇÕES**

Mauro Oddo Nogueira

Abril/2006

Orientador: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

A utilização dos princípios de Gestão da Qualidade na indústria desenvolvedora de software é, em comparação com a indústria manufatureira, uma prática razoavelmente recente, especialmente no Brasil. Assim, inúmeras dúvidas ainda pairam quanto ao que é realmente praticado pelas organizações desse segmento e, sobretudo, quanto à efetividade dos modelos formais e certificáveis / avaliáveis de Gestão da Qualidade no que tange a Engenharia de Software e a Engenharia da Qualidade.

A presente tese objetivou lançar um olhar sobre esse segmento a partir da perspectiva da Engenharia de Software e da Engenharia da Qualidade. Esse olhar – baseado em uma série de estudos experimentais – possibilitou que se sistematizasse inúmeras informações acerca da indústria de software no Brasil; que se identificasse quais práticas de Engenharia de Software são de fato relevantes para a qualidade; e que se verificasse os impactos da adoção dos diversos modelos de Qualidade (ISO 9001, CMM, CMMI e MPS.BR) nas práticas diárias das organizações que desenvolvem software no país.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

**QUALITY IN THE BRAZILIAN SOFTWARE INDUSTRY:  
AN EVALUATION OF THE ORGANIZATIONS PRACTICES**

Mauro Oddo Nogueira

April/2006

Advisor: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Department: Computing and Systems Engineering

The use of Quality Management in the software developing industry is a reasonably recent practice if compared to the manufacturing industry, this is especially true for the Brazilian market. Therefore, innumerable doubts rise whereas what is really practiced by the organizations of this segment and above all, towards the efficiency of the formal Quality Management models as far as the Software Engineering and the Quality Engineering are concerned.

This dissertation aims at looking into this segment from the Software Engineering and Quality Engineering standpoint. The observations are based upon a series of empirical studies – which enabled the standardization of a great deal of information that refer to the Brazilian Software industry; also, it made it possible to verify the impacts of various Quality models (ISO 9001, CMM, CMMI and MPS.BR) in the daily practices of the organizations that develop software in Brazil.

# ÍNDICE

<b>1. Introdução .....</b>	1
1.1. Motivação .....	1
1.2. O Gerenciamento e a Qualidade .....	1
1.3. Qualidade em Software .....	3
1.4. Objetivos .....	5
1.5. Objeto Básico do Estudo .....	7
1.6. Metodologia .....	9
1.6.1. Análise da Pesquisa Sepin/MCT .....	11
1.6.2. Pesquisa Preliminar: Identificação de Variáveis .....	11
1.6.3. Estudo Inicial: Dados da Sepin .....	12
1.6.4. Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM .....	13
1.6.5. Estudo Final: Organizações CMM, CMMI e MPS.BR .....	14
1.6.6. Ferramental .....	15
<b>2. O Processo de Software .....</b>	16
2.1. Introdução .....	16
2.2. Modelos de Processo e de Sistemas de Gestão da Qualidade para Software .....	18
2.2.1. ISO 9001:2000 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos .....	18
2.2.2. ISO/IEC 15504 - Guidance on use for process improvement and process capability determination .....	22
2.2.3. ISO/IEC 12207 - Processos de ciclo de vida de software .....	25
2.2.4. Capability Maturity Model - CMM .....	28
2.2.5. Capability Maturity Model Integration - CMMI .....	32
2.2.6. Melhoria de Processo do Software Brasileiro - MPS.BR .....	37
2.3. Considerações Finais .....	42
<b>3. Análise da Pesquisa Sepin/MCT .....</b>	43
3.1. Escopo .....	43
3.2. A Pesquisa .....	45
3.2.1. Estruturação .....	45
3.2.2. Evolução .....	46
3.2.3. Limitações .....	48
a) Validade do Constructo .....	49
b) Validade Interna .....	50
c) Validade Externa .....	51
d) Validade de Conclusão .....	52
3.3. A Pesquisa Sepin/MCT 2001 .....	53
3.4. Resultados .....	58

3.4.1.	Cálculo do Erro Amostral .....	58
3.4.2.	Perfil da Indústria .....	59
3.4.3.	A Gestão da Qualidade .....	61
a)	Gestão de Pessoas .....	61
b)	Gestão Empresarial .....	64
c)	Relacionamento com o Cliente .....	65
d)	Qualidade de Software .....	66
3.5.	Considerações Finais .....	70
<b>4.</b>	<b>Pesquisa Preliminar: Identificação de Variáveis</b> .....	72
4.1.	Introdução .....	72
4.2.	Metodologia .....	73
4.3.	Estruturação .....	74
4.3.1.	Objetivos .....	74
4.3.2.	Quadro de Referência .....	75
4.3.3.	Questões e Métricas .....	75
4.3.4.	Instrumentação .....	77
4.3.5.	Seleção de Contexto .....	78
4.3.6.	Seleção de Indivíduos .....	78
4.3.7.	Variáveis .....	79
4.3.8.	Validades .....	79
a)	Validade do Constructo .....	79
b)	Validade Interna .....	80
c)	Validade Externa .....	80
d)	Validade de Conclusão .....	81
4.3.9.	Contribuições Adicionais .....	82
4.4.	Consolidação .....	82
4.4.1.	Perfil da Amostra Inicial .....	82
4.4.2.	Cálculo do Peso Individual .....	84
4.4.3.	Distribuição dos Pesos da Amostra Inicial .....	86
4.4.4.	Ajuste da Amostra .....	87
4.4.5.	Perfil da Amostra Ajustada .....	87
4.4.6.	Cálculo dos Pesos Agrupados .....	89
4.5.	Resultados .....	92
4.5.1.	Consolidação dos Resultados .....	92
4.5.2.	Resultados Finais .....	94
	<i>Práticas ES no Desenvolvimento e Manutenção</i> .....	94
	<i>Documentação</i> .....	95
	<i>Ferramentas</i> .....	95
	<i>Práticas ES na Avaliação da Qualidade do Produto</i> .....	96
4.5.3.	Considerações Finais .....	96
<b>5.</b>	<b>Estudo Inicial: Dados da Sepin</b> .....	98
5.1.	Introdução .....	98
5.2.	Metodologia do Estudo .....	99
5.2.1.	Objetivos .....	99
5.2.2.	Quadro de Referência .....	100
5.2.3.	Questões e Métricas .....	100

---

5.2.4. Instrumentação .....	101
5.2.5. Seleção de Contexto .....	102
5.2.6. Seleção de Indivíduos .....	102
5.2.7. Variáveis .....	102
5.2.8. Metodologia e Ferramental Estatístico .....	103
5.2.9. Validade do Estudo .....	106
a) Validade do Constructo .....	107
b) Validade Interna .....	108
c) Validade Externa .....	108
d) Validade de Conclusão .....	108
5.3. Dados Utilizados .....	108
5.3.1. Variáveis .....	109
a) Variável Independente .....	109
b) Variáveis Dependentes .....	110
5.3.2. Expurgos .....	110
5.4. Variáveis Agregadas .....	111
5.4.1. Consolidação (Redução) das Variáveis .....	111
5.4.2. Análise de Correspondência Múltipla .....	115
a) Consolidação (Redução) das Variáveis .....	115
• Passo 1 .....	115
• Passo 2 .....	117
• Passo 3 .....	118
b) Análise .....	119
5.4.3. Teste de Independência .....	121
5.4.4. Análise de Agrupamento das Variáveis .....	124
5.5. Variáveis Não Agregadas .....	129
5.5.1. Tratamento 1 – Totalidade das Empresas .....	130
5.5.2. Tratamento 2 – Empresas com “Boas Práticas” .....	151
5.6. Conclusões .....	157
<b>6. Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM .....</b>	<b>161</b>
6.1. Introdução .....	161
6.2. Estruturação .....	163
6.2.1. Objetivos .....	163
6.2.2. Quadro de Referência .....	164
6.2.3. Questões e Métricas .....	165
6.2.4. Instrumentação .....	166
6.2.5. Seleção de Contexto .....	168
6.2.6. Seleção de Indivíduos .....	168
6.2.7. Variáveis .....	169
6.2.8. Validade do Estudo .....	169
a) Validade do Constructo .....	169
b) Validade Interna .....	169
c) Validade Externa .....	170
d) Validade de Conclusão .....	170
6.3. Consolidação .....	171
6.3.1. Descrição da Amostra .....	171

---

6.3.2. Consolidação (Redução) das Variáveis .....	172
6.4. Resultados .....	174
6.4.1. Questão 1 .....	174
6.4.2. Questão 2 .....	177
6.4.3. Questão 3 .....	179
6.4.4. Questão 4 .....	181
6.4.5. Outras observações .....	184
6.5. Conclusões .....	185
<b>7. Estudo Final: Organizações CMM, CMMI e MPS.BR .....</b>	<b>189</b>
7.1. Introdução .....	189
7.2. Estruturação .....	190
7.2.1. Objetivos .....	190
7.2.2. Quadro de Referência .....	190
7.2.3. Questões e Métricas .....	191
7.2.4. Instrumentação .....	191
7.2.5. Seleção de Contexto .....	192
7.2.6. Seleção de Indivíduos .....	193
7.2.7. Variáveis .....	193
7.2.8. Validade do Estudo .....	194
7.3. Descrição da Amostra .....	194
7.4. Resultados .....	195
7.4.1. Perfil da Amostra .....	195
7.4.2. Questão 1 .....	206
7.4.3. Questão 2 .....	217
7.5. Conclusão .....	226
<b>8. Conclusões .....</b>	<b>229</b>
8.1. Contribuições .....	229
8.2. Perspectivas Futuras .....	240
Bibliografia .....	242
Apêndice I - Adequação das variáveis da pesquisa Sepin .....	262
Apêndice II - Tabelas de distribuição de centróides das variáveis do Estudo Central.....	267
Apêndice III - Tabelas de distribuição de centróides das variáveis do Segundo Estudo .....	273
Apêndice IV - Questionário da Pesquisa Preliminar .....	280
Apêndice V - Questionário do Segundo Estudo .....	287
Apêndice VI - Tabelas de distribuição de freqüências das variáveis da não-agregadas .....	292
Apêndice VII - Questionário da Pesquisa Final .....	299
Apêndice VIII - Organizações participantes das pesquisas de campo .....	306
Anexo I - Estruturas das Pesquisas Sepin .....	310
Anexo II - Questionário da Pesquisa Sepin/2001 .....	314

## Índice de Quadros e Tabelas

### **Quadros**

Quadro 2.1 - Características da maturidade .....	29
Quadro 2.2 - Áreas-Chave de Processo .....	31
Quadro 2.3 - Níveis de Maturidade do CMMI: Representação Contínua .....	35
Quadro 2.4 - Níveis de Maturidade do CMMI: Representação por Estágios .....	35
Quadro 2.5 - CMMI; Representação por Estágios - Áreas de Processo.....	36
Quadro 2.6 - CMMI: Comparação entre as características das representações .....	37
Quadro 2.7 - MR-MPS.BR: Atributos de Processo .....	40
Quadro 2.8 - MR-MPS.BR: Níveis de maturidade .....	41
Quadro 5.1 - Rótulos de variáveis .....	126
Quadro 6.1 - Organizações avaliadas CMM, CMMI e MPS.BR .....	188
Quadro 7.1 - Distribuição das organizações participantes do Estudo Final .....	194
Quadro 7.2 - Países Compradores de Produtos de Software Brasileiros .....	200
Quadro 7.3 - Métricas de Qualidade e Produtividade - Distribuição de Freqüência .....	222
Quadro A.1 - Pesquisa Sepin/MCT ano 1995: Estrutura .....	310
Quadro A.2 - Pesquisa Sepin/MCT ano 1997: Estrutura .....	311
Quadro A.3 - Pesquisa Sepin/MCT ano 1999: Estrutura .....	312
Quadro A.4 - Pesquisa Sepin/MCT ano 2001: Estrutura .....	313

### **Tabelas**

Tabela 4.1 - Participantes por área de atuação (amostra inicial) .....	83
Tabela 4.2 - Participantes por atuação nas empresas (amostra inicial) .....	83
Tabela 4.3 - Participantes por atuação na universidade (amostra inicial) .....	83
Tabela 4.4 - Participantes por formação acadêmica (amostra inicial) .....	83
Tabela 4.5 - Pontuação indústria .....	85
Tabela 4.6 - Pontuação universidade .....	85
Tabela 4.7 - Pontuação nível de formação .....	85
Tabela 4.8 - Pontuação área de formação .....	85
Tabela 4.9 - Pontuação tempo de atuação .....	85
Tabela 4.10 - Pontuação número de projetos .....	85
Tabela 4.11 - Quartis (amostra inicial) .....	86
Tabela 4.12 - Participantes por área de atuação (amostra ajustada) .....	87
Tabela 4.13 - Participantes por atuação nas empresas (amostra ajustada) .....	88
Tabela 4.14 - Participantes por atuação na universidade (amostra ajustada) .....	88
Tabela 4.15 - Participantes por formação acadêmica (amostra ajustada) .....	88
Tabela 4.16 - Quartis (amostra ajustada) .....	90
Tabela 4.17 - Classes de especialistas .....	91

Tabela 4.18 - Peso por classe .....	92
Tabela 4.19 - Consolidação dos resultados: Práticas de E. S. no processo .....	93
Tabela 4.20 - Consolidação dos resultados: Documentação .....	93
Tabela 4.21 - Consolidação dos resultados: Ferramentas .....	93
Tabela 4.22 - Consolidação dos resultados: Práticas de E. S. em qualidade de produto .....	94
Tabela 5.1 - Conhecimento das normas: Centróides finais dos clusters .....	118
Tabela 5.2 - Conhecimento das normas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	118
Tabela 5.3 - Distribuição de freqüência das empresas em relação às variáveis .....	122
Tabela 5.4 - Tabelas de Contingência .....	123
Tabela 5.5 - Exemplo de pontuação .....	125
Tabela 5.6 - Tabelas de Contingência – Conhecimento das normas .....	132
Tabela 5.7 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Normas .....	132
Tabela 5.8 - Tabelas de Contingência – Formalização processos .....	133
Tabela 5.9 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Formalização processos .....	134
Tabela 5.10 - Tabelas de Contingência – Práticas de Eng. Soft. no desenvolvimento .....	135
Tabela 5.11 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Práticas de Eng. Soft. no desenvolvimento .....	136
Tabela 5.12 - Tabelas de Contingência – Ferramentas .....	137
Tabela 5.13 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Ferramentas .....	137
Tabela 5.14 - Tabelas de Contingência – Documentação .....	139
Tabela 5.15 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Documentação .....	140
Tabela 5.16 - Tabelas de Contingência – Práticas de Eng. Soft. na avaliação de produtos .....	141
Tabela 5.17 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Práticas de Eng. Soft. na avaliação de produtos .....	142
Tabela 5.18 - Tabelas de Contingência – Qualificação pessoal .....	143
Tabela 5.19 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Qualificação pessoal .....	143
Tabela 5.20 - Tabelas de Contingência – Gestão de pessoas .....	145
Tabela 5.21 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Gestão de pessoas .....	145
Tabela 5.22 - Tabelas de Contingência – Relacionamento clientes .....	146
Tabela 5.23 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Relacionamento clientes .....	147
Tabela 5.24 - Tabelas de Contingência – Gestão da qualidade .....	148
Tabela 5.25 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Gestão da qualidade .....	148
Tabela 5.26 - Variáveis relevantes para a Engenharia de Software .....	150
Tabela 6.1 - Distribuição de Freqüência da empresas em relação às variáveis da Engenharia de Software .....	175
Tabela 6.2 - Tabelas de Contingência – Engenharia de Software .....	176
Tabela 6.3 - Distribuição de Freqüência da empresas em relação às variáveis da Engenharia da Qualidade .....	177
Tabela 6.4 - Tabelas de Contingência – Engenharia da Qualidade .....	178
Tabela 6.5 - Distribuição de Freqüência das motivações para a implantação de Sistema de Gestão da Qualidade .....	180

Tabela 6.6 - Distribuição de Freqüência dos impactos da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade .....	182
Tabela 7.1 - Tipo de Atuação no Mercado .....	198
Tabela 7.2 - Atuação no Mercado Externo .....	199
Tabela 7.3 – Tipo de Atividade de Software Realizada .....	201
Tabela 7.4 - Distribuição Segundo o Porte .....	203
Tabela 7.5 - Formalização e Implementação de Processos – Organizações CMM .....	207
Tabela 7.6 - Formalização e Implementação de Processos – Organizações CMMI .....	208
Tabela 7.7 - Formalização e Implementação de Processos – Organizações MPS.BR .....	209
Tabela 7.8 - Práticas Utilizadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção de Software .....	211
Tabela 7.9 - Itens de Documentação Adotados .....	213
Tabela 7.10 - Práticas Utilizadas na Avaliação da Qualidade de Produto de Software .....	215
Tabela 7.11 - Qualificação do Pessoal .....	218
Tabela 7.12 - Facilidades Oferecidas para Atualização da Força de Trabalho .....	220
Tabela 7.13 - Uso de Métricas .....	221
Tabela 7.14 - Práticas de Gestão da Qualidade .....	224
Tabela 7.15 - Forma de Participação dos Empregados na Solução de Problemas .....	225
Tabela 7.16 - “Grupos Internos” Voltados para a Qualidade .....	225
Tabela AII.1 - Conhecimento das normas: Centróides finais dos clusters .....	267
Tabela AII.2 - Conhecimento das normas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	267
Tabela AII.3 - Formalização de processos: Centróides finais dos clusters .....	268
Tabela AII.4 - Formalização de processos: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	268
Tabela AII.5 - Práticas E. S. em desenvolvimento e manutenção: Centróides finais dos clusters .....	268
Tabela AII.6 - Práticas E. S. em desenvolvimento e manutenção: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	268
Tabela AII.7 - Ferramentas utilizadas: Centróides finais dos clusters .....	269
Tabela AII.8 - Ferramentas utilizadas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	269
Tabela AII.9 - Documentação adotada: Centróides finais dos clusters .....	269
Tabela AII.10 - Documentação adotada: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	269
Tabela AII.11 - Práticas E. S. na avaliação da qualidade: Centróides finais dos clusters .....	270
Tabela AII.12 - Práticas E. S. na avaliação da qualidade: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	270
Tabela AII.13 - Qualificação de pessoal: Centróides finais dos clusters .....	270
Tabela AII.14 - Qualificação de pessoal: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	270
Tabela AII.15 - Gestão de pessoas: Centróides finais dos clusters .....	271

Tabela AII.16 - Gestão de pessoas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	271
Tabela AII.17 - Relacionamento com o cliente: Centróides finais dos clusters .....	271
Tabela AII.18 - Relacionamento com o cliente: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	271
Tabela AII.19 - Gestão da qualidade: Centróides finais dos clusters .....	272
Tabela AII.20 - Gestão da qualidade: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	272
Tabela AIII.1 - Conhecimento das normas: Centróides finais dos clusters .....	273
Tabela AIII.2 - Conhecimento das normas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	273
Tabela AIII.3 - Formalização de processos: Centróides finais dos clusters .....	274
Tabela AIII.4 - Formalização de processos: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	274
Tabela AIII.5 - Práticas E. S. em desenvolvimento e manutenção: Centróides finais dos clusters .....	274
Tabela AIII.6 - Práticas E. S. em desenvolvimento e manutenção: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	274
Tabela AIII.7 - Ferramentas utilizadas: Centróides finais dos clusters .....	275
Tabela AIII.8 - Ferramentas utilizadas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	275
Tabela AIII.9 - Documentação adotada: Centróides finais dos clusters .....	275
Tabela AIII.10 - Documentação adotada: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	275
Tabela AIII.11 - Práticas E. S. na avaliação da qualidade: Centróides finais dos clusters .....	276
Tabela AIII.12 - Práticas E. S. na avaliação da qualidade: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	276
Tabela AIII.13 - Qualificação de pessoal: Centróides finais dos clusters .....	276
Tabela AIII.14 - Qualificação de pessoal: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	276
Tabela AIII.15 - Gestão de pessoas: Centróides finais dos clusters .....	277
Tabela AIII.16 - Gestão de pessoas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	277
Tabela AIII.17 - Relacionamento com o cliente: Centróides finais dos clusters .....	277
Tabela AIII.18 - Relacionamento com o cliente: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	277
Tabela AIII.19 - Gestão da qualidade: Centróides finais dos clusters .....	278
Tabela AIII.20 - Gestão da qualidade: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	278
Tabela AIII.21 - Motivações mercadológicas: Centróides finais dos clusters .....	278
Tabela AIII.22 - Motivações mercadológicas: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	278
Tabela AIII.23 - Motivação gestão: Centróides finais dos clusters .....	279
Tabela AIII.24 - Motivação gestão: Conversão de variáveis e Nº de casos por cluster .....	279
Tabela VI.1 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Normas .....	292

Tabela VI.2 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Formalização processos .....	293
Tabela VI.3 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Práticas de Engenharia de Software no desenvolvimento .....	294
Tabela VI.4 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Ferramentas .....	294
Tabela VI.5 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Documentação .....	295
Tabela VI.6 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Práticas de Engenharia de Software na avaliação de produtos .....	296
Tabela VI.7 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Qualificação do pessoal .....	296
Tabela VI.8 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Gestão de pessoas .....	297
Tabela VI.9 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Relacionamento clientes .....	297
Tabela VI.10 - Tabela de Distribuição de Freqüência – Gestão da qualidade .....	298

## Índice de Figuras e Gráficos

Figura 2.1 - Representação do modelo CMM .....	29
Figura 2.2 - Estrutura do modelo CMMI – Representação por Estágios .....	34
Figura 2.3 - Estrutura do modelo CMMI – Representação Contínua .....	34
Figura 2.4 - Estrutura do Projeto MPS.BR .....	39
Figura 2.5 - Estrutura do modelo MPS.BR .....	39
Gráfico 4.1 - Distribuição de freqüência dos pesos (amostra inicial) .....	86
Gráfico 4.2 - Distribuição de freqüência dos pesos (amostra ajustada) .....	88
Gráfico 4.3 - Distribuição de freqüência das classes de pesos .....	91
Gráfico 5.1 - Dispersão: “Análise de Correspondência Múltipla”: Amostra inicial .....	119
Gráfico 5.2 - Dispersão: “Análise de Correspondência Múltipla”: Amostra reduzida - 1 .....	120
Gráfico 5.3 - Dispersão: “Análise de Correspondência Múltipla”: Amostra reduzida - 2 .....	120
Gráfico 5.4 - Dendograma – Todas as organizações .....	126
Gráfico 5.5 - Dendograma – Organizações certificadas .....	128
Gráfico 5.6 - Dendograma – Organizações não-certificadas .....	128
Gráfico 7.1 - Organizações CMM Certificadas ISO 9001 .....	196
Gráfico 7.2 - Organizações CMMI Certificadas ISO 9001 .....	196
Gráfico 7.3 - Organizações MPS.BR Certificadas ISO 9001 .....	196
Gráfico 7.4 - Total de Organizações Certificadas ISO 9001 .....	196
Gráfico 7.5 - Organizações CMM – Tipo de Atuação no Mercado .....	199
Gráfico 7.6 - Organizações CMMI – Tipo de Atuação no Mercado .....	199
Gráfico 7.7 - Organizações MPS.BR – Tipo de Atuação no Mercado .....	199
Gráfico 7.8 - Porte das Organizações CMM Nível 2 .....	203
Gráfico 7.9 - Porte das Organizações CMM Nível 3 .....	203
Gráfico 7.10 - Porte das Organizações CMM - Total .....	203
Gráfico 7.11 - Porte das Organizações CMMI Nível 2 .....	204
Gráfico 7.12 - Porte das Organizações CMMI Nível 3 .....	204
Gráfico 7.13 - Porte das Organizações CMMI Nível 5 .....	204
Gráfico 7.14 - Porte das Organizações CMMI - Total .....	204
Gráfico 7.15 - Porte das Organizações MPS.BR Nível G .....	204
Gráfico 7.16 - Porte das Organizações MPS.BR Nível E .....	204
Gráfico 7.17 - Porte das Organizações MPS.BR Nível F .....	204
Gráfico 7.18 - Porte das Organizações MPS.BR - Total .....	204

*“Um está sempre no escuro, só no último derradeiro é que clareiam a sala. Digo: o real não está na saída nem na chegada: ele se dispõe para a gente é no meio da travessia. [...] Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende.”*

João Guimarães Rosa (in Grande Sertão: Veredas)

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 MOTIVAÇÃO

Gerenciar o processo de desenvolvimento de software, de modo que se assegure a consecução dos objetivos gerenciais de eficiência e eficácia (cuja associação é comumente denominada como proficiência ou efetividade), é uma tarefa cuja relevância – e urgência – se apresenta cada dia de forma mais evidente. Essa realidade adquire maior destaque se observarmos a importância e o papel de destaque que a indústria do software vem assumindo no âmbito da economia mundial e, por que não dizer, seu papel de viabilizador da infra-estrutura capaz de produzir, de distribuir e de prover os recursos necessários à subsistência de uma população que já ultrapassa os 6 bilhões de indivíduos em todo o globo.

Porém, quanto mais se observa, se estuda e se desenvolve uma visão abrangente de tal tarefa, se identifica um grau de complexidade que lhe é imanente, e que interpõe seguidos obstáculos à formulação dos meios que a viabilizem. Na busca da superação destes, tanto a indústria, quanto a comunidade acadêmica vêm envidando contínuos e intensos esforços no sentido de desenvolver um instrumental que permita a redução da subjetividade de seus conceitos, do empirismo em sua condução e da imprevisibilidade de seus resultados, suas principais causas. Pretende-se, com o presente trabalho, oferecer algumas contribuições que possam auxiliar na construção deste instrumental.

## 1.2 O GERENCIAMENTO E A QUALIDADE

Do ponto de vista do gerenciamento, os objetivos gerenciais básicos – eficiência e eficácia – apresentam-se intrinsecamente relacionados à Gestão da Qualidade. Essa assertiva pode ser verificada a partir da definição desses termos. MAXIMIANO (1995) define o termo eficiência como sendo a “relação entre os resultados que se conseguem

alcançar e os recursos que se empregaram”; e conceitua eficácia como sendo a “comparação entre o que se pretendia fazer e o que efetivamente se conseguiu”.

Já o conceito de Qualidade é objeto de um número indeterminado de distintas definições; variando cada uma delas em função da abordagem dada pelo autor ao tema ou ao enfoque contextual adotado. Isso pode ser verificado através da simples observação da proliferação de “escolas” ou “linhas” distintas na Gestão da Qualidade. Todavia, esta variedade de “escolas” pode ser agrupada em duas vertentes básicas. Esta sistematização foi realizada por JURAN (1998) que apresenta, então, duas definições que o autor aponta como sendo de vital importância para o gerenciamento da qualidade:

1. “Qualidade” significa o conjunto de características dos produtos que vão ao encontro das necessidades do consumidor e, deste modo, proporcionam sua satisfação.
2. “Qualidade” significa ausência de deficiências – ausência de erros que requerem retrabalho e que resultam em falhas.

Podemos observar que a diferenciação entre as definições se baseia no aspecto relativo ao entendimento de qual objeto é determinante dos atributos da Qualidade.

A primeira delas considera a qualidade um atributo intrínseco ao produto. Na verdade, essa definição se coaduna com aquela estabelecida pela norma NBR ISO 9000:2000 (ABNT, 2000a), que define Qualidade como o “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”; definindo o termo Requisito como a “necessidade ou expectativa que é expressa, geralmente, de forma implícita ou obrigatória”. Desse modo, sua obtenção consiste, em última análise, em assegurar-se a conformidade do produto às especificações que traduzem as características esperadas pelo consumidor. Correlacionando-se esta idéia aos conceitos apresentados para eficiência e eficácia, consta-se que Qualidade, sob este prisma, é decorrência da eficácia do processo produtivo. A segunda definição, por sua vez, relaciona Qualidade ao desempenho do processo produtivo, entendendo-a como a situação em que este se encontra livre dos agentes responsáveis pelo retrabalho. Podemos, então, verificar que esse conceito relaciona Qualidade à eficiência do processo.

Essas duas vertentes em que se desenvolve todo o arcabouço técnico e conceitual da Qualidade, acabaram por se consubstanciar em uma compreensão mais sistemática, formulada por FEIGENBAUN (1991) em sua clássica obra *Total Quality Control*. Portanto, podemos entender Qualidade como um conjunto de propriedades

relacionadas simultaneamente ao produto e ao processo, decorrente tanto da eficácia, quanto da eficiência deste. Todavia, quando nos referimos aos processos de software, dadas as suas especificidades, gerenciar com eficiência e eficácia se mostra uma tarefa eivada de subjetividades.

### **1.3 QUALIDADE EM SOFTWARE**

Muito se tem discutido acerca das diversas questões relacionadas à qualidade de software. Na verdade, o desenvolvimento e a incorporação dos princípios da qualidade nas atividades de projeto e desenvolvimento de software seguem um ciclo evolutivo análogo àquele verificado ao longo da história da indústria manufatureira. De uma preocupação inicial centrada na verificação da conformidade do produto em relação às suas especificações, as atenções foram deslocando-se gradativamente em direção a ações *ad hoc* visando um incremento em suas características de qualidade; daí, o foco redirecionou-se para a busca da qualidade no processo produtivo e, finalmente, para o entendimento da qualidade como um fenômeno sistêmico, que extrapola o produto em si e perpassa todo o espectro da organização. Todavia, na indústria de software, esse ciclo se apresenta temporalmente defasado em relação à manufatura. Uma descrição bastante ilustrativa de como este fenômeno se desenrolou tanto na indústria manufatureira tradicional, quanto na de software, é feita por Lawrence Bernstein e C. M. Yuhas em JURAN (1998).

As razões que determinaram essa dinâmica ultrapassam o escopo do presente trabalho. Todavia, salientamos que elas têm sido merecedoras dos mais diversos estudos. Dentre estes, destacamos uma análise apresentada por PRESSMAN (2000), que sugere que aspectos decorrentes da relação entre o ciclo evolutivo do hardware *vis-à-vis* o do software, aliados a diversas questões decorrentes de peculiaridades “culturais” inerentes ao setor de software, sejam as causas mais relevantes da ocorrência desse fenômeno. Acreditamos que essa análise se traduza em uma avaliação bastante consistente do problema.

Nesse contexto, até há poucos anos, o foco principal do debate em relação à qualidade de software centrava-se nos aspectos determinantes da qualidade dos produtos de software e de seus diversos componentes. Somente em anos mais recentes, o

arcabouço de princípios e técnicas decorrentes da concepção de “Sistemas da Qualidade” – que já há algum tempo vem sendo adotada pelos mais diversos segmentos da indústria – passou a ser também considerado na busca pela qualidade no software.

Nos dias de hoje, é senso comum em quaisquer contextos que se relacionem à qualidade que – seja qual for o ramo da atividade econômica que estiver sendo considerada, e a indústria de software não se constitui uma exceção – a forma mais eficaz e eficiente para se assegurar a obtenção dos níveis desejados de qualidade em um determinado produto é concentrar-se as atenções não somente na qualidade intrínseca ao próprio produto, em seus atributos e em suas partes componentes ao longo de todo o seu processo produtivo, mas também, e principalmente, em garantir-se *a priori* a efetiva qualidade do próprio processo produtivo. Mais ainda, é consenso que isso somente é possível de ser obtido por intermédio de uma estrutura de gestão que proveja a qualidade em todos os elementos que compõem e apóiam tal processo, bem como em todos os aspectos de seu inter-relacionamento.

A partir dessa visão, os processos relacionados ao desenvolvimento de software e os sistemas de gestão organizacional das empresas que os desenvolvem passaram a ser alvo da preocupação tanto da indústria, quanto dos meios acadêmicos. Um grande número de modelos, normas e padrões vêm sendo sucessivamente desenvolvidos com o intuito de proporcionar as condições necessárias à melhoria contínua dos processos de software e, dessa maneira, permitir o estabelecimento de sistemáticas que dêem apoio à melhoria contínua dos produtos gerados. Dentre os diversos esforços, destacam-se no cenário mundial o Capability Maturity Model (SEI/CMM) do Software Engineering Institute da Carnegie Mellon University e o modelo Capability Maturity Model Integration (CMMI), dessa mesma instituição e que substituiu aquele; a Norma ISO/IEC 12207:1995 – *Software life cycle processes* (ISO, 1995) e suas duas recentes emendas (ISO/IEC 12207:1995/Amd 1:2002 e ISO/IEC 12207:1995/Amd 2:2004); a Norma ISO 90003:2004 – *Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software* (ISO, 2004a); as recentes versões das normas Série 9000, NBR ISO 9000:2000 – *Sistemas de gestão da qualidade: Fundamentos e vocabulário* (ABNT, 2000a) e NBR ISO 9001:2000 – *Sistemas de gestão da qualidade: Requisitos* (ABNT, 2000b) e o SPICE (*Software Process Improvement and Capability dEtermination*), transformado na norma ISO/IEC 15504-4:2004 – *Information Technology – Software process assessment – Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability*

*determination* (ISO, 1998a). Mais recentemente o Brasil desenvolveu o modelo de referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro – MPS.BR (SOFTEX, 2005).

Todavia, cabe ressaltar que essas normas e modelos são – e não poderiam deixar de sê-lo, sob pena de transformarem-se em verdadeiros grilhões – definidos em termos genéricos, não impondo uma forma de implementação. Neles, de uma forma geral, são estabelecidos – ou recomendados – conjuntos de práticas e procedimentos, tanto organizacionais quanto relativos aos processos em si, que são considerados como necessários para a concretização de uma sistemática efetiva que assegure a qualidade nos processos. Têm como característica comum o fato de basearem-se no conceito de “Sistema da Qualidade”; o que os coloca em sintonia com o estado-da-arte no âmbito dos conhecimentos relacionados à qualidade.

Assim sendo, esses padrões normativos, do mesmo modo que os demais padrões normativos aplicáveis à indústria manufatureira, não estabelecem o modo concreto através do qual tais práticas e procedimentos devam vir a ser implementados. Se, por um lado, essa estratégia assegura sua aplicabilidade – ao menos em tese – em qualquer que seja a empresa desenvolvedora de software, independentemente de seu porte, segmento de negócio, tecnologia adotada, domínio de aplicação, ambiente de mercado, ou de quaisquer outros fatores determinantes das características organizacionais; por outro, flexibiliza sobremaneira as formas com que tais padrões podem vir a ser implementados, o que pode vir a comprometer os resultados dessa implementação.

## 1.4 OBJETIVOS

Tendo como ponto de partida a conjuntura ora descrita, o objetivo precípua do presente trabalho consiste em

*“Aprofundar o conhecimento acerca da indústria de software no Brasil, avaliando, particularmente, os impactos da adoção dos diversos modelos formais, padrões e técnicas propugnados pela Engenharia da Qualidade e pela Engenharia de Software nessa indústria no que tange às práticas de Gestão da Qualidade e Engenharia de Software”.*

Nesse sentido, e conforme se encontra mais detalhado no Capítulo 2 do presente trabalho, os processos de software foram classificados como “processos especiais”; e, se nos recordarmos das necessidades de flexibilização e abrangência inerentes aos modelos e padrões normativos citados, podemos inferir que tais características nos impedem de assumir de modo peremptório que dispomos de suficientes evidências objetivas de que a adoção formal desses modelos de qualidade em desenvolvimento de software se traduza em uma efetiva adoção das práticas recomendadas pela Engenharia de Software para o desenvolvimento de um produto de software com os patamares de qualidade desejados em uma indústria que se pretende moderna, competitiva e que atua como um dos pilares da economia em escala global. Em outras palavras, dada a flexibilidade com que os modelos podem ser implementados em um contexto tão subjetivo quanto o do software, a formalização de sua implementação – através de uma certificação, por exemplo – assegura que o mesmo encontra-se, de fato, implementado; contudo, não assegura que seus resultados sejam aqueles que se esperava obter a partir de sua implementação.

Da mesma forma, tampouco nos é possível afirmar de modo categórico que, mesmo que tais práticas sejam de fato implementadas e utilizadas de forma consistente e adequada nos processos de desenvolvimento de software e/ou nos processos organizacionais das empresas desenvolvedoras de software, os resultados da implementação dessas práticas se traduzam em um incremento real e perceptível na qualidade dos produtos gerados.

Tendo em vista essas suposições, é possível então formular a seguinte hipótese de trabalho:

*“A utilização de Sistemas de Gestão da Qualidade em processos de desenvolvimento de software implica na adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia de Software e pela Engenharia da Qualidade.”*

Assim sendo, o presente trabalho se desenvolve no sentido de buscar evidências que possibilitem a comprovação ou a negação da hipótese apresentada, no âmbito da indústria desenvolvedora de software no Brasil, permitindo, dessa maneira, que se configure uma visão mais sólida e abrangente acerca de sua realidade. Para esse fim, o instrumental utilizado no trabalho consiste em um conjunto de métodos de pesquisa estatística que fizeram uso, como fonte primária de dados, de uma pesquisa de opinião (*survey*) que é conduzida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT junto à

indústria desenvolvedora de software no Brasil. Como resultado, foi possível obter-se indicações do real impacto da adoção dos preceitos estabelecidos pelos diversos padrões e técnicas de qualidade de processo de software na condução e no desenvolvimento da indústria de software no Brasil.

## 1.5 OBJETO BÁSICO DO ESTUDO

A Qualidade na indústria do software no Brasil<sup>1</sup> tem sido objeto de um estudo continuado que fornece uma análise que tem sido capaz de descrevê-la de um modo bastante consistente, quer seja pela forma e pelo conteúdo dessa descrição, quer seja pela regularidade – e pela consequente série histórica produzida (1993, 1995, 1997, 1999 e 2001) – com que vem sendo realizado. Tais características atribuem a esse trabalho uma posição de elevada relevância para todos aqueles que, quaisquer que sejam as suas motivações, desejam conhecimentos e informações acerca do setor.

Esse estudo, que, como apontado acima, vem sendo realizado desde 1993, é conduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, através da Secretaria de Política de Informática– Sepin. Tem por objetivo apresentar uma descrição do setor (considerando o conjunto de empresas que desenvolvem software de todos os tipos no Brasil) no que se refere aos diversos aspectos relacionados à Gestão da Qualidade e, especificamente, à Qualidade em Software. O trabalho intitula-se “*Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro*” (MCT/SEPIN, 1995, 1997b, 2000 e 2002). O estudo se constitui de uma pesquisa de opinião, efetuada através de dados coletados a partir de um questionário, cujo preenchimento é voluntário, e que é distribuído para inúmeras empresas atuantes no setor de desenvolvimento de software através de diversas entidades representativas dessa indústria. Os dados obtidos através desse questionário são, então, tratados e tabulados e seus resultados divulgados através da publicação supra citada.

Ao longo desses anos, o questionário vem sendo continuamente revisto, de modo a proporcionar uma contínua evolução e aprimoramento em seu conteúdo e na qualidade

---

<sup>1</sup> N.A. - A expressão “*indústria do software no Brasil*” foi utilizada em detrimento da expressão “*indústria brasileira de software*” em virtude do universo estudado se constituir das empresas que desenvolvem software no território nacional, independentemente do país de origem de seu Capital Social.

das informações que dele são obtidas. A tarefa de avaliação e atualização do questionário é tradicionalmente realizada de modo participativo e colaborativo no fórum composto pelos diversos representantes das entidades que tomam parte do Subcomitê Setorial da Qualidade e Produtividade em Software do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – SSQP/SW-PBQP. Assim, se busca que o mesmo incorpore sempre as perspectivas dos mais variados agentes que compõem a indústria do software.

Cabe aqui ressaltar que, a despeito da completude e do rigor metodológico que sempre caracterizam o trabalho, seus objetivos se concentram no delineamento de um perfil que evidencie o estágio de desenvolvimento das práticas de Gestão da Qualidade no setor de desenvolvimento de software no Brasil. Trata-se, portanto, do esboço de um “retrato” da Gestão da Qualidade no setor que, por intermédio de uma análise quantitativa, busca demonstrar o grau em que as mais diversas práticas, ferramentas e conceitos inerentes tanto à Gestão da Qualidade, quanto aqueles propugnados pela Engenharia de Software, são utilizados pelas empresas desenvolvedoras de software. Para tanto, a tabulação e a análise dos dados obtidos a partir dos questionários fazem uso, primordialmente, dos métodos e ferramentas da chamada Estatística Descritiva. Tais métodos permitem que se observe e avalie, a partir de uma amostra dada, como o conjunto observado se comporta e se distribui em relação às variáveis consideradas, e, tendo em vista a significância estatística da amostra obtida, se façam inferências acerca do universo observado. Todavia, esse instrumental não possibilita que se observe de que maneira as diversas variáveis retratadas se correlacionam.

É de se notar que, a despeito da completude do trabalho em relação àquilo a que se propõe e da plena consecução de seus objetivos, alguns aspectos relacionados podem ser desdobrados a partir dos dados obtidos na pesquisa. A relevância das informações que daí podem advir torna tais dados merecedores de uma investigação mais aprofundada. O trabalho aqui proposto visa, portanto, complementar o estudo elaborado pela Sepin/MCT, considerando não somente a distribuição de suas variáveis, mas também as correlações existentes entre elas. Além disso, o trabalho é complementado por uma análise qualitativa e de evolução temporal das informações prestadas pela indústria acerca de suas práticas. Dessa maneira, foi possível proporcionar um entendimento mais abrangente da realidade do setor no Brasil, além de informações acerca das próprias implicações decorrentes da aplicação dos princípios de Gestão da Qualidade e de Engenharia de Software na indústria de software.

Tomando como base os dados mais recentes disponíveis, obtidos nos questionários respondidos para a pesquisa relativa aos anos de 2001/2002, o presente trabalho efetua uma análise que se baseia em métodos de inferência estatística direcionados ao estabelecimento de correlações entre variáveis, proporções populacionais e análise de correlação entre múltiplas variáveis (análise multi-variáveis). Desse modo, é possível que se verifique a veracidade da hipótese inicial estabelecida e se alcance o objetivo inicialmente traçado; ou seja, os resultados desse tipo de análise permitiram inferir se as práticas e métodos de Engenharia de Software, bem como a adoção dos diversos padrões estabelecidos para a qualidade em processo de software e para a Gestão da Qualidade, são efetivamente utilizados e quais os impactos de sua utilização nas práticas gerenciais e nas práticas diárias da indústria de software que atua em território nacional. A análise qualitativa e de evolução temporal foram feitas com base nas informações constantes das publicações anteriores e na comparação de sua estruturação e organização.

## **1.6 METODOLOGIA**

A Engenharia de Software, como objeto de investigação científica, vem sofrendo, em anos recentes, uma profunda reavaliação metodológica. A comunidade acadêmica vem sistematicamente rediscutindo os diversos modos com que tradicionalmente é produzido o conhecimento nessa área, considerando não somente os aspectos que se referem diretamente às diversas metodologias de pesquisa utilizadas, mas também aqueles relacionados ao próprio escopo das investigações (TICHY, 1998). O que se verifica é que, à medida que a Engenharia de Software amadurece e se desenvolve, a comunidade científica vem ampliando o debate no sentido de estabelecer de forma mais precisa os princípios epistemológicos que conduzam à sua definitiva afirmação como um ramo da Ciência (PFLEEGER, 1999). Nesse contexto, destaque especial vem merecendo o desenvolvimento de estudos experimentais aplicados à Engenharia de Software.

Por outro lado, esse conjunto de constatações tem conduzido a diversas revisões das abordagens e metodologias utilizadas e, algumas vezes, da própria validade dos

trabalhos até hoje publicados. Essas análises críticas vêm se tornando mais freqüentes (ZELKOWITZ et al., 1998), (ZENDLER, 2001) e (KITHCHENHAM et al., 2002).

Anteriormente, PFLEEGER (1997) já chamava a atenção para fatores que podem induzir a erros em pesquisas e apontava diversos cuidados a serem tomados, principalmente no que se referia aos aspectos metodológicos. Nesse sentido, as metodologias empregadas em pesquisas estão sendo continuamente reavaliadas. ZELKOWITZ et al. (1998) elaboraram um estudo em que apresentam uma proposta de taxionomia para as metodologias de pesquisa e validação de modelos utilizadas em Engenharia de Software. Nesse trabalho, os autores sugerem um universo composto por 12 categorias distintas e analisam a aplicabilidade e confiabilidade dos resultados fornecidos pelas pesquisas realizadas segundo cada uma delas. A relevância dessa proposta de taxionomia reside na formulação de uma sistematização das metodologias utilizadas, visando assegurar a consistência nos resultados das pesquisas. Em trabalho mais recente, WOHLIN et al. (2000) apresentam e discutem uma outra taxionomia – mais genérica – para as diversas metodologias de pesquisas experimentais adotadas na investigação em Engenharia de Software. Os autores, em sua classificação, estabelecem três estratégias básicas comumente adotadas para as pesquisas baseadas em métodos experimentais:

- a) Pesquisas de Opinião (Surveys): caracterizada pela investigação em dados relativos a eventos já ocorridos (conduzida retrospectivamente), obtidos através de questionários ou entrevistas;
- b) Estudos de Casos: conduzidos através da coleta de dados em um projeto ou atividade específico, que tem lugar na prática quotidiana de uma organização;
- c) Estudos Experimentais: que são realizados geralmente em ambientes de laboratórios, onde as variáveis envolvidas podem ser controladas.

O desenvolvimento do presente trabalho foi subdividido em cinco etapas que, dadas as suas características e objetivos e tendo como referência a taxionomia acima apresentada, caracterizam-se como estudos experimentais da categoria “Pesquisas de Opinião”. Cabe que ressalvar que, conforme detalhado adiante nesta seção, as duas últimas etapas não faziam parte do escopo original desta Tese; contudo, mudanças importantes no contexto da indústria de software no Brasil tornaram-nas necessárias para que o trabalho pudesse alcançar os objetivos propostos e que seus resultados

refletissem a conjuntura atual. Assim, observamos que os três últimos estudos, cuja realização se deu em momentos distintos da indústria de software, acompanharam a evolução dos modelos aqui tratados e o encadeamento de suas conclusões principais é bastante relevante em relação às perspectivas da indústria de software no Brasil.

### **1.6.1 Análise da Pesquisa Sepin/MCT**

Inicialmente, tendo como referência a série de publicações bienais realizadas pela Sepin/MCT, é feita uma análise da evolução da estruturação da pesquisa, considerando as modificações que foram implementadas em cada uma das edições. O passo seguinte consistiu em uma análise dos resultados apresentados na pesquisa mais recente (SEPIN, 2002), associada a uma observação dos resultados apresentados nas pesquisas anteriores, de modo a verificar – onde a comparação dos dados foi possível, tendo em vista as modificações pelas quais a pesquisa passou – sua evolução temporal. Nesse estudo, o que se buscou foi analisar os resultados apresentados pela pesquisa do ponto de vista de seu significado para a indústria de software no Brasil.

### **1.6.2 Pesquisa Preliminar: Identificação de Variáveis**

A pesquisa Sepin/MCT incorpora uma quantidade consideravelmente grande e diversificada de dados; alguns deles de pouca relevância para o estudo que se pretendeu realizar. Esse quadro determinou a necessidade da realização de estudos preliminares.

Essa etapa do trabalho, subdividida em duas fases, teve por objetivo identificar, dentre a vasta gama de variáveis que fazem parte do questionário da Sepin/MCT, aquelas que poderiam ser consideradas como relevantes para a Gestão da Qualidade e para a Engenharia de Software. Buscou-se identificar as variáveis que seriam consideradas como de interesse para o desdobramento dos estudos que se seguem.

Na primeira fase dessa etapa, foi realizado uma pesquisa de opinião (survey) junto a especialistas em Engenharia e Qualidade em Software com o objetivo de complementar tais informações, através do qual se procurou identificar, dentre o conjunto de dados constantes da pesquisa Sepin/MCT, quais as práticas de Engenharia de Software para desenvolvimento e manutenção; qual a documentação; quais as ferramentas e quais as práticas Engenharia de Software para avaliação da qualidade do produto que são efetivamente capazes de influenciar positivamente a qualidade do

processo e/ou do produto de software. Para tanto, um conjunto relevante de especialistas – uma amostra de 166 indivíduos – foi submetido a um questionário, no qual indicaram sua opinião acerca de quais dessas técnicas e ferramentas consideravam relevantes para a qualidade do produto e do processo de software. Esse estudo foi realizado durante o 2º semestre de 2002 e seus resultados estão publicados em (NOGUEIRA, 2003). Os resultados desse estudo encontram-se descritos no “Capítulo 4 – Pesquisa Preliminar: Identificação de Variáveis” do presente trabalho.

### **1.6.3 Estudo Inicial: Dados da Sepin**

A terceira etapa do trabalho se concentrou na verificação da hipótese inicialmente formulada – objetivo central desta Tese – caracterizando-se, portanto, como um Estudo Confirmatório (KITHCHENHAM *et al.*, 2002), a saber:

*“A utilização de Sistemas de Gestão da Qualidade em processos de desenvolvimento de software não implica obrigatoriamente na adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia de Software e pela Engenharia da Qualidade.”*

Com essa finalidade, buscou-se analisar o comportamento da indústria de software no Brasil, a partir de um conjunto de práticas e técnicas que já são rotineiramente adotadas pelas empresas que fazem parte dessa indústria. Em outras palavras, deseja-se investigar eventos “já ocorridos” no âmbito dessa indústria. Assim, em conformidade com os pressupostos metodológicos de uma “pesquisa de opinião”, o presente trabalho utilizou como fonte de dados a base construída pela Sepin/MCT a partir do questionário de sua pesquisa, concentrando o estudo nas variáveis identificadas como “variáveis de interesse”, na etapa anterior do trabalho. Utilizando uma análise baseada em métodos de inferência estatística de correlação entre variáveis, seu objetivo foi desenvolver – ou obter – um nível de conhecimento acerca do objeto de estudo maior do que aquele obtido através do uso das ferramentas de “Estatística Descritiva”. A abordagem Descritiva é aquela apresentada no trabalho realizado pela Sepin (SEPIN, 2002) e complementada pela avaliação qualitativa desenvolvida no presente trabalho. No Estudo Inicial, algumas hipóteses são verificadas a partir de testes estatísticos de comparação e correlação entre variáveis.

Essa etapa, tendo em vista a quantidade de variáveis consideradas, foi desenvolvida a partir de duas vertentes. Depois de submetida a um processo de ajuste, de modo a adequar as variáveis existentes às necessidades metodológicas desta pesquisa, a base de dados da Sepin/MCT apresentou-se composta por um total de 106 variáveis. Tal quantidade é excessiva para os tratamentos estatísticos propostos. Assim sendo, essas variáveis foram agrupadas a partir de sua similaridade temática em um conjunto de 10 novas variáveis. Essas novas variáveis foram então submetidas a tratamentos estatísticos que permitiram avaliar a existência de correlações entre elas.

A outra vertente deste estudo se concentrou na análise das correlações existentes entre as variáveis iniciais que compõem cada um dos 10 agrupamentos de variáveis considerados anteriormente. Desse modo, foi possível observar como as variáveis que apresentam um relacionamento do ponto de vista temático se correlacionam entre si.

#### **1.6.4 Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM**

Essa etapa do trabalho, realizada entre novembro de 2004 e março de 2005, caracteriza-se como uma complementação ao estudo realizado. Dois aspectos motivaram sua realização. O primeiro deles deriva-se do fato de que, quando da realização da Pesquisa Sepin/MCT, as Normas NBR ISO Série 9000 em vigor eram aquelas da versão 1994. Atualmente vigora a versão 2000 dessas normas, versão esta que incorpora profundas alterações em seus requisitos, particularmente no que se refere à utilização do conceito de “processos” como referência. Além disso, àquela época, a quantidade de organizações avaliadas segundo o Modelo CMM era extremamente pequena, com apenas quatro empresas fazendo parte da base de dados utilizada. Na época da realização deste estudo, existiam no Brasil cerca de 25 empresas avaliadas CMM (ISD Brasil, 2004).

Esses dois fatores levam à consideração de que o perfil das organizações que adotam modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade poderia ter se modificado consideravelmente desde a publicação da Pesquisa Sepin. Assim sendo, optou-se por uma pesquisa de opinião junto a essas organizações de modo a atualizar as informações acerca das mesmas.

Outro aspecto considerado foi o fato de que a pesquisa Sepin/MCT considera apenas a identificação das práticas adotadas por essas organizações, não contemplando

as informações acerca das motivações para a adoção desses modelos de Sistema de Gestão da Qualidade, nem tampouco seus impactos na organização. Esse Segundo Estudo objetivou coletar também tais informações.

Cabe ressalvar que toda a análise realizada com base nesses dados, considerou-os isoladamente, ou seja, não foram feitas considerações acerca de sua correlação com os dados das demais empresas. Isso porque, uma vez que esses dados foram obtidos em pesquisas distintas, realizadas em períodos também distintos, não é possível que os mesmos possam ser comparados.

#### **1.6.5 Estudo Final: Organizações CMM, CMMI e MPS.BR**

Esse estudo, última etapa do trabalho, realizado entre novembro de 2005 e janeiro de 2006, teve como meta complementar os conhecimentos produzidos ao longo das etapas anteriores do trabalho acerca das organizações que adotam modelos de Sistema de Gestão da Qualidade desenvolvidos especificamente para a indústria de software baseados no conceito de “níveis de maturidade”; i.e. os modelos “evolutivos” de processos de software; a saber: CMM, CMMI e MR-MPS.BR.

Este estudo teve como motivação principal o fato de que os dois últimos modelos citados (CMMI e MR-MPS.BR) são recentes e as primeiras organizações avaliadas no Brasil segundo os mesmos surgiram somente ao longo do ano de 2005, o que representa uma importante modificação no contexto dessa indústria. Além disso, o segundo semestre do ano de 2005 se distinguiu por um notável incremento no contingente de organizações que passaram a adotar esse tipo de modelo. Quando da realização dos estudos anteriores, a proporção de organizações com este padrão era extremamente pequena, de modo que não foi possível que se produzisse informações mais sólidas a seu respeito. A partir dessa mudança de contexto, considerou-se pertinente um estudo específico que permitisse uma observação mais acurada de suas práticas.

Uma vez que os dados deste estudo não possibilitam comparação estatística com os demais, o mesmo baseou-se em métodos de “estatística descritiva”, cujos objetivos são apenas o de caracterizar a população, descrever seu comportamento e identificar eventuais tendências. Caracterizou-se, portanto, como um Estudo Exploratório (KITHCHENHAM *et al.*, 2002), no qual – a partir da observação desse comportamento

e dessas tendências – foram delineadas hipóteses acerca dessas organizações cuja verificação depende ainda de um maior crescimento em seu universo.

#### **1.6.6 Ferramental**

Em todos os tratamentos estatísticos realizados no presente trabalho, foram utilizadas, como ferramentas, os softwares “*Statistical Package for the Social Sciences – SPSS*”, versão *8.0 for Windows* e “*XLStat*”, um aplicativo desenvolvido para o Microsoft Excel destinado a análises estatísticas de dados.

## 2. O PROCESSO DE SOFTWARE

### 2.1 INTRODUÇÃO

Processo de software pode ser entendido como o conjunto de “atividades e informações associadas que são necessárias para o desenvolvimento de um sistema de software” (SOMMERVILLE, 1996).

Quando a *International Organization for Standardization - ISO*, desenvolveu uma padronização internacional para o universo da qualidade, identificou que determinados processos possuíam peculiaridades que os diferenciavam dos processos industriais tradicionais. A Norma NBR/ISO 9001:1994 – *Sistemas da qualidade – modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados* (ABNT, 1994d), ao estabelecer os requisitos para “Controle de Processo”, destaca que:

“Onde os resultados de processos não podem ser plenamente verificados através de inspeção e ensaio subsequente do produto e onde, por exemplo, as deficiências de processamento podem se tornar aparentes somente depois que o produto estiver em uso, os processos devem [...] requerer monitorização contínua e controle dos parâmetros de processo para assegurar que os requisitos especificados sejam atendidos.

[...]

NOTA 16: Tais processos, [...], são freqüentemente referenciados como processos especiais.”

Esta conceituação é reiterada na mais recente versão dessa série de normas que, através da Norma NBR/ISO 9000:2000 – *Sistemas da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário* (ABNT, 2000a), apresenta a seguinte observação: “Um processo em que a conformidade do produto resultante não pode ser prontamente ou economicamente verificada é freqüentemente chamado de ‘processo especial’”.

Não resta dúvida de que o processo de software pode ser classificado como um “Processo Especial” por excelência. FUGGETTA (2000) ressalta que “aplicações de software são produtos complexos, difíceis de desenvolver e testar”, e acrescenta que

“muito freqüentemente, o software apresenta comportamentos inesperados e indesejados que podem mesmo acarretar severos problemas e danos.”

As especificidades do software são de tal monta que, a despeito das normas ISO Série 9000 terem sido concebidas tendo como pressuposto sua aplicabilidade direta a todo e qualquer ramo da indústria, logo após sua publicação se evidenciou que, para o universo da indústria de software, isso não seria possível. Como consequência dessa constatação, foi necessário que se elaborasse um novo padrão normativo específico para esse universo: a Norma NBR ISO 9000-3:1993 – *Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Parte 3: Diretrizes para a aplicação da NBR ISO 9001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de “software”* (ABNT,1993a). A indústria de software passou a ser, então, o único setor da economia a merecer – ou exigir – essa particularização. Esse documento se justifica ao explicitar tal especificidade, ressaltando que “[...] o processo de desenvolvimento e manutenção de ‘software’ é diferente da maioria dos demais tipos de produtos industriais, tornando necessário prover, nesse campo da tecnologia, de desenvolvimento tão rápido, orientações adicionais para o estabelecimento de sistemas da qualidade onde estejam envolvidos os produtos de ‘software’ [...]”. Essa distinção no que diz respeito a um padrão normativo específico foi mantida na nova edição das Normas ISO Série 9000, com a publicação da norma ISO/IEC 90003:2004 – *Software Engineering – Guidelines for the Application of ISO 9001:2000 to Computer Software* (ISO, 2004a).

Desenvolvimento de software é um processo complexo, realizado através de um esforço coletivo de criação. Assim, seus resultados dependem diretamente das pessoas, das organizações e procedimentos utilizados em sua construção (FUGGETTA, 2000). Referindo-se ao processo de software, MALDONADO (*in ROCHA et al.*, 2001) define como condição para sua qualidade, que o processo se caracterize como “uma atividade sistemática e passível de repetição, independentemente de quem o execute”.

É esse conjunto de singularidades que confere ao processo de software as dificuldades observadas no gerenciamento de suas atividades e impõe ao gerente inúmeros percalços para a consecução dos objetivos gerenciais de eficiência e eficácia – em outras palavras: a complexidade para a obtenção da qualidade no software. Como consequência desse fato, os anos recentes foram marcados pelo desenvolvimento de modelos específicos de Sistemas de Gestão da Qualidade que possibilitem o

desenvolvimento, a implantação e o controle de processos de software. Dentre eles, destacam-se, além dos modelos supracitados, aqueles referenciados no capítulo anterior deste trabalho: as normas NBR ISO/IEC 12207:1998 – *Tecnologia de informação – processos de ciclo de vida de software* e ISO/IEC TR 15504-1:1998 – *Software process assessment (Software process improvement and capability determination – Spice)*; o Capability Maturity Model – CMM e o Capability Maturity Model Integration – CMMI, do Software Engineering Institute – SEI da Carnegie Mellon University; e o modelo de referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro – MR-MPS.BR.

## **2.2 MODELOS DE PROCESSO E DE SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE PARA SOFTWARE**

### **2.2.1 ISO 9001:2000 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**

A década de 80 marcou a indústria manufatureira por uma significativa disseminação do conceito de Sistema de Gestão da Qualidade (FEIGENBAUN, 1991). Essa dinâmica conduziu a uma situação na qual uma parcela importante das maiores empresas industriais – especialmente as dos setores automobilístico, aero-espacial e bélico – passassem a impor nas relações contratuais com seus fornecedores a necessidade de que estes tivessem tais sistemas efetivamente implantados em suas organizações. Àquela época, cada uma dessas empresas havia desenvolvido o seu próprio modelo de Sistema de Gestão da Qualidade. Tal fato obrigava os fornecedores que atendessem a mais de um cliente a situações extremamente complexas, uma vez que se viam obrigados a harmonizar distintos modelos além de serem objeto de freqüentes auditorias de 2<sup>a</sup> parte<sup>2</sup>. Cumprindo seu papel, a *International Organization for Standardization – ISO* formulou uma alternativa para essa situação, elaborando e publicando em 1989 a primeira versão de um modelo internacional de Sistema de Gestão da Qualidade: as normas ISO Série 9000; estabelecendo assim uma sistemática para avaliação de 3<sup>a</sup> parte (certificação) (JURAN, 1998). Esse conjunto de normas pode ser bem representado pela norma NBR ISO 19001:1989 - *Sistemas da qualidade - modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados*, que posteriormente foi alvo de uma revisão que pode ser

---

<sup>2</sup> Auditorias de 2<sup>a</sup> Parte são auditorias patrocinadas pelo contratante ou comprador.

entendida como “pontual”, dando origem, no Brasil, à norma NBR ISO 9001:1994. Dentro da família de normas, esta é uma das três que apresenta um modelo de referência para certificação e, dentre estas, a mais completa, uma vez que incorpora todos os requisitos das outras duas. Essa norma estabelecia os procedimentos necessários para a implantação e operacionalização de um Sistema de Gestão da Qualidade apropriado para as relações de fornecimento entre empresas. Sua intenção inicial, desde a concepção da primeira versão (1989) era a de que esse modelo pudesse ser aplicado a toda e qualquer organização, independentemente de seu porte ou ramo de atividade. Nessas versões, apesar da pretensão expressa em sua denominação de estabelecer-se um sistema, os 20 requisitos que compõem a norma eram determinados de modo independente, não havendo uma inter-relação expressa entre os mesmos. Apenas uma parte desses requisitos referenciava-se indiretamente a outros.

Apesar de sua intenção generalizante, como a norma foi fortemente inspirada na indústria manufatureira, após a sua publicação foram identificadas inúmeras dificuldades na implantação direta do modelo proposto na indústria de software. Com intuito de contornar esse problema, a ISO publicou em 1991 a norma ISO 9000-3 – *Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Parte 3: Diretrizes para a aplicação da NBR ISO 19001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de “software”* (em versão brasileira pela ABNT como NBR ISO 19001-3:1993). Sua finalidade era fornecer um instrumental para algo como uma interpretação da norma ISO 9001 direcionada para indústria de software, incluindo mesmo questões de terminologia. Em sua introdução, ela justifica sua necessidade declarando que:

“[...] o processo de desenvolvimento e manutenção de ‘software’ é diferente da maioria dos demais tipos de produtos industriais, tornando necessário prover, nesse campo da tecnologia de desenvolvimento tão rápido, orientações adicionais para o estabelecimento de sistemas da qualidade onde estejam envolvidos os produtos de ‘software’, levando-se em conta o estágio atual da tecnologia.

A natureza do desenvolvimento de ‘software’ é tal que algumas atividades estão relacionadas às fases específicas do processo de desenvolvimento, enquanto outras podem ser aplicadas ao longo de todo o processo. Estas diretrizes foram assim estruturadas para refletir tais diferenças.[...]

Uma evidência dessas especificidades foi o desenvolvimento, na Inglaterra, de um procedimento específico para a certificação de empresas de software. Este modelo foi publicado em um documento conhecido como “TickIT” (DTI / BCS, 1992), cujo

objetivo era o de fornecer um guia para a implementação e, principalmente, para a avaliação (auditorias) de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em modelos inspirados na manufatura em organizações desenvolvedoras de software.

Quando da publicação da versão 1994 da Série ISO 9000, já estava prevista a realização de uma nova revisão após 5 anos. Esta somente ocorreu no ano de 2000, introduzindo profundas modificações nas normas. O ponto de partida dessas modificações foi a redefinição de 6 fundamentais elementos da concepção das normas (ABNT – CB 25, 2001 e DECICCO, 2002).

A ampla disseminação do modelo, que implicou em sua larga adoção por parte da indústria de bens de consumo e de prestação de serviços ao consumidor final, motivou três dessas redefinições: a norma passou a considerar um modelo de Sistema de Gestão da Qualidade aplicável a qualquer relação cliente X fornecedor e não apenas a relações entre empresas. Como a versão anterior foi concebida para uma relação entre empresas, na qual os contratos normalmente são formalizados, o modelo de Sistema de Gestão da Qualidade por ela proposto buscava evidenciar a capacidade do fornecedor em atender aos requisitos do produto (geralmente requisitos contratuais). Em outras palavras, não contemplava uma avaliação do grau em que tais requisitos atendiam de fato as necessidades do cliente, mas sim a estrita conformidade do produto com esses requisitos. Essa característica resultou, quando da disseminação do modelo para a indústria de bens de consumo, em uma interpretação distorcida por parte do mercado do real significado do modelo, provocando até mesmo um descrédito no próprio sistema de certificação do ponto de vista dos consumidores. Assim, na revisão do modelo, foram introduzidas mudanças (inclusive na terminologia) que – além de propiciar uma melhor interpretação da norma – resultaram em uma maior ênfase nos requisitos implícitos do cliente (mais comum nas transações com consumidores finais, nas quais são freqüentes os contratos não formais).

Ainda decorrentes do mesmo conjunto de fatos, uma segunda modificação importante foi feita: foram eliminadas as normas ISO 9002 e 9003. A partir de então, a certificação passou a ser feita somente com referência na norma ISO 9001. Além disso, a exclusão de quaisquer dos requisitos do escopo passou a ser necessariamente justificada e expressamente citada no certificado. Espera-se com isso impedir – principalmente – que organizações que executem as atividades de projeto do seu

produto excluem esta atividade (que apresenta alto grau de complexidade) do escopo de sua certificação. Anteriormente era comum constatar-se que empresas nessa situação certificavam-se segundo o modelo ISO 9002, que não contemplava as atividades de projeto de seu escopo. Essa mudança deve ter grande impacto na indústria de software, onde esse fenômeno era freqüentemente verificado.

A terceira modificação caracterizou-se pela inclusão de um requisito que estabelece a obrigatoriedade de verificação do grau de satisfação dos clientes.

Com as modificações descritas até aqui, espera-se adequar o modelo às relações entre organizações e consumidor final reduzindo inúmeras distorções em sua aplicação.

Uma quarta importante redefinição, além de complementar as medidas anteriores, implica em um importante aprimoramento em relação aos princípios básicos da Gestão da Qualidade: o modelo passou a incorporar o conceito de “melhoria contínua”, obrigando a organização a estabelecer indicadores para o monitoramento de seus processos e metas de melhoria para os mesmos. Tanto indicadores, quanto metas, devem ser alvo de uma sistemática formal de análise crítica. A norma inclusive sugere explicitamente a adoção do chamado “Ciclo PDCA” (*Plan, Do, Check and Act*), fundamento básico do princípio de “melhoria contínua” (JURAN, 1998).

Outra reformulação caracterizou-se por uma ampla “desburocratização” do modelo. Na versão anterior, havia a exigência do estabelecimento de procedimentos documentados para todos os requisitos da norma. Observava-se, então, um desvio de foco na gestão do sistema. O nível de formalização exigido era muitas vezes inadequado ao porte da organização e/ou às características uma dada atividade específica. Além de ser, dada a sua complexidade, uma das principais fontes de não-conformidades registradas nas auditorias. Como resultado verificava-se um alto grau de dificuldade na implantação do modelo e um elevado índice de reatividade em relação ao mesmo por parte dos empregados das organizações. Desse modo, havia uma preocupação superdimensionada, por parte dos gestores dos Sistemas de Gestão da Qualidade, em relação à documentação, induzindo muitas vezes a um negligenciamento daquilo que era efetivamente relevante. Na nova versão, procedimentos formais são exigidos apenas para 6 requisitos, desde que seja possível evidenciar o estabelecimento e a implementação dos processos relacionados aos demais requisitos.

A última – e mais profunda – modificação diz respeito à própria estrutura da norma ISO 9001. O conceito de “sistema” passou a ser efetivamente incorporado à norma. A versão 2000 é baseada no que ela define como “abordagem de processo”. Significa dizer que passou a ser necessário que a organização mapeie seus principais processos, definindo suas “entradas”, “processamentos” e “saídas”, bem como suas inter-relações; além de estabelecer, conforme citado acima, os indicadores para seu monitoramento e melhoria. Em conformidade com esta concepção, os requisitos da norma foram agrupados em quatro macro-processos (além dos requisitos relacionados à própria conformação do Sistema de Gestão da Qualidade da organização): Responsabilidade da Direção; Gestão de Recursos: Realização do Produto; e Medição, Análise e Melhoria. Esses macro-processos, além de relacionarem-se de maneira cíclica – de acordo com a concepção de “melhoria contínua” – estabelecem um sistema cujas interfaces de entrada e saída se dão junto ao cliente. Aquelas se referem aos requisitos do produto, a avaliação do grau de satisfação e às informações para a alta direção; estas, ao produto e às informações oferecidas pela organização ao consumidor.

Esta nova versão da norma mostrou-se mais flexível e facilmente adaptável aos diversos setores da atividade econômica, eliminando um viés de inspiração na indústria manufatureira, presente em suas versões iniciais. A despeito disso, constatou-se que, mais uma vez, sua aplicação à indústria de software continuava apresentando problemas de adaptabilidade. Como decorrência, foi novamente publicada uma norma com uma diretriz para sua adaptação a essa indústria: a ISO, ISO/IEC 90003:2004 – *Software Engineering – Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software*.

## **2.2.2 ISO/IEC 15504 - Guidance on use for process improvement and process capability determination**

A disseminação do conceito de níveis de evolução induziu a *International Organization for Standardization – ISO* a desenvolver um projeto cujo objetivo final seria a produção de uma norma internacional que estabelecesse um Sistema da Qualidade específico para processo de software e que contemplasse esse conceito. Formalizado no ano de 1993, este projeto originalmente recebeu a denominação de *SPICE – Software Process Improvement as Capability dEtermination* (EL EMAM et al., 1998). Em 1998 foi aprovado o “Relatório Técnico (TR)” que recomendava a publicação da norma. Esta foi publicada com a denominação de ISO/IEC 15504-4:2004

– *Information Technology – Software process assessment – Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination.*

Além do conceito de “maturidade”, referencial para a determinação da capacidade de processos de uma organização, a norma ISO/IEC 15504 objetiva também fornecer um modelo que seja utilizável como referência para a “melhoria dos processos” (SALVIANO, et al., in ROCHA et al., 2001). Portanto, o modelo é definido a partir de duas dimensões (ZAHRAN, 1998 e EL EMAM et al., 1998):

- Dimensão de processo: os processos são descritos em termos de propósitos, que são os objetivos mensuráveis do processo. Esses processos são agrupados em 5 categorias conforme o tipo de atividades que envolvem, a saber:
  1. *Categoria de Processos “Cliente-Fornecedor” (CUS - Custumer)*: engloba os processos que impactam diretamente o cliente. São estes: Aquisição (CUS.1); Gerenciamento das necessidades do cliente (CUS.2); Fornecimento (CUS.3); Operação (CUS.4) e Fornecimento de serviços ao cliente (CUS.5);
  2. *Categoria de Processos de “Engenharia” (ENG - Engineerig)*: engloba os processos que diretamente especificam, implementam ou mantêm o sistema e a documentação do usuário. São estes: Desenvolvimento de requisitos do sistema e do projeto (ENG.1); Desenvolvimento de requisitos de software (ENG.2); Desenvolvimento do projeto de software (ENG.3); Implementação do projeto de software (ENG.4); Integração e teste de software (ENG.5); Integração e teste de sistema (ENG.6) e Manutenção do sistema e do software (ENG.7)
  3. *Categoria de Processos de “Suporte” (SUP - Support)*: engloba os processos que são utilizados pelos demais processos. São estes: Desenvolvimento da documentação (SUP.1); Gerência de configuração (SUP.2); Garantia da qualidade (SUP.3); Verificação (SUP.4); Validação (SUP.5); Revisão conjunta (SUP.6); Auditorias (SUP.7); e Resolução de Problemas (SUP.8);
  4. *Categoria de Processos de “Gerência” (MAN - Management)*: engloba os processos que contêm práticas genéricas que podem ser usadas por qualquer pessoa que desempenhe atividades gerenciais em qualquer ponto do ciclo de vida. São estes: Gerência de projeto (MAN.1); Gerência da qualidade (SUP.2); Gerência de riscos (MAN.3); e Gerência de sub-contratados (MAN4);
  5. *Categoria de Processos “Organizacionais” (ORG - Organization)*: engloba os processos que estabelecem as metas da organização e promovem o desenvolvimento dos processos, produtos e recursos. São estes: Estruturação do negócio (ORG.1); Definição dos processos (ORG.2); Melhoria dos processos (ORG.3); Provisão de recursos humanos capacitados (ORG.4); e Provisão de infraestrutura (ORG.5).
- Dimensão capacidade: caracterizada por conjuntos de atributos mensuráveis de processos (*Process Attributes - PA's*), aplicáveis a quaisquer dos processos, cujos

resultados permitem identificar seus níveis de capacidade. Os níveis, com suas definições e respectivos “Atributos de Processo” - PA são:

1. *Nível 0 = Incompleto*: o processo não está implementado ou não consegue cumprir seu propósito. Não há evidências de que tais fatos efetivamente ocorram – Neste nível, analogamente ao modelo CMM, que de certo modo o inspirou, não há requisitos definidos pelo modelo;
2. *Nível 1 = Executado*: o propósito do processo é alcançado, contudo sua execução não é rigorosamente planejada e acompanhada. PA1.1 - Atributo de execução do processo.
3. *Nível 2 = Gerenciado*: o processo gera produtos com conformidade com procedimentos específicos e sua realização é planejada e acompanhada. PA2.1 - Atributo de gerenciamento da execução; PA2.2 - Atributo de gerenciamento dos produtos.
4. *Nível 3 = Estabelecido*: o processo é definido a partir dos princípios básicos de Engenharia de Software e existe um “processo padrão” da organização, que contempla a aprovação e disponibilização dos recursos necessários. PA3.1 - Atributo de definição do processo; PA3.2 – Atributo de recursos do processo.
5. *Nível 4 = Previsível*: o processo é executado de acordo com limites de controle estabelecidos a fim de atingir metas definidas. Tanto a execução dos processos, quanto seus resultados são avaliados quantitativamente. PA4.1 - Atributo de medição de processo; PA4.2 - Atributo de controle de processo.
6. *Nível 5 = Em Otimização*: o desempenho do processo é melhorado continuamente visando satisfazer às necessidades presentes e futuras do negócio. Objetivos quantitativos relacionados à eficiência e eficácia são definidos de forma coerente com os objetivos da organização. Estes também são continuamente acompanhados a fim de fornecer subsídios para a melhoria. Esta melhoria envolve também inovações tecnológicas e o controle de mudanças. PA5.1 - Atributo de mudança de processo; PA5.2 - Atributo de melhoria contínua.

Essa estruturação, a partir de uma perspectiva bi-dimensional, confere ao modelo a possibilidade de se determinar “níveis de capacidade” individualmente para cada um dos processos definidos no modelo. Ou seja, enquanto no modelo CMM o nível de maturidade diz respeito a todo o escopo considerado para a avaliação, no modelo definido pela família de normas ISO/IEC 15504 é possível que cada processo se encontre em um nível distinto de capacidade. Tal concepção é a base para a aplicação do modelo para a melhoria de processos, uma vez que permite que se evidencie claramente quais processos necessitam ser objeto de uma ação mais intensiva de desenvolvimento de sua capacidade.

A Norma ISO/IEC 15504 é, na verdade, composta por um conjunto de 5 documentos, a saber:

- ISO/IEC 15504-1:2004 - Information technology -- Process assessment -- Part 1: Concepts and vocabulary. Trata-se do documento introdutório, que descreve os conceitos utilizados no modelo e o vocabulário empregado;
- ISO/IEC 15504-2:2003 (ISO/IEC 15504-2:2003/Cor 1:2004) - Information technology -- Process assessment -- Part 2: Performing an assessment. Descreve genericamente a base de referencia a ser usada na condução de uma auditoria;
- ISO/IEC 15504-3:2004 - Information technology -- Process assessment -- Part 3: Guidance on performing an assessment. Esse documento é um Guia para interpretação de requisitos e condução do processo de auditoria;
- ISO/IEC 15504-4:2004 - Information technology -- Process assessment -- Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination. Caracteriza-se como um Guia que orienta na utilização dos resultados de uma avaliação em um programa de melhoria dos processos;
- ISO/IEC 15504-5:2006 - Information technology -- Process Assessment -- Part 5: An exemplar Process Assessment Model. Documento de referência que estabelece a estrutura do modelo e seus requisitos.

É importante que se destaque o fato de que o modelo definido pelas normas ISO/IEC 15504 – *Information Technology – Software Process Assesment* utiliza-se de uma arquitetura completamente aderente àquela utilizada na norma ISO/IEC 12207:1995 – *Information Technology – Software life cicle processes*, particularmente com as emendas ISO/IEC 12207:1995/Amd 1:2002 e ISO/IEC 12207:1995/ Amd 2:2004. Um maior detalhamento da arquitetura dessa norma está apresentado na seção subseqüente do presente capítulo.

### **2.2.3 ISO/IEC 12207 – Processos de ciclo de vida de software**

Com o objetivo de propor um modelo de referência capaz de auxiliar na definição de um processo padrão para as organizações desenvolvedoras de software, a norma ISO/IEC:1995 – *Information Technology – Software life cicle processes* (em versão brasileira NBR ISO/IEC 12207:1998 – *Tecnologia da Informação – Processos de ciclo de vida de software*) se propõe a estabelecer “uma estrutura comum para os processos de ciclo de vida de software, com terminologia bem definida [...], entendendo-se processos como “conjunto de recursos e atividades inter-relacionados que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas)” (NBR ISO 8402:1994).

Essa norma foi concebida de modo a ser aplicável a qualquer organização que desenvolva e/ou realize atividades de manutenção de produtos de software ou os

componentes de software do chamado *firmware*<sup>3</sup>. A fim de possibilitar esta aplicação genérica, a norma “contém um conjunto de processos, atividades e tarefas projetado para ser adaptado de acordo com cada projeto de software. O processo de adaptação consiste na supressão de processos, atividades e tarefas não aplicáveis”, admitindo ainda que processos, atividades e tarefas, específicos ou especiais, possam ser adicionados ao processo padrão em função das particularidades de cada organização, domínio de aplicação, tecnologia, complexidade, magnitude, etc.

A norma classifica os processos como Fundamentais, de Apoio e Organizacionais. Do primeiro conjunto, fazem parte os processos de Aquisição, Fornecimento, Desenvolvimento, Operação e Manutenção. O segundo contempla os processos de Documentação, Gerência de Configuração, Garantia da Qualidade, Verificação, Validação, Revisão Conjunta, Auditoria e Resolução de Problema. O último grupo é composto por Gerência, Infra-estrutura, Melhoria e Treinamento. Para cada um desses processos – inclusive do processo de Adaptação, que aparece na norma como um anexo (Anexo A da norma), que será tratado mais adiante nesta seção – a norma sugere uma *lista de atividades* que compõem o processo. Estas, por sua vez são formadas por *tarefas*. Assim, a norma estabelece que (NBR ISO/IEC 12207:1998):

“A conformidade a esta Norma é definida como a execução de todos os processos, atividades e tarefas selecionados desta norma no processo de adaptação, para o projeto de software. A execução de um processo ou uma atividade é concluída quando todas as suas tarefas requeridas são executadas de acordo com os critérios preestabelecidos e com os requisitos especificados [...]”

A adaptação deve levar em conta fatores como características, políticas e estratégias organizacionais; conceitos relacionados ao suporte; dispositivos contratuais; modelos de ciclo de vida; partes envolvidas; características do sistema e/ou do software; tamanho do projeto; criticidade; e níveis de controle necessários. Estabelece, ainda, que o processo de adaptação pode se dar em duas etapas. Na primeira – primeiro nível de adaptação – ela é utilizada na formulação de um processo padrão para a organização ou para uma área de negócio. Em um segundo nível, esse processo padrão é instanciado, através de um novo processo de adaptação, para um projeto específico.

---

<sup>3</sup> *Firmware*: combinação de um dispositivo de *hardware* e instruções ou dados de computador que residem como um *software* somente para leitura no dispositivo de *hardware*. Este *software* não pode ser diretamente modificado por um programa (NBR ISO/IEC 12207).

No entanto, é necessário que se chame a atenção para o fato de que a norma define as tarefas a serem executadas, mas não estabelece o modo como isso deve ser feito. Em outras palavras, estabelece *o que deve ser feito*; e não *o como fazer*. Ao especificar suas limitações, a norma salienta que “descreve uma arquitetura dos processos de ciclo de vida de software, mas não especifica os detalhes de como implementar ou executar as atividades e tarefas incluídas nos processos”. Este *como fazer* se traduz no conjunto de práticas e técnicas adotadas por cada organização em particular para a execução das diversas tarefas inerentes aos processos.

Duas qualidades dessa norma merecem destaque. A primeira delas é a própria arquitetura da norma que, ao agrupar os processos conforme o acima descrito, oferece uma referência para o estabelecimento de uma estrutura organizacional para as atividades relacionadas ao ciclo de vida de software que é ao mesmo tempo consistente e racional. Em seu Anexo C, a norma fornece “orientações sobre processos e organizações” que, ao evidenciar particularmente os relacionamentos organizacionais e entre os processos, traduzem esta qualidade. A segunda diz respeito a sua abrangência. O conjunto de tarefas relacionadas na norma engloba a maioria do universo de tarefas executadas ao longo do ciclo de vida da quase totalidade dos produtos de software. É, portanto, um guia fundamental tanto para o planejamento, quanto para o controle de um projeto de software.

Tendo sido publicada pela International Organization for Standardization – ISO em 1995, conforme determina a política dessa organização, comitê responsável por sua elaboração (ISO/IEC JTC 1 - SC 7) veio, ao longo dos anos que sucederam à sua publicação, discutindo a necessidade de modificações na norma a fim de corrigir eventuais deficiências em sua concepção original e de adaptá-la a novas realidades do contexto no qual se insere. Este trabalho resultou na publicação de 2 emendas à norma.

A primeira foi publicada no ano de 2002, sob a denominação de ISO/IEC 12207:1995/Amd 1:2002 – *Information Technology – Software Lifecycle Process – Amendment 1 to ISO/IEC 12207*. Introduzindo substanciais modificações na norma, suas motivações foram efetuar as correções necessárias e dotá-la das informações necessárias para subsidiar uma avaliação da conformidade dos processos. Ou seja, um de seus principais objetivos foi torná-la um modelo de referência consistente com a norma ISO/IEC 15504 – *Information Technology – Software process assessment*.

Dentre as diversas modificações introduzidas, basicamente materializadas através da inclusão de 4 novos anexos (Anexos E, F, G e H), duas merecem destaque. Uma diz respeito à granularidade na definição dos processos, atividades e tarefas. Com o intuito de adequá-la às necessidades de uma avaliação da conformidade, para cada um desses elementos a norma passou a definir seus “propósitos” e um conjunto de “resultados” esperados. A outra se refere à adequação do modelo àquele definido pelo modelo ISO/IEC 15004. Para tanto, incluídos cinco novos processos, a saber: Usabilidade e Avaliação do Produto, como Processos de Apoio; e Gerência de Ativos de Processos, Gerência de Programa de Reuso e Engenharia de Domínio, como Processos Organizacionais. Além desses, inúmeras novas atividades e tarefas para os demais processos já existentes. O Processo de Treinamento, alvo de significativas modificações e inclusões, teve sua denominação alterada para Processo de Recursos Humanos.

No ano de 2004, foi publicado o ISO/IEC 12207:1995/Amd 2:2004 – *Information Technology – Software Lifecycle Process – Amendment 2 to ISO/IEC 12207*. Esta emenda, de menor envergadura, objetivou solucionar alguns problemas relacionados a questões técnicas dos processos e correções editoriais. Não introduziu, portanto, modificações na arquitetura da norma nem no conjunto de processos por ela estabelecido.

#### **2.2.4 Capability Maturity Model - CMM**

No ano de 1996, afetado por freqüentes problemas nas contratações de software que realizava, o Departamento de Defesa do governo norte-americano (*Department of Defense – DoD*) solicitou ao Software Engineering Institute – SEI, organismo por ele criado em conjunto com a Carnegie Mellon University em Pittsburgh, Pennsylvania, em 1984, o desenvolvimento de uma solução para essa questão. Inspirado no conceito de níveis de maturidade concebido inicialmente por Philip Crosby (CROSBY, 1979), Watts Humphrey e sua equipe publicaram, em 1991, o Capability Maturity Model – CMM (FIORINI *et al.*, 1998).

O conceito de maturidade pode ser entendido a partir do quadro comparativo a seguir (Quadro 2.1) (CROSBY, 1979).

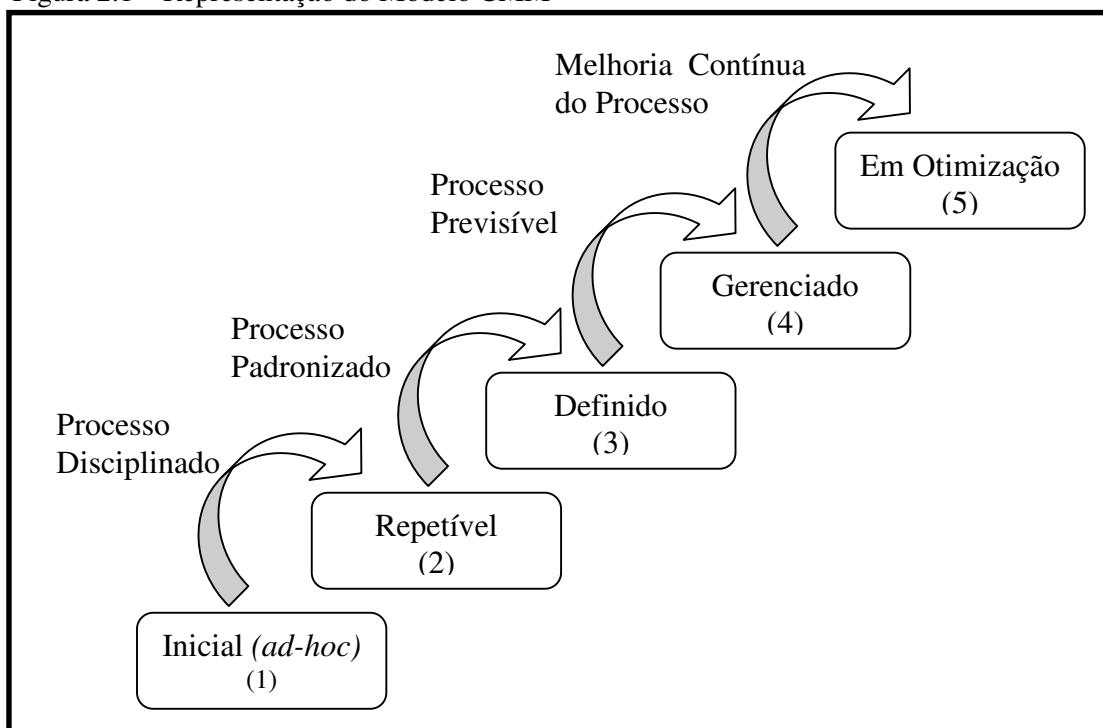
O CMM incorpora uma compilação estruturada das “boas práticas” (cerca de 400) que podem ser gradualmente implementadas em uma organização desenvolvedora

de software, de modo a estabelecer um modelo evolutivo no qual são estabelecidos 5 Níveis de Maturidade (Figura 2.1) (PAULK *et al.*, 1995).

Quadro 2.1 – Características da Maturidade

Organizações maduras	Organizações imaturas
Papéis e responsabilidades bem definidos	Processo improvisado
Existe base histórica	Não existe base histórica
É possível julgar a qualidade do produto	Não há maneira objetiva de julgar a qualidade do produto
A qualidade dos produtos e processos é monitorada	Qualidade e funcionalidade do produto sacrificada
O processo pode ser atualizado	Não há rigor no processo a ser seguido
Existe comunicação entre o gerente e seu grupo	Resolução de crises imediatas

Figura 2.1 – Representação do Modelo CMM



Cada um dos níveis reflete um determinado estágio na “maturidade” dos processos da organização. No nível “Início” (1), o processo de desenvolvimento é desorganizado e caótico; poucos processos são definidos e o sucesso depende de esforços individuais. No “Repetível” (2), os processos básicos de gerenciamento de projeto estão estabelecidos e documentados, permitindo o acompanhamento de custo, cronograma e funcionalidade; é possível repetir o sucesso de um processo utilizado anteriormente em outros projetos similares. O nível “Definido” (3), caracteriza-se pelo

fato dos processos de software, tanto para as atividades de gerenciamento, quanto de engenharia estarem documentados, padronizados e integrados em um padrão de desenvolvimento compreendido pela organização; todos os projetos utilizam uma versão aprovada e adaptada do processo padrão de desenvolvimento de software da organização. No nível “Gerenciado” (4), o processo é monitorado através de medições detalhadas e consistentes que estabelecem as bases para uma avaliação dos produtos e processos de software; tanto o produto quanto o processo de software são compreendidos e controlados quantitativamente. No “Otimizado” (5), toda a organização é focada na melhoria contínua do processo. São utilizadas sistemáticas de análise de causas de defeitos; o processo de software é avaliado a fim de prevenir-se a reocorrência de defeitos e as “lições aprendidas” são disseminadas para outros projetos e o melhoramento contínuo é obtido através do desenvolvimento incremental do processo existente e pela inovação decorrente de novos métodos e tecnologias. A avaliação do modelo é a de que uma organização no nível 1 não seja capaz de garantir prazos, custos e/ou funcionalidades. No nível 2, a organização já consiga produzir bons softwares, com prazos e custos previsíveis. No nível 3, há a garantia da qualidade, tanto do produto, quanto do processo como um todo. O nível 4 assegura um perfeito gerenciamento do processo, permitindo um amplo e rigoroso controle em relação à qualidade. Finalmente, uma organização no nível 5 é capaz não só de melhorar de maneira contínua, quanto de absorver mudanças sem maiores impactos organizacionais.

Excetuando-se o nível 1, cada um dos demais níveis é composto por “áreas-chave de processo”. Estas se caracterizam como os processos que a organização deve ter implementados para que possa ser considerada naquele nível de maturidade. No Quadro 2.2, a seguir, estão relacionadas as “áreas-chave de processo” que compõem o modelo, com seus respectivos objetivos principais e classificadas segundo as categorias de processos (FIORINI *et al.*, 1998). Para cada uma das “áreas-chave de processo”, o modelo estabelece de dois a quatro “objetivos”. Estes definem aquilo que deve ser alcançado para que estas “áreas-chave de processo” sejam consideradas como efetivamente implementadas.

A implementação e institucionalização de cada “áreas-chave de processo” são obtidas (e verificadas) através de 5 “características comuns”. Elas indicam se a “área-chave de processo” é eficiente, repetível e duradoura. As “características comuns” de cada uma das “áreas-chave de processo” incorporam, por sua vez, um dado conjunto de

“práticas-chave”, que se caracterizam como elementos de infra-estrutura ou atividades; são as boas práticas citadas anteriormente nesta seção do trabalho.

Quadro 2.2 – Áreas-Chave de Processo

N Í V E L	Áreas-Chave de Processo			
	Objetivos Principais	Categorias de Processo		
		Gerencial	Organizacional	Engenharia
2	Estabelecer controles básicos de gerência	Supervisão e Acompanhamento de Projeto Garantia de Qualidade Gerência de Configuração Gerencia de Contrato Gerência de Requisitos Planejamento de Projeto		
3	Fundir as ações técnicas e gerenciais em um único processo	Coordenação entre grupos Gerência de Software Integrada	Definição do Processo da Organização Foco no Processo da Organização Programa de Treinamento	Engenharia de Produto de Software Revisão por Pares
4	Entender quantitativamente o processo de software, bem como os artefatos produzidos	Gerência Quantitativa de Processos		Gerência de Qualidade de Software
5	Manter, de maneira contínua, a melhoria do processo		Gerência da Evolução de Processos Gerência da Evolução da Tecnologia	Prevenção de Defeitos

As “práticas-chave” especificam as atividades que contribuem para atingir os objetivos de cada “área-chave de processo”. Descrevem, portanto, o que deve ser feito e não como os objetivos devem ser atingidos. O modelo CMM inclui, ainda, um documento anexo denominado “Práticas-chave para o CMM”, no qual estão definidas todas as práticas-chave e sub-práticas para cada uma das “áreas-chave de processo”.

Desse modo, para que uma organização seja considerada como possuidora de um determinado nível de maturidade CMM, deve ser capaz de evidenciar a realização de todas as “áreas-chave de processo” daquele determinado nível; além de, obviamente, todas as “áreas-chave de processo” de todos os níveis precedentes. É essa estrutura que confere caráter evolutivo ao modelo.

### **2.2.5 Capability Maturity Model Integration – CMMI**

Desde sua publicação, o modelo CMM recebeu uma considerável acolhida por parte da indústria de software ao redor do mundo, particularmente aquela mais avançada e mais vinculada ao mercado de serviços *off-shore* (OLIVEIRA, 2004). Esse fenômeno induziu o Software Engineering Institute – SEI, criador do modelo, ao desenvolvimento de outros modelos, análogos e consistentes com o primeiro, que mais se adequassem a atividades associadas ao desenvolvimento de software. Assim ao modelo original, especificamente destinado ao conjunto de atividades relacionadas ao desenvolvimento e à manutenção de software, denominado *Software – Capability Maturity Model* (SW-CMM), sucederam-se outros quatro modelos que o complementavam:

1. *Software Acquisition – Capability Maturity Model* (SA-CMM), orientado para as atividades associadas à aquisição de software, fornecendo um referencial para avaliar a maturidade de uma organização na seleção, aquisição e instalação de um produto de software desenvolvido por terceiros;
2. *Systems Engineering – Capability Maturity Model* (SE-CMM), destinado a determinar o nível de maturidade de uma organização em seu contexto de “Engenharia de Sistemas”, sendo “sistema” um conceito concebido como algo mais amplo que o software propriamente dito, englobando tudo aquilo que toma parte do produto completo, *i.e.* o software, o hardware e quaisquer outros elementos que dele venham a fazer parte;
3. *Integrated Product Development Team – Capability Maturity Model* (IPD-CMM), mais abrangente que o modelo original, uma vez que incorpora outros processos relacionados ao ciclo de vida do software, tais como suporte, processos de fabricação, etc.;
4. *People – Capability Maturity Model* (P-CMM), cujo objetivo é determinar o nível de maturidade de uma organização em seus processos relacionados à gestão de Recursos Humanos envolvidos nas atividades de software, englobando os processos de recrutamento e seleção de desenvolvedores, treinamento, remuneração, etc.

Esse conjunto de modelos, a despeito de terem sido desenvolvidos por uma mesma organização, apresentava, como não poderia deixar de ser, diversas inconsistências entre seus componentes. Por outro lado, sua utilização e disseminação

durante aproximadamente uma década revelaram inúmeros pontos nos quais se faziam necessárias correções, bem como pontos passíveis de melhoria e aprimoramento. Além desses fatos, evidenciou-se ser praticamente forçosa a compatibilização do modelo com outros modelos e metodologias, posto que muitos dos seus usuários adotavam de modo concomitante, particularmente os padrões ISO 9001:2000 e ISO/IEC 15004 (ambos publicados após a publicação da versão original do SW-CMM). Essa exigência originou-se inclusive do próprio Departamento de Defesa (DoD) do Governo Norte-Americano, financiador do projeto. Tais fatos concorreram para a necessidade do desenvolvimento de um novo modelo, capaz de atender a essas demandas. Assim sendo, em 2002 o *Software Engineering Institute* publicou esse novo modelo: o *Capability Maturity Model Integration – CMMI*. A substituição do modelo CMM pelo CMMI, no que tange às avaliações formais realizadas pela Carnegie Mellon University ou por seus representantes oficiais, deu-se a partir do ano de 2005, quando somente organizações cujo processo de avaliação se encontrava em curso (ou seja, já haviam realizado a pré-avaliação) foram ainda avaliadas segundo o modelo antigo (KULPA *et al.*, 2003).

No âmbito da variedade de modelos, o CMMI passou a incorporar o conceito de disciplinas, que de certo modo remete aos antigos modelos independentes do CMM. São elas (CMU / SEI, 2002a):

1. *System Engineering - SE* (Engenharia de Sistemas);
2. *Software Engineering - SW* (Engenharia de Software);
3. *Integrated Product and Process Development - IPPD* (Desenvolvimento Integrado de Produto e Processo);
4. *Supplier Sourcing - SS* (Avaliação e Análise de Fornecedor ou Sub-Contratado)

Todas essas disciplinas foram concebidas de modo a se complementarem de maneira coerente e consistente. A partir de sua integração, o CMMI é representado em cinco modelos distintos: o CMMI-SE; o CMMI-SW; CMMI-SE/SW; CMMI-SE/SW/IPPD; e CMMI-SE/SW/IPPD/SS. A seleção do modelo a ser adotado ocorre em função das características e necessidades da organização.

Outra importante modificação introduzida a partir do modelo CMMI foi o estabelecimento de duas representações distintas do modelo, que dão origem a duas abordagens. São elas a “Representação Contínua” e a “Representação por Estágios” (*CMMI Continuous* e *CMMI Staged*) (CHRISSIS *et al.*, 2003).

Ambos os modelos se conformam a partir de estruturas diferentes, contudo reproduzem uma hierarquia de conceitos semelhante àquela utilizada pelo modelo predecessor, definida em termos de “Níveis de Maturidade”; “Áreas de Processo (PA’s)”; “Características Comuns” e “Práticas”. Para as “Áreas de Processo” são estabelecidos “Objetivos”, que podem ser “Específicos” – quando relativas a uma determinada “Área de Processo” – ou “Genéricos” – quando referem-se a múltiplas “Áreas de Processo”. O mesmo se dá com as “Práticas”, que podem também ser “Específicas” ou “Genéricas” (KULPA *et al.*, 2003). Essas representações podem ser vistas nas Figuras 2.2 e 2.3 a seguir (KULPA *et al.*, 2003):

Figura 2.2 – Estrutura do Modelo CMMI – Representação por Estágios

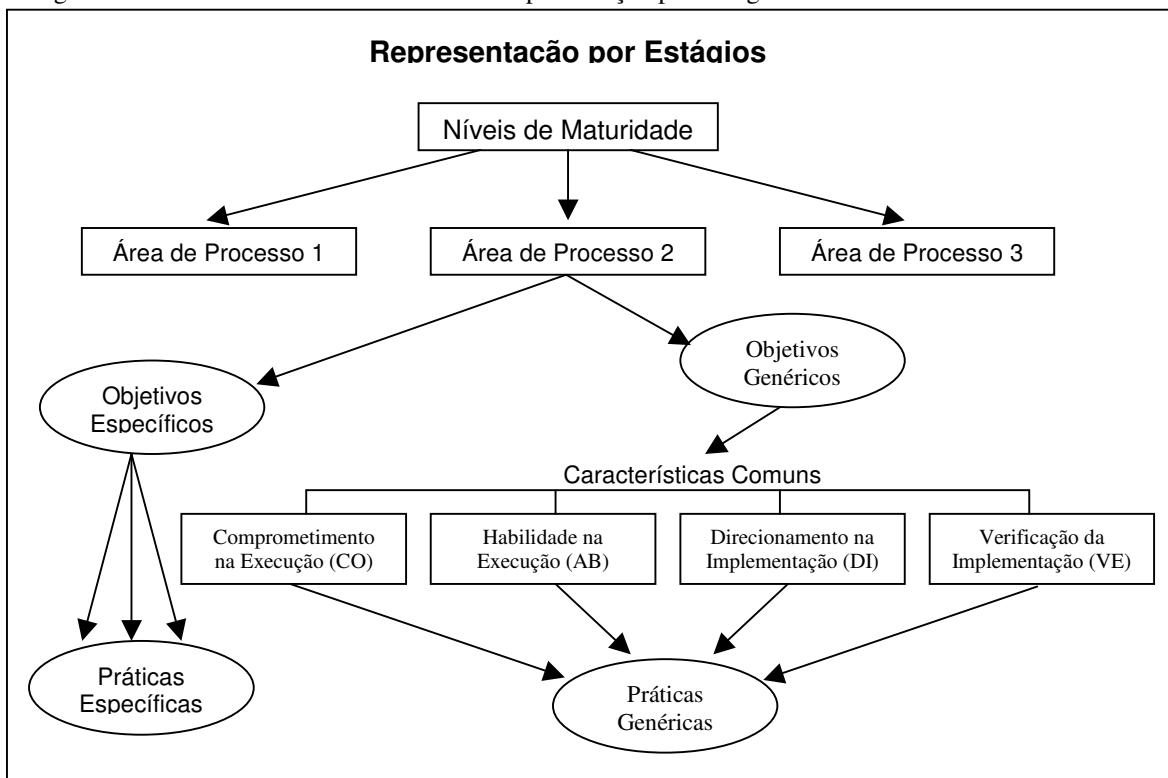
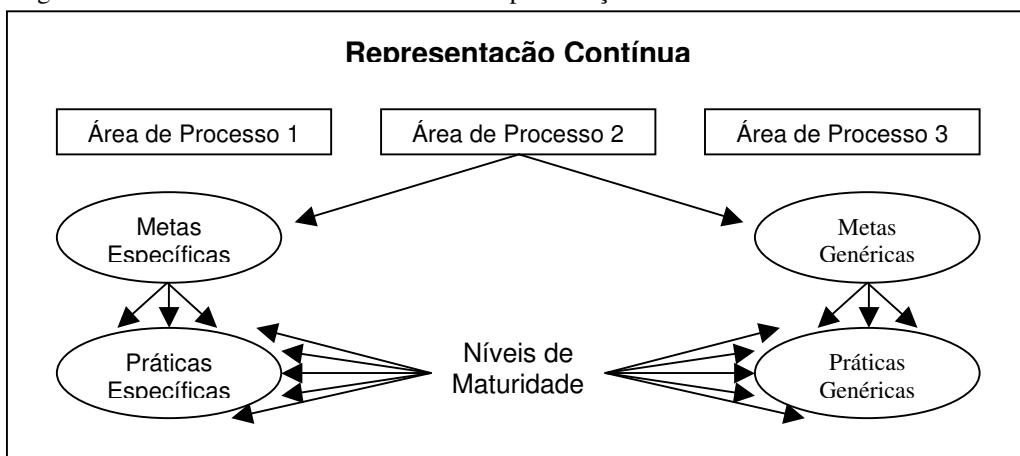


Figura 2.3 – Estrutura do Modelo CMMI – Representação Contínua



A “Representação Contínua” do modelo guarda similaridade com àquela adotada pelo modelo ISO/IEC 15504; ao passo que a “Representação por Estágios” preserva os princípios que nortearam o desenvolvimento do modelo anterior, o SW-CMM. Assim, ambas as representações definem modelos evolutivos, definidos em termos de “Níveis de Maturidade” (6 níveis para a “Representação Contínua” e 5 para a “por Estágios”). Na primeira, tal qual no ISO/IEC 15504, estes se referem a processos individualizados, servindo como referência para uma estratégia de melhoria a partir da identificação dos processos menos maduros ou de maior relevância para a organização. A segunda, assim como no SW-CMM, proporciona uma referência para a avaliação do “Nível de Maturidade” da organização.

No quadro abaixo estão representados os “Níveis de Maturidade” de cada um dos dois modelos (Quadros 2.4 e 2.5) (CHRISSIS *et al.*, 2003):

Quadro 2.3 – Níveis de Maturidade do CMMI  
Representação Contínua

Nível	Denominação
0	Incompleto
1	Executado
2	Gerenciado
3	Definido
4	Gerenciado Quantitativamente
5	Em Otimização

Quadro 2.4 - Níveis de Maturidade do CMMI:  
Representação Estágios

Nível	Denominação
1	Inicial
2	Gerenciado
3	Definido
4	Gerenciado Quantitativamente
5	Em Otimização

A definição das características de cada um dos níveis nas duas representações guarda analogia com a apresentada neste capítulo na seção relativa ao modelo CMM.

Na “Representação por Estágios”, para que uma organização seja considerada como detentora de um dado nível de maturidade, ela deve evidenciar a implantação e institucionalização de todas as “Áreas de Processo” que compõem aquele nível, além daquelas pertinentes aos níveis inferiores, conforme o quadro a seguir (Quadro 2.5) (KULPA *et al.*, 2003).

Além da implementação das respectivas “Áreas de Processo”, existem diferenciações na forma com que essa implementação deve ser feita entre os diferentes “Níveis de Maturidade”. O “Nível 3” exige que os processos sejam definidos a partir de um *Processo Padrão* da organização, o que não acontece no “Nível 2”; além disso, no

“Nível 3”, a descrição dos processos apresenta um maior grau de exigência em relação ao seu rigor e detalhamento. No “Nível 5”, a definição dos processos deve levar em conta a identificação e eliminação das causas comuns de variações, incorporando o conceito de *Melhoria Continua*.

Quadro 2.5 – CMMI: Representação por Estágios – Áreas de Processo

Nível de Maturidade	Áreas de Processo (PA's)
1 (Inicial)	( <i>Não Aplicável</i> )
2 (Gerenciado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Gerência de Requisitos (REQM)</li> <li>2. Planejamento de Projeto (PP)</li> <li>3. Monitoração e Controle de Projeto (PMC)</li> <li>4. Gerência de Acordos com Fornecedores (SAM)</li> <li>5. Medição e Análise (MA)</li> <li>6. Garantia da Qualidade de Produto e Processo (PPQA)</li> <li>7. Gerência de Configuração (CM)</li> </ul> <p>São definidas 125 Práticas para estes processos</p>
3 (Definido)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Desenvolvimento de Requisitos (RD)</li> <li>2. Solução Técnica (TS)</li> <li>3. Integração de Produto (PI)</li> <li>4. Verificação (VER)</li> <li>5. Validação (VAL)</li> <li>6. Foco no Processo da Organização (OPF)</li> <li>7. Definição do Processo da Organização (OPD)</li> <li>8. Treinamento Organizacional (OT)</li> <li>9. Gerenciamento Integrado de Projeto (IPM)</li> <li>10. Gerenciamento de Riscos (RSKM)</li> <li>11. Integração de Equipes (IT)</li> <li>12. Gestão Integrada de Fornecedores (ISM)</li> <li>13. Análise de Decisão e Resolução (DAR)</li> <li>14. Ambiente Organizacional Voltado à Integração (OEI)</li> </ul> <p>São definidas 227 Práticas para estes processos</p>
4 (Gerenciado Quantitativamente)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Desempenho do Processo Organizacional (OPP)</li> <li>2. Gerência Quantitativa do Projeto (PQM)</li> </ul> <p>São definidas 33 Práticas para estes processos</p>
5 (Em Otimização)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Inovação e Implantação na Organização (QID)</li> <li>2. Análise e Resolução de Causas (CAR)</li> </ul> <p>São definidas 32 Práticas para estes processos</p>

A despeito da similaridade no conteúdo, a diferenciação nas representações do modelo proporciona características distintas a cada um dos modelos. Desta forma, a seleção de qual representação deve ser utilizada por parte de uma dada organização deve levar em conta esses aspectos de diferenciação, de modo a que o modelo utilizado

seja capaz de atender mais adequadamente a seus objetivos. Abaixo está apresentado um quadro comparativo das características de cada uma das representações (Quadro 2.6) (CHRISSIS et al., 2003):

Quadro 2.6 – CMMI: Comparação Entre as Características das Representações

Representação Contínua	Representação por Estágios
Enfoque na melhoria de desempenho de um processo único.	Enfoque de melhoria do processo de forma sistêmica e estruturada.
Melhoria de desempenho em várias áreas alinhadas aos objetivos de negócio da organização.	O atingimento de cada um dos estágios assegura a fundamentação necessária para atingir o próximo estágio.
Níveis de Maturidade utilizados para medir as melhorias em cada processo individualizado.	Áreas de Processo organizadas em níveis de maturidade.
Permite a melhoria de diferentes processos com distintos Níveis de Maturidade.	Possibilita que a organização tenha um referencial evolutivo pré-definido para melhoria.
É imperativo que se tenha o conhecimento das dependências e interações entre as diversas Áreas de Processo.	Permite a implantação de um processo de melhoria sem que se identifique qual processo deve ser priorizado.
Apropriado quando se conhece qual processo necessita ser melhorado	Possui grande número de estudo de casos e dados históricos de práticas bem sucedidas baseados no modelo predecessor, o SW-CMM.
Alinhado com a ISO/IEC 15504 em função da estruturação semelhante dos modelos.	Provê uma migração mais simples do modelo CMM para o CMMI.

## 2.2.6 Melhoria de Processo do Software Brasileiro – MPS.BR

Ao longo da última década, a indústria de desenvolvimento de software no Brasil vem paulatinamente demonstrando uma evolução em relação à questão da qualidade de software (este tema está apresentado detalhadamente no “Capítulo 3 – Análise da Pesquisa Sepin/MCT” do presente trabalho). Todavia, dentre os diversos modelos aqui apresentados, aquele que vinha encontrando maior aceitação por parte dessa indústria é o modelo NBR ISO 9001. Este modelo, a despeito de suas qualidades intrínsecas, não foi desenvolvido especificamente para o contexto do software, fato que, conforme discutido na “Seção 2.2.1” do presente capítulo, resulta em diversos problemas para sua interpretação e adaptação a este segmento. A utilização dos demais modelos – específicos para a indústria do software – apresenta uma série de barreiras no país (WEBER et al., 2005).

Formado majoritariamente por micro, pequenas e médias empresas (*vide Capítulo 3*), a questão do custo é um fator determinante como limitador da ação das empresas do segmento. Assim, tendo em vista que a implantação e, principalmente, a avaliação no modelo CMM – atualmente o CMMI – tem um custo que soma dezenas de milhares de dólares, este tem ficado quase que restrito às grandes empresas do mercado, em sua maioria filiais de corporações multinacionais (WEBER *et al.*, 2005).

Essa situação motivou a Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro – Softex a buscar o desenvolvimento de um modelo de referência para a melhoria de processo do software que fosse adequado à realidade dessa indústria, sendo capaz de permitir uma estratégia de implantação compatível com a capacidade das empresas a ela associadas. Com a participação de representantes de importantes organizações relacionadas com a qualidade do software<sup>4</sup>, a Softex desenvolveu o MPS.BR – Melhoria de Processo do Software Brasileiro (SOFTEX, 2005a).

Do ponto de vista conceitual, quatro elementos do modelo merecem destaque. Em primeiro lugar, foi concebido de modo a prover um modelo de referência evolutivo, nos mesmos moldes dos modelos CMMI e ISO/IEC 15504, possibilitando que as organizações que o adotem possam desenvolver um plano de desenvolvimento de longo prazo. Apresenta um escalonamento de níveis de maturidade com uma maior granularidade nos níveis iniciais que aquela utilizada nos modelos citados, permitindo uma estratégia de implantação e evolução mais adequada às condições do mercado brasileiro. Em terceiro lugar, é plenamente aderente e compatível com todos os demais modelos citados neste trabalho: ISO/IEC 15504; NBR ISO/IEC 12207; e CMMI. Finalmente, a operacionalização de sua institucionalização se traduz em um Modelo de Negócio que incorpora tanto os princípios utilizados pelo *Software Engineering Institute – SEI* para a avaliação de organizações conforme o modelo CMMI, quanto aqueles recomendados pela *International Organization for Standardization – ISO* para as avaliações de conformidade de terceira parte (independência entre agente avaliador e agente implementador e reavaliação periódica). Além disso, o Modelo de Negócio contempla a possibilidade de estratégias de implantação específicas para empresas específicas ou para grupos de empresas cooperadas – estratégia esta que facilita

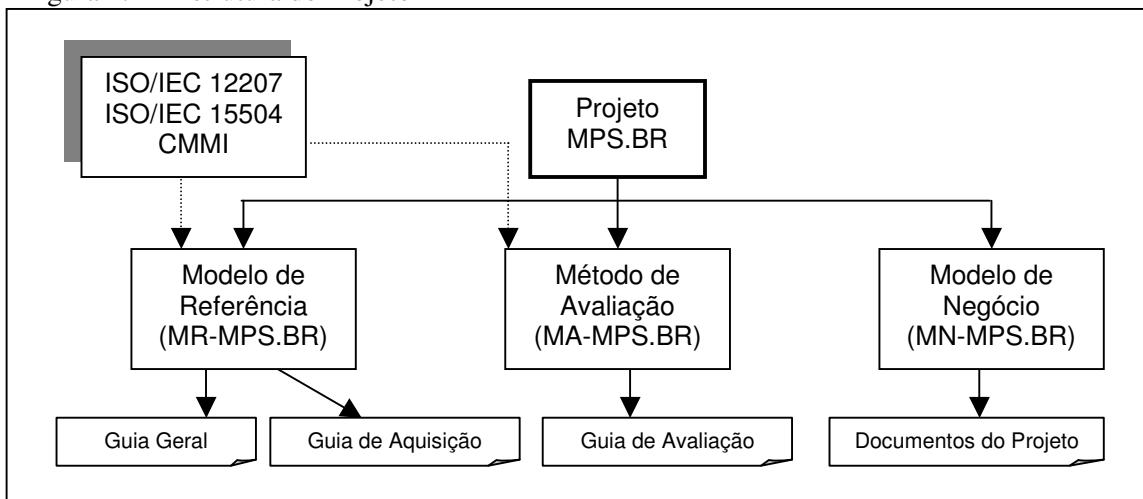
---

<sup>4</sup> São essas: o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coppe/UFRJ; o Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife – CESAR; o Centro de Pesquisa Renato Archer – CenPRA; a Companhia de Informática do Paraná – Celepar; e dois agentes Softex: a RioSoft e a Softex Campinas (WEBER *et al.*, 2005).

sobremaneira sua utilização por empresas de pequeno porte, por dividir os custos e dispor de linhas de financiamento (WEBER *et al.*, 2005).

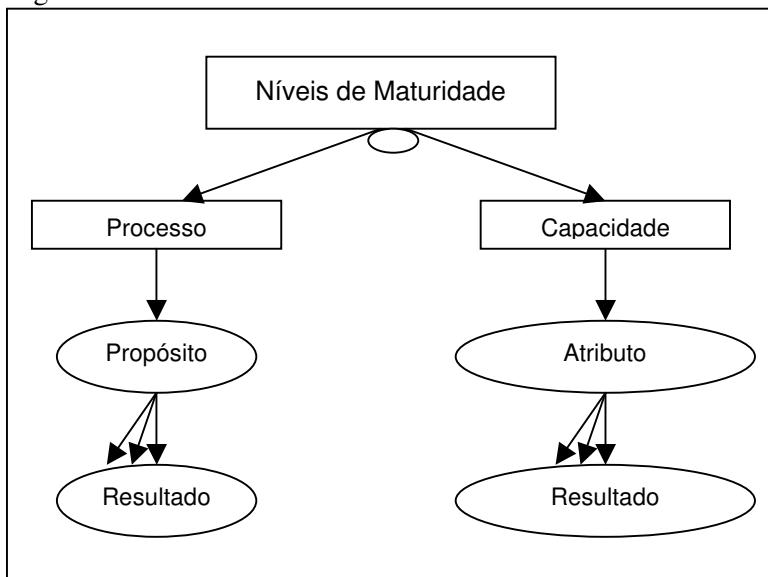
A estrutura do projeto é formada por 3 componentes: o Modelo de Referência; o Modelo de Avaliação; e o Modelo de Negócio. Cada um deles descrito por documentos e guias específicos. Soma-se a estes um Guia de Aquisição, destinado às organizações adquirem software e serviços correlatos, contendo uma descrição das “boas práticas” relacionadas a essa atividade (Figura 2.4) (SOFTEX, 2005a).

Figura 2.4 – Estrutura do Projeto



O Modelo de Referência (MR-MPS) define uma estrutura que combina os conceitos de “maturidade” de uma organização, definidos pelo CMMI, com o de “capacidade de processo”, estabelecidos pela ISO/IEC 15504. No MR-MPS, níveis de maturidade “são uma combinação entre processos e capacidade de processos”, conforme a estrutura apresentada na Figura 2.5 (SOFTEX, 2005a).

Figura 2.5 – Estrutura do Modelo MR-MPS



No MR-MPS, a definição dos processos reproduz a forma utilizada pela norma ISO/IEC 12207, na qual a descrição dos processos inclui a declaração de seu “propósito” e dos “resultados” esperados a partir da efetiva implementação do processo em questão. No modelo, o termo “propósito” descreve o principal objetivo a ser atingido durante a execução do processo”. Além disso, o modelo incorpora “informações adicionais” acerca dos processos, que “são referências que podem ajudar na definição do processo pela organização. Normalmente, elas citam o processo ou o subprocesso da NBR ISO/IEC 12207, o processo da ISO/IEC 15504 e a área de processo do CMMI-SE/SW que estão correlacionados ao processo do MR-MPS, os quais possuem uma descrição das atividades, tarefas ou melhores práticas para implementar o processo” (SOFTEX, 2005a).

Por outro lado, a “capacidade do processo é um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados os quais proporcionam o atendimento dos atributos de processo. A capacidade estabelece o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização” (SOFTEX, 2005a). O modelo estabelece ainda que “a capacidade do processo possui cinco atributos de processos (AP) [...]. Cada AP está detalhado em termos dos resultados para alcance completo do atributo [...]” (SOFTEX, 2005a). O Quadro 2.7, a seguir, apresenta a relação dos “atributos de processos” com suas respectivas descrições.

Quadro 2.7 – MR-MPS: Atributos de Processo

Atributo	Característica	Descrição
AP 1.1	O processo é executado	O processo atinge seu propósito.
AP 2.1	O processo é gerenciado	O atributo é uma medida da extensão na qual a execução do processo é gerenciada.
AP 2.2	Os produtos de trabalho do processo são gerenciados	O atributo é uma medida da extensão na qual os produtos de trabalho produzidos pelo processo são gerenciados apropriadamente.
AP 3.1	O processo é definido	O atributo é uma medida da extensão na qual um processo-padrão é mantido para apoiar a implementação do processo definido.
AP 3.2	O processo está implementado	O atributo é uma medida da extensão na qual o processo-padrão é efetivamente implementado como um processo definido para atingir seus resultados.

A partir de seu arcabouço evolutivo e com base nos pressupostos acima, são estabelecidos “níveis de maturidade” que indicam estágios de evolução dos processos

de uma dada organização e permitem prever seu desempenho em uma ou mais disciplinas. Essa sistemática de classificação em “níveis de maturidade” guarda analogia com aquela estabelecida no modelo CMMI. Conforme citado, a diferenciação mais significativa está no escalonamento dos níveis. Em uma correlação entre estes modelos tendo como ponto de referência as “Áreas de Processo (PA)” do CMMI *vis-à-vis* os “Processos” do MR-MPS, pode-se afirmar que o equivalente ao “nível 2” do CMMI se apresenta de certo modo desdobrado em 2 níveis de maturidade no modelo MR-MPS; o mesmo se dá com o “nível 3” do CMMI, que é decomposto em 3 níveis distintos.

Assim sendo, o modelo MR-MPS propõe 7 níveis de maturidade (não contemplando o que poderíamos, com certa liberalidade, chamar de “imaturidade total”; situação definida na Representação por Estágios do CMMI como “Nível 1” e na Representação Contínua ou no modelo ISO/IEC 15504 como “nível 0”), denominados por letras de “A” a “G”, sendo o “nível A” o mais elevado deles.

Quadro 2.8 – MR-MPS: Níveis de Maturidade

Nível	Processo	Capacidade
<b>A</b> (Em Otimização)	Inovação e Implantação na Organização Análise e Resolução de Causas	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
<b>B</b> (Gerenciado Quantitativamente)	Desempenho do Processo Organizacional Gerência Quantitativa do Projeto	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
<b>C</b> (Definido)	Análise de Decisão e Resolução Gerência de Riscos	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
<b>D</b> (Largamente Definido)	Desenvolvimento de Requisitos Solução Técnica Integração do Produto Instalação do Produto Liberação do Produto Verificação Validação	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
<b>E</b> (Parcialmente Definido)	Treinamento Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional Definição do Processo Organizacional Adaptação do Processo para Gerência de Projeto	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1 e AP 3.2
<b>F</b> (Gerenciado)	Medição Gerência de Configuração Aquisição Garantia da Qualidade	AP 1.1, AP 2.1 e AP 2.2
<b>G</b> (Parcialmente Gerenciado)	Gerência de Requisitos Gerência de Projeto	AP 1.1 e AP 2.1

Para cada um dos “níveis de maturidade”, são estabelecidos perfis de processos que devem ser contemplados pela organização com a respectiva capacidade de processo, definida em termos de “atributos de processos (AP)”. A classificação de uma organização em um determinado “nível de maturidade” decorre do “atendimento dos atributos do processo e dos resultados dos atributos do processo [...] para todos os processos correspondentes” a esse “nível de maturidade” (SOFTEX, 2005a). Em seu caráter evolutivo, o modelo é cumulativo, ou seja, a fim de atender aos requisitos de um dado nível, a organização deve também atender às exigências de todos os níveis predecessores para os processos relacionados. O Quadro 2.8 apresenta os “níveis de maturidade” com suas denominações, os processos a eles associados e suas capacidades.

## 2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de modelos aqui descritos evidencia o esforço que vem sendo feito no sentido, não só de inserir o desenvolvimento de software no contexto da Gestão da Qualidade – elemento imprescindível nas organizações contemporâneas – mas, principalmente, de oferecer modelos que sejam capazes de atender às especificidades dessa atividade.

Cabe destacar o esforço brasileiro na elaboração do modelo MR-MPS, que, dada a sua concepção, permite sua implantação de forma menos impactante (inclusive em relação aos custos) do que os demais modelos, além de uma visibilidade dos resultados em prazos menores. Apresenta-se, portanto, uma opção mais adequada às necessidades das pequenas e médias empresas que representam uma importante parcela do mercado brasileiro de desenvolvimento de software. Soma-se a isso o fato de ser possível, a partir de um único modelo, buscar-se tanto o objetivo de evidenciar externamente o nível de maturidade da organização, quanto dispor de um *frame-work* para a melhoria dos processos da organização.

### **3. ANÁLISE DA PESQUISA SEPIN/MCT**

#### **3.1 ESCOPO**

O esforço da indústria brasileira de software na busca pela qualidade e, consequentemente, pela competitividade tanto interna quanto externa de seus produtos, tem sido objeto de uma minuciosa descrição realizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, através da Secretaria de Política de Informática – Sepin. Esse órgão vem conduzindo periodicamente uma pesquisa de campo junto a uma parcela significativa das empresas desenvolvedoras de software no Brasil, objetivando delinear o perfil e a evolução no uso dos princípios de gestão da qualidade e das técnicas de qualidade específicas para o desenvolvimento de softwares. Seus resultados são divulgados através de um documento intitulado “*Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro*” (MCT/SEPIN, 1995, 1997b, 2000 e 2002).

A realização dessa pesquisa teve início em 1993, quando da criação do Subcomitê Setorial da Qualidade e Produtividade em Software, do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – SSQP/SW-PBQP, momento em que a indústria nacional de software começava a adquirir relevância no panorama econômico brasileiro (MCT/SEPIN, 1997a) ao mesmo tempo em que o binômio “Qualidade & Produtividade” assumia uma função estratégica na condução das ações de governo e no desenvolvimento econômico do país. Sendo concebida como um dos projetos desse programa, um de seus principais objetivos é o de fornecer subsídios para o acompanhamento e a manutenção da Política Nacional de Informática em relação às novas tendências internacionais, de modo a apoiar a missão do Ministério da Ciência e Tecnologia, que é a de formular as diretrizes de Governo, propor legislação e coordenar as ações de planejamento estratégico e de acompanhamento de resultados para o setor de informática brasileiro (MCT/SEPIN, 1995).

Inseridos no contexto da desregulamentação do setor de software na economia brasileira, do fim da “reserva de mercado” e da integração do país ao universo da chamada “globalização”, a missão do MCT, a Política Nacional de Informática, e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade se revestem de importância estratégica. A necessidade de substituição de importações em um mercado não protegido, bem como a de viabilizar uma maior competitividade e consequente participação do produto de software brasileiro no mercado mundial apontam para a premência da difusão dos conceitos e técnicas relacionados à gestão da qualidade na indústria nacional. O Subcomitê Setorial de Qualidade e Produtividade em Software e a própria pesquisa conduzida pela Sepin/MCT são parte integrante e desdobramentos naturais desse esforço estratégico. Além disso, seus resultados – que são publicamente divulgados por intermédio do trabalho citado ou através da Internet, na página *web* da Sepin/MCT – em face de sua significância, têm servido como referência para todos aqueles que desejam obter uma visão detalhada da situação e da evolução da indústria brasileira de software no que se refere à aplicação dos conceitos de qualidade, servindo freqüentemente como fonte de consulta para as mais diversas instituições governamentais, privadas, universidades e centros de pesquisa.

Outra indicação que revela a importância adquirida por esta pesquisa no cenário da qualidade de software no Brasil é o fato de que as informações que incorporam têm, ainda, servido de base para a elaboração do Diagnóstico da Qualidade e Produtividade em Software, parte integrante do *Termo de Referência* do Subcomitê Setorial da Qualidade e Produtividade em Software, do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – SSQP/SW-PBQP (WEBER *et al.*, 1999 e 2001).

A pesquisa utiliza, como fonte de dados, um questionário que é distribuído para a grande maioria das empresas e organizações desenvolvedoras de software no país. Isso se dá por intermédio de uma parceria entre a Sepin/MCT e diversas entidades privadas que se traduzem como as mais representativas do setor<sup>5</sup>. Essas instituições cuidam da distribuição e captação dos formulários do questionário junto a seus associados, convidando-os a participar voluntariamente na pesquisa. Este procedimento

---

<sup>5</sup> Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro – SOFTEX; Associação Brasileira de Empresas Estaduais de Processamento de Dados – ABEP; Associação Brasileira de Empresas de Software – ABES; Associação da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE; Associação das Empresas Brasileiras de Software e Serviços de Informática – ASSESPRO e Sociedade de Usuários de Informática e Telecomunicações – SUCESU (WEBER *et al.*, 2001)

assegura que o formulário da pesquisa seja distribuído para praticamente a totalidade das empresas do setor. Desde 1999, o formulário encontra-se também disponível para *download* na página web da SEPIN/MCT (<http://www.mct.gov.br/sepin>).

Outras instituições vêm colaborando sistematicamente com a Sepin/MCT tanto na estruturação, quanto no aprimoramento do trabalho. Essas instituições caracterizam-se como participantes assíduas do SSQP/SW-PBQP e, por intermédio de seus representantes nesse fórum, contribuem com o desenvolvimento das pesquisas nas fases de planejamento e análise. São elas: o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação – ITI; a Área de Tecnologia para Avaliação da Qualidade de Software do Centro Tecnológico para a Informática – ATAQS/CTI; a Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento – CPqD; a área de Engenharia de Software da COPPE/UFRJ e a Companhia de Informática do Paraná – CELEPAR (WEBER *et al.*, 2001).

Pode-se considerar que as informações apresentadas pela Sepin/MCT na forma de análise dos dados e delineamento do perfil do setor de software, conforme já afirmado anteriormente neste trabalho, são de absoluta completude em relação àquilo a que esta se propõe e asseguram a plena consecução dos objetivos propostos. Cabe, ainda, destacar que a consistência da pesquisa, bem como sua amplitude e abrangência, vêm sendo aperfeiçoadas continuamente a cada uma das novas edições do trabalho.

## **3.2 A PESQUISA**

### **3.2.1 Estruturação**

O universo considerado até a pesquisa 1999 era estimado, a partir de informações fornecidas pelas próprias instituições de classe que colaboraram e participam do projeto, em aproximadamente 2.500 (duas mil e quinhentas) organizações. Todavia, a partir da pesquisa 2001, foram desenvolvidos modelos probabilísticos destinados a prover uma estimativa mais precisa deste valor. A partir de dados históricos das Bases RAIS – Relação Anual de Informações Sociais, pôde-se estimar uma população de 10.713 empresas com atividades potenciais em software no Brasil. Destas, estima-se que 4.805 empresas apropriaram receita específica em software em 2000.

O questionário aplicado caracteriza-se por um formulário estruturado não disfarçado, composto por questões fechadas de opção única, questões fechadas de opção

múltipla, questões escalares e algumas poucas questões nominais abertas, utilizadas para permitir a especificação de categorias não explicitadas.

Os indicadores apresentados no trabalho dizem respeito a questões relacionadas, primordialmente, à implantação e gestão de sistemas da qualidade, à qualidade dos processos de software, à qualidade dos produtos de software, à gestão de pessoas (Recursos Humanos), ao relacionamento com os clientes e o mercado e aos procedimentos específicos para a qualidade em processo e em produto de software. Além disso, a fim de se traçar um quadro descritivo do perfil da indústria nacional, é também apresentada uma caracterização das empresas ou organizações participantes e dos diversos tipos de software por elas desenvolvidos no país. Para efeito de estruturação da pesquisa, esses temas são assumidos como as categorias de análise das informações. Desse modo, cada uma das questões contidas no formulário se relaciona com um dos elementos desse escopo de informações. A organização dos formulários é estruturada de modo que as diversas questões são agrupadas nas respectivas categorias, segundo a temática a que se referem, de forma que permitam analisar os diversos atributos tanto das empresas em si, quanto de suas práticas que se relacionem aos conceitos de gestão da qualidade. Os dados obtidos são agregados e tabulados de acordo com cada atributo considerado, de modo a se delinear um perfil global do conjunto de empresas componentes da indústria de software no que diz respeito às várias características de cada uma destas categorias (MCT/SEPIN, 2000).

Os quadros descritivos das estruturas e dos conteúdos das diversas Pesquisas da Qualidade realizadas encontram-se apresentados no Anexo I deste trabalho.

### **3.2.2 Evolução**

Ao analisarmos comparativamente tanto as estruturas, quanto os itens que compõem os sucessivos questionários, podemos identificar nas modificações introduzidas uma evolução em sua abrangência e na própria consistência do mesmo.

As modificações inseridas no questionário de 1997 se ativeram aos itens que o compõem, preservando a mesma estrutura que caracterizava a versão de 1995. O que se percebe é um aumento em seu escopo, através da introdução de diversos novos itens.

Nessa versão, a Caracterização das Empresas passou a incluir informações acerca da “origem do capital majoritário” – caracterizando as empresas como públicas,

estatais ou privadas. Incluiu-se também uma classificação das empresas quanto à “produtividade de suas forças de trabalho”, considerando a relação entre sua receita bruta e o contingente total de empregados. Nas informações relativas à categoria Gestão da Qualidade, a ampliação do escopo deu-se por intermédio da inclusão de informações relativas à “utilização da técnica de Pontos por Função (FPA)”, à implementação de “Programas da Qualidade” e por uma mudança de enfoque no que se refere ao conjunto de normas relativas à qualidade de softwares. O item que anteriormente tratava da “qualidade de produtos de software”, passou a relacionar-se às principais normas desse gênero, incluindo, além da norma ISO/IEC 9126 (NBR 13596) - *Tecnologia de informação – avaliação de produto de software – características de qualidade e diretrizes para o seu uso*, as normas NBR ISO/IEC 12119 - *Tecnologia de informação – pacotes de software – teste e requisitos de qualidade* e NBR ISO/IEC 12207 - *Processos de ciclo de vida de software*. Além disso, as avaliações de produtos de softwares passaram a considerar a utilização de normas de referência. Outra importante modificação foi o detalhamento das técnicas de “Engenharia de Software”, agrupando-as em métodos para a prevenção de defeitos e métodos para a detecção de defeitos.

A versão de 1999 do questionário caracterizou-se não somente por um novo aumento no escopo, mas também por uma completa reorganização de sua estrutura.

A denominação da categoria Caracterização da Empresa foi substituída por Caracterização da Organização, termo mais abrangente e, para o universo da pesquisa, mais preciso. A categoria Caracterização do Software foi excluída e suas informações passaram a integrar a categoria Caracterização da Organização. Alguns dos itens dessa categoria foram deslocados e, juntamente com os itens de todas as demais categorias anteriores (versão 1997), foram reagrupados em um novo conjunto de categorias, a saber: Gestão do Conhecimento; Gestão Empresarial e Processo de Software. Esta nova estrutura permite a classificação das informações de um modo mais consistente e implica numa maior coerência na organização da pesquisa. Como decorrência dessa nova estrutura, a organização de alguns itens também foi alterada. O item que na versão 1999 referia-se a “normas da qualidade de softwares” foi substituído pelo item “qualidade de produtos”, proporcionando uma maior coerência em relação ao item “qualidade de processos”. As informações que compunham esses itens foram reorganizadas de acordo com o escopo do padrão de referência com que se relacionam. Foram também introduzidas novas informações, ampliando mais uma vez a abrangência

do escopo da pesquisa. Um item relativo à “promoção da atualização profissional” e informações sobre a flexibilidade na jornada de trabalho foram agregados à categoria Gestão do Conhecimento. O item que tratava da implementação de “programas da qualidade” passou a incluir a implementação de sistemas da qualidade, conceito muito mais amplo. Da mesma forma, o item que se referia à “utilização da técnica Pontos por Função” foi substituído, agora na categoria Processo de Software, pelo item “uso de métricas”; informação que é também mais abrangente que a anteriormente considerada. Além destes, um item que trata do “registro de direitos autorais dos programas de computador” foi acrescentado na categoria Caracterização da Organização.

Além da reestruturação do questionário, o conteúdo de vários itens foi também modificado, especialmente naqueles relacionados às técnicas de Engenharia de Software. Uma nova organização dos métodos considerados, bem como a exclusão de alguns e a inclusão de outros, tornaram o questionário muito mais consistente.

### 3.2.3 Limitações

Anteriormente, neste trabalho, foi ressaltada a completude da pesquisa conduzida pela Sepin/MCT em relação a seus propósitos. Chamou-se a atenção também para a consistência metodológica, sua amplitude, abrangência e relevância. Não obstante esse conjunto de aspectos positivos que revestem a pesquisa, fazem-se necessárias algumas observações de modo que se estabeleça de maneira clara e objetiva o escopo de sua *validade*, permitindo uma compreensão precisa do caráter das informações que dela se possa vir a extrair.

A explicitação da *validade* pode ser considerada como um dos elementos fundamentais na elaboração de um estudo experimental. Sua importância, assim como seus diversos componentes, é abordada por diversos autores. Podemos citar, como exemplo, COOK *et al.* (1998), WOHLIN *et al.* (2000) e PERRY *et al.* (2000). Todos esses trabalhos, além de destacarem sua relevância para assegurar a consistência de um estudo experimental e a perfeita compreensão da abrangência de seus resultados, estabelecem que a *validade* de um estudo experimental deve ser considerada a partir da análise da *validade* de quatro elementos específicos da conformação do estudo, a saber: *validade do constructo*, *validade interna*, *validade externa* e *validade de conclusão*.

A seguir, serão apresentadas algumas considerações acerca de cada uma das *validades* específicas das pesquisas Sepin/MCT:

*a) Validez do Constructo*

Segundo WHOLIN *et al.* (2000), a *validade do constructo* reflete “a relação entre a teoria e a observação”. Diz respeito à consistência teórica do experimento e a possíveis distorções decorrentes de fatores comportamentais resultantes da percepção de estar sendo observado por parte dos participantes.

Aqui cabe a primeira ressalva em relação à *validade* da pesquisa realizada. Inicialmente, deve-se lançar um olhar sobre a forma como é conduzido o processo de elaboração do questionário utilizado para a coleta de dados.

A cada pesquisa concluída, a Sepin/MCT submete o questionário utilizado a uma análise crítica por parte dos participantes do SSQP/SW-PBQP. Em uma reunião desta plenária, o questionário é analisado, avaliado, debatido e, via de regra, alvo de modificações sugeridas pelos representantes das entidades participantes no intuito de aprimorá-lo para uma nova versão da pesquisa. O acatamento dessas sugestões normalmente se dá a partir do consenso entre os presentes.

Entretanto, uma das principais características do grupo que toma parte nessa atividade é sua heterogeneidade. O SSQP/SW-PBQP é composto por instituições e organizações oriundas da indústria, do governo e de universidades. Isso resulta em uma patente diferenciação nos níveis de experiência e qualificação dos participantes além de – e principalmente – nas perspectivas e interesses de cada um deles.

Do ponto de vista da *validade do constructo*, tal situação apresenta tanto um aspecto positivo, quanto um negativo. A diversidade de visões e opiniões envolvidas na conformação do questionário faz com que sua completude e consistência em relação à inclusão de dados que refletem os atributos que se deseja avaliar possam ser consideradas como praticamente asseguradas. Todavia, esta mesma situação, aliada aos mais variados componentes políticos envolvidos na obtenção do consenso que prevalece na revisão / elaboração do questionário, acaba por permitir a inclusão de diversas variáveis cuja relevância para as informações desejadas pode ser considerada senão desprezível, insignificante.

É oportuno, todavia, salientar-se que esse fato não implica em um comprometimento da *validade do constructo*, posto que o que se verifica é a existência de dados (ou variáveis) desnecessários ou irrelevantes na pesquisa, porém não se observa omissão de variáveis que sejam efetivamente relevantes.

Ainda no que concerne à *validade do constructo*, mais uma ressalva se mostra pertinente. Observando-se os aspectos que WOHLIN *et al.* (2000) denominam como sociais<sup>6</sup>, podemos esperar uma tendência a que as organizações respondam ao questionário a partir de uma perspectiva superestimada de seus atributos. Deve-se levar em consideração o fato de que, a despeito da garantia de sigilo em relação aos dados individuais dos participantes, uma sensação de estar sendo avaliado sempre estará presente. Isso pode conduzir a uma omissão de seus pontos mais vulneráveis e a uma maximização de suas qualidades, principalmente quando o conceito envolvido na questão a ser respondida não é plenamente dominado por parte do respondente.

#### b) *Validade Interna*

A *validade interna* assegura que as mudanças observadas na variável dependente podem ser atribuídas às mudanças na variável independente, ou seja, se as relações de causalidade estabelecidas são consistentes e se não existem outras relações não consideradas no experimento (WOHLIN *et al.*, 2000).

Para esta análise, deve ser levado em conta que a pesquisa Sepin/MCT se caracteriza como um *survey* cujos resultados são objeto tão somente de um tratamento baseado em métodos de Estatística Descritiva; em outras palavras, em sua condução, nenhuma inferência é realizada e nenhuma hipótese é verificada; isso implica em que não sejam estabelecidas relações de causalidades entre variáveis. Portanto, não são necessárias maiores considerações acerca da *validade interna* da pesquisa em geral.

Cabe apenas chamar a atenção para o aspecto designado por maturidade por WOHLIN *et al.* (2000). Como a pesquisa é aplicada periodicamente e grande parte das organizações participantes se repete, pode-se esperar que ao longo do tempo e com a repetição da pesquisa, alguns dos conceitos envolvidos sejam interpretados de maneira mais consistente pelos respondentes. Este fato, aliado ao que já foi observado em

---

<sup>6</sup> Os autores definem como ameaças sociais aquelas originadas da conduta dos participantes. Eles podem, baseados na consciência de que são parte de um experimento, agir sob a influência desta consciência, fornecendo resultados distorcidos para o experimento.

relação aos aspectos sociais da *validade do constructo*, pode fazer com que haja uma reavaliação nas respostas. Assim sendo, em uma análise da evolução dos diversos indicadores, a constatação de uma eventual piora nos mesmos pode advir não do fato de que este efetivamente piorou, mas sim em decorrência de uma melhora na acurácia das respostas. Do mesmo modo, uma melhora constatada pode, na realidade, estar ocorrendo em uma taxa superior àquela verificada na observação em virtude de respostas superestimadas nas pesquisas anteriores.

### c) *Validade Externa*

A *validade externa* diz respeito à possibilidade de generalização dos resultados do experimento para o mundo real (WOHLIN *et al.*, 2000). Refere-se à representatividade da amostra, tanto estatisticamente quanto do ponto de vista da representatividade conceitual do experimento; refere-se, também, à situação em que o experimento foi realizado. Em relação a este aspecto, algumas ponderações acerca da representatividade da amostra devem ser feitas. Conforme relatado anteriormente, o preenchimento do questionário, ou seja, a participação das organizações como componentes da amostra é voluntária. Isso significa dizer que não se trata de uma amostra aleatória do universo estudado e que sua estratificação em grupos em função de atributos que possam influenciar nos resultados não foi considerada. Conseqüentemente, é de se supor que os resultados apresentados na pesquisa possam incorporar algum viés.

A fim de se determinar a *validade externa* da pesquisa Sepin/MCT, é necessário que se faça uma reflexão sobre a participação das organizações na mesma. Como consideração preliminar, constata-se que o questionário é consideravelmente longo e que seu preenchimento não é trivial, exigindo muitas vezes (principalmente para organizações de maior porte) consultas a vários setores da empresa. Isso implica em admitir-se que a participação na pesquisa demanda, por parte da organização, um razoável dispêndio de tempo e de recursos. Decorre daí uma indagação: que motivos levariam uma empresa a alocar voluntariamente tais recursos – desviando-os de atividades “produtivas” – em uma atividade que não resulta em nenhum benefício direto e/ou imediato para ela, mesmo sendo essa pesquisa eventual?

Faz-se mister, então, que se identifique quais as possíveis “motivações” para essa participação. Algumas conjecturas a esse respeito podem ser elaboradas. A primeira delas é que as organizações que respondem ao questionário têm uma

preocupação institucional com sua inserção no mercado, sendo propensas a colaborar na construção de um instrumento que as auxilie nos processos de *benchmark*. Outra é que se trata de empresas com um considerável envolvimento nas questões relacionadas à Qualidade e à Engenharia de Software. Finalmente, é também plausível presumir que, dada a complexidade do questionário e a diversidade das informações solicitadas, essas empresas possuam um nível de organização que seja, ao menos, regular.

Tais conjecturas conduzem à suposição de que a generalização dos resultados apresentados pela pesquisa Sepin/MCT pode conduzir à concepção de uma conjuntura que se apresente como mais positiva (ou favorável) em relação à real situação da indústria brasileira de software no que concerne a seu engajamento frente aos preceitos da qualidade em software.

#### *d) Validez de Conclusão*

Finalmente, a *validade de conclusão* diz respeito à possibilidade de inferir-se conclusões corretas a partir das relações estabelecidas no experimento (WOHLIN *et al.*, 2000). Relaciona-se à adequação da metodologia estatística utilizada e à confiabilidade das medições.

As considerações acerca da *validade de conclusão* são, em grande parte, decorrentes das demais ressalvas apresentadas para as demais *validades*. Quanto à significância estatística, descrita especificamente na Seção 3.4.1 deste capítulo, os valores dos erros calculados se encontram perfeitamente compatíveis com o conjunto de estimativas e com os objetivos definidos para a pesquisa.

Quanto à confiabilidade dos resultados, devem ser levadas em conta as circunstâncias consideradas quando da análise das *validades do constructo* e *externa*. Os possíveis vieses identificados podem induzir a uma avaliação da conjuntura que se deseja representar como mais positiva ou favorável em relação às práticas de Qualidade de Software do que, na realidade, se encontra a indústria brasileira. Isso não quer dizer que os resultados não mereçam consideração. Muito pelo contrário; dentro dos objetivos da pesquisa e das possibilidades existentes para sua concretização, seus resultados são absolutamente relevantes e se revestem de uma extrema utilidade para a compreensão do contexto da indústria de software no Brasil. Apenas deve-se ter em conta que sua análise e interpretação deve ser feita a partir de uma perspectiva mais conservadora.

### **3.3 A PESQUISA SEPIN/MCT 2001**

Mantendo a periodicidade, a Sepin/MCT realizou no ano de 2001 uma nova pesquisa a ser preenchida com informações referentes ao ano de 2000. A íntegra do questionário encontra-se no Anexo II. Após esta, somente em 2005 uma nova rodada da pesquisa (com dados relativos a 2004) foi executada, na qual tomaram parte 488 empresas. Todavia, até o mês de março de 2006 a Sepin ainda não havia divulgado todos os seus resultados, apenas aqueles relativos à caracterização das organizações (em <http://www.mct.gov.br/sepin/Dsi/Quali2005>). Assim sendo, o presente trabalho utilizou como base e fonte de dados os resultados da pesquisa 2001.

De acordo com a política de atualização e aprimoramento permanente, os colaboradores que sistematicamente contribuem com a tarefa de estruturação do questionário introduziram novas modificações nos itens que compõem o questionário da pesquisa 2001. Sua observação permite destacar que uma parcela significativa destas modificações ocorreu no sentido de uma melhor organização dos quesitos, reordenando-os de forma mais coerente tanto em relação ao relacionamento de cada tema tratado, como também em relação à forma com que são estruturados os itens da análise final.

O questionário, em sua versão anterior, além do filtro inicial que objetiva eliminar as empresas que não atuam em áreas de desenvolvimento de software, era composto por 4 (quatro) categorias de perguntas:

- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 1) Caracterização da organização; | 3) Gestão Empresarial;  |
| 2) Gestão do Conhecimento;        | 4) Processo de Software |

A versão de 2001 passou a ser composta por 3 (três) categorias:

- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 1) Caracterização da Organização; | 3) Gestão da Qualidade. |
| 2) Caracterização do Software;    |                         |

Sendo a última, Gestão da Qualidade, subdividida em 4 (quatro) grupos de perguntas, a saber:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1) Qualidade dos Processos de Software; | 3) Gestão de Recursos Humanos;     |
| 2) Qualidade dos Produtos de Software;  | 4) Relacionamento com os Clientes. |

A partir desta modificação as perguntas de todas as categorias foram reclassificadas e redistribuídas. O resultado final foi um questionário mais adequado ao escopo dos assuntos tratados.

O quadro descritivo das estruturas e dos conteúdos da Pesquisa da Qualidade relativa ao ano de 2000 e 2001 está apresentado no Anexo I deste trabalho.

Como se pode observar, tendo sido mantida a categoria Caracterização da Organização, foram suprimidas as demais, sendo substituídas por duas novas categorias: Caracterização do Software e Gestão da Qualidade. Esta alteração redundou em um completo rearranjo do conjunto de itens.

Na primeira categoria, além da grande parte dos itens que anteriormente a compunham, foram incluídos os itens relativos à “entidade de associação” e “aplicação da legislação de propriedade intelectual”. O item “porte segundo a comercialização” foi substituído por “porte segundo a receita”. Além disso, as informações relativas às práticas básicas de Gestão da Qualidade foram deslocadas da antiga categoria Gestão Empresarial para esta; a saber: “adoção de programas da qualidade”, “certificação da qualidade” e “avaliação de produtos”. O item “tipos de produtos desenvolvidos” foi decomposto em três novos itens, que caracterizam essa informação de modo mais detalhado e consistente e, retirados desta, passaram a compor uma das novas categorias criadas: Caracterização do Software. A decomposição gerou os itens “categoria de softwares desenvolvidos”, “domínios de softwares desenvolvidos” e “tipos de aplicação de softwares desenvolvidos”.

A mudança mais significativa se deu a partir da criação da categoria Gestão da Qualidade. Esta passou a englobar todos os demais itens das antigas categorias, além de novas informações, decorrentes das novas questões incluídas no formulário.

A antiga categoria Gestão Empresarial foi transformada em um item desta nova categoria, passando a incluir somente as informações (sub-itens) relacionadas diretamente à gestão da qualidade no âmbito organizacional. Isso engloba os antigos itens relativos ao “planejamento estratégico”, “metas para a qualidade” e “custos da qualidade”. Além desses, foram incorporados os sub-itens “responsabilidade pela qualidade” e “gestão da informação”; este último decorrente de uma nova informação incluída no questionário.

A antiga categoria Gestão do Conhecimento também foi transformada em um novo item – “gestão de pessoas” – da nova categoria Gestão da Qualidade. Como sub-itens, este incluiu os antigos itens “qualificação”, “capacitação” e “atualização” da força de trabalho, além dos antigos sub-itens “participação” e “avaliação de desempenho”. O

sub-item relativo à “terceirização”, que anteriormente fazia parte da categoria Gestão Empresarial, foi também incluído como sub-item da “gestão de pessoas”; e os antigos sub-itens “pesquisa de satisfação” e “flexibilidade da jornada de trabalho”, foram suprimidos.

Do ponto de vista do conteúdo, algumas modificações merecem destaque.

A primeira delas diz respeito à introdução de uma nova pergunta em que se solicita que sejam informadas a receita auferida através da comercialização de software ao longo do primeiro semestre do ano da realização da pesquisa (ano de 2001) e uma estimativa para o total do ano, incluída na Caracterização da Organização. Vale lembrar que a pesquisa é sempre realizada tendo como base dados do ano anterior à distribuição do questionário. Essa nova pergunta permitirá uma avaliação mais atualizada da dimensão econômica do setor. Ainda na Caracterização da Organização, foi adicionada mais uma pergunta acerca do tratamento dado à propriedade intelectual, com informações sobre o depósito de patentes dos programas desenvolvidos.

Relativamente à quantificação da força de trabalho, além de chamar-se a atenção para a inclusão de sócios e dirigentes no total dos empregados efetivos, foi incluída uma opção para a quantificação dos bolsistas e estagiários. Contudo, chamou-nos particularmente a atenção a exclusão das perguntas que solicitavam um detalhamento da quantidade de profissionais envolvidos em atividades de desenvolvimento e manutenção de software, atividades de Pesquisa & Desenvolvimento e atividades de marketing e vendas. Consideramos que tal exclusão dificulta um perfeito dimensionamento do esforço empreendido pela organização tanto no desenvolvimento de softwares, quanto em P & D. Outra importante alteração relaciona-se à caracterização do software desenvolvido pela organização. A pergunta constante na versão anterior referia-se ao “tipo de software” desenvolvido. A nova versão apresenta duas perguntas distintas: a primeira, em que se caracteriza o “domínio” dos softwares desenvolvidos; a segunda, caracterizando o “tipo de aplicação de software” desenvolvido. Estas perguntas passaram a chamar a atenção também para que sejam considerados somente os softwares desenvolvidos no Brasil, uma vez que muitas das empresas participantes são filiais de corporações multinacionais. Para a definição dos domínios, foram aproveitados alguns que antes eram tratados como “Tipo de software”, além de terem sido relacionados diversos outros. Complementando esta modificação, foram inseridos

alguns novos quesitos na tipificação do software, como por exemplo “E-business, Gestão de conteúdo, CRM e Jogos”, de modo a tornar as opções disponíveis mais adequadas ao contexto atual dos produtos de software. No grupo “Gestão da Qualidade”, foi introduzida uma nova pergunta, que consideramos importante no contexto da qualidade em software. Esta pergunta objetiva identificar quais os padrões de qualidade exigidos pelas organizações para o processo de seleção de terceiros prestadores de serviços nas atividades de desenvolvimento e manutenção de softwares.

Entretanto, o conjunto mais importante de modificações, tanto em ralação ao aspecto de organização do questionário, quanto em relação à consistência, coerência e riqueza de seu conteúdo, é o concernente aos dois novos grupos: “Qualidade dos Processos de Software” e “Qualidade dos Produtos de Software” – derivados de “Procedimentos para Qualidade em Software”.

Os itens “qualidade de processos” e “qualidade dos produtos” foram reunidos em um único grupo: “qualidade de software”, sendo transformados em sub-itens. Entretanto, sua composição foi profundamente alterada. As informações relativas a “certificações” e “avaliações de produtos” foram transferidas para a categoria Caracterização da Organização. Na nova estrutura, a “qualidade de processos” passou a considerar, além das informações relativas ao “conhecimento e uso de normas e modelos” (de processos de software), integrantes das pesquisas anteriores, as novas informações decorrentes das alterações na estruturação do questionário, que incluem os itens que compunham a antiga categoria Processo de Software: “ferramentas”, “documentação” e “engenharia de software”, este agora sob a denominação “melhores práticas de Engenharia de Software” (para a qualidade em processos). Ainda decorrente das modificações incluídas no questionário, foram incorporadas as informações acerca do nível de formalização dos processos.

O item “qualidade dos produtos” apresenta também as informações sobre o grau de “conhecimento e uso de normas e modelos” (de produtos de software). E, também decorrente da reestruturação do questionário, as informações relativas ao uso das “melhores práticas de Engenharia de Software” (para a qualidade em produtos).

Para os aspectos da qualidade de processos de software, as perguntas que buscam identificar os níveis de conhecimento e de utilização dos modelos e dos padrões normativos desse universo foram reestruturadas e agrupadas em uma única pergunta.

Neste grupo, foi incluída ainda uma nova pergunta, destinada a caracterizar o nível de formalização de cada um dos Processos de Ciclo de Vida de Software, conforme estabelecido na Norma NBR ISO/IEC 12207 (ABNT, 1998b). Reestruturação análoga foi feita em relação ao nível de conhecimento e de utilização dos padrões normativos da qualidade de produtos de software. Foi, também, introduzido nesta pergunta um questionamento em relação à norma ISO/IEC 14598 - *Software Product Evaluation*.

Nesta modificação, as perguntas “Métodos de Engenharia de Software adotados pela empresa para a prevenção de defeitos”, “Métodos de Engenharia de Software adotados pela empresa para a detecção de defeitos” e “Outras práticas de Engenharia de Software adotadas pela empresa” foram eliminadas. Em seu lugar, foram inseridas duas novas perguntas: “Práticas de Engenharia de Software adotadas pela organização no desenvolvimento e manutenção de software”, no grupo “Qualidade dos Processos de Software”; e, no grupo “Qualidade dos Produtos de Software”, “Práticas de Engenharia de Software adotadas pela organização na avaliação da qualidade de produto”.

A essas duas novas perguntas foi incorporada a maior parte dos quesitos que integravam as perguntas do questionário anterior e que foram excluídas. Além disso, para cada uma das novas perguntas, foram introduzidos novos quesitos. Para o desenvolvimento e manutenção de software, foram criados os quesitos de especificação de programas, projetos e requisitos; estimativas de custos, esforço e risco; e gerência de risco. Para avaliação da qualidade de produto, foram incluídos a prova formal de programas; segurança do produto final; testes baseados em erros e testes para web. Este conjunto de alterações imprimiu ao questionário uma consistência muito mais significativa em relação aos conceitos básicos que caracterizam a Engenharia de Software, além de induzir os participantes da pesquisa a preencherem-no de modo a fornecerem informações que possuam maior grau de coerência.

No grupo “Gestão de Recursos Humanos”, passou a ser solicitado um detalhamento da área de atuação dos Mestres e Doutores pertencentes aos quadros da organização: se atuam em desenvolvimento e manutenção de software, em marketing e vendas ou em administração e finanças. Desse modo, passa a ser possível identificar o nível de qualificação profissional apresentado pelas organizações especificamente nas atividades de software. Foi, ainda, excluída, por ser irrelevante, a pergunta relativa à

adoção de horário de trabalho flexível para os profissionais envolvidos com as atividades de desenvolvimento de software.

Finalmente, o antigo item “relacionamento com o cliente”, integrante da categoria Gestão Empresarial, foi incorporado pela categoria Gestão da Qualidade. Mantidas as informações sobre as “estruturas de atendimento”, os sub-itens “pesquisa de expectativas e de satisfação” e “uso de dados na revisão ou especificação de novos produtos e serviços” foram alterados para “avaliação pelo cliente” e “uso de feed-back do cliente”, respectivamente.

## 3.4 RESULTADOS

### 3.4.1 Cálculo do Erro Amostral

No trabalho de tabulação dos dados para análise, para fins de utilização na composição da amostra, foram considerados como válidos somente os questionários que se apresentaram livres de erros de preenchimento e que não acusaram inconsistências quando da crítica dos dados. Também foram desconsiderados os questionários das empresas que não atuam efetivamente no setor de software, ou seja, daquelas empresas que não executam atividades de desenvolvimento, distribuição e/ou editoração de softwares. Nas quatro edições anteriores da pesquisa, levando-se em conta exclusivamente os questionários respondidos e considerados como válidos, obteve-se um retorno de questionários respondidos igual a (WEBER *et al.*, 2001):

- 282 para o ano de 1993;
- 445 para o ano de 1995;
- 589 para o ano de 1997;
- 446 para o ano de 1999;
- 446 para o ano de 2001.

Até a pesquisa de 1999, admitia-se o valor de 2.500 como o total de organizações componentes do universo da pesquisa. Para um nível de significância de 5% – o que corresponde a um intervalo de confiança igual a 95% – foram, então, calculados os seguintes erros máximos para cada uma das amostras utilizadas. Em cada uma das pesquisas bienais, os erros calculados foram (WEBER *et al.*, 2001):

- 5,5% para o ano de 1993;
- 4,2% para o ano de 1995;
- 3,5% para o ano de 1997;
- 4,2% para o ano de 1999.

Porém, tendo como base metodologia adotada a partir da última pesquisa (2001) para a determinação do número total de empresas desenvolvedoras de softwares no Brasil, a população passou a ser estimada em 10.713 organizações. Mantendo-se o mesmo nível de significância de 5% – intervalo de confiança igual a 95% – o erro máximo calculado para a amostra utilizada foi de 4,5% para o ano de 2001. Considerando-se apenas as empresas que apropriam receita específica em software, a população se reduz para cerca de 4.805. Assumindo-se este valor como sendo o da população alvo, o erro reduz-se para 4,4%. Estes valores podem ser considerados aceitáveis para as estimativas que se deseja realizar, mesmo levando-se em conta a nova estimativa populacional. Conclui-se, portanto, que a pesquisa apresenta a consistência necessária. Os valores de erros obtidos permitem, ainda, que se venha a realizar comparações de séries históricas e a análise de tendências nos casos em que não se observa mudanças estruturais na composição dos dados (MCT/SEPIN, 2002).

### **3.4.2 Perfil da Indústria**

A análise apresentada no trabalho da Sepin/MCT consiste em uma descrição detalhada do setor de software brasileiro no que diz respeito ao perfil desta indústria em relação à implementação e utilização dos diversos métodos formalmente estabelecidos para o desenvolvimento da qualidade em processo de software (Ex.: CMM e ISO 9000) e para a garantia da qualidade dos produtos de software (Ex: ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 12119); à adoção das práticas de Engenharia de Software; à formação e qualificação e gerenciamento do corpo técnico envolvido e ao relacionamento das empresas com seus clientes/usuários.

O “Diagnóstico da Qualidade e Produtividade em Software”, apresentado por NASCIMENTO em WEBER *et al.* (2001), oferece uma análise comparativa das informações obtidas ao longo das diversas pesquisas realizadas, evidenciando uma real evolução do setor ao longo do período.

Emerge como verdade a forma positiva com que o setor vem avançando e se desenvolvendo, quer seja em relação à importância econômica que o segmento vem adquirindo no conjunto da indústria nacional, quer seja em relação à adoção das diversas práticas de gestão da qualidade nos processos empresariais em geral ou nas técnicas e padrões para a qualidade no desenvolvimento e nos produtos de software em

particular. A pesquisa evidencia uma melhoria em praticamente todos os indicadores analisados, sendo que alguns deles indicaram crescimentos bastante significativos.

Segundo dados disponíveis acerca da década de 90, a receita proveniente da comercialização de software cresceu a uma taxa média anual de 19%; contra 6% ao ano do segmento de hardware. A indústria de software (juntamente com os serviços técnicos de informática) foi aquela que apresentou o maior crescimento no setor de informática brasileiro durante os últimos anos, saltando de uma participação no mercado de informática de 42% em 1991, para 51% em 1999 (MCT/SEPIN, 2002).

Neste quadro de crescimento, analisando-se a localização geográfica das empresas pesquisadas, constatou-se que as regiões Sul e Nordeste, que participavam, respectivamente, com 28,0% e 7,1% das empresas do setor em 1993, passaram a participar com 31,6% e 17,9% do total de empresas em 2001. Do total de empresas participantes, 57,5% foram criadas a partir de 1991. Esses fatos apontam para uma crescente disseminação da informatização através do território nacional.

Uma análise detalhada da composição demográfica da amostra utilizada pela Sepin/MCT – que foge ao escopo deste trabalho – pode ser encontrada tanto na publicação em tela, quanto em seu *site* (<http://www.mct.gov.br/sepin>).

Todavia, algumas observações acerca dessas informações contribuem para uma melhor percepção do perfil da amostra. Sua composição corrobora a representatividade dessa amostra, uma vez que a estratificação das variáveis consideradas guarda semelhança com aquela que seria esperada se fossem levadas em conta as características históricas e econômicas do país. A exceção diz respeito ao porte das empresas participantes. Os percentuais apresentados para Grandes Empresas, sejam em relação ao porte segundo a força de trabalho, sejam segundo a comercialização bruta (21,6 % e 34,9 %, respectivamente), não traduzem a realidade da indústria brasileira de software, na qual predominam as micro, pequenas e médias empresas. Este fato corrobora as ressalvas apresentadas quando da análise das validades, nas quais se destacou um possível viés da amostra em função da maior propensão a participar de uma pesquisa voluntária dessa natureza por parte das empresas maiores e mais organizadas.

### **3.4.3 A Gestão da Qualidade**

Dentre as três categorias nas quais se estrutura a pesquisa da Sepin/MCT, é a categoria Gestão da Qualidade que se relaciona diretamente com o objetivo do presente trabalho. Portanto, será apresentada a seguir uma análise dos resultados obtidos nas pesquisas. Tendo como base a descrição do perfil da indústria no que tange à Gestão da Qualidade elaborada pela Sepin/MCT e a evolução dos diversos indicadores ao longo da série de pesquisas realizadas, esta análise consistirá em uma avaliação qualitativa das informações fornecidas pelas pesquisas, considerando-se suas possíveis implicações.

Algumas questões estão enquadradas, segundo a estrutura da pesquisa estabelecida pela Sepin/MCT, na categoria Caracterização da Organização. Contudo, tendo em vista sua correlação direta com os aspectos relativos à Gestão da Qualidade, optou-se por incluí-las neste escopo de análise. Estas informações referem-se aos Programas da Qualidade adotados pelas empresas participantes e aos aspectos relacionados à propriedade intelectual dos produtos desenvolvidos.

Pode-se verificar um aumento significativo no número de empresas que declararam que implantaram Programas da Qualidade, Sistemas da Qualidade ou processos similares. A participação destas empresas mais que dobrou entre 1995 e 2001; naquela pesquisa eram apenas 11,0% das empresas, na última representam 25,1% do total. Mais significativos foram os resultados dos números relativos às certificações de Sistemas da Qualidade com base nas normas de referência ISO Série 9000, que cresceram de maneira bastante substancial. Empresas detentoras destas certificações representavam menos de 1,0% do total de empresas que participaram da pesquisa em 1993 (eram apenas 3); em 2001 as empresas certificadas já respondiam por cerca de 18% das empresas participantes da pesquisa, com um número total de 80 empresas. Destas, 58 apresentam software explicitado no escopo de sua certificação, fato não registrado em nenhuma das empresas certificadas tanto em 1993, quanto em 1995. Em 2001, verifica-se, ainda, a existência de 4 empresas que se declararam detentoras de avaliação CMM (Capability Maturity Model).

#### *a) Gestão de Pessoas*

Na análise da sub-categoria Gestão de Pessoas, as empresas participantes demonstraram uma significativa melhoria na qualificação dos profissionais que nelas atuam, com um considerável incremento tanto na quantidade daqueles que possuem

pós-graduações, quanto dos que possuem certificações profissionais na área de qualidade. Ainda assim, a despeito do crescimento, os números por elas apresentados indicam que a indústria ainda não atingiu patamares expressivos de qualificação, principalmente se levarmos em conta o fato de tratar-se de um dos setores mais avançados do ponto de vista tecnológico no âmbito da economia moderna. Do total de empresas, 55,4% declararam não雇用 nenhum profissional com titulação de Mestre ou Doutor atuando nas áreas de Desenvolvimento e Manutenção de Software, Marketing e Vendas e Administração e Finanças, e 77,1% informaram não possuir, em seu corpo técnico, profissionais certificados ou pós-graduados em qualidade. Do total de organizações participantes, 17,0% afirmaram não possuir nem ao menos um único profissional com formação em curso superior na área de informática em seus quadros.

Esse fato pode indicar que o emprego das técnicas de gestão da qualidade em software, bem como de Engenharia de Software, estão sob o risco potencial de esbarrar, a curto prazo, em dificuldades decorrentes da inexistência de profissionais qualificados em quantidade suficiente para sua efetiva implementação e desenvolvimento.

Em relação à quantidade de profissionais envolvidos em atividades de P & D, também foi verificado um considerável aumento. Cabe aqui ressaltar que este quesito foi incluído no questionário das pesquisas somente no ano de 1997 e excluído no da pesquisa 2001. Por conseguinte, foram considerados para a análise apenas os resultados das pesquisas 1997 e 1999. Segundo os questionários respondidos, o total de profissionais envolvidos nestas atividades saltou de aproximadamente 8 mil em dezembro de 1996 (pesquisa 1997), para quase 19 mil em dezembro de 1998 (pesquisa 1999). Nesse ano, apenas 22,4% das empresas participantes não ocupavam pessoal em atividades relacionadas a P & D. Este número nos chama particularmente a atenção, uma vez que apresenta, aparentemente, uma incoerência em relação aos números que descrevem a qualificação dos profissionais da área. Atividades de P & D exigem, para sua condução, técnicos altamente qualificados. Assim sendo, causa estranheza o fato de 77,6% das empresas pesquisadas afirmarem desenvolver atividades de P & D, quando em mais de três quartos das empresas participantes da pesquisa de 1999 não existe nem um único profissional com pós-graduação (seja ela *latu sensu* ou *strictu sensu*), ou mesmo com certificações profissionais na área de qualidade. Essa situação remete ao que foi observado na análise da *validade do constructo*.

A análise dos indicadores relativos ao apoio à atualização profissional, considerando-se que a indústria de software tem como uma de suas principais características a utilização intensiva do conhecimento, também aponta para um padrão inferior àquele que seria considerado desejável. Considerando-se as diversas formas apontadas para a promoção da atualização da força de trabalho, 24,6% das empresas declararam não oferecer livre acesso à Internet. Um número muito próximo de empresas – 23,5% – informa não adquirir regularmente publicações técnicas. Quanto à liberação para a realização de cursos, para a participação em congressos ou incentivo à realização de pós-graduações, não pudemos determinar quantidades exatas daquelas que não o fazem, uma vez que a pesquisa apresenta apenas os percentuais relativos às liberações “com ônus” e “sem ônus” e, como a questão apresenta escolhas múltiplas no formulário, estas opções não são mutuamente exclusivas. Todavia, podemos afirmar que, pelo menos 46,5% das organizações pesquisadas não oferecem nenhum tipo de incentivo à pós-graduação e 12,6% não liberam seus funcionários para participarem de congressos e outros eventos técnico-científicos.

Na observação dos demais quesitos, verifica-se que 25,1% das empresas declaram não investir na capacitação de seus funcionários através do oferecimento de treinamentos e 43,3% não o fazem para seu corpo gerencial. Relativamente aos investimentos em treinamentos específicos para o objeto do presente estudo, constata-se uma situação ainda mais preocupante: 56,5% das empresas participantes informam que não oferecem treinamentos relacionados à melhoria da qualidade e 50,7% informam que não oferecem treinamentos relacionados à Engenharia/Tecnologia de Software.

Já no que tange às práticas relacionadas à avaliação de desempenho e de satisfação dos empregados, o que se constata é uma disseminação destes conceitos em níveis muito aquém dos que seriam desejáveis para um setor intensivo em mão-de-obra – com elevados patamares de qualificação – como o setor de desenvolvimento software. Apenas 32,8% das empresas afirmaram que avaliam formalmente, seja de forma sistemática ou eventual, o desempenho de seus empregados; número que permanece virtualmente inalterado desde 1993, quando representava 32,0% do total de empresas. Aquelas que declararam realizar, sistemática ou eventualmente, pesquisas de satisfação dos empregados também se caracterizaram como sendo uma minoria no setor; representado em 20001 apenas 24,9% do total. Cabe salientar que este indicador apresentou algum crescimento, posto que em 1993 seu valor era de apenas 15,1%.

O quesito que avalia a participação dos empregados na solução de problemas foi, nesta sub categoria, o único a apresentar uma melhora significativa. Em 1993, 6,9% das empresas declararam não adotar nenhum método para apoiar esta participação; em 2001, este número reduziu-se para quase a quarta parte, representando apenas 1,8% do total. Quanto à participação dos empregados nos resultados, 58,1% delas declaram não adotar nenhuma forma de distribuição de lucros aos empregados; em 1999, este número era de 53,9%, o que denota uma piora no indicador.

O item que trata da terceirização da força de trabalho foi modificado na pesquisa 2001, não permitindo portanto comparações com os valores da pesquisa 1999. Na pesquisa mais recente, o que se obtém como informação é que 13,2% da força de trabalho total das organizações participantes é composta por pessoal terceirizado – além de 6,6% de estagiários e bolsistas; enquanto na pesquisa anterior, a informação fornecida era de que 47% das empresas terceirizavam, de algum modo, os serviços de Desenvolvimento e Manutenção de software e 31% os serviços de Marketing e Vendas.

A observação dos indicadores contidos na análise da sub categoria Gestão de Pessoas indica que estes foram, dentre todos os indicadores, os que demonstraram desempenhos menos positivos. O quadro geral desta sub categoria denota um descompasso do setor no que diz respeito às práticas consideradas como mais avançadas para a gestão de Recursos Humanos – especialmente por se tratar de setor intensivo em tecnologia e conhecimento. Tal fato corrobora as dúvidas já apontadas em relação à capacidade das empresas do setor de software em adequar, a curto prazo, suas práticas de gestão àquelas encontradas nas organizações que têm a qualidade como princípio básico e determinante de sua estratégia de negócios. Situação que se torna mais crítica ao se assumir que a qualidade, no contexto do mercado atual, deixa de ser um elemento de diferenciação mercadológica para se tornar pressuposto para a competitividade.

#### *b) Gestão Empresarial*

A análise da sub categoria Gestão Empresarial – que complementa aquela realizada para a adoção de Programas da Qualidade – indica que esta apresentou resultados significativamente mais positivos. Relativamente ao planejamento estratégico, apenas 11,0% das empresas responderam que não o elaboram. Além disso, em 1995, somente 22,0% declararam que o faziam e atualizavam-no sistematicamente;

em 2001 este número cresceu para 36,5%. Dentre as empresas que informam que adotam esta prática, 66,5% incluem neles metas ou diretrizes para a qualidade.

Coerentemente com as demais informações delineadoras desse cenário, constata-se que 46,4% das empresas – o que corresponde a 207 organizações – responderam que existe um responsável formal pela gestão da qualidade em sua estrutura organizacional (eram 35,0% em 1997 e 41,8% em 1999) e que 21,6% das organizações contabilizam sistematicamente ou em projetos específicos os “custos da qualidade” (em 1995 eram apenas 10,0%). Contudo, verifica-se que apenas 28,0% dos participantes exigem qualquer tipo de padrão de qualidade na seleção de terceiros prestadores de serviços de desenvolvimento e manutenção de software.

### *c) Relacionamento com o Cliente*

No que diz respeito ao relacionamento com os clientes, verificou-se que a utilização de estruturas mais dinâmicas neste relacionamento evoluiu substancialmente, o que se constata através da verificação de uma adoção contínua e significativamente crescente das sistemáticas de visitas periódicas (12% das empresas em 1993, contra 64,6% em 2001); suporte remoto / *hot-lines* (11% em 1993, contra 69,4% em 2001); internet (6% em 1993, contra 52,7% em 2001); e centrais de atendimento, *help-desk*, etc. (2% em 1993, contra 32,0% em 2001). Além disso, 7,4% das organizações informaram, na pesquisa de 2001, que se utilizam de sistemas de “Customer Relationship Management – CRM”. Esse crescimento vem se dando em detrimento do tradicional instrumento de “suporte técnico”, que tendo chegado a ser oferecido por 75,2% das empresas respondentes em 1997, refluiu para 61,0% em 2001. Fenômeno que vai ao encontro da percepção de que o cliente vem ficando cada vez mais exigente, especialmente em relação à velocidade com que suas demandas são respondidas.

Por outro lado, foi identificada uma evolução negativa no que concerne à realização de pesquisas de expectativas dos clientes. As empresas que declararam que não o fazem representam 16,8%, 19,3% e 26,0% do total nas pesquisas de 1997, 1999 e 2001, respectivamente, indicando o declínio. Quanto à realização de pesquisas de satisfação dos clientes, os percentuais das empresas que informam que não as praticam variam de 15,0% em 1997, para 14,3% em 1999 e a seguir para 17,2% em 2001. Na pesquisa de 1995, estes quesitos se encontravam agrupados e o percentual das empresas que não praticavam nenhuma das duas pesquisas foi de 17,8%. Considerando a

significância adotada e erro das amostras, estes valores indicam uma relativa estabilidade no que concerne à adoção dessa prática. Do mesmo modo, os valores relativos à utilização de dados de pesquisa ou de reclamações na revisão de projetos ou especificação de novos produtos apresentam-se como praticamente inalterados entre as pesquisas 1999 e 2001<sup>7</sup>. Tendo em vista os resultados da pesquisa, pode-se avaliar que a incorporação da qualidade como elemento cultural das organizações ainda não atingiu sequer a metade delas, uma vez que somente 44,1% dos participantes declararam que adotam esta prática de forma sistemática. A adoção eventual pode indicar uma tendência a que isso venha a ser incorporado nas práticas diárias, mas que, de fato, ainda não o é. Os valores de 33,9% e 8,6% registrados respectivamente para as empresas que adotam de forma eventual e para aquelas em que a adoção se encontra em estudo ou em fase de implantação, indica que existem condições para que este quadro venha a melhorar significativamente. Todavia, o percentual de empresas que não o fazem de nenhum modo ainda pode ser considerado elevado: 13,3%.

#### *d) Qualidade de Software*

A sub-categoría Qualidade de Software está subdividida em dois itens: Qualidade dos Processos e Qualidade dos Produtos.

A análise dos indicadores de Qualidade em Processo de software indica que a preocupação com este aspecto tem se mostrado crescente, com uma perceptível disseminação do conhecimento acerca dos principais modelos de referência para processos de software. Todavia, o nível de conhecimento e, principalmente, utilização dos padrões normativos básicos para a qualidade em processo de software ainda permanece em patamares reduzidos se o que se pretende é alcançar os chamados “padrões internacionais”.

O desconhecimento declarado em relação ao modelo CMM, reduziu-se de 86% em 1995, para apenas 25,3% em 2001, sendo que o número de empresas que afirmam que o utilizam cresceu de 3 para 16 em igual período. A despeito de um crescimento de

---

<sup>7</sup> É importante ressaltar-se que tal prática deve ser entendida como um dos alicerces da qualidade. Todo o arcabouço da qualidade é construído com o objetivo de prover-se as organizações de instrumentos que possibilitem o desenvolvimento de um processo de melhoria contínua. Nesse sentido, a idéia de qualidade está sempre associada à utilização – independentemente da conformação em que este se apresente – do ciclo PDCA (Plan, Do, Check and Act), desenvolvido por Demming (JURAN, 1998). Vale dizer que a prática da qualidade não pode prescindir da utilização de informações relativas à satisfação dos clientes – que fazem parte do elemento “Check” do ciclo PDCA – no processo de melhoria dos produtos futuros.

mais de 400% neste número, seu valor absoluto ainda pode ser considerado incipiente. Para o modelo SPICE, o desconhecimento caiu de 81,8% em 1997, para 39,1% em 2001, sendo que na pesquisa de 1997 apenas uma empresa afirmou utilizá-lo, ao passo que em 2001, o número saltou para 4. Novamente verifica-se um crescimento importante – 300% – mas com valores absolutos desprezíveis no universo estudado (menos de 1%). Da mesma maneira, o desconhecimento da norma NBR ISO/IEC 12207 reduziu-se de 75,0% em 1997, para 32,7% em 2001; entretanto, houve uma ligeira diminuição no número de empresas que informam que utilizam-na de modo sistemático, caindo de 4,6% em 1997, para 3,9% em 2001. Chama a atenção, ainda, o fato de que 13,4% das empresas participantes declararam desconhecer as normas ISO Série 9000, que se caracterizam como um padrão normativo amplamente disseminado no mercado.

Por outro lado, a observação das questões que tratam do nível de formalização dos processos de software aponta para uma situação completamente diversa. Ressalva-se que, uma vez que a pesquisa 2001 é a primeira em que este conjunto de questões é incluído, não é possível realizarem-se avaliações comparativas e de evolução do quadro.

Para os cinco “Processos Fundamentais”, em torno de 80% das organizações nas quais estes se aplicam afirmaram possuí-los devidamente documentados, sendo que sua efetiva utilização varia de 56,9% para o Processo de Aquisição, até 84,7% para o Desenvolvimento. Situação similar é encontrada no conjunto dos 4 “Processos Organizacionais de Software”. Cerca de 80% das organizações têm estes processos documentados, com um nível de utilização um pouco inferior ao daqueles: de 47,2% para o Processo de Gerência, a 69,2% para o Treinamento. As informações relativas aos “Processos de Apoio”, apesar de retratarem uma situação menos favorável e uma distribuição menos homogênea entre os 8 processos que compõem este grupo, também indicam um quadro bastante positivo. A existência de documentação é verificada em valores que variam de 65,0% das empresas para o Processo de Auditoria, até 88,5% para a Documentação, com uma utilização efetiva variando de 32,5% das empresas para aquele processo, até 78,1% para este último.

Quanto à utilização das diversas práticas de Engenharia de Software nas atividades de desenvolvimento e manutenção, a despeito das modificações introduzidas nos questionários de 1999 e 2001, pôde ser constatado que os métodos adotados não se modificaram significativamente, assim como o percentual das empresas que os adotam.

Todavia, alguns números merecem destaque. O uso de “Projetos de Interface com o Usuário” registrou um salto de 35,1%, para 56,6%. Em 1997, apenas 6,8% afirmaram fazer uso de “Gestão de Configuração”; em 2001, a “Gerência de Configuração” aparece com um percentual de utilização de 23,4%. Por outro lado, o método de *clean-room*, apresentado no questionário de 1997 como “Desenvolvimento em Sala-limpa” e que foi excluído do questionário de 1999, a despeito de a experiência nos indicar tratar-se de um método consideravelmente desconhecido pela maioria das empresas, aparecia naquela pesquisa com um percentual de 6,1% de empresas que declaravam utilizá-lo. Este fato corrobora as observações feitas anteriormente em relação à *validade do constructo*.

Vemos, ainda, que métodos críticos para a atividade de desenvolvimento de software permanecem aparecendo com percentuais bastante aquém do que seria desejável. Como exemplos, podemos citar, a Análise Crítica Conjunta, com um percentual de 38,7%; Especificações de Programas, Projetos e Requisitos, com valores de 60,6%, 64,7% e 60,8%, respectivamente; e Planejamento Formal de Testes, com 37,8%. Destaca-se que 5,8% das empresas pesquisadas informaram não adotar nenhuma das 21 práticas de Engenharia de Software relacionadas nem qualquer outra não citada.

As seguidas mudanças na estruturação dessas informações na série de pesquisas impedem uma análise mais detalhada e a comparação dos resultados. Será necessário aguardar resultados de novas pesquisas a fim de que esta possa ser feita, inclusive avaliando-se a consistência das informações prestadas pelas empresas participantes.

O uso de ferramentas automatizadas para apoio aos processos de desenvolvimento apresentou um crescimento importante. Praticamente todas as ferramentas relacionadas apresentaram crescimento em sua utilização e o percentual de empresas que declaram não utilizar nenhum tipo de ferramenta automatizada vem decaindo continuamente. Em 2001, foi de apenas 13,2% das empresas. As únicas ferramentas que apresentaram alguma redução em sua utilização foram os Geradores de Telas, Protipadores e Geradores de Entradas de Dados. Entretanto, essa redução deu-se apenas entre as pesquisas 1999 e 2001 e essa redução bem pequena: a utilização de Geradores de Telas caiu de 37,7% das empresas em 1999, para 31,7 em 2001; de Prototipadores, de 16,0%, para 13,5% e de Geradores de Entrada de Dados, de 11,6% para 10,9%. Considerando-se o erro amostral calculado, estes valores podem ser

considerados como “estáveis”. Essa situação parece demonstrar uma preocupação por parte das empresas na automação de seus processos.

Os incrementos registrados na documentação adotada, apesar de também serem identificados na utilização de praticamente todos os tipos de documentos, foram menos significativos. Nesse conjunto de observações, alguns números merecem destaque. Verifica-se que 31,3% das empresas informam que não preparam Manuais de Usuários; 38,5%, que não possuem as especificações de sistema e 53,5%, que não fazem o projeto dos sistemas; 4,4% afirmam não adotar qualquer tipo de documentação.

Quanto às métricas, o quadro pode ser considerado mais grave: além dos valores encontrados na última pesquisa ainda estarem distantes do que seria desejável, estes apresentaram uma evolução negativa. Dentre os participantes, 81,4% das empresas responderam que não se utilizam de quaisquer métricas para auferir a qualidade dos seus processos de software; este valor era de 54,4% na pesquisa 1999. Para a avaliação da produtividade dos processos de software, 70,0% das empresas afirmaram, em 2001, que não utilizam nenhuma métrica, contra um percentual de 61,7% registrado em 1999.

Os dados apresentados, se observados em conjunto, demonstram que a evolução do setor nesta sub-categoria é absolutamente inquestionável, mas que muito ainda precisa ser feito para que a indústria de software brasileira possa atingir os níveis de qualidade que se espera a fim de compatibilizar-se com as novas realidades que o mercado atual vem impondo. Como observação, é conveniente destacar que o nível de formalização e, principalmente, de utilização dos processos documentados parece não se compatibilizar com as demais informações dessa sub-categoria. Lembrando que estas questões foram incluídas somente na pesquisa 2001, não seria confiável a elaboração de maiores conjecturas acerca desse fato.

Na observação da qualidade em Produtos de Software, a situação não difere muito daquela que se verificou até aqui na sub-categoria Qualidade de Software / Qualidade dos Processos de Software. Em relação à disseminação dos padrões normativos de qualidade de produto de software: NBR ISO/IEC 12119, ISO/IEC 9126 (NBR 13596) e ISO/IEC 14598, verifica-se um fenômeno análogo àquele descrito para os padrões normativos de qualidade de processo de software. Porém, o nível de desconhecimento verificado é menos acentuado neste caso. Na pesquisa de 1997, 73,5% das empresas participantes responderam que desconheciam as normas

NBR ISO/IEC 12119, ISO/IEC 9126. Na pesquisa de 2001, este número caiu para 36,3% em relação à norma NBR ISO/IEC 12119 e 34,2% para a ISO/IEC 9126. O desconhecimento relativo à norma ISO/IEC 14598 foi de 39,8% na pesquisa 2001 (esta norma não fazia parte desta questão nas pesquisas anteriores). Quanto à sua utilização, os percentuais de empresas participantes que afirmam que os utilizam de maneira regular em 2001 foram de apenas 2,4%, 3,9% e 1,2%, respectivamente. Destaca-se, ainda, que o percentual de empresas que declaram que efetuam avaliações de produtos baseadas nas normas NBR ISO/IEC 12119 e ISO/IEC 9126 (NBR 13596), sejam na forma de auto-avaliações, sejam avaliações conduzidas por terceiros, cresceu de 2,2% em 1997, para 13,2% em 2001. Valores também pouco significativos. Além disso, 57,8% das empresas declararam não conduzir avaliações de produtos baseadas em qualquer tipo de norma e nem sequer consideram a possibilidade desta hipótese. Aqui também cabe a ressalva de que, a despeito da crescente disseminação, os índices de desconhecimento e utilização dos principais padrões normativos ainda se encontram em patamares elevados para uma indústria em que a qualidade vem assumindo, cada vez mais, uma importância estratégica para a manutenção da competitividade.

No que concerne aos métodos e práticas de Engenharia de Software utilizados para a avaliação da qualidade do produto, mais uma vez cabe a observação de que as seguidas alterações na estrutura da pesquisa impedem uma comparação de seus resultados. Porém, algumas informações podem ser depreendidas e chamam particularmente a atenção.

Destaca-se o fato de que, em 1999, 7,3% das empresas declararam não adotar nenhum método para a detecção de defeitos nos produtos de software. Em 2001, 11,6% das empresas informaram não adotar nenhuma das práticas de Engenharia de Software para a avaliação da qualidade do produto. Além disso, cabe ressaltar que 42,8% informam que não realizam testes de aceitação, 46,0% que não fazem testes de integração e 40,7% que não fazem testes funcionais.

### **3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A observação do comportamento dos indicadores da pesquisa ao longo do tempo aponta para a existência de um processo contínuo de amadurecimento da indústria de

software no Brasil. Entretanto, mais uma vez cabe a ressalva de que, a despeito de uma evolução palpável, um longo caminho ainda precisa ser percorrido a fim de que esta atinja os patamares de desenvolvimento desejáveis.

Os números relacionados à Qualidade de Software se mostram compatíveis com aqueles em relação aos quais chamamos a atenção quando abordamos tanto a sub-categoria Gestão Empresarial, quanto a Gestão do Conhecimento. Sua observação leva a crer que a incorporação da qualidade como componente da cultura das organizações participantes ainda não pode ser percebida como uma característica inerente à indústria. É fato que esta vem experimentando um crescente desenvolvimento nos aspectos relativos à qualidade de software e seus modelos de gestão. Contudo, são valores que ainda deixam a desejar se o que se almeja é uma indústria competitiva – interna ou externamente – em um cenário mundial globalizado, submetido a regras de um mercado no qual a tecnologia da informação desempenha papel chave como determinante de um novo paradigma técnico-econômico (LASTRES *et al.*, 1999).

Nos anos recentes, alguns fatos novos levam a crer que esse processo de amadurecimento não somente vem se consolidando, como até mesmo adquirindo possivelmente um ritmo mais acelerado. A confirmação dessa suposta tendência poderá vir a ser realizada quando da publicação dos resultados relativos à pesquisa Sepin 2006.

## 4. PESQUISA PRELIMINAR: IDENTIFICACAO DE VARIÁVEIS

### 4.1 INTRODUÇÃO

Quando da apresentação das ressalvas relativas à *validade do constructo* do questionário utilizado pesquisa Sepin/MCT, foi destacado que, dada a metodologia através da qual o mesmo é elaborado, diversas variáveis não relevantes para o objeto que se deseja avaliar acabam por ser introduzidas no questionário. Observa-se que tal fato ocorre de modo mais evidente no processo de elaboração da lista de técnicas e ferramentas de Engenharia de Software utilizadas pelas empresas. Como pode ser visto no Anexo II, são elas: as práticas de Engenharia de Software adotadas para desenvolvimento e manutenção; a documentação adotada; as ferramentas utilizadas e as práticas Engenharia de Software para avaliação da qualidade do produto.

O questionário desenvolvido e utilizado pela Sepin/MCT na coleta de dados para sua pesquisa apresenta um amplo elenco de técnicas e ferramentas, cabendo a cada empresa participante assinalar aquelas que são por ela utilizadas. A indicação da adoção dessas práticas é entendida como um dos principais indicadores para a verificação do uso das boas práticas da Engenharia de Software por parte das empresas pesquisadas.

No Capítulo 3, se discutiu o processo através do qual o questionário é desenvolvido e as implicações daí decorrentes. Assim como em relação ao restante das variáveis que o compõem, deve-se levar em consideração que nem todas as técnicas e práticas de Engenharia de Software apresentadas caracterizam-se por serem de fato as melhores práticas da Engenharia de Software ou, ao menos, práticas relevantes. Talvez, em virtude da ausência de consenso em relação à importância de cada uma delas, a realidade é que as listas de opções apresentadas nessas questões são bastante extensas e muitas das opções apresentadas são, de fato, controversas. Por outro lado, não é possível identificar na literatura sustentação teórica ou estudos experimentais relacionados à

importância e eficácia de todo o conjunto de variáveis apresentadas nas questões supracitadas. Tendo em vista essa realidade, se mostrou necessária a realização de uma pesquisa que possibilasse uma identificação mais precisa, dentre as diversas opções de técnicas e ferramentas de Engenharia de Software presentes no questionário, daquelas que são, de fato, relevantes para a Qualidade de Software – objeto desta tese. Para tanto, foi realizado, durante o 2º semestre de 2002, um estudo experimental baseado em um *survey* junto a especialistas em Engenharia de Software. Seus resultados estão publicados em (NOGUEIRA, 2003).

**O objetivo global** do estudo foi delineado como:

*“Identificar quais as práticas de Engenharia de Software, ferramentas e documentação relacionadas no questionário da Sepin/MCT devem ser consideradas como capazes de influenciar positivamente a qualidade do processo e/ou do produto de software”.*

## 4.2 METODOLOGIA

Em todos os estudos experimentais realizados nesta tese, foram levadas em conta as recomendações apresentadas por KITCHENHAM *et al.* (2002), quais sejam: “estabelecer claramente e, antes da análise dos dados, as questões que deverão ser tratadas na investigação e como isso deverá ser feito”. Com esse fim, a metodologia utilizada nesses estudos teve com referência aquela proposta por BASILI *et al.* (1994b) para a realização de investigações baseadas em medições: o paradigma “Goal, Question, Metrics”, que propõe o estabelecimento de três níveis sucessivos para um “sistema de medição focado em um conjunto específico de resultados e em um conjunto de regras para a interpretação das medições”. No primeiro deles – o “nível conceitual” – devem ser definidos os objetivos que se deseja alcançar através do processo de medição. A seguir, é definido o “nível operacional”, que se traduz pela formulação de perguntas cujas respostas permitem a verificação dos objetivos traçados. Finalmente, no “nível quantitativo”, são desenvolvidas, a partir das perguntas formuladas, as métricas que, traduzidas em indicadores, dão suporte às respostas para as perguntas formuladas.

Uma estruturação apropriada para o desenvolvimento de estudos experimentais foi proposta por WOHLIN *et al.* (2000) e utilizada por TRAVASSOS *et al.* (2002) e

FARIAS (2002). Essa estruturação – que será também utilizada em todos os estudos realizados nesta tese – foi empregada como referência para o desenvolvimento do presente capítulo.

## 4.3 ESTRUTURAÇÃO

### 4.3.1 Objetivos

- *Objetivo 1*

**Analisar** o conjunto de Práticas de Engenharia de Software adotadas nos processos de desenvolvimento e manutenção de software que são oferecidas para escolha no questionário da Sepin/MCT

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito a** sua relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software

**Do ponto de vista** dos especialistas em Qualidade de Software e Engenharia de Software no Brasil

**No contexto** de sua utilização no desenvolvimento de software.

- *Objetivo 2*

**Analisar** o conjunto de Ferramentas oferecidas para escolha no questionário da Sepin/MCT

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito a** sua relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software

**Do ponto de vista** dos especialistas em Qualidade de Software e Engenharia de Software no Brasil

**No contexto** de sua utilização no desenvolvimento de software.

- *Objetivo 3*

**Analisar** o conjunto de Documentação oferecidas para escolha no questionário da Sepin/MCT

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito a** sua relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software

**Do ponto de vista** dos especialistas em Qualidade de Software e Engenharia de Software no Brasil

**No contexto** de sua utilização no desenvolvimento de software.

- *Objetivo 4*

**Analisar** o conjunto de Práticas de Engenharia de Software adotadas na avaliação da qualidade do produto que são oferecidas para escolha no questionário da Sepin/MCT

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito a** sua relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software

**Do ponto de vista** dos especialistas em Qualidade de Software e Engenharia de Software no Brasil

**No contexto** de sua utilização no desenvolvimento de software.

#### **4.3.2 Quadro de Referência**

**Objeto de estudo:** itens do questionário da Sepin/MCT relativos a:

1. Práticas de Engenharia de Software adotas pela organização no desenvolvimento e manutenção de software;
2. Ferramentas utilizadas;
3. Documentação adotada;
4. Práticas de Engenharia de Software adotadas pela organização na avaliação da qualidade do produto.

**Perspectiva:** A perspectiva é dos especialistas em Qualidade de Software e Engenharia de Software.

**Contexto:** O estudo foi conduzido através da coleta de opinião de diversos especialistas atuantes em variados contextos empresariais e acadêmicos, com diversos níveis de formação e experiência profissional. O conjunto de itens foi apresentado através de questionário específico entregue aos participantes.

#### **4.3.3 Questões e Métricas:**

- *Questão 1:*

Existem práticas de Engenharia de Software para o desenvolvimento e manutenção de software, apresentadas no questionário da Sepin/MCT, cuja relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software deva ser desconsiderada?

**Hipótese nula 1 ( $H_0$ 1):** O conjunto de práticas apresentado é, em sua totalidade, relevante; ou seja, nenhuma prática deve ser desconsiderada.

*PA* - Conjunto de práticas apresentadas no questionário da Sepin/MCT.

*PC* - Conjunto de práticas consideradas como relevantes.

**H<sub>0</sub>1:**  $PA - PC = \emptyset$

**Hipótese Alternativa 1 (H<sub>1</sub>1):** Existem práticas apresentadas no questionário que não possuem relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software.

**H<sub>1</sub>1:**  $PA - PC \neq \emptyset$

#### Métricas:

- A lista de práticas consideradas como relevantes pelos especialistas consultados.

#### - Questão 2:

Existem Ferramentas, apresentadas no questionário da Sepin/MCT, cuja relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software deva ser desconsiderada?

**Hipótese nula 2 (H<sub>0</sub>2):** O conjunto de Ferramentas apresentado é, em sua totalidade, relevante; ou seja, nenhuma ferramenta deve ser desconsiderada.

*FA* - Conjunto de ferramentas apresentadas no questionário da Sepin/MCT.

*FC* - Conjunto de ferramentas consideradas como relevantes.

**H<sub>0</sub>2:**  $FA - FC = \emptyset$

**Hipótese Alternativa 2 (H<sub>1</sub>2):** Existem Ferramentas apresentadas no questionário que não possuem relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software.

**H<sub>1</sub>2:**  $FA - FC \neq \emptyset$

#### Métricas:

- A lista de ferramentas consideradas como relevantes pelos especialistas consultados.

#### - Questão 3:

Existe Documentação, apresentada no questionário da Sepin/MCT, cuja relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software deva ser desconsiderada?

**Hipótese nula 3 (H<sub>0</sub>3):** O conjunto de Documentação apresentado é, em sua totalidade, relevante; ou seja, nenhuma documentação deve ser desconsiderada.

*DA* - Conjunto de práticas apresentadas no questionário da Sepin/MCT.

*DC* - Conjunto de práticas consideradas como relevantes.

**H<sub>0</sub>3:**  $DA - DC = \emptyset$

**Hipótese Alternativa 3 (H<sub>1</sub>3):** Existe Documentação apresentada no questionário que não possui relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software.

**H<sub>1</sub>3:**  $DA - DC \neq \emptyset$

#### **Métricas:**

- A lista de documentação considerada como relevante pelos especialistas consultados.

#### **- Questão 4:**

Existem práticas de Engenharia de Software para a avaliação da qualidade do produto, apresentadas no questionário da Sepin/MCT, cuja relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software deva ser desconsiderada?

**Hipótese nula 4 (H<sub>0</sub>4):** O conjunto de práticas apresentado é, em sua totalidade, relevante; ou seja, nenhuma prática deve ser desconsiderada.

*QA* - Conjunto de práticas apresentadas no questionário da Sepin/MCT.

*QC* - Conjunto de práticas consideradas como relevantes.

**H<sub>0</sub>4:**  $QA - QC = \emptyset$

**Hipótese Alternativa 4 (H<sub>1</sub>4):** Existem práticas apresentadas no questionário que não possuem relevância para a qualidade do processo e/ou produto de software.

**H<sub>1</sub>4:**  $QA - QC \neq \emptyset$

#### **Métricas:**

- A lista de práticas consideradas como relevantes pelos especialistas consultados.

#### **4.3.4 Instrumentação**

Como instrumentação da pesquisa, foi elaborado um questionário – apresentado no Apêndice IV – que reproduz os conjuntos de opções oferecidas pelos itens “Práticas de Engenharia de Software adotadas pela organização no desenvolvimento e manutenção de software”, “Ferramentas utilizadas”, “Documentação adotada” e “Práticas de Engenharia de Software adotadas pela organização na avaliação da

“qualidade do produto” do questionário da Sepin/MCT. Trata-se de um questionário fechado de opções múltiplas, com a inclusão de uma questão aberta para cada conjunto de respostas. Os resultados das questões abertas não foram considerados para a análise a que se propõe este estudo. O questionário inclui, ainda, um conjunto de quesitos cujo objetivo é caracterizar e qualificar o especialista participante com respeito à atividade que desempenha na indústria e/ou academia, sua formação e experiência profissional. Essas informações têm como objetivo servir de base para a hierarquização dos diversos especialistas, permitindo, assim, que se atribua pesos às suas respostas.

#### **4.3.5 Seleção de Contexto**

Os questionários foram entregues a cada participante para preenchimento sem acompanhamento. Para tanto, foram utilizados questionários em meio físico, que foram entregues pessoalmente e em meio eletrônico (distribuídos através de e-mails), para preenchimento voluntário e realizado no tempo e ambiente escolhidos pelo participante.

#### **4.3.6 Seleção de Indivíduos**

Os indivíduos foram selecionados por conveniência e disponibilidade, não tendo sido aplicado nenhum método de seleção estocástica. Todavia, foi empenhado o máximo esforço no sentido de abranger-se uma parcela que fosse consideravelmente representativa do universo de especialistas em Qualidade e Engenharia de Software no Brasil. Assim sendo, procurou-se obter a colaboração de indivíduos da indústria e da academia, de diversas regiões do país e das mais diversas origens e experiências.

Deste modo, foram convidados a participar estudantes de pós-graduação de diversas universidades de vários Estados do país, com variados perfis de discentes (com atuação principal na academia e na indústria); membros de entidades filiadas à Sociedade Softex; professores de diversas Instituições de Ensino Superior de vários Estados, tanto de Graduação quanto dos diversos níveis de pós-graduação; profissionais atuantes nos mais diversos ramos da indústria de vários Estados; participantes do Sub-comitê Setorial de Software do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – SSQP/PBQP, que se caracteriza por apresentar uma composição mista, envolvendo universidades, indústrias e governo (o questionário foi distribuído por meio eletrônico a todos os participantes do Sub-comitê, através de sua “mailing list” e por meio físico, em

duas reuniões deste grupo, realizadas em Araras – RJ e Gramado – RS); e a diversos participantes do XV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (XV SBES) e do I Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (I SBQS), ambos em Gramado - RS (outubro de 2002).

#### **4.3.7 Variáveis**

*Variáveis independentes:*

- O conjunto das Práticas de Engenharia de Software adotadas nos processos de desenvolvimento e de manutenção de software;
- O conjunto de Ferramentas;
- O conjunto de Documentação;
- O conjunto de Práticas de Engenharia de Software adotadas na avaliação da qualidade do produto.

*Variáveis dependentes:*

- O conjunto das Práticas de Engenharia de Software adotadas nos processos de desenvolvimento e de manutenção de software capazes de influenciar positivamente a qualidade em processo e/ou produto de software;
- O conjunto de Ferramentas capazes de influenciar positivamente a qualidade no processo e/ou produto de software;
- O conjunto de Documentação capaz de influenciar positivamente a qualidade em processo e/ou produto de software;
- O conjunto de Práticas de Engenharia de Software adotadas na avaliação da qualidade do produto capazes de influenciar positivamente a qualidade no processo e/ou produto de software.

#### **4.3.8 Validade**

a) *Validade do Constructo*

Uma vez que o que se pretendeu identificar foram as informações constantes da pesquisa Sepin/MCT que podem ser consideradas como efetivamente relevantes para o presente trabalho, o estudo foi construído tendo como base o próprio questionário da Sepin/MCT. Os conjuntos de Práticas de Engenharia de Software, Ferramentas e Documentação apresentados no questionário utilizado no *survey* reproduzem aqueles apresentados como opção no questionário da Sepin/MCT. Além disso, a própria apresentação do questionário também reproduziu aquela utilizada pela Sepin/MCT.

Desta forma, tentou-se que a percepção do questionário por parte dos participantes do *survey* fosse análoga à percepção dos respondentes das organizações participantes.

#### *b) Validação Interna*

No estudo realizado, foram recolhidas 231 contribuições; com um nível de significância de 5% e considerando-se uma distribuição binomial de população desconhecida, o erro amostral calculado foi da ordem de 6,45%. Todavia, a amostra que foi de fato utilizada é composta por 166 especialistas. Esta redução no tamanho da amostra, contudo, antes de reduzir a confiabilidade do estudo, contribui para aumentá-la, uma vez que assegura que tenha uma conformação adequada. As justificativas desta análise são apresentadas na seção subsequente, em que se trata da *validade externa*.

Para um perfeito entendimento dos aspectos concernentes à *validade interna*, é importante notar-se que não se trata de uma “pesquisa de opinião” na qual, a partir de dados obtidos em uma amostra, pretende-se inferir o comportamento do universo. Em outras palavras, a amostra não foi construída de forma aleatória, mas sim a partir da seleção dos indivíduos do universo cujas características os habilitam como especialistas na área. Em outras palavras, trata-se de uma avaliação por especialistas, na qual os participantes foram selecionados em função de sua atuação profissional, qualificação e experiência. Além disso, as respostas fornecidas por cada especialista foram ponderadas em função de sua qualificação e experiência na área. Neste caso, a distribuição da amostra em função desses fatores é o que de fato determina a confiabilidade dos resultados, e não exclusivamente o tamanho da amostra. Assim, o que é relevante não é a significância estatística da amostra, mas sim a sua conformação.

Tendo em vista o conjunto de especialistas participantes, assume-se que a amostra construída é representativa do universo estudado, conferindo aos resultados a confiabilidade necessária. Vale destacar que a quase totalidade dos mais notórios especialistas do setor no país tomou parte do estudo.

#### *c) Validação Externa*

Os participantes foram convidados em função de sua notoriedade e de seu envolvimento nas comunidades de Engenharia de Software e Qualidade de Software no país. Sua representatividade pode ser avaliada a partir dos dados de caracterização dos

indivíduos fornecidos nos questionários e que se encontram descritos em uma tabela específica quando da apresentação dos resultados. As condições oferecidas para resposta – possibilidade de respondê-lo no tempo e ambiente que cada participante considerasse adequado – poderiam resultar em um comprometimento da *validade externa*, uma vez que tais aspectos podem influenciar as respostas dadas. Todavia, esta situação reproduz, mais uma vez, aquela que caracteriza as condições de preenchimento do questionário da Sepin/MCT por parte das organizações participantes.

Um outro aspecto que poderia vir a comprometer a *validade externa* do estudo relaciona-se aos métodos utilizados para a seleção dos participantes e para a distribuição dos questionários. Em virtude de restrições decorrentes da própria forma como os especialistas alvo foram identificados e contatados, a amostra acabou sendo composta também por elementos cuja qualificação não permite que sejam classificados como “especialistas”. A fim de contornar essa questão, a base de dados utilizada foi objeto de um processo de expurgo que assegurou que sua composição refletisse o perfil desejado. Deste modo, a *validade externa* ficou assegurada. As condições que conduziram a esse expurgo, bem como os critérios utilizados serão descritos em seções subsequentes do presente capítulo. Desse modo, considera-se que as possíveis ameaças à generalização dos resultados do estudo foram minimizadas.

#### *d) Validação de Conclusão*

A verificação das hipóteses se deu pela avaliação da indicação de relevância de cada um dos fatores considerados em cada uma das métricas. O conjunto de fatores considerados como relevantes foi construído a partir da freqüência ponderada com que os participantes do *survey* indicaram a capacidade desses fatores de influenciar na qualidade do produto e/ou processo de software. A ponderação considerou a representatividade do participante, tendo em vista sua atuação profissional e/ou acadêmica, qualificação e experiência. O conjunto de especialistas participantes apresentou um elevado grau de qualificação e experiência, incluindo grande parte dos profissionais e pesquisadores mais notórios do país nessa área. Assim sendo, a *validade de conclusão* do estudo pode ser considerada como assegurada.

#### **4.3.9 Contribuições Adicionais**

No questionário utilizado, em cada um dos conjuntos de opções oferecidos (Práticas de Engenharia de Software adotadas no desenvolvimento e manutenção de software; Ferramentas; Documentação e Práticas de Engenharia de Software adotadas na avaliação da qualidade do produto), foi apresentado como alternativa o item “*OUTROS*”, caracterizado como uma questão aberta na qual o especialista participante podia indicar outros elementos que considerasse importantes para o item avaliado.

Os dados obtidos a partir dessas alternativas não foram computados para efeito da análise a que se propõe este estudo, uma vez que não fazem parte do banco de dados da Sepin/MCT, não podendo, portanto, ser considerados nas métricas definidas para a pesquisa objeto do presente trabalho. Todavia, a agregação de tais informações poderá ser de grande valia para o aprimoramento do questionário da Sepin/MCT, permitindo a inclusão daqueles fatores cuja indicação se mostrou mais freqüente. Do mesmo modo, aqueles fatores que constam das opções oferecidas pelo questionário e cuja freqüência de escolha se mostrar excessivamente baixa, poderão ter sua permanência no questionário avaliada quando de sua revisão.

### **4.4 CONSOLIDAÇÃO**

A seguir são apresentados a metodologia e os critérios utilizados para a consolidação da pesquisa, bem como uma descrição do perfil da amostra obtida.

#### **4.4.1 Perfil da Amostra Inicial**

No questionário distribuído, para fim de caracterização de cada especialista participante – e determinação da representatividade relativa (Peso) de suas respostas – foi incluído um conjunto de questões que identificavam que tipo de atividades desenvolviam na indústria de software e/ou na universidade; seu nível de formação acadêmica e respectiva área de formação; seu tempo de experiência na área de desenvolvimento de software e o número de projetos nos quais tomaram parte. Os resultados agregados destas questões permitem caracterizar o perfil da amostra obtida.

É importante que se destaque que nas tabelas que descrevem as atividades desenvolvidas pelos participantes (Tab. 4.2 e Tab. 4.3), o total dos valores apresentados ultrapassa o total de participantes do estudo (231), uma vez que o questionário admite múltiplas respostas; ou seja, diversos participantes exercem mais de uma atividade distinta no mesmo segmento. Além disso, na tabulação dos resultados relativos à formação acadêmica dos participantes (Tab. 4.4) foi considerado nível de formação mais alto assinalado, uma vez que o questionário permitia múltiplas respostas.

*Tabela 4.1 – Participantes por Área de Atuação (Amostra Inicial)*

<b>Total de participantes:</b>	<b>231</b>
Participantes com atuação na indústria:	167
Participantes com atuação na universidade:	152
Participantes com atuação exclusiva na indústria:	64
Participantes com atuação exclusiva na universidade:	79
Participantes com atuação concomitante em ambas:	88

*Tabela 4.2 – Participantes por Atuação nas Empresas (Amostra Inicial)*

<b>Empresa</b>	
Empresário	23
Gerente de Informática	17
Gerente da Qualidade	16
Gerente de Projeto	48
Analista de Sistemas	77
Consultor	13

*Tabela 4.3 – Participantes por Atuação na Universidade (Amostra Inicial)*

<b>Universidade</b>	
Professor	74
Pesquisador	31
Consultor	17
Aluno de Doutorado	23
Aluno de Mestrado	53
Aluno de Graduação	17

*Tabela 4.4 – Participantes por Formação Acadêmica (Amostra Inicial)*

<b>FORMAÇÃO ACADÊMICA</b>			
<b>Nível</b>		<b>Área</b>	
Doutorado	40	Engenharia de Software	63
Mestrado	49	Computação / Informática	142
Especialização	40	Outro	26
Graduação	82		
Certificação em Qualidade	3		
Nível Médio	17		
<i>Total</i>	<i>231</i>	<i>Total</i>	<i>231</i>

Na amostra, o tempo médio de atuação em desenvolvimento de software dos participantes foi de 11,4 anos e a mediana do número de projetos em que tomaram parte foi de 10 projetos.

A observação dos quadros apresentados evidencia a composição heterogênea da amostra no que tange tanto à área de atuação dos participantes (*Indústria / Universidade*), quanto às atividades por eles desempenhadas. Pode-se notar, inclusive, que um contingente significativo dos participantes (88 pessoas ≈ 38% da amostra) desempenha atividades em ambos os contextos. Esta situação contribui para a redução de um possível viés na amostra decorrente das visões particulares de cada segmento.

Aliando-se a consideração das atividades exercidas pelos participantes com suas qualificações acadêmicas (*Nível e Área de Formação*), percebe-se que a amostra é composta, em sua maioria, por profissionais com a representatividade desejada. Não obstante, observa-se a existência de participantes cuja qualificação não pode ser considerada como a de um “especialista” (ex.: 17 Alunos de Graduação / Nível Médio; 82 apenas com *Graduação*; 26 com formação em *Outras Áreas*). Tal fato é decorrente do método de coleta utilizado. O questionário foi publicamente distribuído em alguns eventos que, por sua natureza, apresentam elevado potencial como concentradores de especialistas (Reuniões do SSQP-SW/PBQP e SBES/SBQS). Todavia, é evidente que tais eventos também agregam pessoas – particularmente estudantes – que, a despeito de se interessarem pelos temas concernentes à área, não podem ser consideradas como especialistas. Uma vez que a distribuição foi pública, não seria razoável impedir a colaboração voluntária dessas pessoas no momento da coleta dos formulários. Contudo, conforme será apresentado em uma seção posterior deste capítulo, os mesmos foram “expurgados” da amostra, de modo a assegurar sua representatividade.

#### **4.4.2 Cálculo do Peso Individual**

Uma vez que a amostra é heterogênea em relação aos fatores considerados determinantes para a caracterização dos especialistas, deve-se considerar que a relevância de suas respostas também o é. Assim, os participantes foram diferenciados em função desses fatores, tendo sido atribuído um peso individual para cada um deles, calculado em função desses fatores. A fórmula utilizada para a definição dos pesos é:

$$P(i) = \text{Máx}\{Máx[I(i)]; Máx[U(i)]\} + F_1(i) + F_2(i) + T(i) + N(i)$$

Onde:

- $P(i)$  é o peso atribuído ao participante  $i$ ;

- $I(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de sua atuação na indústria de desenvolvimento de software segundo a tabela 4.5;
- $U(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de sua atuação na universidade segundo a tabela 4.6;
- $F_1(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de seu nível de formação acadêmica segundo a tabela 4.7;
- $F_2(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função da área de concentração de sua formação acadêmica segundo a tabela 4.8;
- $T(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função de seu tempo de atuação na área segundo a tabela 4.9;
- $N(i)$  é a pontuação atribuída ao participante  $i$  em função do número de projetos nos quais tomou parte segundo a tabela 4.10.

*Tabela 4.5 – Pontuação Indústria*

Atuação na Indústria	$I(i)$
Empresário	4
Gerente de Informática	4
Gerente da Qualidade	3
Gerente de Projeto	2
Analista de Sistemas	1
Consultor	4

*Tabela 4.6 – Pontuação Universidade*

Atuação na Universidade	$U(i)$
Professor	4
Pesquisador	3
Consultor	3
Aluno de Doutorado	2
Aluno de Mestrado	1
Aluno de Graduação	0

*Tabela 4.7 – Pontuação Nível de Formação*

Nível de Formação	$F_1(i)$
Doutorado	4
Mestrado	3
Especialização	2
Graduação	1
Certificação	3
Nível Médio	0

*Tabela 4.8 – Pontuação Área de Formação*

Área de Formação	$F_2(i)$
Engenharia de Software	6
Informática / Computação	3
Outras áreas	0

*Tabela 4.9 – Pontuação Tempo de Atuação*

Tempo de Atuação	$T(i)$
Mais de 15 anos	6
Acima de 5, até 15 anos	3
Até 5 anos	0

*Tabela 4.10 – Pontuação Número de Projetos*

Número de Projetos	$N(i)$
A partir de 10	4
De 4 a 9	2
Até 3	0

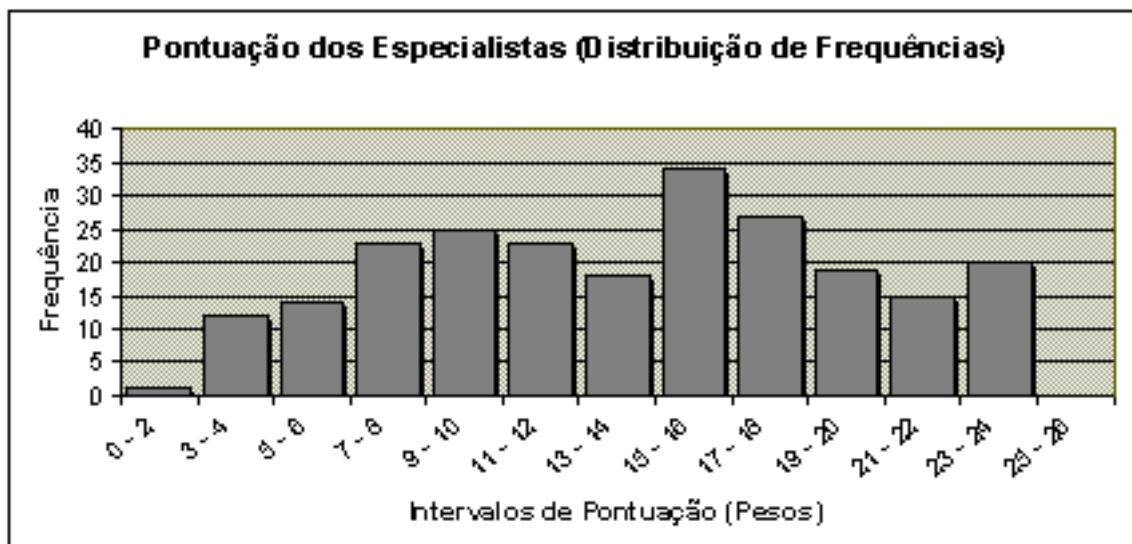
Para todas as variáveis que compõem o peso, optou-se pela adoção de tabelas de classes. Para o grupo composto pelas variáveis  $I(i)$ ,  $U(i)$ ,  $F_1(i)$  e  $F_2(i)$  isso foi feito por

se tratarem de variáveis qualitativas. Deste modo, a cada uma delas foi atribuído um dado valor de modo a permitir seu tratamento quantitativo. Para as demais –  $T(i)$  e  $N(i)$  – esta opção decorreu do fato de tratarem-se de eventos cuja precisa quantificação por parte dos participantes se mostrou difícil; particularmente no caso do *Número de Projetos*. Além disso, do ponto de vista da caracterização da “importância” do especialista, não se pode atribuir diferenças significativas entre dois profissionais que possuam, por exemplo, 30 e 40 anos de atuação, respectivamente. A adoção do agrupamento por classes permitiu contornar ambos os problemas.

#### 4.4.3 Distribuição dos Pesos da Amostra Inicial

A pontuação calculada para os participantes da amostra inicial apresentou a Distribuição de Freqüência mostrada no Gráfico 4.1

*Gráfico 4.1 – Distribuição de Freqüência dos Pesos (Amostra Inicial)*



Dividindo-se essa amostra em *Quartis*, obtve-se os limites que estão apresentados na Tabela 4.11.

*Tabela 4.11 – Quartis (Amostra Inicial)*

Quatis	Pontos
Valor mínimo	2
1º Quartil	9
2º Quartil	14
3º Quartil	18
Valor Máximo	24

#### 4.4.4 Ajuste da Amostra

Conforme citado anteriormente, em virtude do método de coleta adotado, vários participantes do estudo não podem ser considerados como “especialistas”. A metodologia acima descrita para a diferenciação dos participantes permite identificá-los, uma vez que sua pontuação será menor do que a dos demais. Assim, esse grupo pode ser considerado como representado pelo conjunto de participantes que compõem o 1º Quartil da amostra. Portanto, a fim de assegurar a representatividade da amostra, todos os questionários preenchidos por participantes cuja pontuação (peso) correspondeu a valores iguais ou inferiores ao limite superior do 1º Quatil –  $P(i) \leq 9$  – foram excluídos da análise. Tal fato resultou na definição de uma nova amostra para o estudo, que será denominada, na continuidade deste trabalho, como “Amostra Ajustada”.

#### 4.4.5 Perfil da Amostra Ajustada

Uma vez excluídos os participantes que se enquadram no critério acima definido, obteve-se um novo perfil para a amostra que foi utilizada na análise e determinação dos resultados do estudo. A despeito do Intervalo Quartílico da amostra inicial ser igual a 57,75, o número total de participantes com pontuação igual ou menor que 9 foi de 65; sendo este o total de participantes que foram excluídos do estudo. Por este motivo, a Amostra Ajustada representa apenas 71.8% da amostra inicial. O perfil da nova amostra obtida encontra-se apresentado nas Tabelas 4.12, 4.13, 4.14 e 4.15.

Nessa nova composição da amostra, o tempo médio de atuação em desenvolvimento de software dos participantes subiu para 14,4 anos; da mesma forma, a Mediana do número de projetos em que participaram cresceu para 12 projetos.

*Tabela 4.12 – Participantes por Área de Atuação (Amostra Ajustada)*

<b>Total de participantes:</b>	<b>166</b>
Participantes com atuação na indústria:	125
Participantes com atuação na universidade:	103
Participantes com atuação exclusiva na indústria:	41
Participantes com atuação exclusiva na universidade:	63
Participantes com atuação concomitante em ambas:	62

*Tabela 4.13 – Participantes por Atuação nas Empresas (Amostra Ajustada)*

Empresa	
Empresário	22
Gerente de Informática	15
Gerente da Qualidade	11
Gerente de Projeto	43
Analista de Sistemas	46
Consultor	12

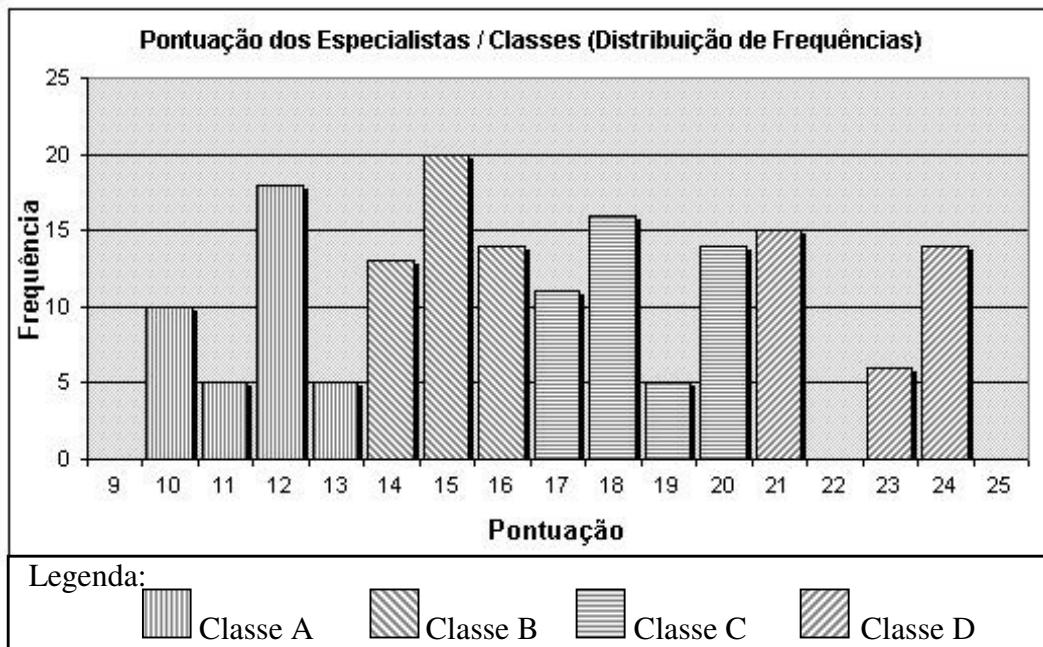
*Tabela 4.14 – Participantes por Atuação na Universidade (Amostra Ajustada)*

Universidade	
Professor	73
Pesquisador	30
Consultor	17
Aluno de Doutorado	21
Aluno de Mestrado	22
Aluno de Graduação	2

*Tabela 4.15 – Participantes por Formação Acadêmica (Amostra Ajustada)*

FORMAÇÃO ACADÊMICA					
Nível			Área		
Doutorado	40	24,1%	Engenharia de Software	62	37,4%
Mestrado	45	27,1%	Computação / Informática	85	51,2%
Especialização	33	19,9%	Outro	19	11,4
Graduação	43	25,9%			
Certificação em Qualidade	3	1,8%			
Nível Médio	2	1,2%			
<i>Total</i>	<i>166</i>	<i>100%</i>	<i>Total</i>	<i>166</i>	<i>100%</i>

Da mesma forma, a amostra ajustada passou a apresentar uma nova distribuição nos pontos calculados para os especialistas, conforme evidencia o Gráfico 4.2.

*Gráfico 4.2 – Distribuição de Freqüência dos Pesos (Amostra Ajustada)*

Essa nova amostra mantém as qualidades relacionadas à heterogeneidade de sua composição identificadas na amostra inicial, contando inclusive com um índice de participantes que atuam concomitantemente na indústria e na universidade muito próximo ao daquela ( $\approx 37\%$ ). Portanto, foram mantidas as características que contribuem para a redução de um possível viés na amostra decorrente das visões particulares de cada segmento.

A análise da composição da amostra em relação à atuação profissional e acadêmica dos participantes demonstra sua efetiva representatividade. A grande maioria ocupa, na indústria, cargos de gerenciamento; e, na universidade, a função de professor.

O mesmo se depreende da observação da formação acadêmica dos participantes considerados para esta amostra. Apenas 27% destes não possuíam nenhum tipo de Pós-Graduação e destes, somente 2 (1,2% da amostra) não possuíam curso de Graduação; estando ambos cursando-a no momento em que responderam ao questionário, porém possuíam larga experiência na área e (tanto em termos de tempo, quanto de variedade) ocupavam posições de gerência nas empresas em que trabalhavam.

Os valores do tempo médio de atuação na área e da mediana do número de projetos calculados para a nova amostra (respectivamente 14,4 anos e 12 projetos), aliados à formação acadêmica e ao nível de atuação profissional, se apresentam como bastante significativos. Merece novamente destaque o fato de que praticamente a totalidade dos profissionais, professores e pesquisadores de maior destaque na comunidade envolvida com Qualidade de Software no Brasil tomou parte na pesquisa.

Todo este conjunto de características imprime à amostra considerada no estudo o nível de representatividade que permite assumir-se a validade de seus resultados.

#### **4.4.6 Cálculo dos Pesos Agrupados**

Quando do cálculo do peso individual de cada um dos especialistas participantes do estudo, os valores atribuídos a cada um dos fatores considerados foram determinados a partir de números escalares associados a classes de eventos. Todavia, a comparação entre os pesos individuais obtidos por tal tratamento pode levar a algumas distorções, particularmente quando o enquadramento de um dado participante em uma das classes ocorreu a partir dos valores limites dessas classes.

Como exemplo, podem ser citados dois participantes hipotéticos, um com 15 anos de experiência e outro com 16. Neste caso, a despeito de na realidade não existir uma diferença significativa entre suas experiências profissionais, o segundo recebeu o dobro da pontuação do primeiro nesse quesito (3 e 6 pontos, respectivamente). Acresça-se a isso o fato, discutido anteriormente, de que a resposta para estas perguntas por parte de muitos dos participantes (especialmente àquela que se refere ao *Número de Projetos*) foi feita com algum grau de “incerteza”; o que também pode levar, especialmente nos limites das classes, a transposição desta “incerteza” para o valor a ele atribuído.

Mesmo nas variáveis qualitativas, situações semelhantes podem ocorrer. Veja-se, como exemplo, dois estudantes de Doutorado. Suponha-se que o primeiro deles tenha recém ingressado no curso, ao passo que o segundo já tenha terminado sua tese, estando aguardando apenas sua apresentação e defesa perante a Banca. Pelo tratamento dado, ambos receberiam a mesma pontuação (1 ponto). É evidente que há uma notável diferenciação na representatividade das respostas dadas por cada um deles, diferenciação essa que não ficou traduzida nas respectivas pontuações. Este problema foi solucionado pelo agrupamento dos especialistas em classes, de modo a adotar-se um peso único para todos aqueles que pertencem a uma dada classe. Assim, assumindo-se um peso representativo da classe, elimina-se as possíveis distorções que resultariam da comparação individual entre os pesos de cada especialista, considerando-se como “não significativas” as diferenças individuais entre os especialistas de uma mesma classe.

Como critério para o estabelecimento destas classes, novamente optou-se pela divisão da amostra em Quartis, como se pode observar na Tabela 4.16, na qual cada limite superior dos Quartis foi utilizado como delimitador das respectivas classes.

*Tabela 4.16 – Quartis (Amostra Ajustada)*

Quatis	Pontos
Valor mínimo	10
1º Quartil	14
2º Quartil	16
3º Quartil	20
Valor Máximo	24

É importante chamar a atenção para o fato de que, a despeito do Intervalo Quartílico para uma amostra de 166 elementos ser igual a 41,5, este não foi o tamanho de cada uma das classes consideradas. Isso se deveu ao fato dos pesos se tratarem de

valores escalares inteiros, assim sendo, diversos “eventos” possuem pesos com valores iguais àqueles relativos aos Quartis, pertencendo, portanto, alguns deles ao Intervalo Quartílico anterior e os demais, com o mesmo peso, ao Intervalo Quartílico subseqüente. A fim de que fosse mantida a coerência no agrupamento, todos os indivíduos com o mesmo peso foram agrupados na mesma classe. O critério utilizado para tanto foi sua alocação no Quartílico que continha a maior parte dos indivíduos com a pontuação do Quartil, a saber:

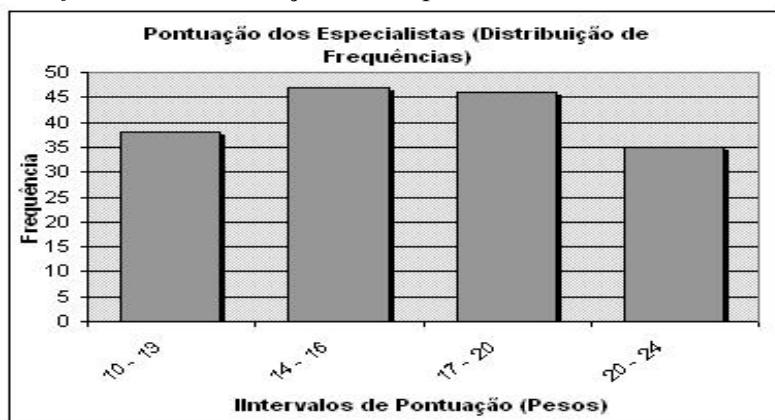
- O 1º Intervalo Quartílico continha 3 indivíduos com 14 pontos e o 2º continha 10 indivíduos. Portanto, todos os indivíduos com 14 pontos foram agrupados na “Classe B”, ficando o valor limite da “Classe A” igual a 13 pontos;
- O 2º Intervalo Quartílico continha 12 indivíduos com 16 pontos e o 3º continha 2 indivíduos. Portanto, todos os indivíduos com 16 pontos foram agrupados na “Classe B”, ficando o valor limite da “Classe B” igual a 16 pontos;
- O 3º Intervalo Quartílico continha 7 indivíduos com 20 pontos e o 4º continha também 7 indivíduos. Portanto. Nesse caso, optou-se por uma interpretação “conservadora”, agrupando todos os indivíduos com 20 pontos na “Classe C” e ficando o valor limite da “Classe C” igual a 20 pontos.

O Gráfico 4.2 (na Seção anterior deste Capítulo) mostra, através de suas legendas, a composição de cada uma das Classes. A Tabela 4.17, a seguir, apresenta as classes definidas e seus respectivos Valores Limite, Freqüências (Qtd.) e os valores de suas respectivas Medianas; e o Gráfico 4.3 a distribuição das classes consideradas.

*Tabela 4.17 – Classes de Especialistas*

Classe	Pontos Limite	Qtd.	Mediana
A	Até 13	38	12,0
B	De 14 a 16	47	15,0
C	De 17 a 20	46	18,0
D	Maior que 20	35	23,0

*Gráfico 4.3 – Distribuição de Freqüência das Classes de Pesos*



Para o cálculo dos pesos a serem atribuídos a cada uma das classes, as pontuações foram submetidas a um processo de padronização. Utilizou-se uma adaptação da fórmula utilizada por FARIA (2002), uma vez que, em virtude da natureza das variáveis aqui consideradas, a *medida de posição* adequada para o tratamento é a Mediana (MAXWELL, 2006).

Nesse processo, a classe “A” como referência, atribuindo-se a ela um peso igual a 1,0. Para as demais, classes, seu peso foi calculado relativamente ao peso da classe “A”, de acordo com a fórmula:

$$P(j) = \frac{M_e(j)}{M_e(A)}$$

Onde:

- $P(j)$  é o peso atribuído à classe  $j$ ;
- $M_e(j)$  é a *Mediana* da classe  $j$ ;
- $M_e(A)$  é a *Mediana* da classe  $A$ .

Assim, obtém-se os pesos de cada classe conforme a Tabela 4.18.

*Tabela 4.18 – Peso por Classe*

Classe	Cálculo do Peso	Peso
A	1,0	1,00
B	15,0 : 12,0	1,25
C	18,0 : 12,0	1,50
D	23,0 : 12,0	1,92

## 4.5 RESULTADOS

### 4.5.1 Consolidação dos Resultados

Para a consolidação final dos resultados, cada voto de cada especialista foi computado com base no peso da classe a que pertence. Finalmente, o total dos votos de cada uma das questões foi dividido pelo somatório total dos pesos – valor que foi igual a 232,8 – obtendo-se, assim, a votação proporcional de cada uma das questões.

As Tabelas 4.19, 4.20, 4.21 e 4.22 apresentam os resultados da consolidação, com a votação proporcional de cada questão:

*Tabela 4.19 – Consolidação dos Resultados: Práticas de E.S. no Processo*

<b>Práticas de Engenharia de Software adotadas nos processos de desenvolvimento e manutenção de software</b>			
Análise crítica conjunta	<b>0,46</b>	Gerência de risco	<b>0,57</b>
Controles de versão de produto	<b>0,77</b>	Gestão de mudança	<b>0,44</b>
Engenharia da informação	<b>0,33</b>	Joint Application Design – JAD	<b>0,33</b>
Especificação de programas	<b>0,58</b>	Métodos estruturados	<b>0,46</b>
Especificação de projetos	<b>0,67</b>	Métodos orientados a objetos	<b>0,71</b>
Especificação de requisitos	<b>0,91</b>	Modelagem de dados	<b>0,81</b>
Estimativa de custos	<b>0,60</b>	Normas e padrões da organização	<b>0,66</b>
Estimativa de esforço	<b>0,59</b>	Planejamento formal de testes	<b>0,69</b>
Estimativa de tamanho	<b>0,43</b>	Projeto da interface com o usuário	<b>0,72</b>
Gerência de configuração	<b>0,58</b>	Prototipação	<b>0,66</b>
Gerência de requisitos	<b>0,71</b>		

*Tabela 4.20 – Consolidação dos Resultados: Documentação*

<b>Documentação</b>			
Acompanhamento de custos	<b>0,58</b>	Histórico do projeto	<b>0,51</b>
Acompanhamento de prazos	<b>0,73</b>	Identificação de risco	<b>0,47</b>
Contratos e acordos	<b>0,55</b>	Manual de treinamento	<b>0,53</b>
Descrição do produto para comercialização	<b>0,32</b>	Manual do sistema	<b>0,69</b>
Documentação de marketing	<b>0,16</b>	Manual do usuário	<b>0,73</b>
Documentação de programas	<b>0,78</b>	Plano de contingência	<b>0,55</b>
Documentação do processo de software	<b>0,78</b>	Plano de controle da qualidade	<b>0,61</b>
Documentação no código	<b>0,79</b>	Plano de testes	<b>0,76</b>
Especificação do sistema	<b>0,86</b>	Projeto do sistema	<b>0,70</b>
Guia de instalação	<b>0,58</b>	Registro formal de revisões e testes	<b>0,62</b>
Help on-line	<b>0,71</b>	Relatório de teste	<b>0,56</b>

*Tabela 4.21 – Consolidação dos Resultados: Ferramentas*

<b>Ferramentas</b>			
Analizador de cobertura de código	<b>0,14</b>	Gerador de relatórios	<b>0,49</b>
Analizador de código	<b>0,31</b>	Gerador de telas	<b>0,33</b>
CASE Lower	<b>0,45</b>	Gerenciador de bibliotecas de módulos	<b>0,47</b>
CASE Upper	<b>0,49</b>	Gerenciador de configuração	<b>0,59</b>
Depurador interativo	<b>0,43</b>	Gerenciador de conteúdo	<b>0,21</b>
Distribuição de software	<b>0,23</b>	Gerenciador de documentos	<b>0,51</b>
Documentador	<b>0,56</b>	Gerenciador de projetos	<b>0,66</b>
Driver de teste	<b>0,28</b>	Otimizador	<b>0,17</b>
Gerador de código-fonte	<b>0,38</b>	Prototipador	<b>0,30</b>
Gerador de dados de teste	<b>0,39</b>	Record & Playback para testes	<b>0,19</b>
Gerador de entrada de dados	<b>0,22</b>	Teste de performance	<b>0,45</b>
Gerador de gráficos	<b>0,20</b>	Visualização de código/classes ou módulo	<b>0,38</b>
Gerador de GUI	<b>0,45</b>		

*Tabela 4.22 – Consolidação dos Resultados: Práticas de E.S. em Qualidade de Produtos*

<b>Práticas de Engenharia de Software adotadas na avaliação da qualidade do produto:</b>			
Auditorias	<b>0,51</b>	Testes de aceitação	<b>0,78</b>
Inspeção formal, Revisão por pares (Peer-review), Walkthrough estruturado	<b>0,63</b>	Testes de campo	<b>0,57</b>
Julgamento de especialistas	<b>0,34</b>	Testes de integração	<b>0,77</b>
Levantamento de requisitos de qualidade	<b>0,66</b>	Testes de unidade	<b>0,61</b>
Medições da qualidade (Métricas)	<b>0,68</b>	Testes do sistema integrado	<b>0,71</b>
Modelos de confiabilidade de software	<b>0,26</b>	Testes estruturais	<b>0,48</b>
Prova formal de programas	<b>0,17</b>	Testes funcionais	<b>0,75</b>
Segurança do produto final	<b>0,28</b>	Testes orientados a objetos	<b>0,41</b>
Testes baseados em erros	<b>0,45</b>	Testes para web	<b>0,45</b>

#### 4.5.2 Resultados Finais

Como o que se pretendeu foi identificar os quesitos considerados como majoritariamente positivos, foi adotado como critério de corte o valor 0,5; ou seja, foram assumidos como influenciadores relevantes na qualidade do Produto e/ou do Processo de Software por parte dos especialistas, todos os quesitos cuja votação proporcional foi igual ou superior a 0,5. Dentre os diversos outros critérios que poderiam ter sido adotados, este foi escolhido por representar uma votação absoluta igual ou superior à metade dos votos possíveis em cada um dos quesitos.

Assim sendo, tem-se a seguir a relação das variáveis que foram consideradas como relevantes para cada um dos conjuntos analisados.

#### PRÁTICAS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE ADOTADAS NOS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO E MANUTENÇÃO DE SOFTWARE

- Controles de versão de produto
- Especificação de programas
- Especificação de projetos
- Especificação de requisitos
- Estimativa de custos
- Estimativa de esforço
- Gerência de configuração
- Gerência de requisitos
- Gerência de risco
- Métodos orientados a objetos
- Modelagem de dados
- Normas e padrões da organização
- Planejamento formal de testes
- Projeto da interface com o usuário
- Prototipação

Portanto, a Hipótese nula 1 ( $H_01$ ) foi considerada falsa, uma vez que diversas das Práticas de Engenharia de Software para o Desenvolvimento e Manutenção de Software relacionadas na pesquisa da Sepin/MCT foram desconsideradas pelos especialistas.

### DOCUMENTAÇÃO

- Acompanhamento de custos
- Acompanhamento de prazos
- Contratos e acordos
- Documentação de programas
- Documentação do processo de software
- Documentação no código
- Especificação do sistema
- Guia de instalação
- Help on-line
- Histórico do Projeto
- Manual de treinamento
- Manual do sistema
- Manual do usuário
- Plano de contingência
- Plano de controle da qualidade
- Plano de testes
- Projeto do sistema
- Registro formal de revisões e testes
- Relatório de teste

Portanto, a Hipótese nula 3 ( $H_03$ ) foi considerada falsa, uma vez que diversos elementos de Documentação relacionados na pesquisa da Sepin/MCT foram desconsiderados pelos especialistas.

### FERRAMENTAS

- Documentador
- Gerenciador de configuração
- Gerenciador de documentos
- Gerenciador de projetos

Portanto, a Hipótese nula 2 ( $H_02$ ) foi considerada falsa, uma vez que diversas Ferramentas relacionadas na pesquisa da Sepin/MCT foram desconsideradas pelos especialistas.

PRÁTICAS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE ADOTADAS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PRODUTO

- Auditorias
- Inspeção formal, Revisão por pares (Peer-review), Walkthrough estruturado
- Levantamento de requisitos de qualidade
- Medições da qualidade (Métricas)
- Testes de aceitação
- Testes de campo
- Testes de integração
- Testes de unidade
- Testes do sistema integrado
- Testes funcionais

Portanto, a Hipótese nula 4 ( $H_04$ ) foi considerada falsa, uma vez que diversas Práticas de Engenharia de Software para Avaliação da Qualidade do Produto relacionadas na pesquisa da Sepin/MCT foram desconsideradas pelos especialistas.

#### 4.5.3 Considerações Finais

Conforme já observado anteriormente, cada uma das perguntas apresentava, no questionário, uma opção que se caracterizava como uma “questão aberta”, na qual os participantes poderiam sugerir outros quesitos que não fizessem parte da relação apresentada. Essas respostas foram objeto de uma análise qualitativa na qual se identificou as resposta que possuem o mesmo significado, objetivando consolidá-las sob uma única descrição.

As observações mais relevantes foram:

- Dentre as Práticas para Desenvolvimento e Manutenção de Software, a única a merecer destaque foi o “Gerenciamento de Projeto”. Todas as demais sugestões apresentaram apenas 1 ocorrência.
- Para a Documentação, foram citadas mais de uma vez a “Documentação de Requisitos”, os “Registros de Reuniões de Acompanhamento” e o “Plano do Projeto”.
- Em relação às Ferramentas, também uma única mereceu destaque, foi o “Gerenciador de Requisitos”.
- Nas Práticas para Avaliação da Qualidade do Produto, foram citados mais de uma vez os “Testes de Usabilidade” e “Testes de Carga”.

Como contribuição adicional do presente trabalho, fica a sugestão de que esse conjunto de contribuições seja levado em conta quando da revisão do Questionário da Sepin/MCT a fim de complementá-lo. É admissível considerar-se, ainda, que em um eventual estudo posterior com especialistas, com o mesmo objetivo deste, este conjunto adicional de quesitos possa vir a ser considerado para fazer parte das opções a serem oferecidas como respostas.

A partir do estudo realizado, foi possível que se determinasse, dentre as diversas variáveis relacionadas à Engenharia de Software que fazem parte do questionário da Sepin/MCT, quais são aquelas que efetivamente impactam na qualidade do produto e do processo de software. Esse resultado permite que o estudo proposto na presente tese se concentre nas variáveis relevantes, restringindo assim o conjunto de variáveis consideradas e, consequentemente, aumentando o poder discriminatório do mesmo.

No capítulo subseqüente estão apresentados a metodologia e o desenvolvimento desse estudo – que se caracteriza como um *Estudo Confirmatório* (experimento no qual se busca, a partir de tratamentos aplicados a um conjunto de dados, verificar a validade de uma dada hipótese (KITCHENHAM *et al.*, 2002)) – cujo objetivo é a verificação da hipótese inicial desta tese, bem como seus resultados.

## 5. ESTUDO INICIAL: DADOS DA SEPIN

### 5.1 INTRODUÇÃO

No capítulo inicial do presente trabalho foi apresentado seu objetivo precípuo:

*“Aprofundar o conhecimento acerca da indústria de software no Brasil, avaliando, particularmente, os impactos da adoção dos diversos modelos formais, padrões e técnicas propugnados pela Engenharia da Qualidade e pela Engenharia de Software nessa indústria no que tange às práticas de Gestão da Qualidade e Engenharia de Software”.*

Tendo como premissa a suposição de que não é possível assegurar-se que a adoção dos modelos e padrões normativos relativos à Qualidade implique no uso efetivo desses elementos, ao objetivo supracitado foi associada uma hipótese relacionada ao conhecimento que se deseja desenvolver. Esta hipótese caracteriza-se como a hipótese de trabalho da presente tese:

#### HIPÓTESE DE TRABALHO:

*“A utilização de Sistemas de Gestão da Qualidade em processos de desenvolvimento de software implica na adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia de Software e pela Engenharia da Qualidade.”*

No Capítulo 3, quando da discussão da composição do questionário da Sepin, observou-se que, no contexto da Engenharia de Software, o mesmo incorpora questões que podem ser consideradas como irrelevantes para esse escopo de conhecimento. Assim, foram definidas – através de uma pesquisa de campo com especialistas na área – quais são as variáveis que devem ser consideradas como de interesse tendo em vista o objetivo acima estabelecido para o presente trabalho. Além dessas, o presente estudo utiliza-se dos quesitos do questionário relativos à Engenharia da Qualidade.

Este capítulo caracteriza-se como o estudo inicial do presente trabalho. Nele, está descrito um estudo confirmatório<sup>8</sup> (KITCHENHAM *et al.* 2002) que foi realizada com o fim de, a partir das variáveis consideradas, verificar a validade dessa hipótese e, dessa maneira, compreender-se melhor o comportamento da indústria brasileira de software no que diz respeito às práticas de Gestão da Qualidade e de Engenharia de Software.

Assim sendo, para o presente estudo, foi definida como *Hipótese Nula Global* a ser verificada:

*“A utilização de Sistemas de Gestão da Qualidade em processos de desenvolvimento de software não implica na adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia de Software e pela Engenharia da Qualidade.”*

## 5.2 METODOLOGIA DO ESTUDO

A estruturação do presente estudo utilizou como referência o paradigma “*Goal, Question, Metric*” (SOLINGEN *et al.*, 1999). Seu desenvolvimento foi feito de acordo com a metodologia proposta por WOHLIN *et al.* (2000) e utilizada por TRAVASSOS *et al.* (2002) e FARÍAS (2002), a mesma utilizada no capítulo precedente. A seguir, é apresentada a estruturação do estudo conforme estabelecido no paradigma citado.

### 5.2.1 Objetivos:

- *Objetivo 1*

**Analisar** o conjunto de métodos e práticas de Engenharia de Software adotadas nos processos de desenvolvimento e manutenção de software

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito a** sua correlação com a adoção de sistemas de Gestão da Qualidade

**Do ponto de vista** da indústria desenvolvedora de software no Brasil

**No contexto** de sua utilização no desenvolvimento e manutenção de software.

---

<sup>8</sup> Estudo no qual se tem por objetivo testar formalmente uma dada hipótese.

- *Objetivo 2*

**Analisar** o conjunto de métodos e práticas de Engenharia da Qualidade adotadas nos processos de desenvolvimento e manutenção de software

**Com o propósito** de compreender

**Com respeito** a sua correlação com a adoção de sistemas de Gestão da Qualidade

**Do ponto de vista** da indústria desenvolvedora de software no Brasil

**No contexto** de sua utilização no desenvolvimento e manutenção de software.

### **5.2.2 Quadro de Referência**

**Objeto de estudo:** organizações desenvolvedoras de software no Brasil, representadas na base de dados gerada pelo questionário da Sepin relativo à pesquisa “*Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro – 2001 / N° 4*”;

**Perspectiva:** A perspectiva é das empresas desenvolvedoras de software no Brasil que tomaram parte na pesquisa Sepin.

**Contexto:** O estudo foi conduzido tendo como base os dados coletados a partir de um questionário de preenchimento voluntário, respondido por empresas que desenvolvem e mantêm software dos mais variados tipos e domínios, em diversos segmentos da indústria e localizadas em várias regiões geográficas do Brasil.

### **5.2.3 Questões e Métricas:**

A hipótese inicial do presente estudo referencia-se a dois contextos distintos: a “*adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia de Software*” e a “*adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia da Qualidade*”.

Assim sendo, a verificação da veracidade da hipótese exige que esta seja desdobrada em duas questões específicas, originando duas novas hipóteses.

- *Questão 1:*

Existe relação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade e as práticas e ferramentas de Engenharia de Software utilizadas nas organizações para o desenvolvimento e manutenção de software?

**Hipótese Nula 1 (H<sub>01</sub>):** A correlação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em modelos específicos para desenvolvimento de software e as práticas e ferramentas de Engenharia de Software utilizadas pelas organizações não é significativa.

**Hipótese Alternativa 1 (H<sub>11</sub>):** A correlação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em modelos específicos para desenvolvimento de software e as práticas e ferramentas de Engenharia de Software utilizadas pelas organizações é significativa.

**Métricas:**

- Resultados da análise de correlações entre as variáveis associadas à Engenharia de Software e a Certificação de Sistema de Gestão da Qualidade.

**- Questão 2:**

Existe relação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade e as práticas e ferramentas de Engenharia da Qualidade utilizadas nas organizações para o desenvolvimento e manutenção de software?

**Hipótese Nula 2 (H<sub>02</sub>):** A correlação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em modelos específicos para desenvolvimento de software e as práticas e ferramentas de Engenharia da Qualidade utilizadas pelas organizações não é significativa.

**Hipótese Alternativa 2 (H<sub>12</sub>):** A correlação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em modelos específicos para desenvolvimento de software e as práticas e ferramentas de Engenharia da Qualidade utilizadas pelas organizações é significativa.

**Métricas:**

- Resultados da análise de correlações entre as variáveis associadas à Engenharia da Qualidade e a Certificação de Sistema de Gestão da Qualidade.

#### **5.2.4 Instrumentação**

A instrumentação utilizada no estudo foi derivada da base de dados construída a partir do questionário da Pesquisa Sepin. Tanto a estrutura desse questionário, quanto suas características foram objeto de análise no Capítulo 2 do presente trabalho. Essa base de dados consiste na transcrição das respostas dadas a cada uma das perguntas do questionário pelas organizações participantes. Entretanto, tais dados não foram utilizados da forma como se apresentam no questionário. Para as análises realizadas neste estudo, a base de dados foi objeto de tratamentos que tiveram por objetivo

transformar tais dados em variáveis que representassem com mais acurácia o conjunto de informações que se desejava manipular. Além disso, os tratamentos objetivaram adequar as variáveis ao instrumental estatístico empregado. Uma descrição detalhada desses tratamentos é apresentada na Seção 5.4 deste Capítulo.

### **5.2.5 Seleção de Contexto**

A distribuição do questionário para as empresas desenvolvedoras de software, conforme descrito no Capítulo 3 deste trabalho, que trata especificamente da Pesquisa Sepin, é feita através das diversas organizações representativas dessa indústria, além de estar disponível para *download* na página *web* da Sepin. Uma análise mais detalhada das especificidades relacionadas ao contexto dos participantes está descrita nesse Capítulo.

### **5.2.6 Seleção de Indivíduos**

Da mesma forma que em relação ao contexto, uma avaliação da composição da amostra em relação aos participantes faz parte do Capítulo 3 do presente trabalho.

### **5.2.7 Variáveis**

*Variável independente:*

- A variável que indica a adoção ou não, por parte da organização desenvolvedora de software, de Sistema de Gestão da Qualidade segundo um modelo adequado às atividades de projeto e desenvolvimento de software.

*Variáveis dependentes:*

- O conjunto das práticas, técnicas e ferramentas consideradas como relevantes para a Engenharia de Software e para a Engenharia da Qualidade.

Essas variáveis foram construídas a partir de tratamentos aplicados àqueles dados do questionário que foram considerados como relevantes para este estudo. Dois conjuntos de variáveis dependentes foram utilizados. No primeiro, os dados do questionário, conforme já citado, foram agrupados a partir de sua similaridade temática. Assim, de um total de 106 quesitos, foram produzidas 10 variáveis distintas:

*a) Variáveis relacionadas à Engenharia de Software*

- |   |   |
|---|---|
| 1. Conhecimento de Normas   | 4. Ferramentas Utilizadas   |
| 2. Formalização de Processos  | 5. Documentação Adotada   |
| 3. Práticas de Engenharia de Software<br>Adotadas nas Atividades de<br>Desenvolvimento e Manutenção | 6. Práticas de Engenharia de Software<br>Adotadas na Avaliação da Qualidade<br>de Produto |

*b) Variáveis relacionadas à Engenharia da Qualidade*

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 7. Qualificação do Pessoal | 9. Relacionamento com o Cliente |
| 8. Gestão de Pessoas       | 10. Gestão da Qualidade         |

O segundo conjunto de variáveis considerou os quesitos não agrupados, utilizando-os diretamente como variáveis dependentes.

Os processos de tratamento utilizados para este fim, bem como as variáveis resultantes, encontram-se apresentados na Seção 5.4 deste Capítulo.

### **5.2.8 Metodologia e Ferramental Estatístico**

As métricas definidas para o estudo objetivam a identificação da existência de correlação entre variáveis. Todavia, uma vez que o objeto da análise é composto por um número muito elevado de variáveis (o estudo leva em consideração um total de 106 quesitos que compõem o questionário), as análises estatísticas foram subdivididas em duas seções específicas.

Na primeira delas, a análise é feita utilizando-se variáveis produzidas a partir de dados agrupados em função de sua similaridade temática. Nesse caso, conforme já citado, os 106 quesitos considerados foram “reduzidos” por agrupamento para 10 variáveis dependentes, conforme descrito na seção 5.4. Uma vez reduzidas, a análise de correlação entre a variável independente e as 10 variáveis dependentes foi efetuada por três métodos distintos. Individualmente; através de Testes de Contingência; e por intermédio dos seguintes métodos de Análise Multivariada: Análise de Agrupamentos (Método Hierárquico de Ward) e Análise de Correspondência Múltipla. Esse conjunto de análises – fundamentados nos princípios de Análise Multivariada – permitem que se observe de que maneira as variáveis consideradas relacionam-se entre si a partir de uma

perspectiva multidimensional, em oposição aos métodos tradicionais, que comportam análises de um número muito reduzido de variáveis. Deste modo, possibilitam uma observação mais abrangente e completa das correlações existentes entre conjuntos de variáveis (DILLON *et al.*, 1984).

A complementação do método de “Análise de Correspondência Múltipla” com outros métodos é sugerida por BENZÉCRI (1992), que cita, dentre outros, a análise de agrupamentos. A utilização conjunta dos métodos de “Análise de Correspondência Múltipla” e da “Análise de Agrupamentos” a partir do “Método de Ward” vem se afirmado como uma metodologia robusta para análise do comportamento (associação e dissociação) conjunto de variáveis. Como exemplos do emprego dessa combinação de métodos nos mais diferentes campos do conhecimento, podem ser citados CARMO *et al.* (1993), COUTINHO (1999), ANLEFALOS (1999), BERGAMASCO *et al.* (1996), OLIVEIRA (2000), VENTURIN (2002) e MANGABEIRA, (2002).

No presente estudo, se buscou observar quais 11 variáveis nominais se associam (ou dissociam), adequando-se, portanto, a proposta metodológica acima.

A “Análise de Correspondência Múltipla” é uma técnica estatística que tem por objetivo representar a associação entre categorias dicotômicas relativas a cada uma das variáveis. Parte de um quadro disjuntivo completo, onde cada categoria é representada pelos dígitos 0 ou 1. Como o tipo de variável é diferente daquelas em que se utiliza a Análise de Componentes Principais, ela utiliza uma distância denominada “Distância de Qui-Quadrado”. Na “Análise de Fatores” (Análise de Componentes Principais) se busca observar a existência de correlações entre múltiplas variáveis (HAIR, 1998). Esta correlação é construída em torno de uma entidade denominada *fator*, que consiste em um elemento abstrato que, em princípio, é o responsável pela existência de uma maior ou menor correlação entre as variáveis que compõem o conjunto (JONHSON *et al.*, 2002). Na “Análise de Correspondência Múltipla”, representa-se um conjunto de variáveis multidimensional em um gráfico bi-dimensional (tabela de contingência) no qual, analogamente, as variáveis são associadas em função de um *fator* que determina a correspondência entre elas.

Para esta técnica, a ferramenta utilizada foi o aplicativo “XLStat”.

As ““Análises de Agrupamentos’ são técnicas de pesquisa através das quais variáveis são agrupadas segundo sua similaridade (ou proximidade) em relação a um

determinado critério”. Na presente análise, foi utilizado o método denominado “Método Hierárquico de Ward” (EVERITT, 1974).

Métodos de agrupamento *hierárquico* são técnicas que se baseiam em processos sucessivos de agrupamento ou dissociação. Nas técnicas ditas *aglomerativas*, parte-se de uma situação inicial em que cada um dos “objetos” (variáveis ou casos) é considerado como um agrupamento; a seguir, um dado algoritmo identifica o grau de similaridade entre esses e, tendo esta como base, inicia-se um processo de agrupamentos sucessivos até que todos os “objetos” se encontrem reunidos em um único grupo. As técnicas chamadas *dissociativas* percorrem o caminho inverso. Os resultados dessas técnicas são representados graficamente através de um instrumento denominado “Dendograma”, que apresenta a relação de objetos, os sucessivos agrupamentos (ou dissociações) e o grau de proximidade em que estes ocorreram (JONHSON *et al.*, 2002). Os métodos hierárquicos, uma vez que não partem da presunção de um número definido de agrupamentos, permitem verificar, através do processo evolutivo de agrupamento, o que grau de similaridade entre cada um dos “objetos” iniciais e dos grupos resultantes (BENZÉCRI, 1992).

O “Método de Ward” consiste em uma técnica *hierárquica aglomerativa* que visa minimizar a “perda de informações” decorrente da junção de dois grupos. Essa “perda de informações” é definida como o aumento do somatório do quadrado dos erros (*error sum of squares –ESS*); ou seja, o somatório do quadrado do desvio de cada elemento do agrupamento em relação ao seu centróide (quadrado da distância euclidiana em relação à média). Nesse método, a cada etapa sucessiva, é avaliado o ESS decorrente da união de cada um dos possíveis pares de grupos; o agrupamento, então, é feito para aquele par que resultar no menor ESS.

Considerando que os métodos hierárquicos se baseiam em processos sucessivos, é de se notar que resultam em uma acumulação também sucessiva – e, por conseguinte, crescente – de erros. O “Método de Ward”, dada sua própria definição, apresenta a vantagem de minimizar os impactos desse fenômeno (JONHSON *et al.*, 2002).

Para essa análise, a ferramenta utilizada foi o “*SPSS v. 8.0 for Windows*”.

O “Teste de Contingência” consiste, basicamente, em uma análise das distribuições de freqüências de variáveis de modo a verificar sua independência em relação a uma determinada variável, tratando-se de um método da estatística clássica.

No caso, a técnica foi empregada com relação à posse ou não de Certificação do Sistema de Gestão da Qualidade por parte das organizações participantes, a fim de realizar-se o Teste de Independência entre os grupos de empresas certificadas e não-certificadas em relação às variáveis consideradas. Nos “Testes de Contingência” utilizou-se o software *MS Excel v.2000*.

Na segunda seção de análises foram observadas não as variáveis agregadas, mas sim os conjuntos de dados utilizados em sua conformação. Nesse caso, o estudo observou o comportamento individual dos dados isolados na composição de cada um dos agrupamentos obtidos na consolidação (variáveis agregadas). Nessa etapa do estudo, foi feita uma verificação de correlação entre as variáveis dependentes (dados não agregados) e a independente através de “Testes de Contingência” e uma avaliação qualitativa de seu comportamento a partir da observação das Distribuições de Freqüências das diversas variáveis. Desse modo pode ser observada a correlação entre cada um dos quesitos do questionário e a variável independente considerada. Nessa etapa também foi utilizado o software *MS Excel v.2000*. A descrição dos tratamentos aplicados em ambos os conjuntos, bem como de seus respectivos resultados, está apresentada nas seções 5.4 e 5.5.

### **5.2.9 Validade do Estudo**

Preliminarmente à realização dos tratamentos propostos, algumas considerações acerca do conjunto de dados disponíveis para o estudo devem ser feitas uma vez que têm impactos diretos na análise da validade do estudo. De um modo geral, tendo em vista que a base de dados utilizada neste trabalho é a mesma utilizada pela Sepin em suas pesquisas, as análises acerca das *validades* que foram apresentadas no Capítulo 3 se aplicam também a este estudo. Cabe ressaltar que, quando daquela análise, alguns óbices foram apontados com a ressalva de que, dada as características daquela pesquisa, esses não teriam impactos mais significativos sobre sua validade. Entretanto, considerando-se as especificidades e a diferença entre os objetivos do presente estudo e os daquela pesquisa, algumas dessas considerações se revestem de maior relevância. Os impactos de tais considerações tiveram como resultado o desenvolvimento de algumas avaliações e tratamentos prévios e, particularmente, o expurgo de alguns registros cuja consistência se apresentava duvidosa, de tal sorte que a validade do estudo proposto viesse a ser assegurada.

A seguir, são efetuadas as análise individuais de cada uma das validades que compõem, segundo os modelos análogos apresentados por COOK *et al.* (1998), WOHLIN *et al.* (2000) e PERRY *et al.* (2000), a validade global do estudo.

#### a) *Validade do Constructo*

É aqui que cabem as observações mais relevantes acerca da validade do estudo. Em primeiro lugar, conforme relatado quando da avaliação da *validade do constructo* da pesquisa Sepin, identificou-se que, em decorrência da dinâmica que caracteriza o processo de elaboração do questionário utilizado, este acaba sendo composto por um número bastante elevado de variáveis; muitas delas de somenos importância – ou até mesmo desprovidas de significado – tanto para a Gestão da Qualidade, quanto para a Engenharia de Software. Assim sendo, a fim de minimizar-se os impactos deste quadro na validade do estudo, foi necessário identificar e circunscrever a análise ao conjunto de variáveis que efetivamente refletem aqueles aspectos do universo que se deseja avaliar e conhecer. Para tanto, foi realizada a pesquisa descrita no Capítulo 4 deste trabalho.

Em segundo lugar, é necessário que se lance um olhar sobre a consistência dos dados fornecidos. Trata-se, aqui, de se observar as chamadas “*ameaças sociais à validade do constructo*”. De acordo com o que já foi mencionado, é possível que no preenchimento do questionário o participante seja levado a superestimar (ou superavaliar) suas respostas, uma vez que referem-se a atributos de sua própria organização. Esse fenômeno deve ser considerado como absolutamente normal e comum quando pessoas são solicitadas a responder questionários que envolvem a descrição de uma dada situação com a qual têm algum tipo de comprometimento ou de envolvimento direto. Foge ao escopo deste trabalho uma discussão mais aprofundada acerca das causas e origens deste fenômeno, mas é pertinente salientar que sua gênese encontra-se, via de regra, relacionada a diversos fatores culturais, sociais, organizacionais e/ou psicológicos.

Quando foi feita a análise da validade da pesquisa Sepin, chamou-se a atenção para este fato, com a observação de que isto poderia introduzir um viés na pesquisa. O que se supõe é que este pode conduzir ao delineamento de um quadro mais positivo do que a realidade de fato o é. Cabe ressaltar ser impossível nas condições do presente trabalho a completa eliminação desse viés, porém o registro de sua possibilidade conduz a que se interprete seus resultados com a necessária dose de cautela.

*b) Validação Interna*

As considerações acerca da *validade interna* foram abordadas, em sua totalidade, no Capítulo 3 deste trabalho.

*c) Validação Externa*

Os aspectos gerais relacionados à *validade externa* são os mesmos apresentados quando da análise da validade da pesquisa Sepin. O presente estudo não apresenta peculiaridades que poderiam ocasionar implicações distintas das que forma então abordadas. Mais uma vez, é necessário chamar a atenção para um possível viés “otimista” nos seus resultados, o que significa que sua generalização deva ser feita dentro de uma perspectiva mais “conservadora”.

*d) Validação de Conclusão*

A verificação da validade da hipótese apresentada se dá a partir da avaliação da existência de correlações entre as variáveis. Portanto, as metodologias e o instrumental estatístico utilizados são plenamente adequados, não sendo esperada a presença de nenhum outro fator que possa vir a comprometer a *validade de conclusão*.

### **5.3 DADOS UTILIZADOS**

Conforme já observado, a fonte primária de dados para o estudo aqui conduzido foi aquela gerada a partir do questionário da Pesquisa Sepin. Todavia, a fim de que as informações nela contidas se adequassem às necessidades do estudo e para que se contornassem algumas restrições apresentadas em relação à validade do estudo, os dados componentes da base foram selecionados em função de sua relevância para os objetivos aqui delineados e foram, também, objeto de tratamentos destinados a garantir que seu formato fosse compatível com as metodologias empregadas e retratassem, de forma mais precisa, as informações desejadas.

Nesse sentido, alguns conjuntos formados por múltiplas variáveis que incorporavam diversas informações acerca de uma mesma entidade – informações essas que não possuíam interesse para este estudo – foram condensados em uma única variável. Além disso, todo o conjunto de variáveis nominais foi transformado em

variáveis binárias (do tipo “SIM” e “NÃO”); os critérios dessa transformação estão apresentados no Apêndice I do presente trabalho. Isso foi feito em virtude do fato dessas variáveis nominais indicarem graus relativos de cumprimento dos quesitos por elas representados, tais como “EVENTUALMENTE”, “EM IMPLANTAÇÃO”, “PRETENDE FAZER”, etc. Ocorre que este “relativismo” traz incorporada uma imprecisão que poderia vir a comprometer a validade do estudo, posto que esse tipo de resposta dá margem a interpretações um tanto quanto subjetivas por parte daqueles que respondem ao questionário. Por outro lado, desprezar-se tais informações em nada afeta os resultados do estudo, uma vez que se pretende avaliar as práticas que são efetivamente adotadas pelas organizações.

Assim, todo esse conjunto de informações, que indicam “implantação relativa”, foi traduzido como “NÃO REALIZA”. Ressalve-se que, nos casos em que as variáveis nominais apresentavam a alternativa “NÃO INFORMADO”, somente as demais alternativas foram convertidas para binárias, tendo sido preservada essa informação.

### **5.3.1 Variáveis**

#### *a) Variável Independente*

O primeiro conjunto de informações a merecer atenção é exatamente aquele que se relaciona à variável independente: possuir ou não Sistema de Gestão da Qualidade certificado para desenvolvimento de software.

O banco de dados reúne informações que indicam se a organização possui Sistema de Gestão da Qualidade; qual o seu estágio de implantação; se é certificada ISO Série 9000:1994; a norma de referência (ISO 9001 ou ISO 9002); o ano da certificação; a validade do certificado; a referência a software no escopo da certificação; ter sido avaliada CMM formalmente e em que nível. Tendo em vista que o interesse do presente estudo é a utilização de Sistemas de Gestão da Qualidade adequados às atividades de desenvolvimento e manutenção de software, esse grupo de questões foi condensado em uma única variável que espelha se a organização possui ou não tal Sistema. Assim, a variável resultante assumiu o valor “SIM” quando a organização é avaliada CMM em qualquer nível ou certificada ISO 9001 com atividades de software no escopo. Para as demais organizações, as não certificadas, com certificações com características distintas dessas ou com certificados fora da validade, a variável passou a assumir o valor “NÃO”.

É importante que se destaque que tanto a unificação em uma única variável das indicações de Certificação ISO 9001, quanto a de avaliação formal CMM em qualquer nível, a despeito de resultar em uma considerável simplificação – uma vez que é possível haver significativas distinções entre organizações que adotam cada um desses modelos – foi um imperativo em face do pequeno número de organizações avaliadas CMM que fazem parte da amostra: apenas 4 organizações. Esse número não ofereceria significância estatística suficiente para o estudo. Por isso, optou-se por agrupar em uma única variável todos os Sistemas de Gestão da Qualidade existentes.

#### *b) Variáveis Dependentes*

O banco de dados original incorpora todo um conjunto de informações que tem por objetivo a caracterização da organização: sua localização; sua data de implantação; origem de capital; atividade em Tecnologia da Informação; faturamento; receita proveniente de software; porte da organização e tipo e domínio de software desenvolvido. A totalidade desses quesitos foi excluída, uma vez que fogem ao escopo deste estudo. Além desses, e pelos mesmos motivos, também foram excluídos os quesitos que dizem respeito às práticas adotadas pelas organizações em relação à proteção da Propriedade Intelectual de seus produtos de software e à terceirização de suas atividades de marketing. Todos os demais quesitos foram considerados no estudo e, portanto, objeto do processo de “condensação e transformação em variáveis binárias”. A forma pela qual se deu o processo de adequação (condensação e transformação em binária) encontra-se detalhada no Apêndice I. As variáveis consideradas, bem como a sua classificação e agregação estão apresentadas na Seção 5.4.

#### **5.3.2 Expurgos**

A observação dos registros do banco de dados original permitiu que se identificasse que, ao responder os quesitos relativos à “Caracterização do Software”; “Práticas de Engenharia de Software Adotadas no Desenvolvimento e Manutenção de Software”; “Ferramentas Utilizadas” e “Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade do Produto”, um total de 9 (nove) organizações afirmaram não desenvolver software. Tendo em vista os objetivos do estudo aqui conduzido, optou-se por excluir os registros relativos a tais organizações da base de dados, posto que fogem ao escopo do trabalho. Considerando-se que a amostra inicial era composta

por 446 organizações, os registros expurgados representam apenas 2,02 % do total da amostra e, portanto, sua exclusão não apresenta praticamente nenhuma implicação sobre a significância da amostra (o novo erro calculado sobre um universo estimado de 10.713 organizações subiu de 4,5 % para 4,6 %). Desse modo, a amostra utilizada no estudo ficou composta por um total de 437 organizações.

## **5.4 VARIÁVEIS AGREGADAS**

Na Seção 5.2.8 foram apresentadas a metodologia utilizada e a estruturação do estudo. Conforme definido naquela Seção, o estudo foi subdividido em dois conjuntos de análises. Esta seção corresponde àquela que descreve os tratamentos aplicados às variáveis produzidas a partir de dados agrupados em função de sua similaridade temática; bem como os resultados obtidos.

### **5.4.1 Consolidação (Redução) de Variáveis**

Observando-se o exposto na seção acima, fica evidente que, mesmo para tratamentos baseados em ferramentas de Análise Multivariada, o número de variáveis a serem consideradas se mostra como demasiadamente elevado. É, portanto, imperioso submetê-las a um processo de consolidação que reduza essa quantidade para limites que permitam a aplicação dos tratamentos estatísticos necessários. Com esse intuito, foram identificadas as variáveis que apresentam similaridade temática de modo a que pudessem ser organizadas em grupos homogêneos em relação a esse critério. A seguir são apresentados os grupos assim obtidos juntamente com as respectivas variáveis que os compõem:

#### **1 - Conhecimento de Normas**

- Conhece a Norma NBR ISO/IEC 12207
- Conhece a Norma NBR ISO 9000
- Conhece o Modelo CMM
- Conhece a Norma ISO/IEC TR 15504 (SPICE)
- Conhece a Norma NBR 1359 (ISO/IEC 9126)
- Conhece a Norma ISO/IEC 14598
- Conhece a Norma NBR ISO/IEC 12119

## 2 - Formalização de Processos

- Fornecimento
- Desenvolvimento
- Documentação
- Gerência de Configuração
- Garantia da Qualidade
- Verificação
- Validação
- Revisão Conjunta
- Gerência
- Melhoria
- Treinamento

## 3 - Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção

- Controle de Versão
- Especificação de Programas
- Especificação de Projetos
- Especificação de Requisitos
- Estimativa de Custos
- Estimativa de Esforço
- Gerência de Configuração
- Gerência de Requisitos
- Gerência de Riscos
- Métodos O.O.
- Modelagem de Dados
- Normas e Padrões na Organização
- Planejamento Formal de Testes
- Projeto de Interface com o Usuário
- Prototipação

## 4 - Ferramentas Utilizadas

- Documentador
- Gerenciador de Configuração
- Gerenciador de Documentos
- Gerenciador de Projetos

## 5 - Documentação Adotada

- Acompanhamento de Custos
- Acompanhamento de Prazos
- Contratos e Acordos
- Documentação de Programas
- Documentação de Processo de Software
- Documentação no Código
- Especificação do Sistema
- Guia de Instalação
- Help On-line
- Histórico do Projeto
- Manual de Treinamento
- Manual do Sistema
- Manual do Usuário
- Plano de Contingência
- Plano de Controle da Qualidade
- Plano de Testes
- Projeto do Sistema
- Registros de Revisões e Testes
- Relatório de Testes

## 6 - Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produtos

- Auditorias
- Peer-Review/Walkthrough
- Levantamento de Requisitos da Qualidade
- Métricas
- Testes de Aceitação
- Testes de Campo
- Testes de Integração
- Testes de Unidade
- Testes do Sistema Integrado
- Testes Funcionais

## 7 - Qualificação do Pessoal

- Mestres e Doutores em Desenvolvimento
- Profissionais Formados em Informática
- Profissionais Certificados em Qualidade (Lead Assessor, ASQ e Pós-Graduação)
- Atualização da Força de Trabalho: Acesso à Internet
- Atualização da Força de Trabalho: Aquisição de Publicações Especializadas
- Atualização da Força de Trabalho: Assinatura de Periódicos Especializados
- Atualização da Força de Trabalho: Incentivo à Pós-Graduação
- Atualização da Força de Trabalho: Incentivo à Publicação de Artigos
- Atualização da Força de Trabalho: Liberação para Congressos
- Atualização da Força de Trabalho: Liberação para Cursos
- Atualização da Força de Trabalho: Outras

## 8 - Gestão de Pessoas

- Participação Empregados na Solução de Problemas: Times, Equipes ou Círculos C. Q.
- Participação Empregados na Solução de Problemas: Programas de Sugestões
- Participação Empregados na Solução de Problemas: Reuniões de Trabalho
- Participação Empregados na Solução de Problemas: Procedimentos Informais
- Participação Empregados na Solução de Problemas: Outros
- Avaliação de Desempenho Empregados
- Pesquisa de Satisfação dos Empregados
- Treinamento Gerencial
- Treinamento Profissional
- Treinamento para a Melhoria da Qualidade
- Treinamento em Tecnologia / Engenharia de Software
- Participação dos Empregados nos Resultados

## 9 - Relacionamento com o Cliente

- Pesquisa de Satisfação dos Clientes
- Pesquisa de Expectativa dos Clientes
- Estrutura de Atendimento: Call Center
- Estrutura de Atendimento: CRM
- Estrutura de Atendimento: Suporte Técnico
- Estrutura de Atendimento: Suporte Remoto Via Internet
- Estrutura de Atendimento: Suporte Remoto Via Telefone
- Estrutura de Atendimento: Visitas Periódicas a Clientes
- Estrutura de Atendimento: Outras
- Pesquisa ou Reclamação Clientes como Feed-back

## 10 - Gestão da Qualidade

- Avaliação de Produtos segundo a ISO 9126 ou ISO 12119
- Planejamento estratégico
- Métricas para a Qualidade
- Métricas para a Produtividade
- Métricas para a Produtividade
- Métricas para a Produtividade
- Custos da Qualidade
- Existência de responsável pela Gestão da Qualidade

Uma vez organizados, cada um desses grupos foi consolidado, sendo então transformado em uma única variável. Esse tratamento permitiu que o total de variáveis dependentes fosse reduzido para 10 (conforme citado em 5.2.7):

### *a) Variáveis relacionadas à Engenharia de Software*

1. Conhecimento de Normas
2. Formalização de Processos
3. Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção
4. Ferramentas Utilizadas
5. Documentação Adotada
6. Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produto

### *b) Variáveis relacionadas à Engenharia da Qualidade*

7. Qualificação do Pessoal
8. Gestão de Pessoas
9. Relacionamento com o Cliente
10. Gestão da Qualidade

Com o fim de realizar-se essa consolidação, foram empregados dois métodos distintos em função do tipo de variável exigido pelo instrumental estatístico ao qual seriam submetidas. No primeiro deles, o agrupamento das variáveis foi efetuado de modo que as variáveis resultantes fossem do tipo binárias. Esse formato foi utilizado tanto para a “Análise de Correspondência Múltipla”, quanto para o “Teste de

Independência”. O segundo método agregou os quesitos de forma que as variáveis resultantes se apresentassem na forma de uma variável escalar decimal, tendo sido utilizado para o tratamento de “Análise de Agrupamento”. A descrição mais detalhada desses métodos de consolidação, os tratamentos estatísticos aplicados e os resultados obtidos estão apresentados nas seções 5.4.2, 5.4.3 e 5.4.4, a seguir.

### **5.4.2 Análise de Correspondência Múltipla**

O estudo aqui descrito está subdividido em 2 etapas. Na primeira delas é apresentada a preparação e consolidação (redução) das variáveis de modo a adequá-las ao ferramental estatístico empregado. Na segunda – a “Análise” –, apresenta-se a aplicação do tratamento estatístico proposto, assim como a análise de seus resultados.

#### *a) CONSOLIDAÇÃO (REDUÇÃO) DAS VARIÁVEIS*

Conforme citado em 5.4.1, o algoritmo aplicado exige que as variáveis sejam inteiras, assim os conjuntos de variáveis previamente definidos foram submetidos a um processo de consolidação (redução) no qual as novas variáveis produzidas se apresentassem na forma de “variáveis nominais inteiras”.

Três premissas serviram de ponto de partida para esse processo: a necessidade de converter-se cada conjunto de variáveis em uma variável única; a necessidade desta variável ser uma variável inteira; e as variáveis originais serem todas variáveis binárias (do tipo “SIM e NÃO”).

Assim, optou-se por fazer uso de um processo de agrupamento de variáveis (*cluster*) que fornecesse como resultado variáveis com as características desejadas. O processo de agrupamento foi realizado segundo os três passos descritos a seguir:

##### **- Passo 1**

O primeiro passo do processo consistiu em se agrupar – “Análise de Agrupamentos” – as organizações (casos), para cada um dos conjuntos de variáveis, em dois agrupamentos distintos em função das variáveis componentes de cada conjunto. Assim, todo o universo de variáveis binárias que caracterizava cada uma das organizações seria reduzido a 10 novas variáveis, também estas variáveis binárias.

As “Análises de Agrupamentos” são técnicas de pesquisa através das quais variáveis são agrupadas segundo sua similaridade (ou proximidade) em relação a um determinado critério (JONHSON *et al.*, 2002). Para este fim, o algoritmo utilizado foi o “Método das K-Médias”, com iteração. Esse método se caracteriza como uma técnica *não-hierárquica* de agrupamento. Técnicas *hierárquicas* são mais adequadas quando o que se deseja é o agrupamento de casos (registros), não o de variáveis. Dentre os diversos métodos *não-hierárquicos* de agrupamento, o “Método das K-Médias” – utilizado no presente estudo – é considerado como o “método clássico” para essa finalidade (JONHSON *et al.*, 2002). Outra característica relevante do método empregado para a situação do estudo é que, nesse método, o número de agrupamentos é previamente estabelecido; característica essa que vai ao encontro do que se pretende obter através do processo de agrupamentos (2 grupos de casos). O método consiste, basicamente nos seguintes passos: (i) Distribuição aleatória dos casos em K agrupamentos; (ii) Cálculo do centróide (média) de cada agrupamento; (iii) Redistribuição dos casos nos K agrupamentos em função da proximidade (menor distância Euclidiana<sup>9</sup>) com o centróide do agrupamento; e (iv) Repetição (iteração) do processo até que não ocorram modificações nos agrupamentos. Nessa etapa do estudo, o software utilizado foi o *SPSS 8.0 for Windows*, tendo sido predefinido o número de agrupamentos (Valor de K) como igual a 2.

Tendo em vista que o algoritmo desconsidera o caso (registro) em que ao menos uma das variáveis apresente um valor inválido, para aqueles conjuntos de variáveis que apresentavam registros com o valor “NÃO INFORMADO” obteve-se, na verdade, um total de 3 agrupamentos. Este último composto pelas organizações (registros) desconsideradas no processo de agrupamento. Os conjuntos nos quais isso se verificou são:

- Conhecimento de Normas
- Formalização de Processos
- Gestão de Pessoas
- Relacionamento com o Cliente
- Gestão da Qualidade

---

<sup>9</sup> Distância Euclidiana =  $\sqrt{\sum_{ij} (x_i - x_j)^2}$

- **Passo 2**

O passo seguinte da construção do estudo teve por objetivo transformar os resultados do processo de agrupamento em uma consolidação dos valores representados por cada uma das variáveis originais. Em outras palavras, o que se buscou foi a transformação da classificação (agrupamento) de cada organização (registro) em uma variável binária do tipo “SIM e NÃO”.

O “Método das K-Médias” para agrupamentos, conforme descrito anteriormente, utiliza como referência os centróides dos agrupamentos. Partindo de uma definição inicial, realiza uma seqüência de iterações e reagrupamentos até que atinja a definição final dos agrupamentos e respectivos centróides. Como as variáveis de trabalho são variáveis binárias do tipo “SIM e NÃO” expressas em termos de “0” (para o valor NÃO) e “1” (para o valor SIM), os centróides resultantes apresentam, também, essa mesma tipologia. A observação da distribuição desses centróides em cada um dos agrupamentos permite verificar se a composição do agrupamento é composta majoritariamente por valores iguais a “0” ou por valores iguais a “1”. Em outras palavras, é possível determinar, em função da freqüência de suas ocorrências, se um dado agrupamento é majoritariamente composto por respostas “SIM” ou por respostas “NÃO”. Dada essa constatação, pode-se assumir esse valor majoritário como sendo aquele que é mais representativo desse agrupamento. Dessa forma, é possível converter-se a classificação de cada um dos casos (registros) – valor indicativo do agrupamento a que o caso pertence – em uma variável binária do tipo “SIM e NÃO” cujo valor corresponde àquele considerado como representativo desse agrupamento.

A seguir está apresentado, como exemplo, o processo de consolidação realizado para o agrupamento das variáveis componentes do conjunto “Conhecimento de Normas”. As tabelas de distribuição dos centróides dos agrupamentos relativos aos demais conjuntos constam do Apêndice II.

### 1. Conhecimento de Normas

A tabela 5.1 apresenta a distribuição dos centróides de cada um dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Conhecimento das Normas”. A tabela 5.2 apresenta o resultado da conversão acima descrita.

Tabela 5.1 - Conhecimento das Normas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Conhece ISO 12207	0	1
Conhece ISO 9000	0	1
Conhece CMM	0	1
Conhece SPICE	0	0
Conhece ISO 9126	0	1
Conhece ISO 14598	0	0
Conhece ISO 12119	0	1

Tabela 5.2 - Conhecimento das Normas:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	345
2	SIM	44
Válidos		389
Inválidos (3)	N.I.	48

Obs.: N.I. = Não Informado.

No caso acima, o agrupamento (cluster) nº 1 apresenta uma maior freqüência de centróides com valores iguais a “0” (que representa as respostas “NÃO”) e o agrupamento nº 2 com valores iguais a “1” (que representa as respostas “SIM”). Assim, cada um dos casos (registros) componentes da amostra teve sua classificação – valor indicativo do agrupamento a que pertence – convertida na respectiva variável do tipo “SIM e NÃO”. Como exemplo, podemos considerar uma organização que, face às respostas dadas para cada uma das 7 questões componentes do conjunto, foi classificada no agrupamento nº 2. A essa organização foi atribuída uma nova variável, designada como “Conhecimento de Normas”, com valor igual a “SIM”. Essa variável indica se a organização possui, comparativamente ao total da amostra, conhecimento acerca das normas que compõem o conjunto; no caso do exemplo, assume-se que possui.

Esse procedimento foi reproduzido para cada um dos conjuntos de variáveis anteriormente estabelecidos, resultando na atribuição das 10 novas variáveis – com seus respectivos valores “SIM” ou “NÃO” – para cada uma das organizações componentes da amostra. Essas variáveis se traduzem na consolidação das respostas dadas por cada organização às questões que fazem parte de cada um dos conjuntos. No Apêndice II estão apresentadas as tabelas de distribuição dos centróides e de conversão para cada um dos demais conjuntos.

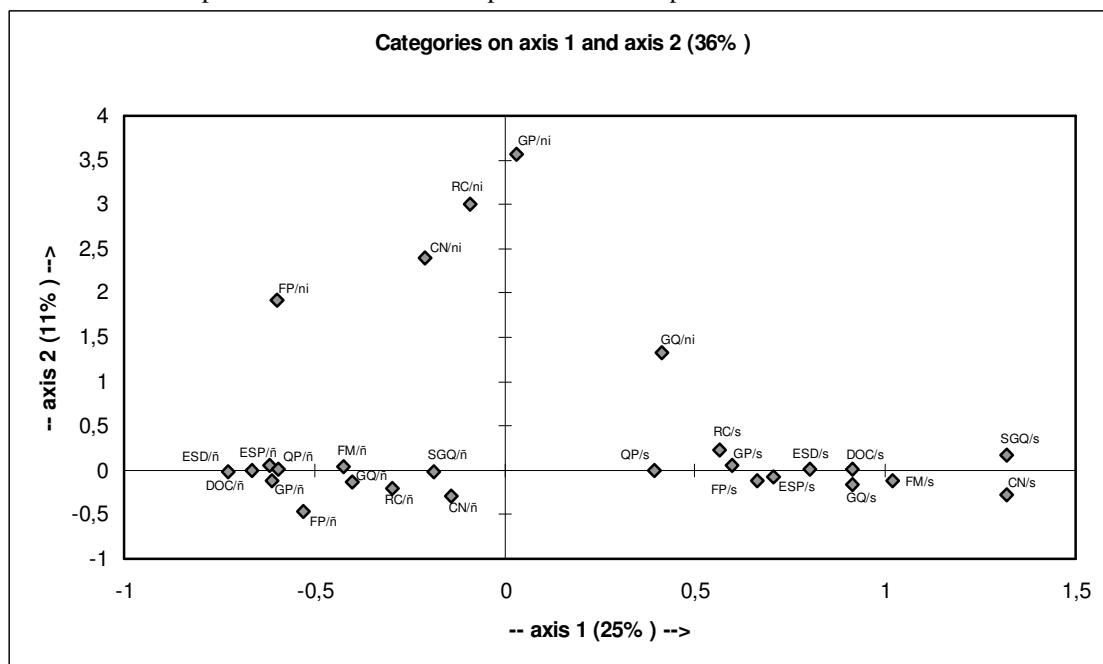
### - Passo 3

Finalmente, a fim de homogeneizar a representação das variáveis nominais e adequar seu formato ao algoritmo utilizado na “Análise de Correspondência Múltipla”, todos os valores “NÃO” foram convertidos para o valor “1” (um); todos os valores “SIM” convertidos para o valor “2” (dois); e todos os valores relativos à resposta “NÃO INFORMADO (N.I.)” foram convertidos para o valor “3” (três).

## b) ANÁLISE

Uma vez adequadas as variáveis, a amostra foi submetida ao tratamento indicado, cujo resultado foi o seguinte gráfico de dispersão da “Análise de Correspondências” (Gráf. 5.1):

Gráfico. 5.1 – Dispersão: “Análise de Correspondência. Múltipla”: Amostra Total



### Legendas:

SGQ	- Sistema de Gestão da Qualidade	QP	- Qualificação do Pessoal
	Certificado para Software	GP	- Gestão de Pessoas
CN	- Conhecimento de Normas	EC	- Relacionamento com o Cliente
FP	- Formalização de Processos	GQ	- Gestão da Qualidade
ESD	- Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento	S	- respostas positivas (SIM) para a variável (agrupamentos 1)
FM	- Ferramentas Utilizadas	N	- respostas negativas (NÃO) para a variável (agrupamentos 2)
DOC	- Documentação Adotada	Ni	- valor “NÃO INFORMADO” para a variável (agrupamento 3)
ESP	- Práticas de Eng. de Software na Avaliação do Produto		

A análise do gráfico nos indica que o primeiro fator separa claramente as variáveis com respostas “SIM” e “NÃO” das com valor “NÃO INFORMADO”. Considerando-se que este último valor não interessa ao estudo aqui realizado e, tendo em vista que tais casos (organizações) constituem um agrupamento claramente separado dos demais, optou-se por eliminar, nesta análise, todos os registros que se apresentavam nessa situação. Das organizações remanescentes na base de dados – um total de 437 – 106 deixaram de responder a ao menos uma das perguntas do questionário, representando 24,3 % da amostra. Deste modo, a amostra foi reduzida para um total de 331 organizações. A despeito do percentual elevado de casos excluídos da amostra, não

houve compromissos maiores com sua significância, uma vez que esta ainda se manteve suficientemente grande (o erro calculado para a amostra de 331 empresas em um universo estimado de 10.713, subiu de 4,6 % para 5,3%). A aplicação do algoritmo à nova amostra produziu os seguintes gráficos de dispersão (Gráf. 5.2 e Graf. 5.3):

Gráfico 5.2 – Dispersão: “Análise de Correspondência. Múltipla”: Amostra Reduzida – 1

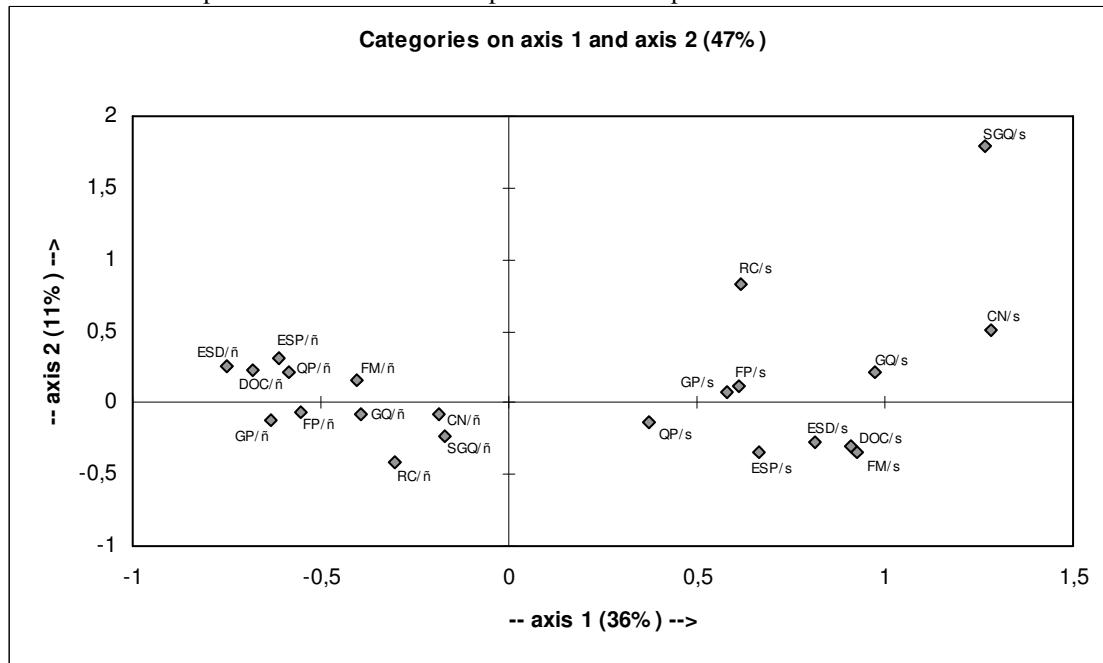
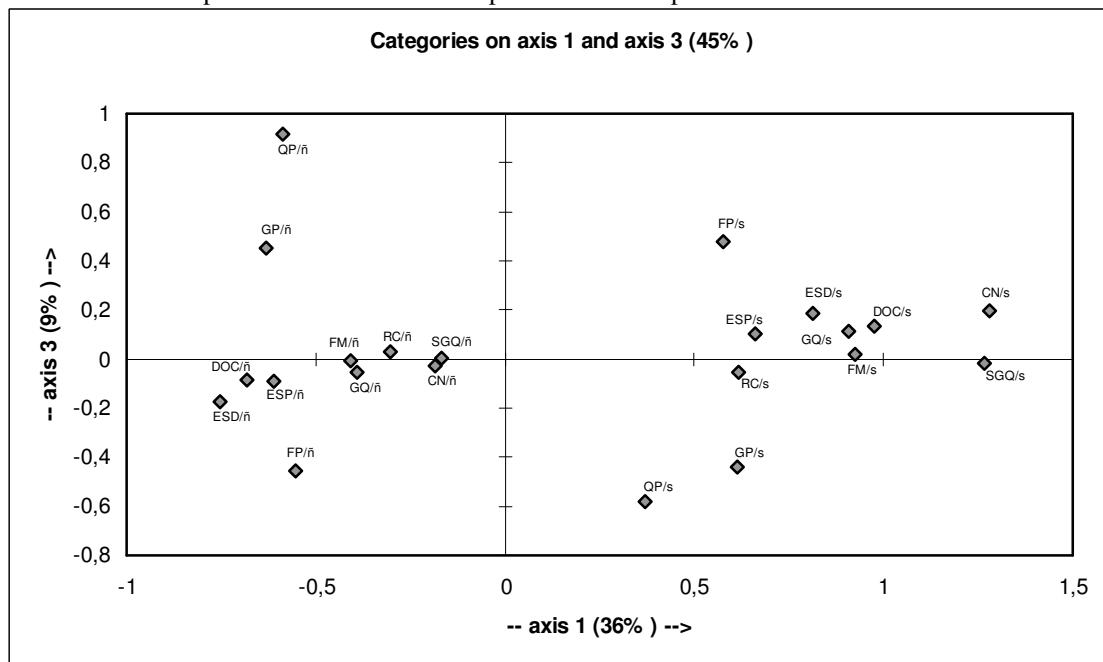


Gráfico 5.3 – Dispersão: “Análise de Correspondência. Múltipla”: Amostra Reduzida – 2



A observação do gráfico do Primeiro Fator (Graf. 5.2) indica que este separa as organizações que possuem Sistema de Gestão a Qualidade (SGQ/s) das que não o possuem (SGQ/n). As variáveis ligadas a essas organizações são todas com valor

positivo (SIM) e relacionam-se às organizações que possuem as práticas adequadas de relacionamento com o cliente (RC/s), gestão da qualidade (GQ/s), gestão de pessoas (GP/s), conhecem as normas (CN/s) e possuem processos formalizados (FP/s).

O Segundo Fator (Graf. 5.3) separa mais fortemente as variáveis “Formalização de Processos” (FP). Separa, ainda, as variáveis “Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento” (ESD), “Práticas de Engenharia de Software na Avaliação de Produtos” (ESP), “Gestão da Qualidade”, “Documentação Adotada” (DOC), “Conhecimento de Normas” (CN) e, levemente, “Ferramentas Utilizadas” (FM). Ou seja, percebe-se uma associação entre as práticas de Engenharia de Software, Formalização de Processos, Documentação, e Gestão da Qualidade. A variável Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) apresenta-se próxima da indiferença.

As *inéncias* totais de, respectivamente, 47 % e de 45 %, observadas nos dois gráficos, indicam que a representação bi-dimensional utilizada pode ser considerada como uma aproximação razoável do conjunto multidimensional avaliado.

#### **5.4.3 Teste de Independência**

A mesma amostra utilizada no tratamento anterior – composta por variáveis reduzidas e transformadas para a forma de variáveis nominais binárias do tipo “SIM e NÃO” – foi também utilizada no tratamento que se segue. Contudo, os métodos estatísticos aplicados implicaram em um critério diferenciado de expurgo dos registros com valor “NÃO INFORMADO”.

Uma vez que cada variável estará sendo avaliada individualmente, a exclusão dos casos com valor “NÃO INFORMADO” também foi feita de forma individual. Em outras palavras: não se faz necessário o expurgo do registro completo quando uma das variáveis apresentar esse valor. A exclusão foi feita apenas para aquela variável onde tal fato ocorreu. A tabela 5.3 apresenta a tabulação das distribuições de freqüências:

A tabela mostra, além das distribuições de freqüências, qual a participação percentual de cada freqüência em relação ao total da amostra (437 organizações, das quais 54 são certificadas e 383 não o são), incluindo nesse total as empresas excluídas em consequência da resposta “NÃO INFORMADO”. Mostra, ainda, o percentual total das empresas com respostas consideradas válidas.

Tabela 5.3 – Distribuição de Freqüência das Empresas em Relação às Variáveis

Variáveis		Totais			Certificadas			Não Certificadas		
		Qtd.	% Total	% Valido	Qtd.	% Total	% Valido	Qtd.	% Total	% Valido
Conhecimento das Normas	Sim	44	10,1	89,0	13	<b>24,1</b>	92,6	31	8,1	88,5
	Não	345	78,9		37	68,5		308	80,4	
Formalização de Processos	Sim	<b>197</b>	45,1	87,0	<b>46</b>	<b>85,2</b>	98,1	151	39,4	85,4
	Não	183	41,9		7	13,0		176	46,0	
Práticas E. S. no Desenvolvimento	Sim	208	47,6	100,0	<b>44</b>	<b>81,5</b>	100,0	164	42,8	100,0
	Não	229	52,4		10	18,5		219	57,2	
Uso de Ferramentas	Sim	128	29,3	100,0	<b>28</b>	<b>51,9</b>	100,0	100	26,1	100,0
	Não	309	70,7		26	48,1		283	73,9	
Documentação Adotada	Sim	184	42,1	100,0	<b>39</b>	<b>72,2</b>	100,0	145	37,9	100,0
	Não	253	57,9		15	27,8		238	62,1	
Práticas E. S. na Avaliação de Produto	Sim	204	46,7	100,0	<b>42</b>	<b>77,8</b>	100,0	162	42,3	100,0
	Não	233	53,3		12	22,2		221	57,7	
Qualificação do Pessoal	Sim	<b>263</b>	60,2	100,0	<b>42</b>	<b>77,8</b>	100,0	<b>221</b>	57,7	100,0
	Não	174	39,8		12	22,2		162	42,3	
Gestão de Pessoas	Sim	<b>219</b>	50,1	99,1	<b>48</b>	<b>88,9</b>	98,1	171	44,6	99,2
	Não	214	49,0		5	9,3		209	54,6	
Relacionamento com Clientes	Sim	148	33,9	98,2	<b>40</b>	<b>74,1</b>	100,0	108	28,2	97,9
	Não	281	64,3		14	25,9		267	69,7	
Gestão da Qualidade	Sim	107	24,5	90,2	<b>28</b>	<b>51,9</b>	75,9	79	20,6	92,2
	Não	287	65,7		13	24,1		274	71,5	

Para os valores das Freqüências Absolutas, os valores em negrito indicam as variáveis nas quais o total de respostas “SIM” superou o de respostas “NÃO”. Para as Freqüências Relativas do grupo de empresas *certificadas* (percentuais em relação à amostra total), os valores em negrito indicam as variáveis nas quais a participação relativa de respostas “SIM” para essas empresas superou aquela das empresas *não certificadas*.

Uma vez determinadas as freqüências, cada uma das distribuições foi submetida a um Teste de Independência. O que se pretendeu foi, através de um Teste de Qui-Quadrado, verificar se o comportamento das organizações em relação a cada uma das variáveis consideradas pode ser considerado como independente em relação à posse ou não de uma certificação de Sistema de Gestão da Qualidade para Software:

**Hipótese Nula ( $H_0$ ):** As variáveis são independentes.

**Hipótese Alternativa ( $H_1$ ):** As variáveis não são independentes.

➢ Se  $\alpha_\chi > \alpha_1$ , aceita-se  $H_0$

Onde:

- $\alpha_\chi$  é a probabilidade uni-caudal da distribuição Qui-Quadrado para a estatística  $\chi^2$  calculada para as tabelas de contingência das variáveis consideradas<sup>10</sup>;
- $\alpha_1$  é o nível de significância estabelecido para o teste.

Isso posto, foi criada a tabela 5.4, contendo as Tabelas de Contingência para as distribuições de freqüências observadas em cada uma das 10 variáveis consideradas; a tabela contém, ainda, a probabilidade  $\alpha_\chi$  calculada para cada uma delas.

Tabela 5.4 – Tabelas de Contingência

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Conhecimento das Normas	Sim	13	31	5,66	38,34	44	4,43E-04
	Não	37	308	44,34	300,66	345	
Formalização Processos	Sim	46	151	27,48	169,52	197	4,03E-08
	Não	7	176	25,52	157,48	183	
Práticas ES no Desenvolvimento	Sim	44	164	25,70	182,30	208	1,01E-07
	Não	10	219	28,30	200,70	229	
Uso de Ferramentas	Sim	28	100	15,82	112,18	128	9,97E-05
	Não	26	283	38,18	270,82	309	
Documentação Adotada	Sim	39	145	22,74	161,26	184	1,68E-06
	Não	15	238	31,26	221,74	253	
Práticas ES na Avaliação do Produto	Sim	42	162	25,21	178,79	204	9,96E-07
	Não	12	221	28,79	204,21	233	
Qualificação do Pessoal	Sim	42	221	32,50	230,50	263	4,78E-03
	Não	12	162	21,50	152,50	174	
Gestão de Pessoas	Sim	48	171	26,81	192,19	219	5,11E-10
	Não	5	209	26,19	187,81	214	
Relacionamento com os Clientes	Sim	40	108	18,63	129,37	148	6,01E-11
	Não	14	267	35,37	245,63	281	
Gestão da Qualidade	Sim	28	79	11,13	95,87	107	3,94E-10
	Não	13	274	29,87	257,13	287	

Assumindo-se um nível de significância igual a 95,0% ( $\alpha_1=0,05$ ), todos os valores calculados para  $\alpha_\chi$  se apresentam como menores do que esse valor. Portanto, rejeita-se a Hipótese Nula  $H_0$  para todas as variáveis consideradas.

A observação, na tabela de Distribuição das Freqüências (Tab. 5.3), dos *Total Gerais* evidencia um quadro desfavorável, uma vez que, em 7 das 10 variáveis, o total de respostas “NÃO” superou o de respostas positivas. Além disso, em 2 das variáveis com situação majoritariamente positiva, as diferenças entre os dois grupos mostrou-se

<sup>10</sup> 
$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(F_{O_i} - F_{E_i})^2}{F_{E_i}}$$
, onde  $K=n^o$  de elementos da tabela de distribuição de freqüências;  
*Fo=freqüência observada e Fe=freqüência esperada na tabela de contingência. (LARSON, 1982).*

muito pouco representativa. Assim, a única variável que evidencia um quadro positivo para o conjunto total de empresas é a que representa a “Qualificação do Pessoal”. Essa mesma análise, quando aplicada às empresas *não-certificadas*, reproduz, de modo mais evidente, a mesma situação; nesse caso, somente a variável “Qualificação de Pessoal” apresentou resultado positivo. Já a observação das empresas *certificadas* conduz a uma interpretação nitidamente inversa. Apenas a variável que indica o “Conhecimento de Normas” apresentou resultado negativo (destaque-se que o “Uso de Ferramentas”, a despeito do resultado positivo, apresentou uma situação próxima da indiferença).

A observação dos percentuais reforça ainda mais essa diferenciação, posto que, para todas as variáveis consideradas, o comportamento das empresas *certificadas* mostrou-se mais favorável do que o das *não-certificadas*. Mesmo para a variável “Conhecimento de Normas”, cujo resultado foi negativo para as *certificadas*, o percentual de empresas com resultado positivo representa, aproximadamente, o triplo daquele das *não-certificadas* (24,1% vs. 8,1%).

Os resultados dos Testes de Independência aplicados levam a se admitir que as variáveis consideradas são, todas elas, dependentes do fato da organização possuir ou não um Sistema de Gestão da Qualidade Certificado para software.

#### **5.4.4 Análise de Agrupamento das Variáveis**

Finalizando esta análise, a amostra foi submetida a um último tratamento que se caracterizou pela aplicação de uma “Análise de Agrupamento” das variáveis.

As variáveis consideradas nesta etapa do estudo são as mesmas utilizadas nas etapas anteriores: aquelas decorrentes da consolidação das variáveis originais do questionário e a variável que indica se a organização possui Sistema de Gestão da Qualidade certificado para desenvolvimento de software. Todavia, o método utilizado não exige que tais variáveis se apresentem no formato de variáveis binárias ou mesmo inteiras, como aconteceu nos dois estudos anteriores. Naturalmente, o processo que foi utilizado naqueles estudos para a adequação das variáveis a este formato, pela sua natureza “redutora”, implicou em uma relativa perda de informações. Uma vez que no presente estudo não há essa restrição em relação ao formato das variáveis, optou-se por uma nova forma de consolidação (redução) das variáveis iniciais, componentes dos diversos conjuntos, de tal modo que se minimizasse essa “perda de informações”.

Tendo em vista que as variáveis originais se apresentam, todas, na forma de variáveis binárias do tipo “SIM e NÃO”, a consolidação foi feita através da atribuição de uma “pontuação” para cada um dos conjuntos de variáveis. Essa pontuação decorre diretamente do número de respostas “SIM” dadas por cada organização para cada uma das variáveis componentes de cada um dos conjuntos definidos. A fim de ajustar todas as pontuações resultantes a uma mesma “base”, esta foi ponderada pelo número de variáveis componentes do respectivo conjunto. Assim, o processo de redução das variáveis foi efetuado segundo a fórmula:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Onde:

$V$  = Valor atribuído à variável resultante (conjunto);

$n$  = número de variáveis que compõem o conjunto;

$x_i$  = valor de cada variável binária do conjunto, onde 0 = Não e 1 = Sim.

Como exemplo, suponha-se que uma dada organização (Empresa Alpha), para o conjunto “Ferramentas Utilizadas”, apresentasse as seguintes respostas:

Tabela 5.5 – Exemplo de Pontuação

Empresa Alpha	Ferramentas Utilizadas			
	Documentador	Gerenciador Configuração	Gerenciador de Documentos	Gerenciador de Projetos
Resposta	Sim	Sim	Não	Sim
Valor	1	1	0	1

Nesse exemplo, a variável “Ferramentas Utilizadas” assumiria o valor:

$$V = (1 + 1 + 0 + 1) / 4 = 3 / 4 = 0,75$$

Assim, cada uma das organizações componentes da amostra teve um valor decimal atribuído para cada uma das 10 variáveis representativas dos conjuntos, de modo que essas variáveis passaram a se apresentar na forma de variáveis escalares.

Ressalve-se que, nos casos em que ao menos uma das variáveis originais apresentava o valor “NÃO INFORMADO”, o registro foi excluído da base de dados; reduzindo, mais uma vez, a amostra para um total de 331 organizações (39 certificadas e 292 não-certificadas).

A amostra foi, então, submetida ao método de agrupamento descrito segundo três arranjos distintos:

- i. Todas as organizações participantes;
- ii. Somente as organizações certificadas (SGQ = Sim);
- iii. Somente as organizações não-certificadas (SGQ = Não).

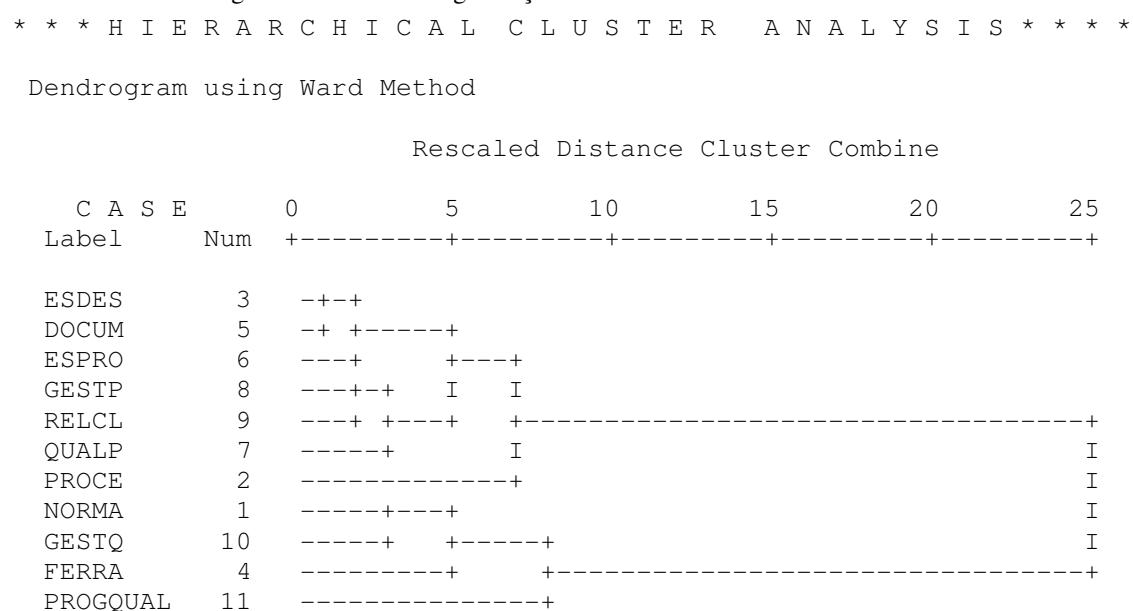
A seguir, são apresentados os Dendogramas resultantes de cada um dos 4 tratamentos, bem como suas respectivas interpretações. Antes, porém, há um quadro (Quadro 5.1) descritivo das legendas (rótulos das variáveis) utilizadas.

Quadro 5.1 – Rótulos das Variáveis

N.	Rótulo	Nome
1	NORMA	Conhecimento das Normas
2	PROCE	Formalização de Processos
3	ESDES	Práticas de E. S. no Desenvolvimento
4	FERRA	Ferramentas Utilizadas
5	DOCUM	Documentação Adotada
6	ESPRO	Práticas E. S. na Avaliação de Produtos
7	QUALP	Qualificação do Pessoal
8	GESTP	Gestão de Pessoas
9	RELCL	Relacionamento com o Cliente
10	GESTQ	Gestão da Qualidade
11	PROGQUAL	Sistema de Gestão da Qualidade Certificado

i. Agrupamento de todas as organizações para todas as empresas (incluindo SGQ):

Gráfico 5.4 – Dendograma – Todas as Organizações



A análise do Dendograma evidencia uma forte associação entre as variáveis “Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento” e “Documentação Adotada” que, por sua vez, associam-se a “Práticas de Engenharia de Software na Avaliação de Produtos”. Essa associação indica uma coerência no que diz respeito à adoção das diversas práticas de Engenharia de Software.

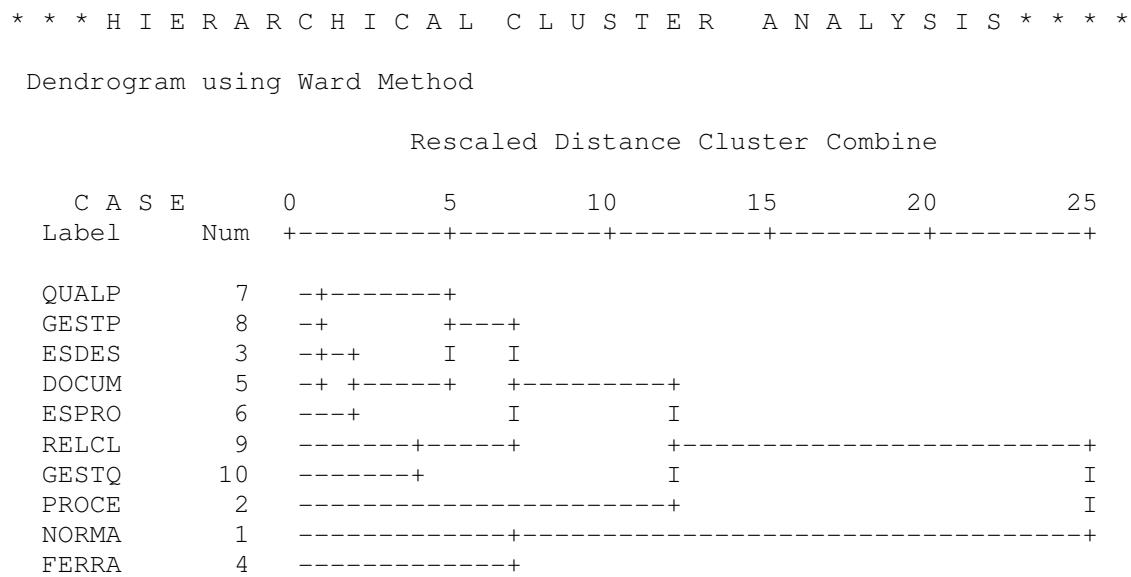
Outro grupo de variáveis é formado por “Gestão de Pessoas”, “Relacionamento com o Cliente” e “Qualificação do Pessoal”. A associação entre as variáveis concernentes aos Recursos Humanos pode ser explicada por um aspecto relacionado à cultura organizacional: um contexto no qual predomina uma mão-de-obra com maior qualificação está, normalmente associado a uma Gestão de Recursos Humanos mais próxima do modelo definido por McGregor como “Teoria Y” (KAWASNICKA, 1995), que se baseia em uma maior valorização do trabalho intelectual, maior flexibilidade, liberdade e esforços motivacionais. Quanto à correlação dessas variáveis com o “Relacionamento com o Cliente”, não se pode supor nenhuma relação de causalidade.

Esses dois grupos de variáveis, por sua vez, também apresentam entre si um alto grau de associação que, juntamente com a variável “Formalização de Processos” (esta com um nível de associação mais fraco), formam um único agrupamento.

Outro agrupamento é definido pelas variáveis “Conhecimento de Normas”, “Gestão da Qualidade”, “Ferramentas Utilizadas” e – em um nível de associação mais fraco – “Sistema de Gestão da Qualidade Certificado”. Aqui, o que se depreende é que a implementação e certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade está mais fortemente associada ao conhecimento e utilização dos padrões normativos que os delineiam e às práticas consagradas de Gestão da Qualidade. Quanto à associação com o uso de Ferramentas, pode-se supor que, como tanto o “Conhecimento de Normas” quanto a “Gestão da Qualidade” estão de algum modo relacionados a um modelo mais “formalizado” de organização e que os processos de certificação, além da imposição de tal formalização, exigem investimentos elevados, as organizações onde estas variáveis se apresentam mais freqüentemente sejam aquelas de maior porte; que são justamente as que possuem maior disponibilidade de recursos para a adoção de ferramentas automatizadas. Portanto, o que se observa é a formação, por um lado, de um agrupamento composto pelas variáveis relacionadas à Engenharia de Software; por outro, um agrupamento relacionado à Gestão da Qualidade.

### ii. Agrupamento somente das organizações Certificadas (SGQ = Sim)

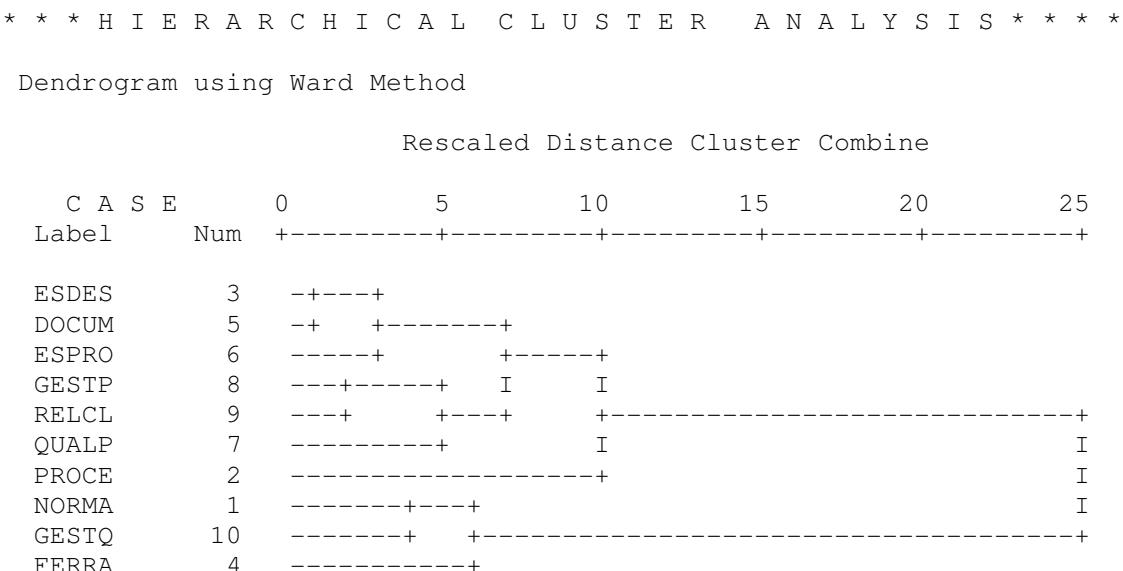
Gráfico 5.5 – Dendograma – Organizações Certificadas



Para as empresas certificadas, observa-se mais uma vez uma forte associação, o que é bastante coerente, entre as variáveis “Qualificação do Pessoal” e “Gestão de Pessoas”. Há, novamente, uma forte associação entre “Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento” e “Documentação Adotada”; estas duas, por sua vez, associam-se, também de maneira forte, a “Práticas de Engenharia de Software na Avaliação de Produtos”; caracterizando o agrupamento relativo às práticas de Engenharia de Software.

### iii. Agrupamento somente das organizações Não-Certificadas (SGQ = Não)

Gráfico 5.6 – Dendograma – Organizações Não-Certificadas



Verifica-se, ainda, uma razoável associação entre esses dois grupos. Estas associações podem também ser consideradas como coerentes, ou até mesmo esperadas.

Já para este grupo de empresas, a variável “Relacionamento com o Cliente” aparece associada a “Gestão da Qualidade”. Este grupo, por sua vez, associa-se de modo menos intenso ao grupo anterior. Esse novo agrupamento demonstra um grau de associação bastante fraco com “Formalização de Processos”.

Quanto às variáveis “Conhecimento de Normas” e “Ferramentas Utilizadas”, pode-se identificar uma situação próxima à indiferença.

Mais um vez, se constata a existência de associações mais fortes entre as variáveis “Engenharia de Software no Desenvolvimento” e “Documentação Adotada”. Essas, por sua vez, associam-se a “Engenharia de Software na Avaliação de Produtos”, evidenciando a formação do conjunto de variáveis relativas à Engenharia de Software. Não há nesses casos associação com a Certificação do Sistema de Gestão da Qualidade.

Observa-se, também, uma associação entre “Gestão de Pessoas” e “Relacionamento com o Cliente” e, a seguir, com “Qualificação do Pessoal”. Esses dois grupos apresentam, entre si, um grau moderado de associação.

Novamente a associação entre essas variáveis e a “Formalização dos Processos” mostra-se razoavelmente fraca. Por outro lado, verifica-se uma associação entre “Gestão da Qualidade” e “Conhecimento das Normas” que, fracamente associadas a “Ferramentas Utilizadas”, formam um outro grupo de variáveis dissociadas do primeiro.

As possíveis relações de causalidade para a formação desses agrupamentos reproduzem aquelas descritas quando a amostra foi analisada como um todo.

## **5.5 VARIÁVEIS NÃO AGREGADAS**

Conforme descrito na Seção 5.2.8, o estudo foi subdividido em dois conjuntos de análises. Esta Seção descreve o segundo conjunto de análises, no qual se observou o comportamento individual de cada uma das variáveis originais (não agregadas) dentro de cada um dos agrupamentos obtidos na consolidação utilizada nas análises anteriores.

Na presente Seção, estão descritos os tratamentos aplicados e seus resultados. Esta fase do estudo foi subdividida em duas etapas distintas. Na primeira delas, são

observadas todas as empresas participantes da pesquisa; na segunda, apenas o conjunto de empresas que, do ponto de vista da Gestão da Qualidade e da Engenharia de Software, afirmam adotar as práticas consideradas mais adequadas e/ou recomendáveis.

### **5.5.1 Tratamento 1 – Totalidade das Empresas**

O estudo aqui realizado, diferentemente daquele apresentado na seção anterior do trabalho, buscou observar não o comportamento das empresas participantes da pesquisa em relação aos “grupos de variáveis com similaridade temática”, mas sim seu comportamento em relação às variáveis que compõem esses grupos. Uma vez analisados, como foi feito na fase anterior, variáveis representativas do comportamento das organizações em relação a um dado conjunto de variáveis que reunia práticas e ferramentas relacionadas a um mesmo contexto, o estudo aqui conduzido se concentrou na observação e análise do conjunto total de dados originais da pesquisa.

Quanto às variáveis utilizadas, é necessário que se observe que, para esta fase do estudo, foram utilizados os dados “não agregados”, “ou não consolidados”. Ou seja, foi realizada uma análise específica observando-se as variáveis componentes de cada um dos 10 grupos nos quais estas foram anteriormente consolidadas , a saber:

*a) Variáveis relacionadas à Engenharia de Software*

- |   |   |
|---|---|
| 1. Conhecimento de Normas   | 4. Ferramentas Utilizadas   |
| 2. Formalização de Processos  | 5. Documentação Adotada   |
| 3. Práticas de Engenharia de Software<br>Adotadas nas Atividades de<br>Desenvolvimento e Manutenção | 6. Práticas de Engenharia de Software<br>Adotadas na Avaliação da<br>Qualidade de Produto |

*b) Variáveis relacionadas à Engenharia da Qualidade*

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 7. Qualificação do Pessoal | 9. Relacionamento com o Cliente |
| 8. Gestão de Pessoas       | 10. Gestão da Qualidade         |

Além dessas, foi também realizada uma análise específica considerando um excerto das tabelas aqui construídas. Este contém apenas aquelas variáveis diretamente relacionadas às práticas e ferramentas de Engenharia de Software consideradas como as mais relevantes para a Qualidade do Produto e/ou Processo de Software por parte dos especialistas consultados no estudo descrito no Capítulo 4 do presente trabalho. A construção desse excerto encontra-se detalhada na seção 5.5.2.

Nessa etapa, buscou-se observar dois comportamentos possíveis. O primeiro refere-se a verificar se o comportamento das organizações em relação a cada variável considerada pode ser assumido como independente em relação ao fato de a empresa possuir ou não certificação de Sistema de Gestão da Qualidade Certificado para Software. Nesse caso, o estudo concentrou-se na verificação das seguintes hipóteses:

**Hipótese Nula ( $H_0$ ):** As variáveis são independentes.

**Hipótese Alternativa ( $H_1$ ):** As variáveis não são independentes.

- Se  $\alpha_\chi > \alpha_1$ , aceita-se  $H_0$

Onde:

- $\alpha_\chi$  é a probabilidade uni-caudal da distribuição Qui-Quadrado para a estatística  $\chi^2$  calculada para as tabelas de contingência das variáveis consideradas<sup>11</sup>;
- $\alpha_1$  é o nível de significância estabelecido para o teste.

Na segunda observação, verificou-se o comportamento das organizações (certificadas e não certificadas) em relação a cada uma das variáveis, avaliando se este pode ser considerado como majoritariamente positivo. Nesse caso, a análise se concentrou na Distribuição de Freqüência segundo as respostas “SIM” e “NÃO”.

Como instrumento para o desenvolvimento dos tratamentos, foram criados, para cada um dos 10 grupos de variáveis, 2 quadros específicos. Um contendo as Tabelas de Contingência para as distribuições de freqüências das respostas “SIM” e “NÃO” observadas em cada uma das variáveis; os quadros contêm, ainda, a probabilidade  $\alpha_\chi$  calculada para cada uma delas. O outro, contendo as Distribuições de Freqüências das respostas e sua representação percentual em relação ao total de organizações participantes da pesquisa. Para todos os Testes de Independência, a significância usada foi de 5,00%. Cabe destacar, ainda, que as análises realizadas ao longo do estudo têm como referência as características inerentes à Norma NBR ISO 9001:1994, uma vez que essa versão da norma é a que vigorava quando da realização da pesquisa pela Sepin.

<sup>11</sup>  $\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(F_{oi} - F_{ei})^2}{F_{ei}}$ , onde  $K = n^o$  de elementos da tabela de distribuição de freqüências;

$F_o$  = freqüência observada e  $F_e$  = freqüência esperada na tabela de contingência (LARSON, 1982).

1. O primeiro grupo analisado corresponde ao conjunto de variáveis que retrata o nível de “Conhecimento das Normas” por parte das organizações participantes. A primeira tabela (Tab. 5.6) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda tabela (Tab. 5.7) apresenta a Distribuição de Freqüência dessas variáveis.

Tabela 5.6 – Tabelas de Contingência – Conhecimento das Normas

Variáveis	Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
	Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
12270	Sim	12	38	6,36	43,64	50
	Não	39	312	44,64	306,36	351
9000	Sim	51	91	18,40	123,60	142
	Não	2	265	34,60	232,40	267
CMM	Sim	21	66	11,14	75,86	87
	Não	31	288	40,86	278,14	319
SPICE	Sim	6	10	2,05	13,95	16
	Não	45	338	48,95	334,05	383
9126	Sim	12	35	5,95	41,05	47
	Não	39	317	45,05	310,95	356
14598	Sim	5	14	2,42	16,58	19
	Não	46	336	48,58	333,42	382
12119	Sim	8	24	4,06	27,94	32
	Não	43	327	46,94	323,06	370

A partir dessa tabela, é possível verificar-se que somente é independente (variável na qual  $\alpha_\chi > 5,00\%$  e, portanto, aceita-se  $H_0$ ) em relação à Certificação o conhecimento da Norma ISO/IEC 14598, que é desconhecida para a grande maioria das organizações.

Tabela 5.7 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Normas

Variáveis	Geral			Certificadas			Não Certificadas			
	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	
12270	Sim	50	11,4	91,8	12	22,2	94,4	38	9,9	91,4
	Não	351	80,3		39	72,2		312	81,5	
9000	Sim	142	32,5	93,6	51	94,4	98,1	91	23,8	93,0
	Não	267	61,1		2	3,7		265	69,2	
CMM	Sim	87	19,9	92,9	21	38,9	96,3	66	17,2	92,4
	Não	319	73,0		31	57,4		288	75,2	
SPICE	Sim	16	3,7	91,3	6	11,1	94,4	10	2,6	90,9
	Não	383	87,6		45	83,3		338	88,3	
9126	Sim	47	10,8	92,2	12	22,2	94,4	35	9,1	91,9
	Não	356	81,5		39	72,2		317	82,8	
14598	Sim	19	4,3	91,8	5	9,3	94,4	14	3,7	91,4
	Não	382	87,4		46	85,2		336	87,7	
12119	Sim	32	7,3	92,0	8	14,8	94,4	24	6,3	91,6
	Não	370	84,7		43	79,6		327	85,4	

A única norma que é conhecida pela maioria das empresas (mais da metade) é a Norma NBR ISO 9000; como seria de se esperar, conhecida pela quase totalidade das

empresas certificadas (as que não a conhecem são as avaliadas CMM). As empresas certificadas, apesar de apresentarem um nível baixo de conhecimento dos padrões normativos, evidenciam valores superiores àqueles apresentados pelas empresas não-certificadas em todas as variáveis consideradas. As normas que se mostraram independentes em relação à Certificação são, todas elas, conhecidas por uma pequena minoria das empresas de ambos os casos.

Pode-se, então, concluir que as empresas certificadas possuem um nível superior de conhecimento das Normas quando comparadas com as não-certificadas; entretanto, esse nível situa-se em um patamar muito aquém do desejado, uma vez que – salvo em relação à própria norma de referência para a certificação – todas as demais normas são conhecidas somente por uma minoria das organizações.

## 2. O segundo refere-se às variáveis relativas ao grau de “Formalização dos Processos”.

A primeira tabela (Tab. 5.8) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação.

A segunda (Tab. 5.9) apresenta a Distribuição de Freqüência dessas variáveis.

Tabela 5.8 – Tabelas de Contingência - Formalização Processos

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Fornecimento	Sim	43	192	32,02	202,98	235	0,000903
	Não	10	144	20,98	133,02	154	
Desenvolvimento	Sim	52	288	45,11	294,89	340	0,006635
	Não	2	65	8,89	58,11	67	
Documentação	Sim	50	251	40,94	260,06	301	0,001954
	Não	4	92	13,06	82,94	96	
Gerência de Configuração	Sim	37	116	20,85	132,15	153	1,02E-06
	Não	16	220	32,15	203,85	236	
Garantia da Qualidade	Sim	45	100	20,08	124,92	145	4,01E-14
	Não	9	236	33,92	211,08	245	
Verificação	Sim	46	159	28,46	176,54	205	2,57E-07
	Não	8	176	25,54	158,46	184	
Validação	Sim	46	186	31,96	200,04	232	2,83E-05
	Não	8	152	22,04	137,96	160	
Revisão Conjunta	Sim	33	122	21,23	133,77	155	0,000382
	Não	20	212	31,77	200,23	232	
Gerência	Sim	39	168	28,28	178,72	207	0,001484
	Não	14	167	24,72	156,28	181	
Melhoria	Sim	43	173	29,58	186,42	216	6,46E-05
	Não	10	161	23,42	147,58	171	
Treinamento	Sim	49	211	34,71	225,29	260	9,19E-06
	Não	4	133	18,29	118,71	137	

Todas as variáveis foram consideradas dependentes em relação à Certificação (variáveis nas quais  $\alpha_\chi \leq 5,00\%$  e, portanto, rejeita-se  $H_0$ ).

Tabela 5.9 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Formalização Processos

Variáveis	Geral			Certificadas			Não Certificadas			
	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	
Fornecimento	Sim	235	53,8	89,0	43	79,6	98,1	192	50,1	87,7
	Não	154	35,2		10	18,5		144	37,6	
Desenvolvimento	Sim	340	77,8	93,1	52	96,3	100,0	288	75,2	92,2
	Não	67	15,3		2	3,7		65	17,0	
Documentação	Sim	301	68,9	90,8	50	92,6	100,0	251	65,5	89,6
	Não	96	22,0		4	7,4		92	24,0	
Gerência de Configuração	Sim	153	35,0	89,0	37	68,5	98,1	116	30,3	87,7
	Não	236	54,0		16	29,6		220	57,4	
Garantia da Qualidade	Sim	145	33,2	89,2	45	83,3	100,0	100	26,1	87,7
	Não	245	56,1		9	16,7		236	61,6	
Verificação	Sim	205	46,9	89,0	46	85,2	100,0	159	41,5	87,5
	Não	184	42,1		8	14,8		176	46,0	
Validação	Sim	232	53,1	89,7	46	85,2	100,0	186	48,6	88,3
	Não	160	36,6		8	14,8		152	39,7	
Revisão Conjunta	Sim	155	35,5	88,6	33	61,1	98,1	122	31,9	87,2
	Não	232	53,1		20	37,0		212	55,4	
Gerência	Sim	207	47,4	88,8	39	72,2	98,1	168	43,9	87,5
	Não	181	41,4		14	25,9		167	43,6	
Melhoria	Sim	216	49,4	88,6	43	79,6	98,1	173	45,2	87,2
	Não	171	39,1		10	18,5		161	42,0	
Treinamento	Sim	260	59,5	90,8	49	90,7	98,1	211	55,1	89,8
	Não	137	31,4		4	7,4		133	34,7	

Todos os processos são formalizados pela maioria das organizações certificadas, com índices percentuais bastante elevados; o que já era esperado, face o caráter de formalismo inerente às Normas da Série NBR ISO 9001. Os únicos processos formalizados pela maioria das organizações não-certificadas são “Fornecimento”, “Desenvolvimento”, “Documentação” e “Treinamento”. Em todas as variáveis observadas, os índices de formalização dos processos por parte das organizações foram bastante superiores àqueles apresentados pelas não-certificadas.

Assim sendo, conclui-se que, no que concerne à Formalização de Processos, uma vez que se trata de requisito mandatório da Norma NBR ISO 9001, as organizações certificadas atingiram um desempenho notadamente superior ao das não-certificadas. Todavia, estas também apresentaram, particularmente em relação aos processos de “Desenvolvimento” e de “Documentação”, índices razoavelmente elevados. Essas variáveis também foram (junto com o processo de “Treinamento”) aquelas que apresentaram os melhores resultados para as empresas certificadas. Tal fato parece indicar que, relativamente aos processos diretamente associados à “produção do

software”, as empresas não-certificadas possuem-nos, em sua maioria, razoavelmente bem definidos. Entretanto, a definição dos demais processos, mais diretamente relacionados a atividades de Engenharia de Software, seu desempenho ainda deixa a desejar; especialmente para os processos de “Gerência de Configuração”, “Garantia da Qualidade”, “Verificação” e “Revisão Conjunta”.

3. O terceiro grupo retrata as “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção” pelas organizações. A primeira tabela (Tab. 5.10) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda tabela (Tab. 5.11) apresenta a Distribuição de Freqüência dessas variáveis.

Tabela 5.10 – Tabelas de Contingência - Práticas de Eng. Soft. no Desenvolvimento

Variáveis	Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
	Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Controle de Versão	Sim	49	248	36,70	260,30	297
	Não	5	135	17,30	122,70	140
Especificação de Programas	Sim	45	216	32,25	228,75	261
	Não	9	167	21,75	154,25	176
Especificação de Projetos	Sim	51	228	34,48	244,52	279
	Não	3	155	19,52	138,48	158
Especificação de Requisitos	Sim	46	216	32,38	229,62	262
	Não	8	167	21,62	153,38	175
Estimativa de Custos	Sim	38	198	29,16	206,84	236
	Não	16	185	24,84	176,16	201
Estimativa de Esforço	Sim	33	164	24,34	172,66	197
	Não	21	219	29,66	210,34	240
Gerência de Configuração	Sim	28	73	12,48	88,52	101
	Não	26	310	41,52	294,48	336
Gerência de Requisitos	Sim	25	80	12,97	92,03	105
	Não	29	303	41,03	290,97	332
Gerência de Riscos	Sim	12	39	6,30	44,70	51
	Não	42	344	47,70	338,30	386
Métodos O. O.	Sim	36	196	28,67	203,33	232
	Não	18	187	25,33	179,67	205
Modelagem de Dados	Sim	49	252	37,19	263,81	301
	Não	5	131	16,81	119,19	136
Normas e Padrões	Sim	40	133	21,38	151,62	173
	Não	14	250	32,62	231,38	264
Planejamento Formal de Testes	Sim	39	124	20,14	142,86	163
	Não	15	259	33,86	240,14	274
Projeto de Interface com o Usuário	Sim	38	206	30,15	213,85	244
	Não	16	177	23,85	169,15	193
Prototipação	Sim	37	183	27,19	192,81	220
	Não	17	200	26,81	190,19	217

Novamente verifica-se que todas as variáveis foram consideradas dependentes em relação à Certificação (variáveis nas quais  $\alpha_\chi \leq 5,00\%$  e, portanto, rejeita-se  $H_0$ ).

Tabela 5.11 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Práticas de Eng. Soft. no Desenvolvimento

Variáveis	Geral			Certificadas			Não Certificadas			
	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	
Controle de Versão	Sim	297	68,0	100,0	49	90,7	100,0	248	64,8	100,0
	Não	140	32,0		5	9,3		135	35,2	
Especificação de Programas	Sim	261	59,7	100,0	45	83,3	100,0	216	56,4	100,0
	Não	176	40,3		9	16,7		167	43,6	
Especificação de Projetos	Sim	279	63,8	100,0	51	94,4	100,0	228	59,5	100,0
	Não	158	36,2		3	5,6		155	40,5	
Especificação de Requisitos	Sim	262	60,0	100,0	46	85,2	100,0	216	56,4	100,0
	Não	175	40,0		8	14,8		167	43,6	
Estimativa de Custos	Sim	236	54,0	100,0	38	70,4	100,0	198	51,7	100,0
	Não	201	46,0		16	29,6		185	48,3	
Estimativa de Esforço	Sim	197	45,1	100,0	33	61,1	100,0	164	42,8	100,0
	Não	240	54,9		21	38,9		219	57,2	
Gerência de Configuração	Sim	101	23,1	100,0	28	51,9	100,0	73	19,1	100,0
	Não	336	76,9		26	48,1		310	80,9	
Gerência de Requisitos	Sim	105	24,0	100,0	25	46,3	100,0	80	20,9	100,0
	Não	332	76,0		29	53,7		303	79,1	
Gerência de Riscos	Sim	51	11,7	100,0	12	22,2	100,0	39	10,2	100,0
	Não	386	88,3		42	77,8		344	89,8	
Métodos O. O.	Sim	232	53,1	100,0	36	66,7	100,0	196	51,2	100,0
	Não	205	46,9		18	33,3		187	48,8	
Modelagem de Dados	Sim	301	68,9	100,0	49	90,7	100,0	252	65,8	100,0
	Não	136	31,1		5	9,3		131	34,2	
Normas e Padrões	Sim	173	39,6	100,0	40	74,1	100,0	133	34,7	100,0
	Não	264	60,4		14	25,9		250	65,3	
Planejamento Formal de Testes	Sim	163	37,3	100,0	39	72,2	100,0	124	32,4	100,0
	Não	274	62,7		15	27,8		259	67,6	
Projeto de Interface com o Usuário	Sim	244	55,8	100,0	38	70,4	100,0	206	53,8	100,0
	Não	193	44,2		16	29,6		177	46,2	
Prototipação	Sim	220	50,3	100,0	37	68,5	100,0	183	47,8	100,0
	Não	217	49,7		17	31,5		200	52,2	

Nota-se que a maior parte das organizações certificadas adota a maioria das técnicas, com exceção de “Gerência de Requisitos” e “Gerência de Riscos”; em muitas delas, o percentual de utilização ultrapassa os 70%. Já as não-certificadas, além dessas técnicas, não adotam majoritariamente “Estimativa de Esforço”, “Gerência de Configuração”, “Normas e Padrões”, “Planejamento Formal de Testes” e “Prototipação”; além disso, mesmo naquelas com uma utilização superior a 50%, todos os índices permaneceram em valores próximos a este. As certificadas apresentam maior índice de utilização para todas as técnicas observadas. O que se constata aqui é que, à exceção de “Gerência de Risco”, “Gerência de Configuração” e “Prototipação” (que na verdade, é um Paradigma de Ciclo de Vida), todas as técnicas nas quais as organizações

certificadas se diferenciam das demais são direta ou indiretamente parte dos requisitos da norma ISO 9001.

Assim, em relação à adoção de Técnicas e Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento e Manutenção de produtos, observa-se que o comportamento das organizações certificadas é visivelmente superior àquele das não-certificadas, diferenciando, consideravelmente, esses dois grupos de empresas.

4. O quarto grupo de variáveis representa o conjunto de “Ferramentas Utilizadas”. A primeira tabela (Tab. 5.12) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda tabela (Tab. 5.13) apresenta sua Distribuição de Freqüência.

Nesse caso, somente se mostrou independente (variável na qual  $\alpha_\chi > 5,00\%$  e, portanto, aceita-se  $H_0$ ) em relação à Certificação o uso de “Documentador”.

Tabela 5.12 – Tabelas de Contingência - Ferramentas

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Documentador	Sim	19	95	14,09	99,91	114	<b>0,103868241</b>
	Não	35	288	39,91	283,09	323	
Gerenciador de Configuração	Sim	22	63	10,50	74,50	85	2,42196E-05
	Não	32	320	43,50	308,50	352	
Gerenciador de Documentos	Sim	24	58	10,13	71,87	82	2,43118E-07
	Não	30	325	43,87	311,13	355	
Gerenciador de Projetos	Sim	35	128	20,14	142,86	163	7,96878E-06
	Não	19	255	33,86	240,14	274	

Das 4 ferramentas consideradas, a única ferramenta utilizada pela maioria das organizações certificadas é o “Gerenciador de Projetos”; as não-certificadas não adotam majoritariamente nenhuma das ferramentas. As certificadas apresentam maior índice de utilização para todas as ferramentas consideradas.

Tabela 5.13 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Ferramentas

Variáveis		Geral			Certificadas			Não Certificadas		
		Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val
Documentador	Sim	114	26,1	100,0	19	35,2	100,0	95	24,8	100,0
	Não	323	73,9		35	64,8		288	75,2	
Gerenciador de Configuração	Sim	85	19,5	100,0	22	40,7	100,0	63	16,4	100,0
	Não	352	80,5		32	59,3		320	83,6	
Gerenciador de Documentos	Sim	82	18,8	100,0	24	44,4	100,0	58	15,1	100,0
	Não	355	81,2		30	55,6		325	84,9	
Gerenciador de Projetos	Sim	163	37,3	100,0	35	64,8	100,0	128	33,4	100,0
	Não	274	62,7		19	35,2		255	66,6	

Aqui se percebe que, em relação à utilização de ferramentas, o nível de automação da indústria como um todo ainda se encontra consideravelmente baixo, a despeito de uma pequena vantagem por parte das empresas certificadas. Para estas, o fato do “Gerenciador de Projetos” ser o mais largamente utilizado não causa surpresas, uma vez que, além de se tratar de uma ferramenta relativamente simples e barata, sua utilização simplifica enormemente todo um conjunto de requisitos mandatórios da Norma NBR ISO 9001. Por outro lado, causa espécie o baixo índice de utilização das demais ferramentas neste grupo de organizações, uma vez que todas elas – particularmente o “Gerenciador de Documentos” – contribuem significativamente para a simplificação da implementação e operacionalização do modelo de Sistema de Gestão da Qualidade propugnado pela Norma NBR ISO 9001.

5. O quinto grupo de variáveis refere-se à “Documentação Adotada”. A primeira tabela (Tab. 5.14) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda tabela (Tab. 5.15) apresenta a Distribuição de Freqüência dessas variáveis.

São independentes (variáveis nas quais  $\alpha_\chi > 5,00\%$  e, portanto, aceita-se  $H_0$ ) em relação à Certificação a utilização de “Especificação do Sistema”, “Guia de Instalação” e “Help On-Line”.

Observa-se na tabela seguinte que a maior parte das organizações certificadas faz uso da maioria da Documentação considerada, com exceção de “Plano de Contingência” e “Plano de Controle da Qualidade”. As não-certificadas, além desses documentos, não adotam majoritariamente “Acompanhamento de Custos”, “Documentação de Processo de Software”, “Histórico do Projeto”, “Manual de Treinamento”, “Plano de Testes”, “Projeto de Sistema”, “Registros de Revisões e Testes” e “Relatório de Testes”. Mais uma vez, as certificadas apresentam maior índice de utilização para todas os tipos de Documentos considerados.

Nesse conjunto de variáveis, como seria de se esperar face o caráter *formalizador* da Norma NBR ISO 9001 (especialmente em sua versão 1994, que é aquela que vigorava quando da realização da pesquisa de campo), as organizações certificadas apresentam, mais uma vez, um desempenho superior ao das demais. Os

Documentos descritos pelas variáveis que se mostraram independentes da Certificação podem ser considerados como *documentos tradicionais* nas atividades de desenvolvimento de software. Seria, portanto, de se esperar que não estivessem vinculados ao fato da organização adotar ou não um Sistema de Gestão da Qualidade. De fato, o teste de independência aliado a observação de seus índices de utilização – todos eles superiores à 50% (salvo o “Manual de Treinamento” para o grupo das organizações não-certificadas) – corroboram essa idéia.

Tabela 5.14 – Tabelas de Contingência - Documentação

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Acompanhamento de Custos	Sim	31	129	19,77	140,23	160	0,000703698
	Não	23	254	34,23	242,77	277	
Acompanhamento de Prazos	Sim	45	219	32,62	231,38	264	0,000234099
	Não	9	164	21,38	151,62	173	
Contratos e Acordos	Sim	44	248	36,08	255,92	292	0,014515478
	Não	10	135	17,92	127,08	145	
Documentação de Programas	Sim	43	229	33,61	238,39	272	0,004873677
	Não	11	154	20,39	144,61	165	
Documentação do Processo de Software	Sim	34	120	19,03	134,97	154	5,23515E-06
	Não	20	263	34,97	248,03	283	
Documentação no Código	Sim	43	229	33,61	238,39	272	0,004873677
	Não	11	154	20,39	144,61	165	
Especificação do Sistema	Sim	38	229	32,99	234,01	267	<b>0,135480537</b>
	Não	16	154	21,01	148,99	170	
Guia de Instalação	Sim	33	214	30,52	216,48	247	<b>0,467417475</b>
	Não	21	169	23,48	166,52	190	
Help On-Line	Sim	38	244	34,85	247,15	282	<b>0,338020768</b>
	Não	16	139	19,15	135,85	155	
Histórico do Projeto	Sim	33	104	16,93	120,07	137	4,76499E-07
	Não	21	279	37,07	262,93	300	
Manual de Treinamento	Sim	33	171	25,21	178,79	204	0,023194058
	Não	21	212	28,79	204,21	233	
Manual do Sistema	Sim	42	214	31,63	224,37	256	0,002220568
	Não	12	169	22,37	158,63	181	
Manual de Usuário	Sim	44	253	36,70	260,30	297	0,022965224
	Não	10	130	17,30	122,70	140	
Plano de Contingência	Sim	15	42	7,04	49,96	57	0,000594404
	Não	39	341	46,96	333,04	380	
Plano de Controle da Qualidade	Sim	23	41	7,91	56,09	64	5,48309E-10
	Não	31	342	46,09	326,91	373	
Plano de Testes	Sim	40	113	18,91	134,09	153	1,29289E-10
	Não	14	270	35,09	248,91	284	
Projeto de Sistema	Sim	41	161	24,96	177,04	202	2,92273E-06
	Não	13	222	29,04	205,96	235	
Registro de Revisões e Testes	Sim	37	94	16,19	114,81	131	4,02527E-11
	Não	17	289	37,81	268,19	306	
Relatório de Testes	Sim	36	103	17,18	121,82	139	4,22507E-09
	Não	18	280	36,82	261,18	298	

Tabela 5.15 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Documentação

<b>Variáveis</b>	Geral			Certificadas			Não Certificadas			
	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	
Acompanhamento de Custos	Sim	160	36,6	100,0	31	57,4	100,0	129	33,7	100,0
	Não	277	63,4		23	42,6		254	66,3	
Acompanhamento de Prazos	Sim	264	60,4	100,0	45	83,3	100,0	219	57,2	100,0
	Não	173	39,6		9	16,7		164	42,8	
Contratos e Acordos	Sim	292	66,8	100,0	44	81,5	100,0	248	64,8	100,0
	Não	145	33,2		10	18,5		135	35,2	
Documentação de Programas	Sim	272	62,2	100,0	43	79,6	100,0	229	59,8	100,0
	Não	165	37,8		11	20,4		154	40,2	
Documentação do Processo de Software	Sim	154	35,2	100,0	34	63,0	100,0	120	31,3	100,0
	Não	283	64,8		20	37,0		263	68,7	
Documentação no Código	Sim	272	62,2	100,0	43	79,6	100,0	229	59,8	100,0
	Não	165	37,8		11	20,4		154	40,2	
Especificação do Sistema	Sim	267	61,1	100,0	38	70,4	100,0	229	59,8	100,0
	Não	170	38,9		16	29,6		154	40,2	
Guia de Instalação	Sim	247	56,5	100,0	33	61,1	100,0	214	55,9	100,0
	Não	190	43,5		21	38,9		169	44,1	
Help On-Line	Sim	282	64,5	100,0	38	70,4	100,0	244	63,7	100,0
	Não	155	35,5		16	29,6		139	36,3	
Histórico do Projeto	Sim	137	31,4	100,0	33	61,1	100,0	104	27,2	100,0
	Não	300	68,6		21	38,9		279	72,8	
Manual de Treinamento	Sim	204	46,7	100,0	33	61,1	100,0	171	44,6	100,0
	Não	233	53,3		21	38,9		212	55,4	
Manual do Sistema	Sim	256	58,6	100,0	42	77,8	100,0	214	55,9	100,0
	Não	181	41,4		12	22,2		169	44,1	
Manual de Usuário	Sim	297	68,0	100,0	44	81,5	100,0	253	66,1	100,0
	Não	140	32,0		10	18,5		130	33,9	
Plano de Contingência	Sim	57	13,0	100,0	15	27,8	100,0	42	11,0	100,0
	Não	380	87,0		39	72,2		341	89,0	
Plano de Controle da Qualidade	Sim	64	14,6	100,0	23	42,6	100,0	41	10,7	100,0
	Não	373	85,4		31	57,4		342	89,3	
Plano de Testes	Sim	153	35,0	100,0	40	74,1	100,0	113	29,5	100,0
	Não	284	65,0		14	25,9		270	70,5	
Projeto de Sistema	Sim	202	46,2	100,0	41	75,9	100,0	161	42,0	100,0
	Não	235	53,8		13	24,1		222	58,0	
Registro de Revisões e Testes	Sim	131	30,0	100,0	37	68,5	100,0	94	24,5	100,0
	Não	306	70,0		17	31,5		289	75,5	
Relatório de Testes	Sim	139	31,8	100,0	36	66,7	100,0	103	26,9	100,0
	Não	298	68,2		18	33,3		280	73,1	

Merece destaque a observação de que a utilização de um “Plano de Controle da Qualidade” pelas organizações certificadas ISO 9001 é altamente recomendável (alguns auditores e Organismos de Certificação Credenciados chegam mesmo a interpretá-lo como mandatório). O fato de apenas 42,6% das empresas certificadas fazerem-no é digno de nota.

6. O sexto grupo relaciona as “Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produtos”. A primeira tabela (Tab. 5.16) corresponde à

Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda tabela (Tab. 5.17) apresenta a Distribuição de Freqüência dessas variáveis.

Tabela 5.16 – Tabelas de Contingência - Práticas de Eng. Soft. na Avaliação de Produtos

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Auditorias	Sim	35	62	11,99	85,01	97	8,29E-16
	Não	19	321	42,01	297,99	340	
Peer-Review / Walkthrough	Sim	22	47	8,53	60,47	69	7,83E-08
	Não	32	336	45,47	322,53	368	
Levantamento de Requis. Qualidade	Sim	20	58	9,64	68,36	78	8,38E-05
	Não	34	325	44,36	314,64	359	
Métricas	Sim	26	49	9,27	65,73	75	1,11E-10
	Não	28	334	44,73	317,27	362	
Teste de Aceitação	Sim	45	201	30,40	215,60	246	1,88E-05
	Não	9	182	23,60	167,40	191	
Teste de Campo	Sim	39	203	29,90	212,10	242	0,007818
	Não	15	180	24,10	170,90	195	
Teste de Integração	Sim	44	187	28,54	202,46	231	6,78E-06
	Não	10	196	25,46	180,54	206	
Teste de Unidade	Sim	35	114	18,41	130,59	149	3,64E-07
	Não	19	269	35,59	252,41	288	
Testes de Sistema Integrado	Sim	40	182	27,43	194,57	222	0,000258
	Não	14	201	26,57	188,43	215	
Testes Funcionais	Sim	42	212	31,39	222,61	254	0,001766
	Não	12	171	22,61	160,39	183	

Nessa análise, todas as variáveis foram consideradas dependentes em relação à Certificação (variáveis nas quais  $\alpha_\chi \leq 5,00\%$  e, portanto, rejeita-se  $H_0$ ).

Mais uma vez a maioria das organizações certificadas adota a maioria das técnicas, com exceção de “Peer-Review/Walktrough”, “Levantamento de Requisitos da Qualidade” e “Métricas”. Em contra partida, as não-certificadas, somente adotam majoritariamente os “Testes de Aceitação”, “Testes de Campo” e “Testes Funcionais”. Também se repete a constatação de que as organizações certificadas apresentam maior índice de utilização para todas as técnicas observadas.

Observa-se aqui também que o comportamento das empresas certificadas é superior ao das demais. Dentre as técnicas não utilizadas por elas, duas podem ser classificadas como as mais *sofisticadas* delas: “Peer-Review/Walktrough” e “Métricas”. Porém, mais uma vez observa-se uma constatação que surpreende. A outra técnica pouco utilizada – “Levantamento de Requisitos da Qualidade” – deveria, em virtude do modelo de Sistema de Gestão da Qualidade no qual elas são certificadas, apresentar patamares de utilização bastante superiores àqueles aqui verificados.

Tabela 5.17 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Práticas de Eng. Soft na Avaliação de Produtos

Variáveis		Geral			Certificadas			Não Certificadas		
		Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val
Auditorias	Sim	97	22,2	100,0	35	64,8	100,0	62	16,2	100,0
	Não	340	77,8		19	35,2		321	83,8	
Peer-Review / Walkthrough	Sim	69	15,8	100,0	22	40,7	100,0	47	12,3	100,0
	Não	368	84,2		32	59,3		336	87,7	
Levantamento de Requis. Qualidade	Sim	78	17,8	100,0	20	37,0	100,0	58	15,1	100,0
	Não	359	82,2		34	63,0		325	84,9	
Métricas	Sim	75	17,2	100,0	26	48,1	100,0	49	12,8	100,0
	Não	362	82,8		28	51,9		334	87,2	
Teste de Aceitação	Sim	246	56,3	100,0	45	83,3	100,0	201	52,5	100,0
	Não	191	43,7		9	16,7		182	47,5	
Teste de Campo	Sim	242	55,4	100,0	39	72,2	100,0	203	53,0	100,0
	Não	195	44,6		15	27,8		180	47,0	
Teste de Integração	Sim	231	52,9	100,0	44	81,5	100,0	187	48,8	100,0
	Não	206	47,1		10	18,5		196	51,2	
Teste de Unidade	Sim	149	34,1	100,0	35	64,8	100,0	114	29,8	100,0
	Não	288	65,9		19	35,2		269	70,2	
Testes de Sistema Integrado	Sim	222	50,8	100,0	40	74,1	100,0	182	47,5	100,0
	Não	215	49,2		14	25,9		201	52,5	
Testes Funcionais	Sim	254	58,1	100,0	42	77,8	100,0	212	55,4	100,0
	Não	183	41,9		12	22,2		171	44,6	

Por outro lado, as não-certificadas, de um modo geral, somente realizam testes; e assim mesmo aquele que podem ser considerados como os mais comuns.

Conclui-se, portanto, que a preocupação com os aspectos relativos ao Controle da Qualidade por parte das organizações certificadas se evidencia como superior.

- O sétimo grupo representa o nível de “Qualificação do Pessoal” envolvido nas atividades de software. A primeira tabela (Tab. 5.18) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda tabela (Tab. 5.19) apresenta a Distribuição de Freqüência dessas variáveis.

Na tabela a seguir observa-se que são independentes ( $\alpha_{\chi} > 5,00\%$ ) em relação à Certificação as variáveis “Profissionais Formados em Informática”, “Acesso à Internet”, e “Outras Formas de Atualização”.

Na seguinte se observa que a maioria das organizações certificadas tem resultado positivo para a maior parte dos itens, com exceção de “Incentivo a Publicação” e “Outras Formas de Atualização”.

Tabela 5.18 – Tabelas de Contingência - Qualificação Pessoal

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Mestres e Doutores Desenvolvimento	Sim	30	138	20,76	147,24	168	0,005761
	Não	24	245	33,24	235,76	269	
Profiss. Formados em Informática	Sim	46	320	45,23	320,77	366	<b>0,760531</b>
	Não	8	63	8,77	62,23	71	
Profiss. c/ Pós ou Certif. Qualidade	Sim	29	72	12,48	88,52	101	1,22E-08
	Não	25	311	41,52	294,48	336	
Acesso a Internet	Sim	53	357	50,66	359,34	410	<b>0,15837</b>
	Não	1	26	3,34	23,66	27	
Aquisição de Publicações	Sim	47	285	41,03	290,97	332	0,042076
	Não	7	98	12,97	92,03	105	
Assinatura de Periódicos	Sim	47	259	37,81	268,19	306	0,003557
	Não	7	124	16,19	114,81	131	
Incentivo à Pós-Graduação	Sim	36	164	24,71	175,29	200	0,000992
	Não	18	219	29,29	207,71	237	
Incentivo à Publicação	Sim	21	70	11,24	79,76	91	0,000479
	Não	33	313	42,76	303,24	346	
Liberação para Congressos	Sim	48	255	37,44	265,56	303	0,000873
	Não	6	128	16,56	117,44	134	
Liberação para Cursos	Sim	49	297	42,76	303,24	346	0,02538
	Não	5	86	11,24	79,76	91	
Atualização – Outras	Sim	2	19	2,59	18,41	21	<b>0,685953</b>
	Não	52	364	51,41	364,59	416	

Tabela 5.19 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Qualificação Pessoal

Variáveis		Geral			Certificadas			Não Certificadas		
		Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val
Mestres e Doutores Desenvolvimento	Sim	168	38,4	100,0	30	55,6	100,0	138	36,0	100,0
	Não	269	61,6		24	44,4		245	64,0	
Profiss. Formados em Informática	Sim	366	83,8	100,0	46	85,2	100,0	320	83,6	100,0
	Não	71	16,2		8	14,8		63	16,4	
Profiss. c/ Pós ou Certif. Qualidade	Sim	101	23,1	100,0	29	53,7	100,0	72	18,8	100,0
	Não	336	76,9		25	46,3		311	81,2	
Acesso a Internet	Sim	410	93,8	100,0	53	98,1	100,0	357	93,2	100,0
	Não	27	6,2		1	1,9		26	6,8	
Aquisição de Publicações	Sim	332	76,0	100,0	47	87,0	100,0	285	74,4	100,0
	Não	105	24,0		7	13,0		98	25,6	
Assinatura de Periódicos	Sim	306	70,0	100,0	47	87,0	100,0	259	67,6	100,0
	Não	131	30,0		7	13,0		124	32,4	
Incentivo à Pós-Graduação	Sim	200	45,8	100,0	36	66,7	100,0	164	42,8	100,0
	Não	237	54,2		18	33,3		219	57,2	
Incentivo à Publicação	Sim	91	20,8	100,0	21	38,9	100,0	70	18,3	100,0
	Não	346	79,2		33	61,1		313	81,7	
Liberação para Congressos	Sim	303	69,3	100,0	48	88,9	100,0	255	66,6	100,0
	Não	134	30,7		6	11,1		128	33,4	
Liberação para Cursos	Sim	346	79,2	100,0	49	90,7	100,0	297	77,5	100,0
	Não	91	20,8		5	9,3		86	22,5	
Atualização – Outras	Sim	21	4,8	100,0	2	3,7	100,0	19	5,0	100,0
	Não	416	95,2		52	96,3		364	95,0	

As não-certificadas, além desses, não possuem, majoritariamente, “Mestres e/ou Doutores no Desenvolvimento”, “Profissionais Certificados ou com Pós-Graduação em Qualidade” e não “Incentivam a Pós-Graduação”. Novamente as organizações certificadas apresentam uma maioria com índices positivos para todas as variáveis (com exceção da variável “Outras”).

Mais uma vez se percebe que os dois conjuntos de empresas somente não se diferenciam naqueles fatores que podem ser considerados como mais *triviais*.

A consideração dos demais fatores, tanto no que tange a sua diferenciação entre os conjuntos, quanto nos índices apresentados pelas empresas certificadas, evidencia, para estas empresas, níveis de qualificação de seu pessoal, aliados a prática de ações no sentido de desenvolver as capacidades das pessoas, sensivelmente superiores.

8. O oitavo conjunto retrata as práticas adotadas pelas organizações para a “Gestão de Pessoas”. A primeira tabela (Tab. 5.20) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda tabela (Tab. 5.21) apresenta a Distribuição de Freqüência dessas variáveis.

Aqui, são independentes (variáveis nas quais  $\alpha_{\chi} > 5,00\%$  e, portanto, aceita-se  $H_0$ ) em relação à Certificação a Resolução de Problemas através de “Reuniões de Trabalho”, “Procedimentos Informais” e “Outros Métodos”.

Também para essas variáveis, a maioria das organizações certificadas adota a maior parte dos métodos observados, com exceção de “Programas de Sugestões” e “Outros Métodos”. As não-certificadas, ao contrário, somente adotam majoritariamente “Reuniões de Trabalho para Solução de Problemas”, “Procedimentos Informais para Solução de Problemas”, “Treinamento Gerencial” e “Treinamento para Pessoal Técnico”. Repete-se, ainda mais uma vez, a constatação de que as organizações certificadas apresentam maior índice de utilização para todos os fatores observados.

Novamente a observação dos resultados aponta para uma melhor situação por parte das organizações certificadas. Fica evidente que tais empresas se estabelecem modelos de Gestão de Pessoas muito mais próximos daqueles considerados como mais atuais e adequados do que as demais empresas. Estas, mais uma vez, utilizam intensivamente apenas os fatores que podem ser considerados como mais *tradicionais*.

Tabela 5.20 – Tabelas de Contingência - Gestão de Pessoas

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Times e Círculos CQ	Sim	28	109	16,93	120,07	137	0,000523
	Não	26	274	37,07	262,93	300	
Programas de Sugestões	Sim	25	54	9,76	69,24	79	8,63E-09
	Não	29	329	44,24	313,76	358	
Reun Trabalho p/ Solução Problemas	Sim	51	335	47,70	338,30	386	<b>0,134923</b>
	Não	3	48	6,30	44,70	51	
Proced. Informais p/Sol. Problemas	Sim	28	197	27,80	197,20	225	<b>0,954356</b>
	Não	26	186	26,20	185,80	212	
Outras formas Participação	Sim	2	9	1,36	9,64	11	<b>0,552132</b>
	Não	52	374	52,64	373,36	426	
Aval Desempenho de Empregados	Sim	28	113	17,54	123,46	141	0,001166
	Não	26	267	36,46	256,54	293	
Aval. Satisfação de Empregados	Sim	29	79	13,19	94,81	108	8,26E-08
	Não	24	302	39,81	286,19	326	
Treinamento Gerencial	Sim	51	196	30,52	216,48	247	1,92E-09
	Não	3	187	23,48	166,52	190	
Treinamento p/ Pessoal Técnico	Sim	53	264	39,17	277,83	317	6,68E-06
	Não	1	119	14,83	105,17	120	
Treinamento p/ Melhoria Qualidade	Sim	49	141	23,48	166,52	190	7,23E-14
	Não	5	242	30,52	216,48	247	
Treinamento em Tecnologia / E.S.	Sim	44	173	26,81	190,19	217	5,85E-07
	Não	10	210	27,19	192,81	220	
Particip. Empregados nos Resultados	Sim	34	151	22,86	162,14	185	0,001048
	Não	20	232	31,14	220,86	252	

Tabela 5.21 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Gestão de Pessoas

Variáveis		Geral			Certificadas			Não Certificadas		
		Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val
Times e Círculos CQ	Sim	137	31,4	100,0	28	51,9	100,0	109	28,5	100,0
	Não	300	68,6	100,0	26	48,1	100,0	274	71,5	100,0
Programas de Sugestões	Sim	79	18,1	100,0	25	46,3	100,0	54	14,1	100,0
	Não	358	81,9	100,0	29	53,7	100,0	329	85,9	100,0
Reun Trabalho p/ Solução Problemas	Sim	386	88,3	100,0	51	94,4	100,0	335	87,5	100,0
	Não	51	11,7	100,0	3	5,6	100,0	48	12,5	100,0
Proced. Informais p/Sol. Problemas	Sim	225	51,5	100,0	28	51,9	100,0	197	51,4	100,0
	Não	212	48,5	100,0	26	48,1	100,0	186	48,6	100,0
Outras formas Participação	Sim	11	2,5	100,0	2	3,7	100,0	9	2,3	100,0
	Não	426	97,5	100,0	52	96,3	100,0	374	97,7	100,0
Aval Desempenho de Empregados	Sim	141	32,3	99,3	28	51,9	100,0	113	29,5	99,2
	Não	293	67,0	99,3	26	48,1	100,0	267	69,7	99,2
Aval. Satisfação de Empregados	Sim	108	24,7	99,3	29	53,7	98,1	79	20,6	99,5
	Não	326	74,6	99,3	24	44,4	98,1	302	78,9	99,5
Treinamento Gerencial	Sim	247	56,5	100,0	51	94,4	100,0	196	51,2	100,0
	Não	190	43,5	100,0	3	5,6	100,0	187	48,8	100,0
Treinamento p/ Pessoal Técnico	Sim	317	72,5	100,0	53	98,1	100,0	264	68,9	100,0
	Não	120	27,5	100,0	1	1,9	100,0	119	31,1	100,0
Treinamento p/ Melhoria Qualidade	Sim	190	43,5	100,0	49	90,7	100,0	141	36,8	100,0
	Não	247	56,5	100,0	5	9,3	100,0	242	63,2	100,0
Treinamento em Tecnologia / E.S.	Sim	217	49,7	100,0	44	81,5	100,0	173	45,2	100,0
	Não	220	50,3	100,0	10	18,5	100,0	210	54,8	100,0
Particip. Empregados nos Resultados	Sim	185	42,3	100,0	34	63,0	100,0	151	39,4	100,0
	Não	252	57,7	100,0	20	37,0	100,0	232	60,6	100,0

9. O nono conjunto identifica os métodos utilizados no “Relacionamento com o Cliente”. A primeira tabela (Tab. 5.22) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda (Tab. 5.23) apresenta sua Distribuição de Freqüência.

Tabela 5.22 – Tabelas de Contingência - Relacionamento Cliente

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Pesquisa Expectativa Clientes	Sim	27	62	11,10	77,90	89	1,04E-08
	Não	27	317	42,90	301,10	344	
Pesquisa Satisfação Clientes	Sim	42	85	15,88	111,13	127	7,28E-17
	Não	12	293	38,13	266,88	305	
Call Center	Sim	32	102	16,56	117,44	134	1,13E-06
	Não	22	281	37,44	265,56	303	
CRM	Sim	9	23	3,95	28,05	32	0,004871
	Não	45	360	50,05	354,95	405	
Suporte Técnico	Sim	42	223	32,75	232,25	265	0,005898
	Não	12	160	21,25	150,75	172	
Suporte Remoto p/Internet	Sim	33	197	28,42	201,58	230	<b>0,182519</b>
	Não	21	186	25,58	181,42	207	
Suporte Remoto p/Telefone	Sim	42	260	37,32	264,68	302	<b>0,140772</b>
	Não	12	123	16,68	118,32	135	
Visitas Periódicas a Clientes	Sim	39	242	34,72	246,28	281	<b>0,194428</b>
	Não	15	141	19,28	136,72	156	
Outras Estruturas de Atendimento	Sim	4	11	1,85	13,15	15	<b>0,086576</b>
	Não	50	372	52,15	369,85	422	
Uso de Feed-Back dos Clientes	Sim	40	153	24,07	168,93	193	3,13E-06
	Não	14	226	29,93	210,07	240	

Verifica-se que são independentes (variáveis nas quais  $\alpha_\chi > 5,00\%$  e, portanto, aceita-se  $H_0$ ) em relação à Certificação o uso de “Suporte Remoto pela Internet”, “Suporte Remoto por Telefone”, “Visitas Periódicas a Clientes” e “Outras Estruturas de Atendimento”.

Repete-se aqui a constatação de que a maioria das certificadas adota a maior parte dos diversos tipos de estruturas para atendimento ao cliente, com exceção de “CRM” e “Outras Estruturas de Atendimento”. Quanto às não-certificadas, além dessas, também não adotam “Pesquisa de Expectativa de Clientes”, “Pesquisa de Satisfação de Clientes”, “Call Centers” e “Uso de Feed-Back dos Clientes”. Também para esse conjunto de variáveis, as organizações certificadas apresentam maior índice de utilização para todas as técnicas observadas. Mais uma vez percebe-se uma vantagem das organizações certificadas em relação às não-certificadas. E, mais uma vez, constata-se que estas se limitam a fazer uso dos métodos mais *tradicionais* de relacionamento

com o cliente. Na verdade, o grande diferencial entre os dois grupos de empresas se concentra nas variáveis que ultrapassam um sistema meramente de “atendimento ao cliente”, caracterizando uma preocupação com o “relacionamento com o cliente” e com a sua “satisfação”; são essas as variáveis “Pesquisa de Expectativa de Clientes”, “Pesquisa de Satisfação de Clientes” e “Uso de Feed-back dos Clientes”. Tendo em vista que a nova versão da norma de referência para certificação, a NBR ISO 9001:2000 é mais rigorosa e específica no que diz respeito a esse aspecto, é de se esperar que esta diferenciação se aprofunde nos próximos anos.

Tabela 5.23 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Relacionamento Cliente

Variáveis		Geral			Certificadas			Não Certificadas		
		Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val
Pesquisa Expectativa Clientes	Sim	89	20,4	99,1	27	50,0	100,0	62	16,2	99,0
	Não	344	78,7		27	50,0		317	82,8	
Pesquisa Satisfação Clientes	Sim	127	29,1	98,9	42	77,8	100,0	85	22,2	98,7
	Não	305	69,8		12	22,2		293	76,5	
Call Center	Sim	134	30,7	100,0	32	59,3	100,0	102	26,6	100,0
	Não	303	69,3		22	40,7		281	73,4	
CRM	Sim	32	7,3	100,0	9	16,7	100,0	23	6,0	100,0
	Não	405	92,7		45	83,3		360	94,0	
Suporte Técnico	Sim	265	60,6	100,0	42	77,8	100,0	223	58,2	100,0
	Não	172	39,4		12	22,2		160	41,8	
Suporte Remoto p/Internet	Sim	230	52,6	100,0	33	61,1	100,0	197	51,4	100,0
	Não	207	47,4		21	38,9		186	48,6	
Suporte Remoto p/Telefone	Sim	302	69,1	100,0	42	77,8	100,0	260	67,9	100,0
	Não	135	30,9		12	22,2		123	32,1	
Visitas Periódicas a Clientes	Sim	281	64,3	100,0	39	72,2	100,0	242	63,2	100,0
	Não	156	35,7		15	27,8		141	36,8	
Outras Estruturas de Atendimento	Sim	15	3,4	100,0	4	7,4	100,0	11	2,9	100,0
	Não	422	96,6		50	92,6		372	97,1	
Uso de Feed-Back dos Clientes	Sim	193	44,2	99,1	40	74,1	100,0	153	39,9	99,0
	Não	240	54,9		14	25,9		226	59,0	

10. O décimo grupo apresenta as práticas relacionadas à “Gestão da Qualidade” adotadas. A primeira tabela (Tab. 5.24) corresponde à Tabela de Contingência para essas variáveis, permitindo que se verifique sua independência em relação à Certificação. A segunda (Tab. 5.25) apresenta sua Distribuição de Freqüência.

Nessa tabela, uma única variável foi constada como independente (variável na qual  $\alpha_{\chi} > 5,00\%$  e, portanto, aceita-se  $H_0$ ) em relação à Certificação; “Avaliação de Produtos pelas Normas de Referência ISO/IEC 9126 e NBR ISO/IEC 12119”.

Tabela 5.24 – Tabelas de Contingência - Gestão da Qualidade

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\gamma$ )
		Certif.	Não-Cert.	Certif.	Não-Cert.		
Aval. Produtos (9126 e 12119)	Sim	9	41	5,28	44,72	50	<b>0,066801</b>
	Não	33	315	36,72	311,28	348	
Planejamento Estratégico	Sim	37	122	19,74	139,26	159	1,87E-07
	Não	17	259	34,26	241,74	276	
Métricas para Qualidade	Sim	26	74	12,36	87,64	100	2,35E-06
	Não	28	309	41,64	295,36	337	
Métricas para Produtividade	Sim	28	114	17,55	124,45	142	0,001178
	Não	26	269	36,45	258,55	295	
Apropriação de Custos Qualidade	Sim	25	68	11,44	81,56	93	1,32E-06
	Não	28	310	41,56	296,44	338	
Responsável por Gestão Qualidade	Sim	53	149	24,96	177,04	202	2,96E-16
	Não	1	234	29,04	205,96	235	
Exigência de Qualidade de Terceiros	Sim	24	56	9,89	70,11	80	1,12E-07
	Não	30	327	44,11	312,89	357	

Tabela 5.25 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Gestão da Qualidade

Variáveis		Geral			Certificadas			Não Certificadas		
		Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val	Qtd.	%Tot.	% Val
Aval. Produtos (9126 e 12119)	Sim	50	11,4	91,1	9	16,7	77,8	41	10,7	93,0
	Não	348	79,6		33	61,1		315	82,2	
Planejamento Estratégico	Sim	159	36,4	99,5	37	68,5	100,0	122	31,9	99,5
	Não	276	63,2		17	31,5		259	67,6	
Métricas para Qualidade	Sim	100	22,9	100,0	26	48,1	100,0	74	19,3	100,0
	Não	337	77,1		28	51,9		309	80,7	
Métricas para Produtividade	Sim	142	32,5	100,0	28	51,9	100,0	114	29,8	100,0
	Não	295	67,5		26	48,1		269	70,2	
Apropriação de Custos Qualidade	Sim	93	21,3	98,6	25	46,3	98,1	68	17,8	98,7
	Não	338	77,3		28	51,9		310	80,9	
Responsável por Gestão Qualidade	Sim	202	46,2	100,0	53	98,1	100,0	149	38,9	100,0
	Não	235	53,8		1	1,9		234	61,1	
Exigência de Qual. de Terceiros	Sim	80	18,3	100,0	24	44,4	100,0	56	14,6	100,0
	Não	357	81,7		30	55,6		327	85,4	

A maioria das organizações certificadas não adota os métodos de “Avaliação de Produtos pelas Normas ISO 9126 e 12119”, “Métricas para a Qualidade”, “Apropriação de Custos da Qualidade” e “Exigência de Qualidade de Terceiros”. Já as não certificadas não adotam majoritariamente nenhuma das técnicas e métodos de Gestão da Qualidade. Novamente as certificadas apresentam maiores índices de utilização para todas as técnicas observadas.

A despeito do resultado positivo obtido pelas organizações certificadas em comparação com as não-certificadas, os valores apresentados encontram-se em patamares muito abaixo do esperado; especialmente para este grupo de variáveis, que relacionam-se diretamente com Sistema de Gestão da Qualidade. Salta aos olhos o

baixo percentual de empresas que afirmam “Exigir Qualidade de Terceiros” (apenas 44,4% delas), uma vez que este é um requisito mandatório da Norma NBR ISO 9001.

Chama a atenção, também, o fato da diferenciação entre os grupos no que se refere à “Avaliação de Produtos pelas Normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 12119” não ser significativa. Tal fato evidencia que, a despeito ter sido constatado anteriormente que as organizações certificadas evidenciam um maior cuidado com o Controle da Qualidade, este não vem sendo feito de um modo metodologicamente consistente.

11. Nesta última análise deste tratamento, fez-se um excerto das análises já realizadas no presente capítulo de modo a que se observe, de maneira agregada, apenas um conjunto de variáveis que pode ser considerado como *relevante* do ponto de vista da Engenharia de Software.

Para a seleção dessas variáveis, recorreu-se a considerar como críticas aquelas que obtiveram maior votação na pesquisa de campo junto a especialistas descrita no Capítulo 4. Para tanto, foram selecionadas de cada um dos grupos de variáveis que compuseram aquela pesquisa, aquelas que se classificaram, em virtude de sua votação, no 1º Quartil em relação à pontuação obtida (vide Tabelas 4.19, 4.20, 4.21 e 4.22, no Capítulo 4 deste trabalho).

Assim, tendo em vista que o primeiro grupo das variáveis relativas a “Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento e Manutenção” foi composto por um total de 15 variáveis, foram selecionadas as 4 com maior pontuação ( $15 \div 4 = 3,75 \sim 4$ ). Do mesmo modo, para grupo das “Ferramentas”, composto por 4 variáveis, foi selecionada 1 ( $4 \div 4 = 1$ ). Para o grupo de variáveis de “Documentação” foram selecionadas 5 do total de 19 variáveis ( $19 \div 4 = 4,75 \sim 5$ ). E, finalmente, para o grupo de “Práticas de Engenharia de Software na Avaliação da Qualidade de Produtos”, das 10 variáveis que o compõe, selecionou-se 3 ( $10 \div 4 = 2,5 \sim 3$ ).

A tabela a seguir apresenta o conjunto de variáveis selecionadas para cada um dos grupos citados com suas respectivas pontuações (votações).

Tabela 5.26 – Variáveis Relevantes para a Engenharia de Software

Quesito	Nº	Variáveis	Votação
Práticas de E. S. no Desenvolvimento (Tab. 4.19)	1	Especificação de Requisitos	0,91
	2	Modelagem de Dados	0,81
	3	Controle de Versão	0,77
	4	Projeto de Interface com o Usuário	0,72
Ferramentas (Tab. 4.21)	1	Gerenciador de Projetos	0,66
Documentação (Tab. 4.20)	1	Especificação do Sistema	0,86
	2	Documentação no Código	0,79
	3	Documentação do Processo de Software	0,78
	4	Documentação de Programas	0,77
	5	Plano de Testes	0,76
Práticas de E. S. na Avaliação da Qualidade do Produto (Tab. 4.22)	1	Teste de Aceitação	0,78
	2	Teste de Integração	0,76
	3	Testes Funcionais	0,75

Observa-se que somente é independente<sup>12</sup> (variáveis nas quais  $\alpha_\chi > 5,00\%$  e, portanto, aceita-se  $H_0$ ) em relação à Certificação a “Especificação de Sistemas”. Essa variável refere-se a uma prática adotada pela maioria das organizações (com percentuais de utilização superiores a 50% das organizações)<sup>13</sup>.

Todas as demais variáveis são adotadas pela maior parte das empresas certificadas; a maioria das não-certificadas não adotam “Gerenciador de Projetos”, “Documentação do Processo de Software”, “Plano de Testes” e “Testes de Integração”. Portanto, as certificadas apresentam maior índice de utilização para todas as variáveis.

Mais uma vez se observou um resultado mais favorável para as organizações certificadas. É importante notar que, para todas as variáveis consideradas como críticas, o índice de utilização destas empresas ficou acima dos 50%; e que, em 8 das 13 variáveis selecionadas, este índice superou os 75%. Em outras palavras, relativamente às variáveis críticas, o desempenho das organizações certificadas pode ser entendido como razoavelmente adequado. Já as não-certificadas apresentaram 4, dentre as 13 variáveis consideradas, com índices de utilização abaixo da metade das empresas; sendo que as demais variáveis apresentaram resultados sempre muito próximos dos 50%.

Isso demonstra que, particularmente em relação a estas variáveis, o desempenho das organizações certificadas é significativamente superior ao das que não o são.

<sup>12</sup> Para os Testes de Independência vide as Tabelas de Contingência 5.11, 5.13, 5.15 e 5.17, respectivamente.

<sup>13</sup> Para as Distribuições de Freqüências e Índices Percentuais, vide as Tabelas 5.12, 5.14, 5.16 e 5.18.

### **5.5.2 Tratamento 2 – Empresas com “Boas Práticas”**

Nessa etapa do estudo, o que se procurou observar foi o comportamento das organizações que, pelas respostas dadas ao questionário, podem ser consideradas como empresas que adotam aquilo que pode ser denominado como “boas práticas” em Gestão da Qualidade e Engenharia de Software.

Para a conformação dessa amostra, foram utilizadas as variáveis “consolidadas” (as 10 variáveis dependentes utilizadas na Análise de Correspondência Múltipla, Seção 5.4.2 deste Capítulo) com seus respectivos valores binários, atribuídos a cada uma das organizações participantes (vide Apêndice II).

A cada uma dessas organizações foi atribuída uma pontuação correspondente ao somatório dos valores “SIM” apresentados pelas mesmas no conjunto das 10 variáveis consideradas.

Foram assumidas como organizações que apresentam “boas práticas” em Gestão da Qualidade e Engenharia de Software aquelas pertencentes ao 1º e ao 2º Decil da pontuação obtida; ou seja, os 20% das organizações que apresentaram melhor pontuação (valores entre 7 e 10, o que significa um mínimo de 7 respostas “SIM” no conjunto de 10 variáveis).

De um total de 437 empresas, 20% dessas representariam 87 empresas. Entretanto, como a pontuação atribuída caracteriza-se como uma variável inteira entre 0 e 10, esse conjunto acabou sendo composto por um total de 100 organizações.

O objetivo desta etapa do estudo foi a busca de uma maior percepção do comportamento das empresas que foram consideradas como aquelas que adotam as melhores práticas tanto de Engenharia de Software, quanto de Engenharia da Qualidade. Além disso, objetivou-se, também, observar se a posse de uma Certificação pode ser considerada como fator determinante para que uma organização faça parte desse grupo específico de empresas.

A fim de efetuar-se uma análise desse conjunto de 100 organizações, foram estabelecidas questões que serviram de referência para a investigação. A seguir, são apresentadas essas questões, bem como as métricas utilizadas para a análise e as observações delas decorrentes:

- ***Questão 1:***

Existe uma quantidade representativa de organizações que adotam as “boas práticas” que não são certificadas?

- ***Métrica1:***

➢ Quantidade de empresas com “boas práticas” que não possuem Certificação.

No conjunto das 100 organizações classificadas como utilizadoras das “boas práticas”, 63 delas foram identificadas como não-certificadas; valor que representa 63,0% desse conjunto de empresas e 16,45% do total de 383 empresas não-certificadas que compõem a amostra da pesquisa.

Observa-se, portanto, a existência de um contingente significativo de empresas com “boas práticas” que não são certificadas. Contudo, estas representam uma pequena parcela do total de organizações não certificadas.

Cabe ressaltar, especialmente para aqueles que formulam políticas públicas ou que tenham atuação profissional na área de Certificação, que essas 63 organizações podem ser consideradas como empresas com elevado potencial para se certificarem.

- ***Questão 2:***

Existe uma quantidade representativa de organizações certificadas que não adotam “as boas práticas”?

- ***Métrica2:***

➢ Quantidade de empresas certificadas que não possuem ‘boas práticas’.

No conjunto das 100 empresas com boas práticas, 37 são certificadas ISO 9001 com software no escopo ou CMM (37,0% desse conjunto) – ou seja, empresas com certificação específica para o desenvolvimento de software. Essas, representam 68,52% do total de 54 empresas certificadas que participaram da pesquisa. Foram, portanto, identificadas 17 organizações com Sistema de Gestão da Qualidade Certificado especificamente para software mas que não foram enquadradas como possuidoras de “boas práticas”. Esse número representa 31,48% do total das empresas certificadas.

O contingente de organizações identificadas nessa situação, a despeito de representar a minoria das empresas certificadas, pode ser entendido como

consideravelmente elevado, uma vez que representa quase  $\frac{1}{3}$  desse total. Essas empresas apresentam uma situação a ser considerada com um desvio em relação ao que seria esperado, indicando que a Certificação não assegura que as empresas que a possuem atuem do modo que, a princípio, seria presumido.

É de se supor que essa situação ocorra, primordialmente, em virtude das especificidades do setor de software e das dificuldades que daí decorrem no sentido de interpretar e adaptar esses padrões normativos às atividades desse setor. Porém, espera-se que, a partir da nova versão dessa norma (ISO 9001:2000), cuja estruturação é essencialmente baseada em processos e é menos atrelada aos conceitos inerentes à manufatura, esse fenômeno venha a ser minimizado.

- ***Questão 3:***

As organizações não-certificadas que adotam as “boas práticas” não possuem a Certificação por não terem interesse comercial nesta?

- ***Métrica3:***

➢ Quantidade de empresas não-certificadas pertencentes ao grupo com “boas práticas” que não comercializam software.

Uma análise do perfil das 63 empresas não-certificadas que apresentam as “boas práticas” resultou nos seguintes valores:

Somente 5 delas não comercializam software.

Dentre as 58 que comercializam software:

- 7 são certificadas ISO 9001 sem que software esteja incluído em seu escopo;
- 1 é certificada ISO 9002;
- 8 possuem Sistema de Gestão da Qualidade implantado mas não são certificadas;
- 29 estão em processo de implantação de seu Sistema de Gestão da Qualidade;
- 13 não possuem SGQ;

Tendo em vista que apenas 5 empresas nessa situação não comercializam software, não se pode inferir que as empresas classificadas entre as *melhores* não optaram pela Certificação por questões comerciais. Por outro lado, a existência de 2 empresas que não comercializam software mas que são certificadas indica que, para essas empresas, a Certificação não se deu por motivações mercadológicas.

Além disso, a observação dos números aponta, mais uma vez, para a existência de um razoável potencial para a expansão das Certificações. Excluindo-se as 5 empresas que não comercializam software e as 8 que já possuem certificação, resulta em um total de 50 empresas candidatas potenciais a novas certificações. Esse número representa um contingente igual a 11,44% do total de empresas participantes da pesquisa. É de se supor, no entanto, que dentre as 29 organizações que declararam estar em processo de implantação de seu Sistema de Gestão da Qualidade, muitas delas podem estar fazendo com vistas a uma futura Certificação.

É importante, ainda, que se chame a atenção para o fato de que, das 63 empresas que – de acordo com os objetivos do presente trabalho – foram consideradas como sendo não-certificadas mas que declaram comercializarem software, 8 delas possuem Certificação, sendo 1 certificada NBR ISO 9002 e 7 certificadas NBR ISO 9001 sem a inclusão de software em seu “escopo de certificação”. Esse fato representa uma visível distorção naquilo que se imagina representar uma Certificação.

Todavia, cabe ressaltar que esse fenômeno é amplamente reconhecido e se apresenta em escala mundial. Tanto que há muito vem sendo debatido no âmbito dos mais variados fóruns envolvidos no contexto da Certificação ISO Série 9000. O resultado dessa preocupação se traduziu em uma tentativa de minimizar tais situações quando da recente revisão dessa série de Normas. Há, no setor, uma expectativa de que, a partir da entrada definitiva em vigência da nova Norma ISO 9000:2000 – fato que se deu a partir de 15 de dezembro de 2003 – situações como essa não voltem a ser observadas.

- ***Questão 4:***

As organizações certificadas que não adotam as “boas práticas” são aquelas que não têm um Sistema de Gestão da Qualidade baseado em um modelo adequado para as atividades de desenvolvimento de software (Norma NBR ISO 9001 não interpretada de maneira correta para as atividades de software)?

- ***Métrica 4:***

➢ Quantidade de respostas “SIM” para as variáveis diretamente relacionadas às atividades de desenvolvimento de software dadas pelas organizações certificadas que não foram classificadas na amostra. Essas variáveis são: “Conhecimento de

Normas”, “Formalização de Processos”, “Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento e Manutenção de Produtos”, “Documentação Adotada” e “Práticas e Engenharia de Software na Avaliação da Qualidade dos Produtos”.

Para essa análise, foram consideradas como adequadas para o desenvolvimento de software as empresas que apresentaram 4 ou 5 respostas “SIM” para as 5 variáveis tidas como diretamente relacionadas a essa atividade. Das 17 empresas certificadas que não foram incluídas no grupo das 100 que apresentam “boas práticas”, 16 (94,1% delas) apresentam valores inferiores a 4; sendo, portanto, consideradas como “não adequadas” ao desenvolvimento de software.

Esse número corroboram a presunção apresentada quando da análise da *Questão 2*, de que existe uma dificuldade na adaptação dos padrões normativos em tela às atividades de desenvolvimento de software. Acresça-se a isso uma notória escassez de auditores e especialistas em Qualidade de Software no mercado de Certificações.

Mais uma vez cabe ressaltar a expectativa de que esse fenômeno venha a ser minimizado quando da plena vigência da nova versão da norma (ISO 9001:2000).

- ***Questão 5:***

As organizações certificadas que não adotam as “boas práticas” não possuem práticas adequadas em relação à Gestão da Qualidade?

- ***Métrica 5:***

» Quantidade de respostas “SIM” para as variáveis relacionadas às atividades de Gestão da Qualidade dadas pelas organizações certificadas que não foram classificadas na amostra. Estas são: “Qualificação de Pessoal”, “Gestão de Pessoas”, “Relacionamento com o Cliente” e “Gestão da Qualidade”.

Apenas 1, dentre as 17 empresas não incluídas no grupo das “boas práticas”, apresentou bons resultados em relação às práticas relacionadas ao desenvolvimento de software mas resultados ruins em relação às demais práticas, que são mais associadas à Gestão da Qualidade propriamente dita.

Este caso se caracteriza como uma visível anormalidade, uma vez que os processos de certificação ISO Série 9000 se concentram com muito mais rigor nas

práticas relacionadas à Gestão da Qualidade do que à Engenharia de Software. Todavia, como se trata de apenas um caso, o valor não pode ser considerado como representativo, podendo indicar, dentre outras hipóteses, uma distorção no preenchimento do questionário. Somente uma investigação específica poderia permitir a exata identificação do que de fato ocorreu.

- ***Questão 6:***

As organizações que adotam as “boas práticas” de Engenharia de Software também possuem “boas práticas” em relação à Gestão da Qualidade?

- ***Métrica 6:***

➤ Quantidade de organizações não-certificadas que apresentam bons resultados nas variáveis relacionadas ao desenvolvimento de software.

Do total das 383 organizações não-certificadas que compõem a amostra, apenas 72 (18,80%) demonstraram adotar as práticas adequadas para o desenvolvimento de software, somando 4 ou 5 respostas “SIM” nas variáveis específicas. Dessas, 51 – que representam 70,83% das 72 com “boas práticas” – estão entre as 63 que apresentam “boas práticas” em todo o conjunto. As demais 21 empresas – os 29,17% restantes –, a despeito de adotarem as práticas adequadas para o desenvolvimento de software ainda precisariam evoluir em seu Sistema de Gestão da Qualidade a fim de se enquadrarem no grupo de empresas com “boas práticas”.

Percebe-se, pelos percentuais indicados, uma razoável associação entre as práticas de Engenharia de Software e as de Gestão da Qualidade.

- ***Questão 7:***

As organizações que adotam as “boas práticas” de Gestão da Qualidade, também o fazem em relação à Engenharia de Software?

- ***Métrica 7:***

➤ Quantidade de organizações certificadas que apresentam bons resultados nas variáveis relacionadas ao desenvolvimento de software .

No total de 37 empresas certificadas pertencentes ao grupo das 100 melhores, foram identificadas 6 organizações (11,11%) que, a despeito de apresentarem uma boa pontuação no conjunto das práticas (7 ou mais respostas “SIM”), ficaram aquém do desejável no que se refere às práticas adequadas para desenvolvimento de software (abaixo de 4 respostas “SIM”). Essas, somadas às 16 empresas certificadas que não integraram esse grupo por apresentar baixa pontuação (menos de 4 respostas “SIM” às questões específicas – vide o item Observações 4 do presente capítulo), perfazem um total de 22 empresas certificadas – 40,74% das 54 certificadas – que não adotam os métodos recomendados para o desenvolvimento de software.

Os 40,74% de organizações certificadas que não adotam os métodos recomendados pela Engenharia de Software evidenciam problema no que se relaciona à garantia da qualidade do produto fornecido. O percentual – consideravelmente elevado – explica porque as análises anteriores evidenciaram que a Certificação não assegura que as empresas que a detêm adotem as práticas recomendadas.

## 5.6 CONCLUSÕES

Nas seções antecedentes foram descritos os tratamentos aos quais foi submetida a base de dados originada da pesquisa Sepin 2001. Concomitantemente, foram apresentadas as observações decorrentes das análises dos resultados desses tratamentos. Essas observações serão agora resgatadas – de forma sintetizada – e confrontadas, permitindo, assim, a elaboração das inferências que possibilitam a verificação da validade das hipóteses iniciais.

- i. As organizações que possuem Sistema de Gestão da Qualidade se distinguem das que não o possuem e associam-se positivamente a respostas afirmativas para as práticas de relacionamento com o cliente, gestão da qualidade, gestão de pessoas, conhecimento das normas e formalização de processos.
- ii. Identifica-se uma associação entre a Formalização dos Processos e as práticas de Engenharia de Software, adequação da Documentação e Gestão da Qualidade.
- iii. As organizações certificadas apresentaram respostas majoritariamente positivas para as variáveis do estudo; situação inversa da apresentada pelas não-certificadas.

- iv. Os resultados dos Testes de Independência aplicados levam a se admitir que as 10 variáveis consideradas são, todas elas, dependentes do fato da organização possuir ou não um Sistema de Gestão da Qualidade Certificado para software.
- v. Há uma associação entre as variáveis relativas a Engenharia de Software e Documentação. Essas, por sua vez, associam-se às variáveis “Gestão de Pessoas”, “Relacionamento com o Cliente” e “Qualificação do Pessoal”. Há, ainda, uma associação entre essas e a variável “Formalização de Processos”. O outro agrupamento é definido pelas variáveis “Conhecimento de Normas”, “Gestão da Qualidade”, “Ferramentas Utilizadas” e “Sistema de Gestão da Qualidade Certificado”.
- vi. Para as empresas certificadas, se repete a associação entre as variáveis “Qualificação do Pessoal” e “Gestão de Pessoas” e entre “Engenharia de Software no Desenvolvimento”, “Documentação Adotada” e “Engenharia de Software na Avaliação de Produtos”. Nesse grupo de empresas, a variável “Relacionamento com o Cliente” aparece associada à “Gestão da Qualidade” e, por sua vez, associam-se de modo menos intenso ao grupo anterior. Finalmente, esse novo agrupamento apresenta um grau de associação bastante fraco com “Formalização de Processos”. As variáveis “Conhecimento de Normas” e “Ferramentas Utilizadas” estão em situação próxima da indiferença.
- vii. Para as organizações não-certificadas, as associações mais fortes são entre as variáveis “Engenharia de Software no Desenvolvimento” e “Documentação Adotada”; que, por sua vez, associam-se a “Engenharia de Software na Avaliação de Produtos”. Formando, mais uma vez, o conjunto de variáveis relativas à Engenharia de Software. Há, ainda, uma associação entre “Gestão de Pessoas” e “Relacionamento com o Cliente” e, a seguir, com “Qualificação do Pessoal”. Mais uma vez, a associação entre essas variáveis e a “Formalização dos Processos” mostra-se razoavelmente fraca. Verifica-se uma associação entre “Gestão da Qualidade” e “Conhecimento das Normas” que, associadas a “Ferramentas Utilizadas”, formam um outro grupo de variáveis dissociadas do primeiro.

Assim sendo, é possível verificar-se a validade das hipóteses inicialmente formuladas e responder às questões inicialmente estabelecidas:

**QUESTÃO 1:** Existe relação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade e as práticas e ferramentas de Engenharia de Software utilizadas nas organizações para o desenvolvimento e manutenção de software?

**Hipótese Nula 1 (H<sub>01</sub>):** A correlação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em modelos específicos para desenvolvimento de software e as práticas e ferramentas de Engenharia de Software utilizadas pelas organizações não é significativa.

- Pelo que foi observado, rejeita-se essa Hipótese.

**QUESTÃO 2:** Existe relação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade e as práticas e ferramentas de Engenharia da Qualidade utilizadas nas organizações para o desenvolvimento e manutenção de software?

**Hipótese Nula 2 (H<sub>02</sub>):** A correlação entre a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em modelos específicos para desenvolvimento de software e as práticas e ferramentas de Engenharia da Qualidade utilizadas pelas organizações não é significativa.

- Do mesmo modo, as conclusões do estudo levam à rejeição da Hipótese Nula.

Portanto, a partir da verificação – e rejeição – dessas hipótese e das observações realizadas, é possível inferir-se as seguintes conclusões:

- I. A Certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade para desenvolvimento de software está relacionada com as práticas de Gestão da Qualidade e com o nível de conhecimento dos modelos normatizados.
- II. As diversas práticas ligadas à Engenharia de Software (incluindo a Documentação dos Processos) encontram-se fortemente associadas à Certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade. Por outro lado, não é raro que empresas não certificadas também adotem tais práticas.

- III. Não há correlações significativas entre o nível de Formalização dos Processos e a utilização sistemática das práticas de Engenharia de Software ou de Engenharia da Qualidade no contexto de realização do estudo.
- IV. A Qualificação do Pessoal, a Gestão de Pessoas e o Relacionamento com o Cliente são mais fortemente vinculados à adoção das práticas de Engenharia de Software. Contudo, as empresas certificadas tendem a apresentar uma situação mais positiva em relação a essas questões.
- V. A despeito da correlação entre o fato das organizações possuírem Sistema de Gestão da Qualidade Certificado e adotarem as “boas práticas” tanto de Engenharia de Software, quanto de Engenharia da Qualidade não ser significativa de forma absoluta em todas as análises realizadas, essas organizações demonstram uma situação bastante mais positiva em relação a estas práticas do que aquelas que não são certificadas.

Portando, conclui-se pelo estudo realizado que o fato de uma organização possuir um Sistema de Gestão da Qualidade *Certificado* para desenvolvimento de software não assegura de modo absoluto que essa organização faça uso, de modo consistente e sistemático, das “boas práticas” de Engenharia de Software e de Engenharia da Qualidade. Ou seja, há evidências de que existem organizações nessa situação que não adotam tais práticas. Do mesmo modo, existem organizações que não adotam os modelos considerados mas que possuem as práticas recomendadas. Contudo, é possível assumir-se uma real expectativa de que as práticas relacionadas tanto à Engenharia de Software, quanto à Engenharia da Qualidade adotadas pelas organizações que possuem Sistema de Gestão da Qualidade formalmente estabelecido venham a ser superiores àquelas praticadas pelas organizações *não-certificadas*. Em outras palavras, as empresas certificadas que participaram da pesquisa possuem, em média, práticas bem mais adequadas no que diz respeito à Gestão da Qualidade e à Engenharia de Software do que aquelas que não o são.

Tais resultados apóiam de forma consistente, por exemplo, a utilização de Sistemas de Gestão da Qualidade formalmente avaliados como fator determinante na escolha de organizações para contratação.

## 6. SEGUNDO ESTUDO: ORGANIZAÇÕES ISO 9001 E CMM

### 6.1 INTRODUÇÃO

No capítulo anterior, o estudo realizado permitiu que se verificasse a validade da hipótese inicial do presente estudo. Todavia, se for levado em conta o objetivo inicialmente traçado para o trabalho, qual seja, o de:

*“Aprofundar o conhecimento acerca da indústria de software no Brasil, avaliando, particularmente, os impactos da adoção dos diversos modelos formais, padrões e técnicas propugnados pela Engenharia da Qualidade e pela Engenharia de Software nessa indústria no que tange às práticas de Gestão da Qualidade e Engenharia de Software”.*

percebe-se que a observação dos resultados até aqui alcançados, aliada a uma análise das condições de realização da pesquisa Sepin e dos dados por ela produzidos, suscita algumas questões que esses mesmos dados não se mostram capazes de responder.

Algumas questões merecem destaque. Em primeiro lugar, o fato de que, quando da realização da pesquisa de campo, a versão da Norma NBR ISO 9001 que então vigorava era a de 1994. Desde então, foi publicada uma nova versão da Norma (Versão 2000) que introduziu modificações bastante substanciais, tendo como principal a assunção, como pressuposto, de uma abordagem baseada em processos (NBR ISO 9000:2000). No contexto da indústria de software, é de se esperar que a adoção dessa norma contribua, de forma efetiva, para uma melhor definição dos processos de software adotados pelas organizações e, por conseguinte, de um maior uso de práticas de Engenharia de Software. É importante destacar que o prazo limite para a migração da versão 1994 para a versão 2000 por parte das empresas certificadas esgotou-se em 15 de dezembro de 2003; tendo sido tornados sem validade os certificados baseados na versão anterior da Norma.

O segundo aspecto a ser considerado é o fato de a amostra utilizada incluir apenas quatro empresas com avaliação formal CMM (duas Nível 2 e duas Nível 3).

Finalmente, cabe observar que, tendo em vista os objetivos precípuos da Pesquisa Sepin, tanto aspectos de caráter mercadológico, quanto os impactos oriundos da adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade não façam parte do escopo do estudo. Por outro lado, a compreensão da realidade da indústria de software no Brasil no que diz respeito aos aspectos relacionados à Gestão da Qualidade e à Engenharia de Software envolve outros fatores que vão além daquilo que se pode observar ou concluir a partir da Pesquisa Sepin. Questões relacionadas às motivações e impactos, do ponto de vista da Gestão Empresarial, nas organizações que adotaram modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade são de fundamental importância para que se possa efetivamente construir um perfil completo dessa indústria.

Assim sendo, neste capítulo descrevemos uma nova pesquisa de campo, complementar à anterior, cujo objetivo é fornecer respostas a esses questionamentos. Ressalva-se aqui que, no momento de sua realização, o conjunto de organizações avaliadas segundo o modelo CMM no Brasil já era consideravelmente maior, o que tornou a pesquisa possível. Tais questionamentos podem ser traduzidos no seguinte conjunto de hipóteses.

### HIPÓTESE 1

*“As organizações que adotam Sistemas de Gestão da Qualidade baseados no modelo NBR ISO 9001:2000 se diferenciam daquelas que o fazem a partir do modelo CMM no que diz respeito às práticas de Engenharia de Software.”*

### HIPÓTESE 2

*“As organizações que adotam Sistemas de Gestão da Qualidade baseados no modelo NBR ISO 9001:2000 se diferenciam daquelas que o fazem a partir do modelo CMM no que diz respeito às práticas de Engenharia da Qualidade.”*

### HIPÓTESE 3

*“A adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade não tem como motivação principal fatores de cunho mercadológico.”*

## HIPÓTESE 4

*“A adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade proporciona impactos efetivamente positivos no que diz respeito à Gestão Organizacional.”*

Com o intuito de verificar a validade dessas hipóteses foi, portanto, conduzido um novo estudo experimental, baseado, mais uma vez, em uma pesquisa de campo (*survey*) envolvendo exclusivamente as empresas desenvolvedoras de software que possuíam Certificação ISO 9001:2000 e/ou haviam sido formalmente avaliadas tendo como referência o modelo CMM.

A seguir é apresentado o estudo realizado, também estruturado segundo o modelo “*Goal, Question, Metric*” (SOLINGEN *et al.*, 1999) e a metodologia proposta por WOHLIN *et al.* (2000) e utilizada por TRAVASSOS *et al.* (2002) e FARIA (2002).

## 6.2 ESTRUTURAÇÃO

### 6.2.1 Objetivos:

#### - Objetivo 1

**Analisar** o conjunto de Práticas de Engenharia de Software adotadas nas organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e avaliadas CMM

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito à** correlação entre as práticas adotadas por essas organizações

**Do ponto de vista** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM

**No contexto** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM no Brasil.

#### - Objetivo 2

**Analisar** o conjunto de Práticas de Engenharia da Qualidade adotadas nas organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e avaliadas CMM

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito à** correlação entre as práticas adotadas por essas organizações

**Do ponto de vista** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM

**No contexto** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM no Brasil.

- *Objetivo 3*

**Analisar** a motivação para a implantação de um modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2000 e/ou CMM

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito às** determinações mercadológicas para a implantação

**Do ponto de vista** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM

**No contexto** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM no Brasil.

- *Objetivo 4*

**Analisar** os impactos decorrentes da implantação de um modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2000 e/ou CMM

**Com o propósito de** compreender

**Com respeito a** impactos positivos na Gestão Organizacional

**Do ponto de vista** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM

**No contexto** das organizações desenvolvedoras de software certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM no Brasil.

### **6.2.2 Quadro de Referência**

**Objeto de estudo:** pesquisa de campo realizada com as organizações desenvolvedoras de software no Brasil que possuem certificação ISO 9001:2000 e/ou são formalmente avaliadas segundo o modelo CMM.

**Perspectiva:** A perspectiva é das próprias organizações desenvolvedoras de software.

**Contexto:** O estudo foi conduzido através de um questionário de preenchimento voluntário distribuído às empresas identificadas como enquadradas nessa situação.

### 6.2.3 Questões e Métricas:

#### - Questão 1:

Existe correlação entre as práticas de Engenharia de Software adotadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as formalmente avaliadas CMM?

**Hipótese Nula 1 ( $H_01$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia de Software utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM não é significativa.

**Hipótese Alternativa 1 ( $H_11$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia de Software utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM é significativa.

#### Métricas:

- Resultados das análises de correlações entre as variáveis associadas à Engenharia de Software para as organizações certificadas ISO 9001:2000 e as formalmente avaliadas CMM.

#### - Questão 2:

Existe correlação entre as práticas de Engenharia da Qualidade adotadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as formalmente avaliadas CMM?

**Hipótese Nula 2 ( $H_02$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia da Qualidade utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM não é significativa.

**Hipótese Alternativa 2 ( $H_12$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia da Qualidade utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM é significativa.

#### Métricas:

- Resultados das análises de correlações entre as variáveis associadas à Engenharia da Qualidade para as organizações certificadas ISO 9001:2000 e as formalmente avaliadas CMM.

#### - Questão 3

A adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade é majoritariamente motivada por determinantes mercadológicos?

**Hipótese Nula 3 ( $H_03$ ):** Os motivadores mercadológicos para a adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade são determinantes em relação aos motivadores de gestão; ou seja, a freqüência é maior.

$F(M)$  - Freqüências observadas para a variável indicadora de motivadores mercadológicos apresentados no questionário utilizado.

$F(G)$  - Freqüências observadas para a variável indicadora de motivadores relacionados à gestão apresentados no questionário utilizado.

**H<sub>o</sub>3:**  $F(M) > F(G)$

**Hipótese Alternativa 3 (H<sub>1</sub>3):** Os motivadores mercadológicos para a adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade não são determinantes em relação aos motivadores de gestão; ou seja, a freqüência observada é menor ou igual.

**H<sub>1</sub>3:**  $F(M) \leq F(G)$

**Métricas:**

- As freqüências de ocorrência das variáveis indicadoras de motivações mercadológicas e de motivações relacionadas à gestão.

- **Questão 4:**

Os impactos da adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade podem ser considerados como positivos do ponto de vista da Gestão Organizacional?

**Hipótese Nula 4 (H<sub>o</sub>4):** O conjunto de impactos na Gestão Organizacional apresentado não é, em sua maior parte, positivo.

*PS* - Conjunto de impactos apresentados como positivos.

*NG* - Conjunto de impactos considerados como negativos.

*ID* - Conjunto de impactos considerados como indiferentes.

**H<sub>o</sub>4:**  $(NG \cup ID) > PS$

**Hipótese Alternativa 4 (H<sub>1</sub>4):** O conjunto de impactos na Gestão Organizacional apresentado é, em sua maior parte, positivo.

**H<sub>1</sub>4:**  $(NG \cup ID) \leq PS$

**Métricas:**

- A lista de impactos decorrentes da adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade na Gestão Organizacional apresentada no questionário.

**6.2.4 Instrumentação**

Como instrumentação da pesquisa, foi elaborado um questionário – apresentado em versão impressa no Apêndice V – composto por duas partes. A primeira delas se compõe por um conjunto de questões que tratam das práticas específicas de Engenharia

de Software e de Engenharia da Qualidade que foram objeto do estudo descrito no capítulo anterior deste trabalho<sup>14</sup>. É importante que se ressalte que não se reproduz aqui o questionário utilizado na Pesquisa Sepin; as perguntas são apresentadas e organizadas de acordo com a formatação com que foram tratadas no presente trabalho. Em outras palavras, caracterizam-se como questões dicotômicas (do tipo “SIM” ou “NÃO”) que espelham diretamente as variáveis utilizadas no estudo, muitas das quais, conforme visto no Capítulo 5, resultaram do agrupamento de variáveis e/ou dos valores possíveis que estas assumem naquele questionário.

A segunda parte é composta por um conjunto de questões fechadas, nas quais foram oferecidas respostas pré-definidas para a seleção. Essas questões buscam traduzir as possíveis motivações para a implantação do modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade e seus impactos na Gestão Organizacional. Nessa parte foram introduzidas algumas questões abertas a fim de verificar-se a existência de alternativas às questões que não foram incluídas no questionário.

Finalmente, o questionário inclui campos específicos com a finalidade de identificar a organização, o responsável pelo preenchimento e a data de sua realização.

Sua apresentação foi feita em meio eletrônico, através de uma planilha Excel que contém alguns mecanismos internos de crítica. Tais mecanismos impediam o encerramento do questionário sem que todas as questões estivessem respondidas e a marcação de múltiplas respostas em um mesmo quesito.

Para a validação do questionário, foi levado em consideração o tamanho reduzido do universo a ser estudado. Essa realidade traz como consequência o fato de que, se alguns dos elementos componentes desse universo fosse escolhido para uma “rodada piloto” com fins de validação do questionário (situação que implicaria em sua exclusão da amostra), o número de elementos que viria a fazer parte da amostra ficaria ainda mais reduzido, o que comprometeria os resultados do estudo. A fim de contornar-se essa situação, ao invés de submeter-se o questionário a organizações que se enquadrassem nas características determinantes do universo a ser estudado – organizações certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas formalmente segundo o modelo CMM – optou-se por submeter o questionário a consultores especializados nos

---

<sup>14</sup> A *Prototipação*, que consta da lista de práticas selecionadas pelos especialistas (Capítulo 5, seção 4.2.5), por se tratar de um paradigma específico de Ciclo de Vida de Software, não foi incluída neste estudo.

processos de implantação desses modelos. Essa solução de contorno partiu da premissa de que tais consultores detêm significativos conhecimentos e experiências acerca dos processos de implantação desses modelos e de seus resultados para as organizações nas quais são implantados; o que os capacita a responder o questionário a partir de uma perspectiva consideravelmente aproximada daquela que caracterizaria as próprias organizações alvo. Assim sendo, o questionário foi submetido à avaliação por parte de 2 profissionais com experiência em implantação do modelo ISO 9001:2000 especificamente em organizações desenvolvedoras de software e 2 profissionais com experiência em implantação do modelo CMM.

#### **6.2.5 Seleção de Contexto**

Os questionários foram distribuídos para cada participante através da Internet – via e-mail diretamente endereçado aos participantes escolhidos – para preenchimento sem acompanhamento. O preenchimento foi voluntário e realizado no tempo e ambiente escolhidos pelo participante. A coleta do mesmo também foi feita através da Internet. Em alguns casos, o pedido de colaboração foi complementado por contato telefônico.

#### **6.2.6 Seleção de Indivíduos**

Os indivíduos foram selecionados através da base de dados da Sepin, considerando-se as organizações que, na pesquisa por ela realizada, foram identificadas como detentoras de certificação ISO 9001 com o desenvolvimento de software incluído no escopo dessa certificação ou que declararam ser formalmente avaliadas pelo modelo CMM (54 organizações). Além dessas, foram incluídas na pesquisa as empresas avaliadas CMM no Brasil até a data da distribuição do questionário, que se iniciou em 02 de dezembro de 2004.

Esse conjunto de organizações certamente não abarcou a totalidade do universo das empresas certificadas ISO 9001 especificamente para desenvolvimento de software. O número exato destas organizações não é conhecido, impossibilitando que se estime o universo total. Todavia, fontes como o CB21 (ABNT), que divulga a totalidade de organizações certificadas no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC – Acreditação Inmetro), e os dados da Pesquisa Sepin permitem

supor que o conjunto pesquisado pode ser considerado como representativo do universo total.

### **6.2.7 Variáveis**

*Variável independente:*

- O modelo de Gestão da Qualidade adotado pela organização (ISO 9001:2000 ou CMM).

*Variáveis dependentes:*

- O conjunto das Práticas de Engenharia de Software adotadas pelas organizações;
- O conjunto das Práticas de Engenharia da Qualidade adotadas pelas organizações;
- O conjunto de motivações para a implantação de um modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade;
- O conjunto de impactos decorrentes da implantação de um modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade.

### **6.2.8 Validade**

a) *Validade do Constructo*

Considerando-se a forma como o estudo foi concebido, sua estruturação, seus objetivos e as relações que se desejava verificar, não foram esperadas ameaças significativas a sua *validade do constructo*.

b) *Validade Interna*

Relativamente ao projeto do estudo, não são esperadas ameaças importantes à *validade interna*. Entretanto, uma vez que o questionário foi respondido por integrantes das próprias organizações e, de um modo geral, por pessoas diretamente relacionadas à implantação dos modelos de Gestão da Qualidade considerados, é de se esperar que as respostas apresentem um viés no sentido de representarem uma situação mais positiva, tanto no que diz respeito às práticas efetivamente adotadas pelas organizações, quanto em relação aos impactos organizacionais decorrentes da implantação do modelo.

Todavia, uma vez que esse viés tende a se manifestar em ambos os conjuntos de comparação, não se espera que sua presença comprometa os resultados do estudo.

*c) Validação Externa*

Uma vez respeitadas as limitações de escopo da pesquisa, *i.e.*, organizações desenvolvedoras de software no Brasil, não há óbices importantes para a generalização dos resultados obtidos. Ressalva-se que, dada a sua natureza, praticamente todas as variáveis dependentes consideradas, assim como as relações verificadas entre estas e as variáveis independentes, são fortemente influenciadas por fatores de ordem cultural e por determinantes históricos. Assim sendo, a generalização para outros contextos não deve ser feita sem uma comparação prévia desses elementos.

*d) Validação de Conclusão*

Tendo em vista que a amostra obtida foi composta por um total de 37 participantes (conforme se encontra detalhado na Seção 6.3.1 do presente Capítulo) – o que caracteriza uma amostra considerada “grande” do ponto de vista estatístico (SPIEGEL, 1971), a mesma pode ser considerada como representativa da população. Considerações mais detalhadas acerca da composição da amostra estão apresentadas na Seção “6.3.1 – Descrição da Amostra”.

A instrumentação utilizada e a escolha do ferramental estatístico empregado permitem que a conclusão do estudo se revista da confiabilidade desejada.

A única ameaça que se pode ressaltar em relação à *validade de conclusão* diz respeito às condições oferecidas para o preenchimento do questionário – a possibilidade de respondê-lo no tempo e ambiente que cada participante considerasse adequado ou que as suas atribuições quotidianas permitissem – podem ter impactado na confiabilidade da medição, uma vez que tais condições podem não ter sido homogêneas para todos os participantes. Todavia, em face da relativa simplicidade do questionário e do fato dos participantes selecionados serem, basicamente, os responsáveis pelos Programas de Qualidade em suas empresas – ou seja, pessoas que dominam perfeitamente o contexto da pesquisa – esses impactos tendem a ser minimizados.

## 6.3 CONSOLIDAÇÃO

A seguir são apresentados a metodologia e os critérios utilizados para a consolidação da pesquisa, bem como uma descrição do perfil da amostra obtida.

### 6.3.1 Descrição da Amostra

O universo de empresas que foram alvo desta pesquisa é composto por dois grupos característicos: empresas certificadas ISO 9001 com atividades de desenvolvimento de software no escopo da certificação e que tomaram parte da pesquisa Sepin cujos dados foram a base do estudo apresentado no capítulo anterior; e as empresas localizadas no Brasil que foram objeto de *avaliação oficial* CMM.

Nas 54 empresas que fazem parte do primeiro grupo foi constatada a seguinte situação:

- 1 empresa encerrou suas atividades;
- 5 empresas não desenvolvem mais software;
- 2 empresas não renovaram sua certificação;
- 6 empresas implantaram e foram oficialmente avaliadas pelo modelo CMM, passando, portanto, a fazer parte do segundo grupo (Empresas CMM) – 4 no Nível 2 e 2 no Nível 3.

Assim sendo, o universo tratado foi reduzido de 54 organizações para 40.

O segundo grupo, composto pelas empresas oficialmente avaliadas segundo o Modelo CMM, é composto por um total de 31 organizações (MCT, 2004). Cabe que se destaque que o total de avaliações CMM considerado pela fonte é de 36. Entretanto, em alguns casos uma mesma empresa tem mais de uma unidade organizacional avaliada (2 dessas empresas têm 2 unidades distintas avaliadas e 1 tem 4 unidades). Assim sendo, para o presente estudo, essas avaliações foram consideradas como um único caso, o que reduziu o universo para os 31 elementos citados. Desse modo, a população considerada foi composta por 22 organizações avaliadas CMM Nível 2; 7 organizações Nível 3; 1 Nível 4 e 1 organização Nível 5. Dentre as 40 empresas que compõem o primeiro grupo – empresas certificadas ISO 9001 – um total de 23 responderam à solicitação e encaminharam seus questionários respondidos, perfazendo uma amostra composta por 57,5 % do universo. Das 31 organizações avaliadas CMM, 14 aceitaram tomar parte na

pesquisa, o que corresponde a 45,2 % do universo. Assim sendo, foi obtida uma amostra formada por um total de 37 elementos.

Todavia, em relação à participação destas últimas na pesquisa, uma ressalva deve ser feita. Dentre as empresas na situação considerada, 9 delas são companhias multinacionais estrangeiras de grande porte. Dessas, apenas 1 aceitou tomar parte na pesquisa. Consideramos tal fato normal, uma vez que tais empresas tendem a ter canais de comunicação mais formais, dificultando o acesso direto ao pessoal envolvido com os processos analisados. Se as excluíssemos do universo, teríamos 13 participações em 22 empresas, o que corresponderia a 59,1 % desse total, valor que indica uma disposição à participação neste tipo de estudo semelhante àquela apresentada pelas certificadas ISO 9001. Devemos, ainda, considerar que muitas dessas empresas reproduzem no Brasil processos definidos em suas matrizes; fato que, em certa medida, faz com que não se enquadrem perfeitamente no âmbito dos objetivos do presente estudo.

Assim, de um universo composto por 71 organizações, a amostra final ficou formada por um total de 37 empresas, representando 52,1% da população considerada (a relação das organizações participantes está apresentada no Apêndice VIII). Logo, a amostra construída pode ser considerada como representativa do universo estudado.

### **6.3.2 Consolidação (Redução) das Variáveis**

Conforme descrito na “Seção 6.2.4 – Instrumentação” do presente capítulo, o questionário utilizado é composto por 2 partes. A primeira delas é composta por questões dicotômicas (do tipo “SIM” e “NÃO”) relacionadas às práticas de Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade. Esse questionário reproduz diretamente o conjunto de variáveis utilizadas neste estudo. Assim sendo, reproduz-se, também, a mesma situação descrita na Seção “5.3 – Dados Utilizados”, do capítulo precedente. Aqui se repete a situação de uma quantidade de variáveis tal que impossibilita um tratamento estatístico adequado. Portanto, fez-se necessário repetir o mesmo processo de redução e consolidação de variáveis a que foram submetidas as variáveis utilizadas no “Estudo Inicial”. O instrumental estatístico utilizado para essa finalidade encontra-se descrito nas Seções “5.4.1 – Consolidação (Redução) das Variáveis” e “5.4.2 - Análise de Correspondência Múltipla”, do capítulo precedente. Obteve-se, assim, o mesmo grupo de 10 variáveis independentes considerados naquele estudo:

*a) Variáveis relacionadas à Engenharia de Software*

- |  |   |
|--|---|
| 1. Conhecimento de Normas<br>2. Formalização de Processos<br>3. Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção | 4. Ferramentas Utilizadas<br>5. Documentação Adotada<br>6. Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produto |
|--|---|

*b) Variáveis relacionadas à Engenharia da Qualidade*

- |  |  |
|--|--|
| 7. Qualificação do Pessoal<br>8. Gestão de Pessoas | 9. Relacionamento com o Cliente<br>10. Gestão da Qualidade |
|--|--|

No Apêndice III estão apresentadas as tabelas de distribuição dos centróides e de conversão para cada um dos conjuntos de variáveis aqui utilizados.

Na segunda parte do questionário há também um grupo de variáveis cujas características se assemelham às aquelas da primeira parte. São as variáveis que dizem respeito à questão que trata das motivações que conduziram as organizações a adoção dos modelos de Gestão da Qualidade aqui abordados. Essa questão, ao indagar sobre as motivações para a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade, oferecia como alternativas de respostas os seguintes itens (com possibilidade de múltiplas marcações):

- Imposição de Clientes (Requisitos Contratuais)
- Princípios / Filosofia da Organização
- Demanda do mercado (não explícita em contratos e/ou licitações)
- Habilitação / Pontuação em Licitações
- Necessidade de redução de custos
- Necessidade de melhoria dos Processos
- Necessidade de melhoria dos Controles

Tendo em vista o que se deseja verificar no presente estudo, esse grupo de variáveis também foi objeto de uma consolidação, de modo a que fosse reduzido para 2 variáveis que traduzissem a informação desejada:

**1. Motivações Mercadológicas:**

- Imposição de Clientes (Requisitos Contratuais)
- Habilitação / Pontuação em Licitações
- Demanda do Mercado (não explícita em contratos e/ou licitações)

## 2. Motivações Relacionadas à Gestão

- Princípios / Filosofia da Organização
- Necessidade de melhoria dos Processos
- Necessidade de redução de custos
- Necessidade de melhoria dos Controles

As tabelas de distribuição dos centróides e de conversão para cada um dos conjuntos de variáveis também estão apresentadas no Apêndice III.

As demais variáveis relativas à segunda parte do questionário foram tratadas na forma como foram coletadas.

## 6.4 RESULTADOS

Nesta seção estão apresentados os resultados obtidos a partir do tratamento a que foram submetidas as variáveis de modo a verificar as hipóteses formuladas.

### 6.4.1 Questão 1

A primeira hipótese a ser verificada, conforme estabelecido na Seção 6.1 é:

*“As organizações que adotam Sistemas de Gestão da Qualidade baseados no modelo NBR ISO 9001:2000 se diferenciam daquelas que o fazem a partir do modelo CMM no que diz respeito às práticas de Engenharia de Software.”*

Para tanto, foi realizado um Teste de Independência entre as variáveis associadas à Engenharia de Software para as organizações certificadas ISO 9001:2000 e as formalmente avaliadas CMM. As Hipóteses Nula e Alternativas consideradas para esta análise são:

**Hipótese Nula ( $H_0$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia de Software utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM não é significativa.

**Hipótese Alternativa ( $H_1$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia de Software utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM é significativa.

A variáveis relativas às práticas de Engenharia de Software consolidadas conforme descrito na Seção precedente apresentaram a distribuição de freqüência retratada na Tabela 6.1, a seguir:

Tabela 6.1 – Distribuição de Freqüência das Empresas em Relação às Variáveis da Engenharia de Software

Variáveis		Total		ISO		CMM	
		Qtd.	% Total	Qtd.	% Total	Qtd.	% Total
Conhecimento das Normas	Sim	9	24,3	6	26,1	3	21,4
	Não	28	75,7	17	73,9	11	78,6
Formalização de Processos	Sim	<b>26</b>	70,3	<b>17</b>	73,9	<b>9</b>	64,3
	Não	11	29,7	6	26,1	5	35,7
Práticas E. S. no Desenvolvimento	Sim	<b>25</b>	67,6	<b>12</b>	52,2	<b>13</b>	92,9
	Não	12	32,4	11	47,8	1	7,1
Uso de Ferramentas	Sim	<b>21</b>	56,8	11	47,8	<b>10</b>	71,4
	Não	16	43,2	12	52,2	4	28,6
Documentação Adotada	Sim	<b>32</b>	86,5	<b>19</b>	82,6	<b>13</b>	92,9
	Não	5	13,5	4	17,4	1	7,1
Práticas E. S. na Avaliação de Produto	Sim	<b>30</b>	81,1	<b>18</b>	78,3	<b>12</b>	85,7
	Não	7	18,9	5	21,7	2	14,3

Para os valores das Freqüências Absolutas, os valores em negrito indicam as variáveis em que o total de respostas “SIM” superou o de respostas “NÃO”.

Uma vez determinadas as freqüências, as distribuições foram submetidas a um Teste de Independência. O que se pretendeu foi, através do Teste de Qui-Quadrado, verificar se o comportamento das organizações em relação a cada uma das variáveis consideradas pode ser considerado como independente em relação ao fato da empresa adotar distintos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001 ou CMM):

**Hipótese Nula ( $H_0$ ):** As variáveis são independentes.

**Hipótese Alternativa ( $H_1$ ):** As variáveis não são independentes.

- Se  $\alpha_\chi > \alpha_1$ , aceita-se  $H_0$

Onde:

- $\alpha_\chi$  é a probabilidade uni-caudal da distribuição Qui-Quadrado para a estatística  $\chi^2$  calculada para as tabelas de contingência das variáveis consideradas;
- $\alpha_1$  é o nível de significância estabelecido para o teste.

Para tanto, foi criado um quadro (Tab. 6.2) contendo as Tabelas de Contingência para as distribuições de freqüências observadas em cada uma das 6 variáveis

relacionadas às práticas de Engenharia de Software. O quadro contém, ainda, a probabilidade  $\alpha_\chi$  calculada para cada uma delas.

Tabela 6.2 – Tabelas de Contingência – Engenharia de Software

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fé)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		ISO	CMM	ISO	CMM		
Conhecimento das Normas	Sim	6	3	5,59	3,41	9	<b>0,7490</b>
	Não	17	11	17,41	10,59	28	
Formalização Processos	Sim	17	9	16,16	9,84	26	<b>0,5340</b>
	Não	6	5	6,84	4,16	11	
Práticas ES no Desenvolvimento	Sim	12	13	15,54	9,46	25	0,0104
	Não	11	1	7,46	4,54	12	
Uso de Ferramentas	Sim	11	10	13,05	7,95	21	<b>0,1600</b>
	Não	12	4	9,95	6,05	16	
Documentação Adotada	Sim	19	13	19,89	12,11	32	<b>0,3770</b>
	Não	4	1	3,11	1,89	5	
Práticas ES na Avaliação do Produto	Sim	18	12	18,65	11,35	30	<b>0,5750</b>
	Não	5	2	4,35	2,65	7	

Assumindo-se um nível de significância igual a 95,0% ( $\alpha_1=0,05$ ), todos os valores calculados para  $\alpha_\chi$  se apresentam como maiores do que esse valor, a exceção das “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção”. Portanto, para as demais variáveis consideradas não é possível rejeitar-se a Hipótese Nula  $H_0$ . Nesse caso, não é possível afirmar que as empresas diferenciam-se em relação ao conjunto de práticas de Engenharia de Software por elas adotadas em virtude do modelo de Sistema de Gestão da Qualidade utilizado, salvo para o caso das Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento. Esse resultado tem grande importância em relação aos objetivos deste estudo, uma vez que demonstra que o modelo CMM – concebido especificamente para a indústria de software – de fato induz de forma mais vigorosa que o modelo ISO 9001:2000 ao emprego nas atividades de desenvolvimento de software das práticas de Engenharia de Software consideradas como mais relevantes (ou impactantes) para a qualidade nesse contexto.

É importante que se ressalve que a amostra contempla majoritariamente organizações avaliadas CMM Nível 2. Como a amostra contém apenas 3 organizações avaliadas Nível 3 e 1 única avaliada Nível 4, optou-se por considerar todo o conjunto de organizações CMM, sem a estratificação da amostra segundo os Níveis. Esta decisão deveu-se a dois fatores. Primeiro, a quantidade muito reduzida de organizações nos Níveis mais altos, o que comprometeria a representatividade da amostra. A segunda deveu-se ao compromisso assumido quando da realização da pesquisa de manter-se as

informações prestadas sob o mais absoluto sigilo. A estratificação, em virtude da pequena quantidade de empresas, permitiria a individualização das respostas, o que violaria o compromisso de sigilo. Contudo, uma observação dos resultados das organizações com níveis de maturidade mais altos aponta para resultados ainda mais favoráveis para elas.

#### 6.4.2 Questão 2

A segunda hipótese a ser verificada, de acordo com a Seção 6.1, é:

*“As organizações que adotam Sistemas de Gestão da Qualidade baseados no modelo NBR ISO 9001:2000 se diferenciam daquelas que o fazem a partir do modelo CMM no que diz respeito às práticas de Engenharia da Qualidade.”*

Aqui também se fez uso de um Teste de Independência, buscando-se observar a existência ou não de correlação entre as variáveis associadas à Engenharia da Qualidade para as organizações certificadas ISO 9001:2000 e as formalmente avaliadas CMM. As Hipóteses Nula e Alternativas consideradas para esta análise são:

**Hipótese Nula 2 ( $H_02$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia da Qualidade utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM não é significativa.

**Hipótese Alternativa 2 ( $H_12$ ):** A correlação entre as práticas de Engenharia da Qualidade utilizadas pelas organizações certificadas ISO 9001:2000 e as utilizadas pelas organizações formalmente avaliadas CMM é significativa.

Tabela 6.3 – Distribuição de Freqüência das Empresas em Relação às Variáveis de Engenharia da Qualidade

Variáveis	Total		ISO		CMM		
	Qtd.	% Total	Qtd.	% Total	Qtd.	% Total	
Qualificação do Pessoal	Sim	<b>22</b>	59,5	11	47,8	<b>11</b>	78,6
	Não	15	40,5	12	52,2	3	21,4
Gestão de Pessoas	Sim	<b>34</b>	91,9	<b>21</b>	91,3	<b>13</b>	92,9
	Não	3	8,1	2	8,7	1	7,1
Relacionamento com os Clientes	Sim	<b>33</b>	89,2	<b>21</b>	91,3	<b>12</b>	85,7
	Não	4	10,8	2	8,7	2	14,3
Gestão da Qualidade	Sim	<b>22</b>	59,5	9	39,1	<b>13</b>	92,9
	Não	15	40,5	14	60,9	1	7,1

A variáveis relativas às práticas de Engenharia da Qualidade consolidadas conforme descrito na seção precedente apresentaram a distribuição de freqüência retratada na Tabela 6.3, acima.

Para os valores das Freqüências Absolutas, os valores em negrito indicam as variáveis em que o total de repostas “SIM” superou o de respostas “Não”.

Uma vez determinadas as freqüências, cada uma das distribuições foi submetida a um Teste de Independência. O que se pretendeu foi, através de um Teste de Qui-Quadrado, verificar se o comportamento das organizações em relação a cada uma das variáveis pode ser considerado como independente em relação ao fato de a empresa adotar os distintos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001 ou CMM):

**Hipótese Nula ( $H_0$ ):** As variáveis são independentes.

**Hipótese Alternativa ( $H_1$ ):** As variáveis não são independentes.

- Se  $\alpha_\chi > \alpha_l$ , aceita-se  $H_0$

Onde:

- $\alpha_\chi$  é a probabilidade uni-caudal da distribuição Qui-Quadrado para a estatística  $\chi^2$  calculada para as tabelas de contingência das variáveis consideradas;
- $\alpha_l$  é o nível de significância estabelecido para o teste.

A seguir está apresentado o quadro (Tab. 6.4) contendo as Tabelas de Contingência para as distribuições de freqüências observadas em cada uma das 4 variáveis relacionadas às práticas de Engenharia da Qualidade; o quadro contém, ainda, a probabilidade  $\alpha_\chi$  calculada para cada uma delas.

Tabela 6.4 – Tabelas de Contingência – Engenharia da Qualidade

Variáveis		Freq. Observ. (Fo)		Freq. Esperada (Fe)		Total Observ.	Qui-Q. ( $\alpha_\chi$ )
		ISO	CMM	ISO	CMM		
Qualificação do Pessoal	Sim	11	11	13,68	8,32	22	<b>0,0647</b>
	Não	12	3	9,32	5,68	15	
Gestão de Pessoas	Sim	21	13	21,14	12,86	34	<b>0,8670</b>
	Não	2	1	1,86	1,14	3	
Relacionamento com os Clientes	Sim	21	12	20,51	12,49	33	<b>0,5950</b>
	Não	2	2	2,49	1,51	4	
Gestão da Qualidade	Sim	9	13	13,68	8,32	22	0,0013
	Não	14	1	9,32	5,68	15	

Assumindo-se, mais uma vez, um nível de significância igual a 95,0% ( $\alpha_1=0,05$ ), com exceção da variável “Gestão da Qualidade”, todos os demais valores calculados para  $\alpha_\chi$  se apresentam como maiores do que o limite de significância. Assim sendo, para estas variáveis não é possível rejeitar-se a Hipótese Nula  $H_0$ . Nesses casos, não se pode afirmar que as empresas diferenciam-se em relação às práticas de Engenharia da Qualidade por elas adotadas em virtude do modelo de Sistema de Gestão da Qualidade utilizado. Situação distinta da variável “Gestão da Qualidade”, na qual, ao nível de significância estabelecido, rejeita-se a Hipótese Nula, afirmando-se então a Hipótese Alternativa, qual seja, a de que as empresas avaliadas CMM diferenciam-se positivamente daquelas certificadas ISO 9001 no que tange à “Gestão da Qualidade”.

Para essa variável em destaque, a observação dos quesitos que a compõem e o comportamento das organizações participantes em relação aos mesmos (Tabela AIII.19 - Gestão da Qualidade: Centróides Finais dos Clusters, Apêndice III) evidencia que a diferenciação entre as organizações que resultou na atribuição do valor “SIM” ou valor “NÃO” a essa variável se deu principalmente a partir dos quesitos “Utilização de Métricas para a Qualidade”, “Utilização de Métricas para a Produtividade” e “Apropriação de Custos da Qualidade”. A despeito de, conforme se pode observar no Capítulo 2 – O Processo de Software, desta Tese, o modelo CMM não possuir uma Área-Chave de Processo específica para as atividades de medição – o que só aconteceria a partir da publicação do modelo CMMI, que estabelece a Área de Processo de “Medição e Análise” já a partir do Nível 2 – é possível concluir-se, a partir do resultado observado neste estudo, que a concepção desse modelo resulta na utilização de um tratamento quantitativo mais rigoroso em relação às questões específicas (e peculiares) da qualidade do software do que o observado como resultado da utilização da norma ISO 9001:2000, cuja concepção é generalista. Tendo em vista o que foi observado acima em relação ao modelo CMMI, no qual esse aspecto passa a ser explicitado como uma Área de Processo, é de se supor que essa diferenciação seja ainda mais significativa quando este for utilizado como modelo de referência.

#### **6.4.3 Questão 3**

A terceira hipótese, conforme apresentada na Seção 6.1, é:

*“A adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade não tem como motivação principal fatores de cunho mercadológico.”*

Aqui o que se fez foi uma análise dos resultados das freqüências resultantes das respostas dadas às questões relacionadas aos motivadores para a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade. Nesse caso, foram utilizadas as variáveis consolidadas conforme descrito na seção anterior deste Capítulo.

**Hipótese Nula 3 ( $H_03$ ):** Os motivadores mercadológicos para a adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade são determinantes em relação aos motivadores de gestão; ou seja, a freqüência é maior.

$F(M)$  - Freqüências observadas para a variável indicadora de motivadores mercadológicos apresentados no questionário utilizado.

$F(G)$  - Freqüências observadas para a variável indicadora de motivadores relacionados à gestão apresentados no questionário utilizado.

**$H_03: F(M) > F(G)$**

**Hipótese Alternativa 3 ( $H_13$ ):** Os motivadores mercadológicos para a adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade não são determinantes em relação aos motivadores de gestão; ou seja, a freqüência observada é menor ou igual.

**$H_13: F(M) \leq F(G)$**

A seguir está apresentada a Tabela 6.5, com as Distribuições de Freqüências obtidas para as variáveis em análise.

Tabela 6.5 – Distribuição de Freqüência das Motivações para Implantação do SGQ

Variáveis	Total		ISO		CMM		
	Qtd.	% Total	Qtd.	% Total	Qtd.	% Total	
Motivações de Ordem Mercadológica	Sim	16	43,2	8	34,8	<b>8</b>	57,1
	Não	21	56,8	15	65,2	6	42,9
Motivações Relacionadas à Gestão	Sim	<b>28</b>	75,7	<b>18</b>	78,3	<b>10</b>	71,4
	Não	9	24,3	5	21,7	4	28,6

Para os valores das Freqüências Absolutas, os valores em negrito indicam as variáveis em que o total de respostas “SIM” superou o de respostas “Não”.

A observação da tabela acima evidencia que as freqüências – em todos os casos – dos motivadores relacionados à gestão são maiores que aquelas dos motivadores relacionados a fatores mercadológicos. Assim sendo, rejeita-se a Hipótese Nula  $H_03$  e, por conseguinte, aceita-se a Hipótese Alternativa  $H_13$ . Isso significa dizer que os fatores

determinantes para a adoção e implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade são aqueles relacionados à Gestão Organizacional.

A tabela permite, ainda, que se verifique que para ambos os conjuntos de empresas as motivações relacionadas à gestão foram determinantes na maioria dos casos; ao passo que as motivações mercadológicas tiveram um peso maior apenas para as organizações avaliadas CMM. Esse fato pode ser um sinal de que os compradores têm estabelecido o modelo CMM como requisito para contratação.

#### 6.4.4 Questão 4

A quarta e última hipótese a ser verificada, de acordo com o exposto na Seção 6.1, é:

*“A adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade proporciona impactos efetivamente positivos no que diz respeito à Gestão Organizacional.”*

Aqui também o que se fez foi uma análise dos resultados das freqüências resultantes das respostas dadas às questões relacionadas aos motivadores para a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade. Nesse caso, foram utilizadas as variáveis consolidadas conforme descrito na seção anterior deste Capítulo.

**Hipótese Nula 4 ( $H_04$ ):** O conjunto de impactos na Gestão Organizacional apresentado não é, em sua maior parte, positivo.

*PS* - Conjunto de impactos apresentados como positivos.

*NG* - Conjunto de impactos considerados como negativos.

*ID* - Conjunto de impactos considerados como indiferentes.

**$H_04$ :**  $(NG \cup ID) \geq PS$

**Hipótese Alternativa 4 ( $H_14$ ):** O conjunto de impactos na Gestão Organizacional apresentado é, em sua maior parte, positivo.

**$H_14$ :**  $(NG \cup ID) < PS$

A seguir está apresentada a Tabela 6.6 com as Distribuições de Freqüências obtidas para as variáveis em análise.

Tabela 6.6 – Distribuição de Freqüência dos Impactos na implantação do Sistema de Gestão da Qualidade

<b>Impactos Resultantes da Implantação do Sistema de Gestão da Qualidade</b>	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Indife- rente</b>
Controle dos Processos	<b>35</b>	0	2
Custos dos Processos	15	3	19
Planejamento de recursos	<b>29</b>	0	8
Planejamento dos prazos	<b>29</b>	0	8
Tempo de desenvolvimento	17	4	16
Índices de Retrabalho	<b>29</b>	1	7
Níveis de satisfação dos clientes	<b>28</b>	1	8
Níveis de satisfação/motivação do pessoal	<b>19</b>	1	17
Níveis de Reclamações dos clientes	<b>22</b>	2	13
Preço dos produtos/serviços	4	2	31
Participação no mercado ( <i>market share</i> )	<b>19</b>	0	18
Lucro da empresa	11	1	25
Retorno sobre investimento (ROI)	9	2	26
Crescimento da empresa	<b>19</b>	1	17
Capacidade/facilidade de substituir pessoas	<b>19</b>	2	16
Imagem perante o mercado	<b>30</b>	0	7
Imagem interna da organização	<b>29</b>	0	8
Pagamento de multas contratuais	7	0	30
Controle da Alta Administração sobre a organização como um todo	<b>29</b>	0	8
Cumprimento dos planos e metas estratégicos	<b>26</b>	1	10
		<b>Retornou</b>	<b>Não Retornou</b>
Retorno ( <i>pay-back</i> ) do investimento na implantação do Sistema de Gestão da Qualidade		<b>22</b>	1
		<b>Ainda Espera</b>	14

Os valores em negrito indicam as variáveis em que o total de respostas “Positivo” foi maior do que a metade das respostas.

Observa-se que, das 21 variáveis consideradas, 15 apresentam resultados POSITIVOS e nenhuma delas resultados NEGATIVOS (5 resultados INDIFERENTE e 1 resultado majoritariamente POSITIVO, mas com freqüência inferior à metade e praticamente em equilíbrio com a INDIFERENÇA).

A observação dos resultados evidencia alguns dados importantes:

- Muitos dos resultados obtidos vieram ao encontro – e com valores expressivos – das expectativas em relação aos impactos da adoção dos modelos estudados; expectativas essas decorrentes das próprias características desses modelos. Em face da concepção

dos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade, seria de se esperar que fatores relacionados ao controle e ao planejamento de processos e organizacional fossem positivamente influenciados; do mesmo modo, fatores de cunho mercadológico também o seriam. Nesta perspectiva, resultados positivos nos fatores “Controle dos Processos”, “Planejamento dos Recursos”, “Planejamento dos Prazos”, “Índices de Retrabalho”, “Níveis de Satisfação dos Clientes”, “Níveis de Reclamações dos Clientes”, “Participação no Mercado”, “Crescimento da Empresa”, “Capacidade / Facilidade em Substituir Pessoas”, “Imagem Perante o Mercado”, “Imagem Interna da Organização”, “Controle da Alta Administração Sobre a Organização Como um Todo” e “Cumprimento dos Planos e Metas Estratégicos” seriam considerados como resultados plenamente esperados a partir da implantação de um modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade. O quadro de resultados corroborou esta percepção pois, a exceção do “Pagamento de Multas Contratuais” (cujo resultado foi INDIFERENTE, com 19 % de POSITIVO e nenhum registro NEGATIVO), todas as variáveis apresentaram resultados POSITIVO.

b) O formalismo e a “burocratização” inerentes aos modelos aqui considerados fazem supor a superveniência de impactos negativos no esforço para o desenvolvimento e, conseqüentemente, em seus custos e prazos. Todavia, o que se observou nos resultados obtidos foi que esta expectativa negativa não se confirmou em absoluto. Os resultados se apresentaram majoritariamente como POSITIVO praticamente equilibrado com a INDIFERENÇA para a variável “Nível de Satisfação / Motivação do Pessoal” e o inverso para as variáveis “Custos dos Processos” e “Tempo de Desenvolvimento”. As variáveis “Preço dos Produtos e Serviços”, “Lucro da Empresa” e “Retorno Sobre o Investimento” se apresentaram majoritariamente INDIFERENTES. Em todas as variáveis, foram raros os registros NEGATIVOS. Portanto observa-se que a expectativa negativa para esses fatores não se confirmou. Antes pelo contrário, na maioria dos casos essas variáveis não são impactadas pela implantação dos Sistemas de Gestão da Qualidade; e, quando o são, isso se dá de maneira positiva.

c) A última observação concerne ao *Pay-Back* do investimento na Implantação do Sistema de Gestão da Qualidade. Das 37 organizações participantes, 22 (59,5 %) afirmaram que este de fato já se realizou. Das 15 demais, 14 ainda aguardam sua concretização – o que indica que consideram que esta se dará – e somente 1

organização avaliou que o investimento não proporcionou o retorno esperado. Evidencia-se, portanto, o fato de que, do ponto de vista comercial, a implantação de um modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade pode ser considerada como um investimento potencialmente rentável e lucrativo.

Os resultados, portanto, evidenciam que a maioria dos impactos foi considerada como “Positivos”; e assim rejeita-se a Hipótese Nula Ho4.

#### **6.4.5 Outras observações**

Além das questões relacionadas aos objetivos precípuos do estudo, o questionário inclui, ainda, duas outras questões que visavam a obtenção de informações complementares que contribuissem para um melhor entendimento da realidade associada aos processos de implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade.

A primeira delas indagava se, na percepção do participante, os objetivos que conduziram à implantação do Sistema de Gestão da Qualidade foram alcançados. A resposta foi positiva (“sim”) para 29 organizações (78,4 % do total). As outras 8 participantes (21,6%) responderam que “ainda esperam os resultados”. É importante que se destaque que nenhuma das empresas afirmou que os objetivos não haviam sido alcançados. Tal fato indica uma percepção muito positiva do processo por parte daqueles que o utilizam.

A segunda questão indagava acerca das responsabilidades na execução da implantação do modelo. A significativa maioria, 33 organizações (89,2 %) informou que a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade foi feita com o “apoio de consultoria externa”. Somente 4 organizações (10,8 %) atravessaram o processo fazendo uso “apenas de equipe interna”. Nenhuma organização informou ter implantado o modelo através de “execução por equipe externa”. Esse quadro aponta para o fato de que uma prática que é algumas vezes observada na indústria manufatureira, que é a “terceirização” total da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade, não é considerada como positiva pela indústria de software. Por outro lado, a dependência a consultorias externas é bastante significativa. Acreditamos que tais fatos merecem ser objeto de uma investigação mais acurada na indústria de software, de modo a verificar-se os motivos dessa situação, que se mostra diferente das demais indústrias.

Como última observação, foi feita uma comparação entre as freqüências das variáveis não agregadas das empresas certificadas ISO 9001 na pesquisa Sepin e das empresas que participaram da pesquisa aqui descrita. As respectivas tabelas de distribuição de freqüência encontram-se apresentadas no Apêndice VI do presente trabalho. Cabe chamar-se a atenção para o fato de que se trata apenas de uma observação, uma vez que os diferentes contextos em que ambas as pesquisas foram realizadas e as próprias diferenças nos questionários aplicados não permitem que se faça uma comparação estatística conclusiva.

O que se pode verificar é que, de um modo geral, os resultados apresentados na pesquisa mais recente se mostram mais positivos. Isso leva a supor que o novo modelo ISO 9001:2000 e o modelo CMM conduzem à adoção de práticas mais consistentes. Uma comparação conclusiva somente poderá ser feita utilizando-se uma amostra obtida nas mesmas condições que a da Sepin. Em outras palavras, somente após a reedição da Pesquisa.

## 6.5 CONCLUSÕES

O estudo aqui apresentado objetivou complementar as observações realizadas a partir da base de dados da Pesquisa Sepin tendo com premissa o fato de que o universo de empresas avaliadas CMM no Brasil cresceu consideravelmente desde a realização dessa pesquisa e que uma nova versão da norma ISO 9001 foi publicada, versão esta que tem foco explícito no processo de realização do produto.

A partir da verificação das hipóteses iniciais aqui formuladas, foi possível que se derivasse as seguintes conclusões:

- i. Não existem diferenças significativas entre as práticas de Engenharia de Software adotadas pelas empresas avaliadas CMM e as certificadas ISO 9001:2000, salvo em relação à variável “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção”, que apresentou resultados mais positivos para as organizações avaliadas CMM.
- ii. Não existem diferenças significativas entre as práticas de Engenharia da Qualidade adotadas pelas empresas avaliadas CMM e as certificadas ISO

- 9001:2000, salvo em relação à variável “Gestão da Qualidade”, cujos resultados apontam para um diferenciação a favor das organizações avaliadas CMM.
- iii. As organizações certificadas ISO 9001 apresentaram respostas majoritariamente positivas para as variáveis do estudo; situação inversa da apresentada pelas não-certificadas no estudo anterior.
  - iv. As principais motivações que conduzem as organizações à adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade se originam de questões relacionadas à gestão organizacional, e não a determinantes meramente mercadológicos.
  - v. Os resultados, no que diz respeito à gestão organizacional dos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade se mostraram efetivamente positivos.

Esse conjunto de conclusões, associado às observações complementares, permite as seguintes inferências:

- I. Do ponto de vista do uso das práticas tanto de Engenharia de Software, quanto de Engenharia da Qualidade, os dois modelos de Sistemas de Gestão da Qualidade aqui considerados – CMM e ISO 9001:2000 – de modo geral se equivalem. Contudo, 2 diferenciações importantes foram constatadas: o comportamento mais positivo das organizações avaliadas CMM em relação às “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção” e à “Gestão da Qualidade” – nos quesitos que se relacionam aos tratamentos quantitativos. Portanto, observou-se que o fato do modelo CMM ter sido desenvolvido especificamente para a indústria de software se traduz na adoção das práticas mais adequadas para essa indústria. Além disso, é também possível notar uma aparente e ligeira superioridade, no que se refere aos processos relacionados às atividades de desenvolvimento de software por parte das organizações avaliadas CMM. Entretanto, esta diferença não apresenta significância estatística, assim sendo, não pode ser considerada como comprovada, pode-se apenas assumir uma possível indicação de tendência. Contudo, ressalva-se mais uma vez que a amostra contemplava majoritariamente organizações avaliadas CMM Nível 2 e que a observação das respostas das organizações Nível 3 e Nível 4 aponta para uma vantagem destas, indo ao encontro do que seria esperado, dadas as características e os requisitos destes níveis.

II. Ao contrário do que muitas vezes o mercado supõe, as empresas decidem por implantar Sistemas de Gestão da Qualidade não apenas para apresentarem a seus clientes um certificado ISO 9001 ou resultado de avaliação CMM, mas também por um esforço de melhoria e desenvolvimento organizacional.

III. Do ponto de vista dos resultados organizacionais, aqueles oriundos da implantação dos modelos estudados têm sido considerados como plenamente positivos por parte das empresas que os adotaram, tendo a maioria delas declarado o registro de melhorias em praticamente todos os fatores organizacionais considerados no estudo.

IV. Ainda considerando os resultados do processo de implantação, a maioria das empresas pesquisadas considerou que já obtiveram o retorno esperado em função da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade. Aquelas que ainda não o obtiveram, ainda esperam obtê-lo. Somente uma empresa declarou que a implantação do modelo não proporcionou, de modo definitivo, o retorno desejado. Conclui-se, portanto, que os objetivos almejados a partir desse procedimento vêm sendo, via de regra, alcançados.

Conforme citado anteriormente neste capítulo, a observação dos resultados do estudo aponta para uma possibilidade de diferenciação no comportamento das organizações avaliadas CMM nos níveis superiores (nível 3 e 4). Ocorre que, quando da realização da pesquisa (final do 2º semestre de 2004), sabia-se de 7 empresas avaliadas CMM nível 3 e somente 1 nível 4 e 1 nível 5 no Brasil. Dessas, apenas 3 nível 3 e 1 nível 4 acharam por bem tomar parte do estudo. Assim, não existia a possibilidade de realizar-se uma análise diferenciada desse grupo de organizações uma vez que a amostra era muito reduzida. Todavia, desde então, algumas mudanças importantes ocorreram no contexto da indústria de software, especialmente no Brasil. A primeira delas foi a substituição do modelo CMM pelo CMMI. A segunda, foi um significativo crescimento do número de organizações avaliadas no país. O terceiro fato foi a publicação, por parte da Sociedade Softex, do modelo de referência para “Melhoria de Processo do Software Brasileiro – MPS.BR” (SOFTEX, 2005) e os subseqüentes treinamentos em mais de 1000 profissionais no país e a avaliação das primeiras empresas segundo esse modelo. Esses fenômenos não somente ofereceram a possibilidade de construção de uma amostra maior de empresas nessa situação – amostra, portanto, mais representativa – como também introduziram novos elementos no contexto da indústria. Como

consequência desses, no mês de janeiro de 2006, o mercado brasileiro contava com um quadro *conhecido*<sup>15</sup> de organizações avaliadas conforme a seguir (Quadro 6.1):

Quadro 6.1 – Organizações avaliadas CMM, CMMI e MPS.BR

Modelo	Nível	Quantidade
CMM	2	30
	3	6
	5	1
CMMI	2	12
	3	5
	5	3
MPS.BR	G	1
	F	3
	E	1
Total:		62

Tendo em vista os objetivos do presente trabalho, a observação dos resultados aqui obtidos e a mudança de contexto descrita acima induzem à formulação do seguinte questionamento:

*“Como se comportam, no que tange às práticas relacionadas à Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade, as empresas que adotam os diversos modelos – nos seus diversos níveis de maturidade – de Sistemas de Gestão da Qualidade específicos para software?”.*

A fim de obter respostas para esse questionamento, foi realizado novo estudo tendo como universo este novo conjunto de organizações. A descrição de sua estruturação e seus resultados compõem o capítulo subseqüente. Sua condução foi análoga ao do estudo apresentado neste capítulo.

---

<sup>15</sup> As fontes utilizadas estão descritas na Seção 7.2.6 - Seleção de Indivíduos, do capítulo subseqüente.

## 7. ESTUDO FINAL: ORGANIZAÇÕES CMM, CMMI E MPS.BR

### 7.1 INTRODUÇÃO

Os resultados obtidos até este momento e descritos na conclusão do capítulo anterior, especialmente no que se refere a aspectos que apontam para indícios de diferenciações no comportamento das organizações que adotam modelos com maiores níveis de maturidade e/ou mais recentes de Sistema de Gestão da Qualidade específicos para software – CMM, CMMI e MR-MPS.BR, propiciaram que se estabelecesse um questionamento acerca do comportamento, neste contexto, dessas organizações, questionamento esse que foi expresso da seguinte forma:

*“Como se comportam, no que tange às práticas relacionadas à Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade, as empresas que adotam os diversos modelos – nos seus diversos níveis de maturidade – de Gestão da Qualidade específicos para software?”.*

O presente capítulo apresenta a estruturação, a análise e os resultados do estudo que teve por objetivo buscar algumas respostas, embora iniciais, para esse questionamento .

Cabe salientar que, do ponto de vista metodológico, o estudo aqui apresentado assemelha-se aos demais estudos descritos nos capítulos precedentes deste trabalho. Assim sendo, também neste capítulo o estudo foi estruturado segundo o modelo “*Goal, Question, Metrics*” (SOLINGEN *et al.*, 1999) e a metodologia proposta por WOHLIN *et al.* (2000) e usada por TRAVASSOS *et al.* (2002) e FARIA (2002), utilizados nos estudos anteriores.

Note-se, ainda, que uma vez que as variáveis aqui consideradas e a forma de aplicação do questionário são as mesmas tratadas no estudo apresentado no capítulo anterior, a estruturação deste em muito se assemelha à daquele.

## 7.2 ESTRUTURAÇÃO

### 7.2.1 Objetivos:

#### - Objetivo 1

**Analisar** o conjunto de práticas de Engenharia de Software adotadas nas organizações desenvolvedoras de software avaliadas CMM, CMMI e MPS.BR em diversos níveis de maturidade

**Com o propósito de** caracterizar

**Com respeito** ao comportamento em relação a tais práticas

**Do ponto de vista** das organizações avaliadas CMM, CMMI e MPS.BR em diversos níveis de maturidade

**No contexto** da indústria de software do Brasil.

#### - Objetivo 2

**Analisar** o conjunto de práticas de Engenharia da Qualidade adotadas nas organizações desenvolvedoras de software avaliadas CMM, CMMI e MPS.BR em diversos níveis de maturidade

**Com o propósito de** caracterizar

**Com respeito** ao comportamento em relação a tais práticas

**Do ponto de vista** das organizações avaliadas CMM, CMMI e MPS.BR em diversos níveis de maturidade

**No contexto** da indústria de software do Brasil.

### 7.2.2 Quadro de Referência

**Objeto de estudo:** pesquisa de campo realizada com as organizações desenvolvedoras de software no Brasil que são oficialmente avaliadas segundo os modelos CMM, CMMI e MR-MPS.BR.

**Perspectiva:** A perspectiva é dessas próprias organizações.

**Contexto:** O estudo foi conduzido através de um questionário de preenchimento voluntário que foi distribuído às empresas identificadas como enquadradas nessa situação.

### 7.2.3 Questões e Métricas:

#### - Questão 1:

Quais as práticas de Engenharia de Software adotadas pelas organizações oficialmente avaliadas de acordo com distintos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade específico para software e com diferentes níveis de maturidade?

#### Métricas:

- Proporção de utilização das práticas e ferramentas de Engenharia de Software por parte das organizações avaliadas segundo os distintos modelos e seus diferentes níveis de maturidade.

#### - Questão 2:

Quais práticas de Engenharia da Qualidade adotadas pelas organizações oficialmente avaliadas de acordo com distintos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade específico para software e com diferentes níveis de maturidade?

#### Métricas:

- Proporção de utilização das práticas e ferramentas de Engenharia da Qualidade por parte das organizações avaliadas segundo os distintos modelos e seus diferentes níveis de maturidade.

### 7.2.4 Instrumentação

Uma vez que as variáveis relacionadas à Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade aqui consideradas são praticamente as mesmas que foram tratadas no estudo descrito no capítulo anterior do presente trabalho, como instrumentação da pesquisa foi utilizado um questionário análogo àquele. Todavia, tendo em vista as diferenciações entre os objetivos desses dois estudos, foram introduzidas algumas modificações no questionário.

Dele fizeram parte somente os quesitos relacionados ao escopo deste estudo (primeira parte: Questionário A), não tendo sido incorporados os quesitos relativos aos impactos decorrentes da implantação dos Sistemas de Gestão da Qualidade (segunda parte: Questionário B). Conforme citado anteriormente, essa parte do questionário é

formada por um conjunto de questões que tratam das práticas específicas de Engenharia de Software e de Engenharia da Qualidade que foram objeto do estudo descrito no Capítulo 5 deste trabalho. Porém, diversas dessas questões extrapolam o objetivo do presente estudo. Assim sendo, as mesmas foram retiradas do questionário, permanecendo apenas aquelas diretamente ligadas à Engenharia de Software e a aspectos mais específicos de Gestão da Qualidade.

Além disso, nesse questionário foram incluídos novos quesitos (com destaque para aqueles relacionados aos processos de ciclo de vida de software). A motivação para essas inclusões adveio do fato de que no momento presente, novos modelos de referência foram publicados (CMMI, MPS.BR, ISO/IEC 12207:1995/Amd 1:2002 e ISO/IEC 12207:1995/ Amd 2:2004). A estas somaram-se quesitos relacionados à mudanças no contexto da indústria de desenvolvimento de software, como por exemplo o surgimento do e-Learning e da Certificação PMP (*Project Management Professional*).

O questionário é composto majoritariamente por questões dicotômicas (do tipo “SIM” ou “NÃO”) que espelham diretamente as variáveis utilizadas no estudo. Contém, ainda, quatro questões abertas com o objetivo de possibilitar que o respondente inclua opções não constantes do questionário (opções “Outros”); mais duas destinadas a especificar elementos cuja diversidade de possibilidades não permitiria sua formulação através de questões dicotômicas; e mais 8 questões destinadas a complementar as informações prestadas. Inclui, ainda, campos destinados a identificar a organização, o responsável pelo preenchimento e a data de sua realização. Sua apresentação foi feita mais uma vez em meio eletrônico, através de uma planilha Excel com as mesmas características da planilha utilizada no estudo precedente, incluindo procedimentos automáticos de crítica quanto à completude, coerência e duplicitade das informações.

O questionário foi avaliado através de sua submissão a um consultor em implantação CMMI e um gestor de um sistema modelo CMM.

### **7.2.5 Seleção de Contexto**

Os questionários foram distribuídos para cada organização participante através da Internet – via e-mail para os participantes escolhidos (para preenchimento sem acompanhamento). O preenchimento foi voluntário e realizado no tempo e ambiente escolhidos pelo participante. A coleta do mesmo também foi feita através da Internet.

Em alguns casos, a solicitação de colaboração foi complementada por um contato telefônico.

### **7.2.6 Seleção de Indivíduos**

Uma vez que não existe uma listagem oficial, completa e atualizada das organizações avaliadas segundo os modelos CMM e CMMI, os indivíduos foram selecionados com base em informações coletadas e cotejadas a partir de diversas fontes e que permitiram a composição do universo conhecido de organizações apresentado no “Quadro 6.1 – Organizações avaliadas CMM, CMMI e MPS.BR” do capítulo anterior. As fontes utilizadas foram: o Software Engineering Institute – SEI da Carnegie Mellon University (em <http://www.sei.cmu.edu>); a Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia – Sepin (em <http://www.mct.gov.br/sepin>); a Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro e as empresas Procesix Inc.(em <http://www.jdfurlan.com.br>) e Integrated System Diagnostics Brasil - ISD Brasil (em <http://www.isdbrasil.com.br>); sendo as duas últimas *partners* oficiais do SEI no Brasil. As pesquisas foram realizadas entre a segunda quinzena do mês de outubro de 2005 e a segunda quinzena do mês de janeiro de 2006.

Não é possível afirmar que esse quadro corresponda à totalidade do universo das organizações que se enquadram na tipificação aqui definida. Todavia, caso esta não seja de fato a realidade, em função das fontes utilizadas é lícito supor que o quadro se aproxime consideravelmente do universo real. Por outro lado, das 63 organizações identificadas, uma delas é avaliada simultaneamente segundo os modelos CMMI e MPS.BR. Desse modo, o universo considerado no estudo é composto, na realidade, por 62 organizações.

### **7.2.7 Variáveis**

*Variável independente:*

- O modelo de Sistema de Gestão da Qualidade e o respectivo nível de maturidade adotado pela organização.

*Variáveis dependentes:*

- O conjunto das Práticas de Engenharia de Software adotadas pelas organizações;
- O conjunto das Práticas de Engenharia da Qualidade adotadas pelas organizações;

### 7.2.8 Validez

As considerações acerca das ameaças à validade do estudo (*Validade do Constructo; Validade Interna; Validade Externa e Validade de Conclusão*), dadas as similaridades dos estudos, reproduzem aquelas tecidas na seção “6.2.8 – Validez” do capítulo anterior.

## 7.3 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Tendo como universo do estudo um conjunto composto por um total de 61 organizações, tentou-se estabelecer contato com todas elas através de diversos meios; esta tentativa logrou êxito em 47 casos. Destas, 39 organizações aceitaram tomar parte no estudo. As demais 8 organizações se negaram *a priori* a participar do estudo ou não retornaram o questionário respondido.

Quadro 7.1 – Distribuição das organizações participantes do Estudo Final

Modelo	Nível	Quantidade de Participantes	Universo Considerado	Percentual do Total (%)
CMM	2	16	30	53,3
	3	4	6	66,6
	5	0	1	0
CMMI	2	9	12	75,0
	3	4	5	80,0
	5	2	3	66,6
MPS.BR	G	1	1	100,0
	F	3	3	100,0
	E	1	1	100,0
Total:		40	62	(39/61) = 63,9

Observação: Algumas das organizações foram avaliadas simultaneamente segundo mais de um dos modelos tratados no estudo. Nos casos em que tal simultaneidade diz respeito aos modelos CMM e CMMI (7 casos), as organizações foram consideradas somente no conjunto das avaliadas CMMI, uma vez que, a partir do presente ano, este

modelo substitui àquele. No único caso registrado em que uma organização é avaliada segundo os modelos CMMI e MPS.BR (em níveis distintos e mais alto no MPS.BR), tendo em vista que a despeito da semelhança conceitual, existe uma diferença estrutural entre ambos, a organização foi incluída nos dois conjuntos. Daí a discrepância aparente nos totais considerados na tabela acima, que registram 40 e 62 organizações e não de 39 e 61, como citado anteriormente.

A amostra final foi, portanto, composta por 62,9% do universo conhecido de organizações com as características desejadas para o estudo. Assim sendo, esta amostra foi considerada como plenamente representativa do universo pesquisado. Além disso, seu número ultrapassa o valor de 30 indivíduos, amostra, via-de-regra, considerada como “grande” para estudos estatísticos (SPIEGEL, 1971).

O Quadro 7.1, acima, apresenta a estratificação da amostra obtida de acordo com os respectivos modelos e níveis.

## 7.4 RESULTADOS

Nesta seção estão apresentados os resultados e observações obtidos através da consolidação dos dados produzidos por intermédio da pesquisa de campo.

### 7.4.1 Perfil da Amostra

O questionário utilizado no estudo incluiu, além das questões compostas pelas variáveis de interesse direto deste trabalho, algumas questões adicionais, que permitem o delineamento de um perfil das organizações participantes.

Uma vez que o tema central deste trabalho é a Gestão da Qualidade, informações sobre o histórico dessas organizações em relação a seu processo de implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade podem ser interessantes.

Os gráficos a seguir (Gráf. 7.1, Gráf. 7.2, Gráf. 7.3 e Gráf. 7.4) demonstram o percentual de organizações que tomaram parte no estudo que, além dos modelos aqui considerados, também possuem um Sistema de Gestão da Qualidade certificado segundo a norma ISO 9001:2000.

A observação dos gráficos evidencia que a maioria das organizações participantes possui concomitantemente os dois modelos. Este fato aparece de forma mais acentuada no conjunto de organizações CMMI Níveis 3 e 5, nos quais 100,0%

delas se encontram nessa situação. No Nível 2 e no conjunto CMM, os valores giram em torno dos 50,0%.

Gráfico 7.1 – Organizações CMM Certificadas ISO 9001

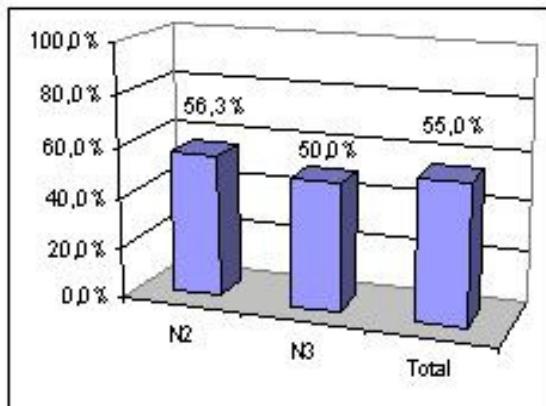


Gráfico 7.2 – Organizações CMMI Certificadas ISO 9001

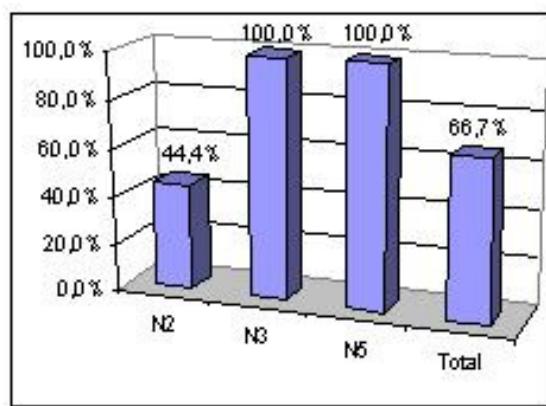


Gráfico 7.3 – Organizações MPS.BR Certificadas ISO 9001

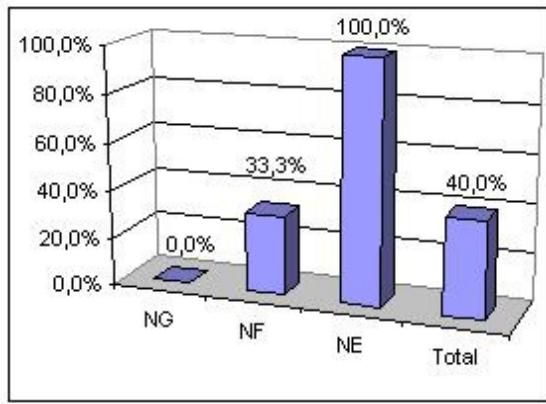
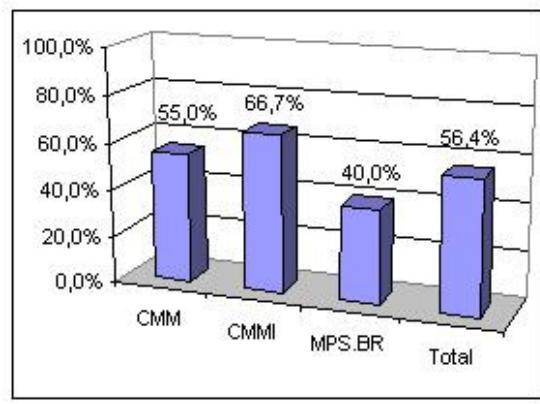


Gráfico 7.4 – Total de Organizações Certificadas ISO 9001



No conjunto de organizações MPS.BR não se pode verificar a mesma situação. No Nível F, apenas 1/3 das organizações (1 única) possui ambos os modelos. Já em relação aos Níveis E e G, nada pode ser inferido, uma vez que a amostra é composta por apenas 1 organização em cada um deles. Apesar do fato da amostra ser composta pelo universo total de organizações avaliadas quando da realização do estudo, não é recomendável que se faça inferências a partir de dados obtidos com base em uma única informação. Assim sendo, as organizações MPS.BR só devem ser observadas em sua totalidade, evitando-se tratá-las de maneira estratificada. De todo o modo, observa-se que menos da metade do total possuem ambos os modelos.

Outro dado relevante é o de que, dentre as 22 organizações componentes da amostra que possuem também certificação ISO 9001, apenas 2 CMM Nível 2 obtiveram essa após terem sido avaliadas pelo modelo CMM e 1 organização CMMI Nível 2

implementou e efetuou a avaliação dos dois modelos no mesmo período. Todas as demais implantaram primeiro o Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001.

A combinação dessas informações leva a crer que as empresas de software vêm se utilizando do modelo ISO 9001 como “porta de entrada” para universo da Gestão da Qualidade. Essa situação pode ter origem em alguns fatores, dentre eles o fato de que o modelo ISO 9001 é mais antigo e mais difundido. Além disso seu custo de avaliação é inferior aos dos modelos CMM e CMMI, o que o torna mais acessível às organizações de um modo geral. Os números relativos ao grupo MPS.BR – cujo custo de avaliação é, pela própria proposta do modelo, significativamente inferior ao do CMM e CMMI – corroboram esta hipótese, uma vez que além de serem minoria, as 2 organizações certificadas ISO 9001 desse grupo efetuaram as duas avaliações em datas muito próximas, indicando que os dois modelos foram implantados no mesmo período. O aumento do universo de empresas avaliadas segundo este modelo permitirá, em um futuro próximo, a realização de estudos que tenham por objetivo verificar esta hipótese.

Ainda no contexto da implantação dos modelos, verificou-se que, das 39 organizações participantes, apenas 2 (5,1%), sendo 1 CMM Nível 2 e 1 CMMI Nível 5, não fizeram uso de consultoria externa nesse processo (como são empresas multinacionais, provavelmente dispõem de pessoal próprio vindo do exterior ou lá treinado). Também no que tange à implantação do modelo ISO 9001, das 22 organizações certificadas que tomaram parte deste estudo, 19 fizeram uso de consultoria externa na implantação do modelo (não o fizeram 2 CMM Nível 2 e 1 CMMI Nível 5).

Esse dado é um indicador importante para aqueles que se preocupam com tais modelos – especialmente aqueles responsáveis pela formulação de políticas para o setor – dirijam maiores atenções à questão da consultoria. Observa-se uma preocupação constante com a questão da avaliação e da qualificação dos indivíduos e organizações avaliadoras. Todavia, o debate acerca da necessidade de preocupações da mesma ordem em relação aos consultores ainda é incipiente. Considerando-se que uma assessoria inadequada pode comprometer seriamente a implantação do modelo, seja ele qual for, e tendo em vista o uso intensivo que se faz dessas assessorias, sua qualificação se coloca como uma questão de primeira ordem.

As análises a seguir dizem respeito aos determinantes de mercado das organizações tratadas neste estudo.

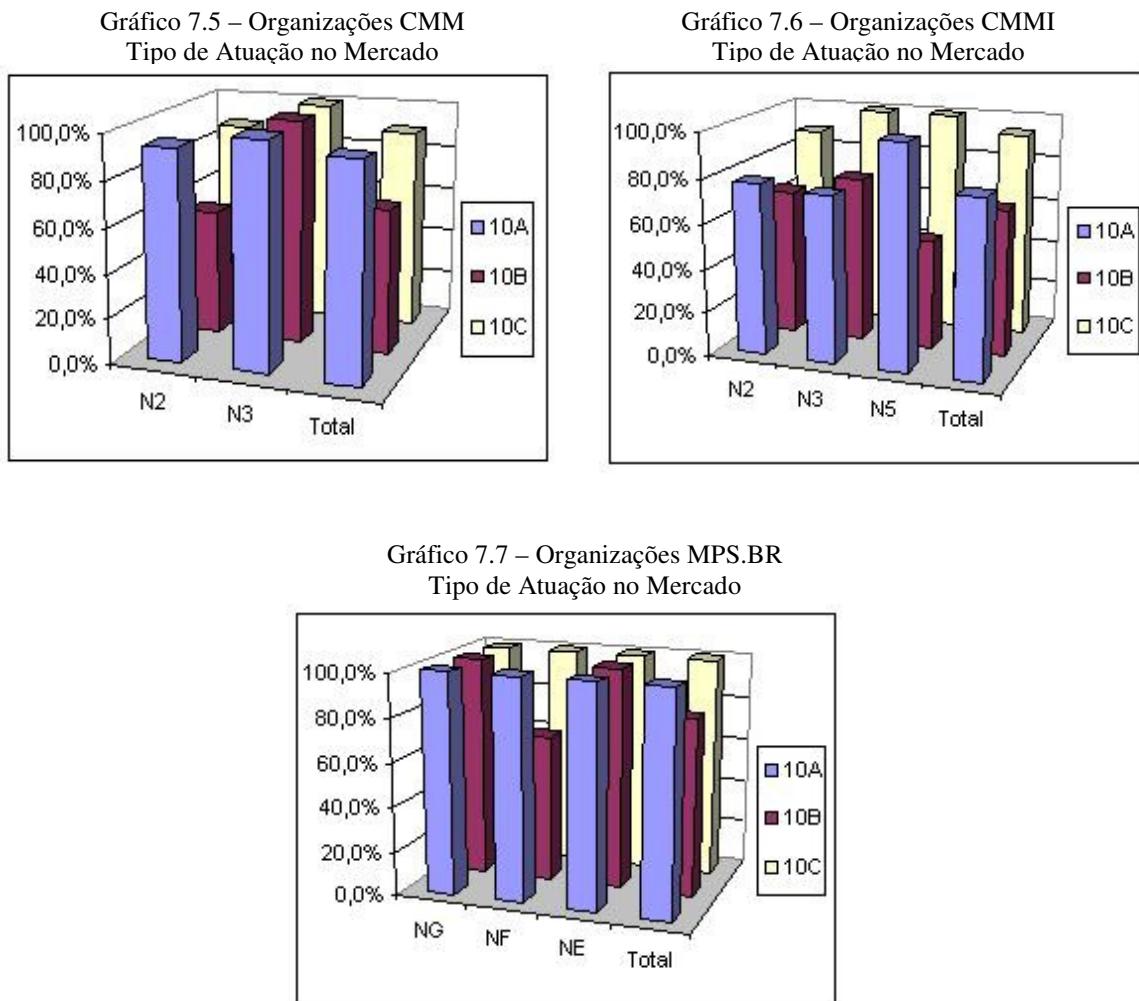
O primeiro aspecto abordado diz respeito ao tipo de atuação no mercado por parte das organizações. Três aspectos são considerados, conforme a Tabela 7.1. Os gráficos (Gráf. 7.5, Gráf. 7.6 e Gráf. 7.7) representam os valores expressos na tabela, ou seja, a distribuição, por nível de maturidade, das organizações que responderam afirmativamente a essas questões.

Tabela 7.1 – Tipo de Atuação no Mercado

Questão		CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
Nº	Quesito	N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
10A	A organização Inclui em seu "core business" a comercialização de serviços de desenvolvimento e/ou manutenção de software	93,8	100,0	95,0	77,8	75,0	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0
10B	A organização Comercializa serviços de desenvolvimento / manutenção de software para órgãos ou empresas do setor público (sujeitos à Lei de Licitações)	56,3	100,0	65,0	66,7	75,0	50,0	66,7	100,0	66,7	100,0	80,0
10C	Comercializa serviços de desenvolvimento / manutenção de software para órgãos ou empresas do setor privado	87,5	100,0	90,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0

Alguns aspectos nesses valores chamam a atenção, a começar pelo fato de que algumas organizações declararam não ser a comercialização de software parte de seu negócio principal (1 CMM Nível 2, 2 CMMI Nível 2 e 1 CMMI Nível3). Destas, uma delas desenvolve software apenas para uso próprio. As outras 2 têm a comercialização de software como complemento de seu negócio principal. Esse fato evidencia que os modelos estão sendo percebidos pelo setor como agentes efetivos de melhoria da qualidade, uma vez que, para estes casos, não há um determinante mercadológico que as tenha conduzido a buscar a avaliação.

Outro fato importante é o elevado percentual de organizações que atuam junto ao mercado institucional (Setor Público), com destaque para 2 organizações CMM Nível 2 que atuam exclusivamente nesse mercado. Este quadro evidencia a capacidade do Poder Público – atuando como comprador – em estabelecer um balizamento para o mercado, explicitando sua responsabilidade, não somente como fixador de políticas, mas como agente direto na disseminação e fomento dos princípios de qualidade na indústria de software brasileira.



A análise seguinte é atinente à atuação das organizações no mercado externo (exportação) de software.

Tabela 7.2 – Atuação no Mercado Externo

Nº	Questão	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
		N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
11A	A organização exporta serviços de Tecnologia da Informação relacionados ao desenvolvimento, manutenção e/ou instalação de software	25,0	100,0	40,0	66,7	25,0	100,0	60,0	100,0	66,7	0	60,0
11B	Estas atividades fazem parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR	75,0	100,0	87,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	---	100,0

**Obs.** Os percentuais calculados para a Questão 11B são relativos apenas aos indivíduos que responderam afirmativamente à Questão 11A.

Aqui se observa a preponderância que o mercado externo tem no universo das organizações que adotam os modelos considerados, especialmente nos níveis mais altos de maturidade. Os modelos CMM e CMMI fazem parte, no contexto da indústria de software, dos requisitos que caracterizam aquilo que se convencionou chamar de “Empresa de Padrão Mundial”. Seria, portanto, de se esperar que as empresas que têm – ou que buscam – uma atuação sólida nesse mercado, fossem as principais usuárias desses modelos. Os números do estudo corroboram esta expectativa. Há, contudo, um dado que causa surpresa. As organizações MPS.BR (e justamente as que são de menor porte, como se verá mais adiante neste trabalho) atuam no mercado de exportação. Este fenômeno mereceria um estudo mais detalhado a posteriori, pois parece apontar para o fato de que essas organizações almejam adquirir o “Padrão Mundial” sem, contudo, disporem dos recursos necessários para a avaliação oficial segundo o modelo CMMI. Há, ainda, a possibilidade de que estejam se utilizando do MPS.BR como preparatório para uma futura avaliação CMMI.

Mais uma vez, se coloca a questão da responsabilidade do Poder Público no estabelecimento de políticas para o setor. Tendo em vista a reiterada manifestação por parte dos diversos níveis do Poder Executivo de terem como objetivo aumentar de forma significativa a participação do Brasil no mercado internacional de software, sua atuação no sentido de disseminar esses modelos se mostra como imprescindível para a consecução de tal objetivo.

Quadro 7.2 – Países Compradores de Produtos de Software Brasileiros

País	Qtd. de Empresas Atuando	País	Qtd. De Empresas Atuando
EUA	14	Equador	1
Argentina	3	República Dominicana	1
México	3	Venezuela	1
Japão	3	Alemanha	1
Itália	3	Espanha	1
Colômbia	2	Portugal	1
Paraguai	2	Suécia	1
Peru	2	Angola	1
Canadá	2	Outros	1
Chile	1		
Costa Rica	1	América Latina em geral	4

Como informação complementar, o Quadro 7.2 relaciona os países citados como mercado comprador das empresas exportadoras participantes, indicando o número dessas empresas atuando em cada um dos países citados.

As próximas questões avaliadas espelham o tipo de atividade de software realizada pelas organizações e quais destas fazem parte do escopo da avaliação segundo os modelos aqui tratados (Tab. 7.3, a seguir).

Tabela 7.3 – Tipo de Atividade de Software Realizada

Nº	Questão	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
		N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
12A	Desenvolve software para uso próprio	87,5	75,0	85,0	88,9	50,0	100,0	80,0	0	66,7	100,0	60,0
12B	Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR	57,1	0	47,1	75,0	50,0	50,0	66,7	---	100,0	0	66,7
12C	Produz "pacotes de software"	56,3	25,0	50,0	44,4	50,0	50,0	46,7	0	33,3	0	20,0
12D	Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR	66,7	100,0	70,0	100,0	50,0	100,0	85,7	---	100,0	---	100,0
12E	Presta serviços de localização ou <i>customização</i> de "pacotes" de terceiros	37,5	75,0	45,0	11,1	75,0	100,0	40,0	0	33,3	0	20,0
12F	Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR	50,0	33,3	44,4	100,0	33,3	50,0	50,0	---	100,0	---	100,0
12G	Produz "software embarcado"	31,3	25,0	30,0	44,4	25,0	0	33,3	0	33,3	100,0	40,0
12H	Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR	100,0	100,0	100,0	50,0	100,0	---	60,0	---	0	0	0
12I	Adota o modelo de negócio conhecido como "Fábrica de Software"	81,3	84,6	75,0	66,7	75,0	100,0	73,3	0	100,0	100,0	80,0
12J	Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	---	100,0	100,0	100,0
12K	Existem outras atividades além de "Fábrica de Software" que façam parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR	85,0	88,2	80,0	100,0	75,0	100,0	93,3	100,0	66,7	100,0	80,0

**Obs.** Os percentuais calculados para as Questões 12B, 12D, 12F, 12H e 12J são relativos apenas aos indivíduos que responderam afirmativamente às Questões 12A, 12C, 12E, 12G e 12I, respectivamente.

A partir das respostas fornecidas, observa-se que a maioria das organizações desenvolve software para uso próprio. Entretanto, grande parte delas manteve essa atividade fora do escopo de suas avaliações.

Quanto ao desenvolvimento de “pacotes de software”, os valores indicam tratar-se de uma modalidade a qual poucas organizações deste universo se dedicam. É possível que isso se deva à natureza da contratação para essa modalidade de produto, o que reduz os interesses comerciais que motivam a busca pelas avaliações.

Já os números relativos à “localização” e “customização” de pacotes de terceiros surpreendem. Conforme citado acima, no mercado de “pacotes” no Brasil observa-se uma presença maciça de produtos estrangeiros. Portanto, seria de se esperar que um número maior de organizações se dedicasse a essas atividades. Causa espécie também o alto percentual de organizações que, dentre as que as realizam, não incluem-nas em seu escopo de avaliação. Estes resultados mereceriam uma investigação posterior mais profunda, a fim de identificarem-se suas causas.

Outro resultado cujos valores baixos já seriam esperados é o que descreve o percentual de organizações que desenvolvem “software embarcado”. Tendo em vista a elevada participação de empresas multinacionais no segmento de indústrias manufatureiras no Brasil, supõe-se que os softwares por elas utilizados sejam desenvolvidos em suas matrizes, o que explicaria esse resultado. Porém, diferentemente da situação verificada na questão anterior, as empresas que desenvolvem esses produtos incluíram majoritariamente esta atividade no escopo de suas avaliações.

Os dados relativos ao último grupo de questões são aqueles que se apresentam como mais relevantes. Em primeiro lugar, observa-se que a parcela de organizações que adota o modelo “Fábrica de Software” é bastante significativa. Em segundo lugar, verifica-se que a totalidade destas – sem uma única exceção – incluem essa atividade em seu escopo de avaliação. E verifica-se, finalmente, que há até mesmo um conjunto de organizações que, embora execute outras atividades, são avaliadas exclusivamente no escopo da “Fábrica de Software” (são 4 CMM Nível 2; 1 CMMI Nível 3 e 1 MPS.BR Nível F). Considerando-se que esse modelo de negócio é o que predomina no chamado “mercado off-shore” de serviços de software e a importância que os modelos CMM e CMMI possuem como barreira de entrada para esse mercado (OLIVEIRA, 2004), mais uma vez se observa uma busca por parte dessas organizações de adquirirem a conformação de uma “empresa padrão mundial”.

Finalmente observa-se o porte das organizações participantes segundo sua força de trabalho.

Para esta análise, as empresas foram classificadas nas seguintes categorias, segundo a quantidade de pessoas ocupadas na organização, incluindo os empregados efetivos, sócios, dirigentes, mão-de-obra terceirizada, bolsistas e estagiários:

1. Micro-empresa: menos de 10 pessoas;
2. Pequena empresa: de 10 a 49 pessoas;
3. Média empresa: de 50 a 99 pessoas;
4. Grande empresa “porte I”: de 100 a 499 pessoas;
5. Grande empresa “porte II”: 500 ou mais pessoas.

A Tabela 7.4 apresenta a distribuição das organizações segundo essas categorias:

Tabela 7.4 – Distribuição Segundo o Porte

Porte	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
	N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
Micro-empresa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pequena	12,5	0	10,0	0	0	0	0	100,0	33,3	0	40,0
Média	12,5	0	10,0	0	0	0	0	0	66,7	0	40,0
Grande "porte I"	43,8	50,0	45,0	55,6	25,0	0	40,0	0	0	0	0
Grande "porte II"	31,3	50,0	35,0	44,4	75,0	100,0	60,0	0	0	100,0	20,0

Os gráficos a seguir auxiliam na visualização desta distribuição:

### ORGANIZAÇÕES AVALIADAS CMM

Gráfico 7.8 – Porte das Organizações CMM Nível 2

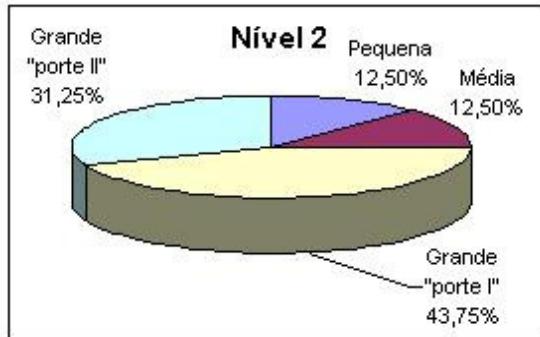


Gráfico 7.9 – Porte das Organizações CMM Nível 3

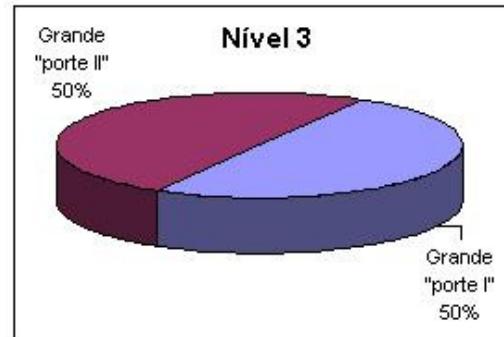
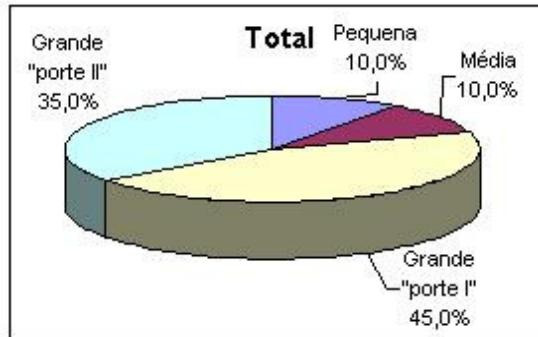


Gráfico 7.10 – Porte das Organizações CMM - Total



ORGANIZAÇÕES AVALIADAS CMMI

Gráfico 7.11 – Porte das Organizações CMMI Nível 2

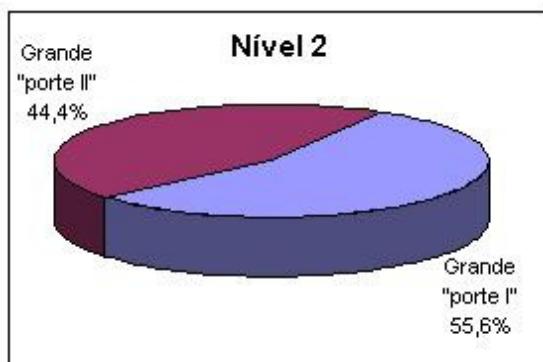


Gráfico 7.12 – Porte das Organizações CMMI Nível 3

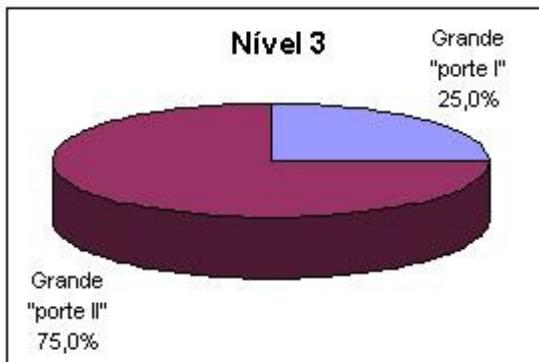


Gráfico 7.13 – Porte das Organizações CMMI Nível 5



Gráfico 7.14 – Porte das Organizações CMMI - Total

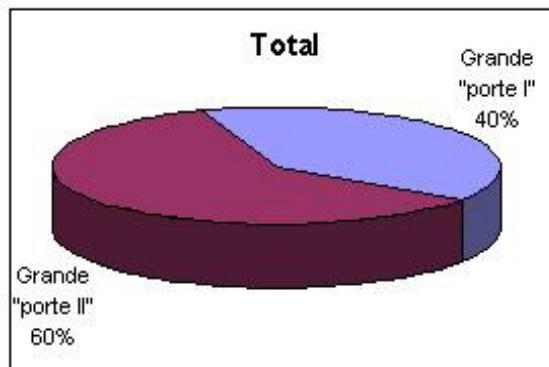
ORGANIZAÇÕES AVALIADAS MPS.BR

Gráfico 7.15 – Porte das Organizações MPS.BR Nível G

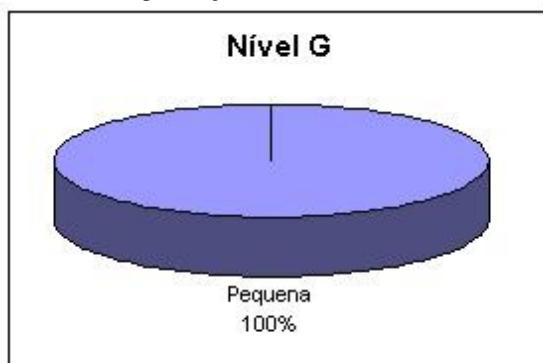


Gráfico 7.16 – Porte das Organizações MPS.BR Nível F

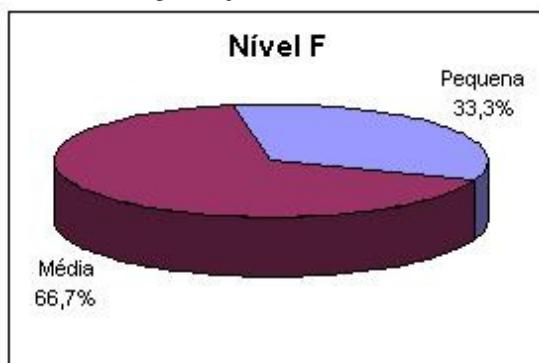
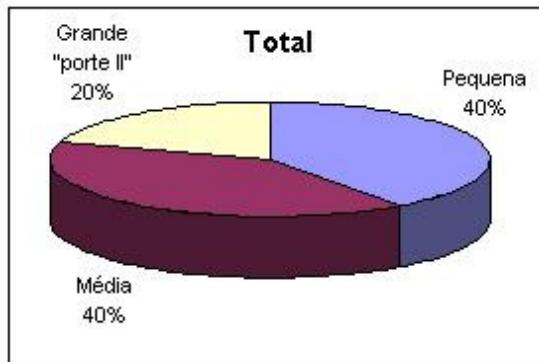


Gráfico 7.17 – Porte das Organizações MPS.BR Nível E



Gráfico 7.18 – Porte das Organizações MPS.BR - Total



Inicialmente destaca-se o fato de que nem uma única micro-empresa tomou parte do estudo. Levando-se em conta os custos para implantação desses modelos e os níveis de organização e maturidade cultural que antecedem – ou mesmo determinam – sua busca, este quadro já seria esperado. Porém, tendo em vista que uma das metas do MPS.BR é a de atingir essas empresas, acredita-se em mudanças nesse quadro nos próximos anos.

Quanto às pequenas e médias empresas, observa-se uma participação, verdade que reduzida, no conjunto das organizações CMM Nível 2. É porém o universo das grandes organizações aquele majoritário no conjunto. Já no Nível 3 deste modelo, somente empresas deste porte se apresentaram no estudo. Há uma suposição de que o esforço e, conseqüentemente, o custo para a migração do Nível 2 para o Nível 3 do modelo sejam bastante representativos. Esta hipótese explicaria a dificuldade das pequenas e médias empresas em fazê-lo.

No conjunto das organizações CMMI, a predominância das grandes empresas é bastante mais significativa. Somente estas apareceram no estudo e, à medida que o nível de maturidade aumenta, a participação das de maior porte (Grande empresa “porte II”) também cresce. No Nível 2, são 44,4%, contra 55,6% das de “porte I”; no Nível 3, já representam 75,5%; chegando a 100,0% no Nível 5. Mais uma vez a questão do custo para o processo de migração parece se apresentar. O fato de que somente grandes empresas se apresentam avaliadas neste modelo também pode ser resultante da mesma questão. Como o modelo CMM não pressupunha reavaliações periódicas (aguarda-se que na nova versão do modelo, a ser publicada em breve, isso seja alterado), apenas uma imposição de mercado levaria uma pequena ou média organização a arcar com os custos de migração deste modelo para o CMMI no mesmo nível de maturidade em que já se encontra. Isso somente se justificaria se a migração se desse em decorrência de uma mudança de nível de maturidade.

Uma situação bem distinta se verifica no contexto das organizações MPS.BR. Nos Níveis G e F, somente se observou pequenas e médias empresas. A única grande empresa MPS.BR surge no Nível E. Este quadro parece indicar que o modelo vem conseguindo cumprir um de seus objetivos precípuos, que é o de proporcionar, em virtude do menor custo global, a possibilidade de que pequenas e médias empresas tenham a oportunidade de ingressar no universo dos modelos de maturidade.

Uma última observação do perfil das organizações participantes diz respeito ao fato de que, quando do levantamento do universo das organizações que se enquadrariam no perfil do estudo, não foi identificada nenhuma que fosse avaliada segundo o Nível 4 dos modelos CMM e CMMI (há 1 empresa que havia sido avaliada neste Nível do CMM, mas como esta migrou para o Nível 5 do CMMI, foi considerada como pertencente a este último grupo). Essa situação corrobora a idéia de que o esforço para a migração do Nível 3 para o 4 destes modelos é praticamente o mesmo que seria necessário para uma migração direto para o Nível 5, tornando esta opção mais atraente.

#### 7.4.2 Questão 1

A Seção “7.2.3 – Questões e Métricas” estabelece como primeira questão para o estudo:

*“Quais as práticas de Engenharia de Software adotadas pelas organizações oficialmente avaliadas de acordo com distintos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade específico para software e com diferentes níveis de maturidade?”*

E, como métrica, a “proporção de utilização das práticas e ferramentas de Engenharia de Software por parte das organizações avaliadas segundo os distintos modelos e seus diferentes níveis de maturidade”.

A primeira observação relaciona-se à formalização e efetiva implementação dos processos que definem os diversos níveis de maturidade em cada um dos modelos considerados (Capítulo 2). A tabela a seguir (Tab. 7.5) apresenta o percentual de organizações avaliadas CMM que, em cada um dos níveis de maturidade, responderam afirmativamente a esse quesito em relação a cada um dos processos.

Os valores apresentados na tabela vêm ao encontro do que se esperaria. Observa-se que, à exceção de “Gerência de Contrato” e “Gerência de Requisitos”, todos os processos relacionados às Áreas-Chave dos níveis de maturidade nos quais foram avaliadas, foram assinalados como formalizados e implementados pelas organizações. No caso de “Gerência de Requisitos”, uma única organização Nível 2 respondeu de forma negativa; o que pode ser considerado como não representativo.

Quanto aos processos relacionados com os Níveis 4 e 5 do modelo CMM, observou-se que há uma organização Nível 2 que os apresenta quase que totalmente

implementados. Isso pode indicar uma preparação para uma iminente avaliação em um nível mais alto. Não há uma constatação semelhante nas organizações Nível 3.

Tabela 7.5 – Formalização e Implementação de Processos – Organizações CMM

<b>Nível</b>	<b>Questão</b>		<b>CMM (%)</b>		
	<i>Nº</i>	<i>Processo</i>	<i>N2</i>	<i>N3</i>	<i>Tot.</i>
<b>2</b>	2A	Supervisão e Acompanhamento de Projeto	100,0	100,0	100,0
	2B	Garantia de Qualidade	100,0	100,0	100,0
	2C	Gerência de Configuração	100,0	100,0	100,0
	2D	Gerencia de Contrato	18,8	25,0	20,0
	2E	Gerência de Requisitos	93,8	100,0	95,0
	2F	Planejamento de Projeto	100,0	100,0	100,0
<b>3</b>	2G	Coordenação entre grupos	12,5	100,0	30,0
	2H	Gerência de Software Integrada	12,5	100,0	30,0
	2I	Definição do Processo da Organização	18,8	100,0	35,0
	2J	Foco no Processo da Organização	25,0	100,0	40,0
	2K	Programa de Treinamento	25,0	100,0	40,0
	2L	Engenharia de Produto de Software	25,0	100,0	40,0
<b>4</b>	2M	Revisão por Pares	12,5	100,0	30,0
	2N	Gerência Quantitativa de Processos	6,3	0	5,0
<b>5</b>	2O	Gerência de Qualidade de Software	31,3	25,0	30,0
	2P	Gerência da Evolução de Processos	12,5	0	10,0
	2Q	Gerência da Evolução da Tecnologia	6,3	0	5,0
	2R	Prevenção de Defeitos	6,3	25,0	10,0

Há, ainda, um valor digno de nota: os percentuais notáveis de respostas positivas em relação ao processo “Gerência de Qualidade Software” – do Nível 4 de maturidade (31,3% para as organizações Nível 2, o que representa um total de 5 organizações; e 25,0% para Nível 3, representando 1 organização). Este fato mereceria ser objeto de um estudo posterior visando identificar sua origem. Contudo, o modelo CMM foi descontinuado e, uma vez que não se verifica resultado análogo no conjunto de organizações CMMI, na atual conjuntura este estudo perde sua razão de ser.

Além do que foi apresentado, 25% do total de organizações CMM participantes informaram – assinalando a opção “Outros” do questionário – que se encontram em fase de preparação para uma migração em breve para o modelo CMMI; algumas com concomitante mudança de nível.

A tabela a seguir (Tab. 7.6) apresenta a mesma representação da tabela anterior, considerando o conjunto de organizações avaliadas segundo o modelo CMMI.

Tabela 7.6 – Formalização e Implementação de Processos – Organizações CMMI

Nível	Questão		CMMI (%)			
	Nº	Processo	N2	N3	N5	Tot.
2	2A	Gerência de Requisitos	100,0	100,0	100,0	100,0
	2B	Planejamento de Projeto	100,0	100,0	100,0	100,0
	2C	Monitoração e Controle de Projeto	88,9	100,0	100,0	93,3
	2D	Gerência de Acordos com Fornecedores	44,4	75,0	50,0	53,3
	2E	Medição e Análise	88,9	100,0	100,0	93,3
	2F	Garantia da Qualidade de Produto e Processo	100,0	100,0	100,0	100,0
	2G	Gerência de Configuração	100,0	100,0	100,0	100,0
3	2H	Desenvolvimento de Requisitos	44,4	100,0	100,0	66,7
	2I	Solução Técnica	22,2	100,0	100,0	53,3
	2J	Integração de Produto	33,3	100,0	100,0	60,0
	2K	Verificação	44,4	100,0	100,0	66,7
	2L	Validação	55,6	100,0	100,0	73,3
	2M	Foco no Processo da Organização	33,3	100,0	100,0	60,0
	2N	Definição do Processo da Organização	44,4	100,0	100,0	66,7
	2O	Treinamento Organizacional	55,6	100,0	100,0	73,3
	2P	Gerenciamento Integrado de Projeto	33,3	100,0	100,0	60,0
	2Q	Gerenciamento de Riscos	33,3	100,0	100,0	60,0
	2R	Integração de Equipes	11,1	50,0	50,0	26,7
	2S	Gestão Integrada de Fornecedores	11,1	25,0	50,0	20,0
	2T	Análise de Decisão e Resolução	33,3	100,0	100,0	60,0
	2U	Ambiente Organizacional Voltado à Integração	11,1	25,0	50,0	20,0
4	2V	Desempenho do Processo Organizacional	33,3	25,0	100,0	40,0
	2W	Gerência Quantitativa do Projeto	22,2	0	100,0	26,7
5	2X	Inovação e Implantação na Organização	11,1	0	100,0	20,0
	2Y	Análise e Resolução de Causas	11,1	0	100,0	20,0

A observação da tabela evidencia uma situação bastante semelhante àquela encontrada no conjunto de organizações CMM. As respostas enquadram-se, de modo geral, ao que seria esperado conforme os respectivos níveis de maturidade. Os baixos percentuais relativos aos processos que envolvem o relacionamento com fornecedores se originam da exclusão de escopo. Além desses, os processos específicos do modelo IPPD – “Integração de Equipes” e “Ambiente Organizacional Voltado à Integração” –, que não é adotado pela maioria das organizações, apresentaram percentuais baixos. Observa-se, ainda, que 1 organização Nível 2 apontou dificuldades com o processo “Monitoração e Controle de Projeto” e outra com o de “Medição e Análise”. Mesmo tendo-se em conta que em ambos os casos trata-se apenas de 1 única organização, esse fato merece destaque, uma vez que tais processos são mandatórios no Nível 2 de maturidade (Capítulo 2). Por outro lado, mais uma vez a formalização e implementação

de processos pertencentes a níveis de maturidade superiores àqueles nos quais as organizações são avaliadas apontam para uma provável preparação, por parte dessas organizações, para a evolução de sua avaliação em um futuro próximo. Isso se nota particularmente no conjunto de organizações Nível 2.

Quanto à opção “Outros”, apenas uma organização assinalou-a, informando estar em fase de “estruturação e implantação dos demais níveis de maturidade” (sic).

A seguir encontra-se apresentada a tabela relativa ao conjunto de organizações avaliadas segundo o modelo MPS.BR (Tab. 7.7).

Tabela 7.7 – Formalização e Implementação de Processos – Organizações MPS.BR

<b>Nível</b>	<b>Questão</b>		<b>MPS.BR (%)</b>			
	<i>Nº</i>	<i>Processo</i>	<i>NG</i>	<i>NF</i>	<i>NE</i>	<i>Tot.</i>
<b>G</b>	2A	Gerência de Requisitos	100,0	100,0	100,0	100,0
	2B	Gerência de Projeto	100,0	100,0	100,0	100,0
<b>F</b>	2C	Medição	100,0	100,0	100,0	100,0
	2D	Gerência de Configuração	100,0	100,0	100,0	100,0
	2E	Aquisição	0	0	0	0
	2F	Garantia da Qualidade	100,0	100,0	100,0	100,0
<b>E</b>	2G	Treinamento	0	33,3	100,0	40,0
	2H	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional	0	33,3	100,0	40,0
	2I	Definição do Processo Organizacional	0	33,3	100,0	40,0
	2J	Adaptação do Processo para Gerência de Projeto	0	33,3	100,0	40,0
<b>D</b>	2K	Desenvolvimento de Requisitos	0	33,3	0	20,0
	2L	Solução Técnica	0	0	0	0
	2M	Integração do Produto	0	33,3	0	20,0
	2N	Instalação do Produto	0	33,3	0	20,0
	2O	Liberação do Produto	0	33,3	0	20,0
	2P	Verificação	0	0	0	0
	2Q	Validação	0	0	0	0
<b>C</b>	2R	Análise de Decisão e Resolução	0	0	0	0
	2S	Gerência de Riscos	100,0	33,3	0	40,0
<b>B</b>	2T	Desempenho do Processo Organizacional	0	0	0	0
	2U	Gerência Quantitativa do Projeto	0	0	0	0
<b>A</b>	2V	Inovação e Implantação na Organização	0	0	0	0
	2W	Análise e Resolução de Causas	0	0	0	0

O comportamento das organizações pertencentes a este conjunto permaneceu similar ao verificado nos demais. Os processos declarados como formalizados e implementados foram, via de regra, aqueles que eram esperados em face do nível de maturidade no qual as organizações foram avaliadas. Porém, ao contrário do que se verificou nos demais grupos, não se evidenciou nenhum outro processo pertencente ao

nível de maturidade no qual as organizações se enquadram que não tenha tido resposta positiva por parte da totalidade das organizações participantes.

Observa-se, ainda, que a organização avaliada como Nível G aparenta encontrar-se em condições de buscar proximamente uma avaliação Nível F. Do mesmo modo, uma das organizações avaliadas Nível F, segundo suas repostas, aparenta se encontrar próxima a uma situação que a permita buscar uma classificação no Nível D ou mesmo Nível C. Chama a atenção também o fato de que estas duas organizações responderam positivamente à questão relativa ao processo “Gerencia de Riscos”. Este dado associado aos 33,3% de respostas positivas fornecidas pelas organizações Nível 2 do CMMI (3 organizações) para o processo análogo “Gerenciamento de Riscos” daquele modelo, pode indicar a existência de uma preocupação especial com este aspecto do desenvolvimento de software independentemente da adoção de um modelo específico de qualidade.

Cabe que se registre que nenhuma das organizações MPS.BR assinalou a opção “Outros” do questionário.

A tabela seguinte (Tab.7.8) relaciona as práticas nas atividades de desenvolvimento e manutenção de software que foram consideradas como relevantes para a qualidade por parte dos especialistas em Engenharia de Software (Capítulo 4).

A observação da tabela revela um quadro que pode ser considerado como amplamente favorável. Poucos foram os casos em que as organizações declararam não fazer uso das práticas de Engenharia de Software consideradas como mais relevantes por parte dos especialistas na área. E, em grande parte desses, isso se deu com apenas 1 única organização no conjunto a que pertencem; valor que torna o dado não representativo, indicando uma situação pontual.

Os itens em que tal fato não ocorreu foram “Especificação de Programas” – com 3 negativas no Nível 2 do CMMI; “Gerência de Riscos” – com 4 negativas no Nível 2 do CMM; “Métodos O. O. – com 7 no Nível 2 do CMM e 2 no Nível F do MPS.BR (esse fato, contudo, pode não ser relevante, uma vez que a utilização desses métodos depende de diversos fatores, tais como exigências do cliente, domínio de aplicação, etc.); “Modelagem de Dados” – com 2 Nível 2 do CMM; “Normas e Padrões na Organização” – com 4 no Nível 2 do CMM; “Planejamento Formal de Testes” – com 5

no Nível 2 do CMM; e “Projeto de Interface com o Usuário” – com 6 no Nível 2 do CMM.

Tabela 7.8 – Práticas Utilizadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção de Software

Nº	Questão	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
		N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
3A	Controle de Versão	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3B	Especificação de Programas	93,8	75,0	90,0	66,7	100,0	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3C	Especificação de Projetos	87,5	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3D	Especificação de Requisitos	100,0	75,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3E	Estimativa de Custos	100,0	100,0	100,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0
3F	Estimativa de Esforço	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3G	Gerência de Configuração	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3H	Gerência de Requisitos	93,8	100,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3I	Gerência de Riscos	75,0	100,0	80,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	66,7	100,0	80,0
3J	Métodos O.O.	56,3	100,0	65,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	33,3	100,0	60,0
3K	Modelagem de Dados	87,5	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3L	Normas e Padrões na Organização	75,0	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3M	Planejamento Formal de Testes	68,8	100,0	75,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0
3N	Projeto de Interface com o Usuário	62,5	100,0	70,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0

Muitas das práticas aqui relacionadas são, conforme se observou no Capítulo 2 – O Processo de Software deste trabalho, direta ou indiretamente recomendadas pelos modelos aqui tratados, a saber: Especificação de Requisitos; Especificação de Projetos; Gerência de Configuração; Gerência de Requisitos; Gerência de Riscos; Normas e Padrões na Organização; e Planejamento Formal de Testes. O que se pode observar é que os números se mostram coerentes, em relação a essas práticas, com os níveis de maturidade das organizações participantes. Contudo, alguns números chama a atenção. Mais um vez 1 organização CMM respondeu negativamente à questão relativa à Gerência de Requisitos que é mandatária no Nível 2 do CMM. Esse caso já foi objeto de destaque anteriormente neste capítulo, quando da análise da Tabela 7.5 – Formalização e Implantação de Processos – Organizações CMM. Nota-se, também, que

o valore relativo ao Nível 2 do CMMI em relação à Gerência de Riscos se mostra bastante superiores àquele observado quando da análise dos processos relativos a este modelo (Tabela 7.6 deste capítulo). O que se pode supor é que as organizações que responderam afirmativamente a esta questão façam uso dessa prática sem contudo terem definido e implementado formalmente um processo para a mesma, conforme exige o modelo para o Nível 3 (Capítulo 2). O mesmo se dá com relação ao Planejamento Formal de Testes, que no modelo CMM estaria incorporado à Área-Chave de Processo “Engenharia de Produto de Software” (Nível 3), no CMMI principalmente às Áreas de Processo de Verificação e Validação (também do Nível 3) e no MPS.BR aos processos análogos (Capítulo 2). Essa discrepância também está vincula ao fato da organização fazer uso da práticas sem, contudo, possuir os processos relacionados efetivamente formalizados e implemantados.

A análise desses valores aponta para duas inferências de interesse. A primeira delas é que o nível de maturidade da organização, seja qual for o modelo considerado, tem impacto positivo na adoção dessas práticas. A segunda indica que os modelos mais recentes e atualizados (CMMI e MPS.BR) apresentam propiciar um comportamento mais adequado do ponto de vista da Engenharia de Software do que o CMM, que já foi descontinuado, ou seja, os modelos mais recentes se mostram como uma evolução positiva em relação ao modelo anterior.

Outro aspecto que aponta para um quadro positivo resulta da comparação dos valores dessa tabela com aqueles que foram obtidos no Capítulo 5 do presente trabalho. Naquele estudo, a “*Tabela 5.12 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Práticas de Engenharia de Software no Desenvolvimento*” apresenta os valores obtidos para essas mesmas variáveis a partir do tratamento dos dados que fazem parte da Pesquisa Sepin. Apesar do fato de que os resultados desses dois estudos, em função de significativas diferenças metodológicas, não poderem ser objeto de uma comparação estatística, as expressivas diferenças entre seus valores pode suscitar a formulação da hipótese de que as organizações consideradas no universo deste estudo (avaliadas segundo os modelos CMM, CMMI e/ou MPS.BR) possuam práticas de Engenharia de Software efetivamente mais adequadas que aquelas que não o são.

A próxima tabela (Tab.7.9) trata dos itens de documentação adotados pelas organizações. Do mesmo modo que na análise acima, estes elementos foram apontados

como os mais relevantes para a qualidade do produto de software pelos especialistas em Engenharia de Software que tomaram parte do estudo descrito no Capítulo 4 deste trabalho. Em outras palavras, sua efetiva utilização pode ser considerada como uma prática de Engenharia de Software com impactos positivos na qualidade do produto.

Tabela 7.9 – Itens de Documentação Adotados

Nº	Questão	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
		N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
4A	Acompanhamento de Custos	93,8	100,0	95,0	88,9	75,0	100,0	86,7	100,0	100,0	100,0	100,0
4B	Acompanhamento de Prazos	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4C	Contratos e Acordos	75,0	100,0	80,0	66,7	100,0	50,0	73,3	100,0	100,0	0	80,0
4D	Documentação de Programas	75,0	75,0	75,0	66,7	100,0	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4E	Documentação de Processo de Software	81,3	100,0	85,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4F	Documentação no Código	87,5	100,0	90,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0
4G	Especificação do Sistema	93,8	100,0	95,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	0	80,0
4H	Guia de Instalação	75,0	75,0	75,0	88,9	75,0	100,0	86,7	0,0	100,0	0	60,0
4I	Help On-line	81,3	75,0	80,0	66,7	75,0	100,0	73,3	100,0	66,7	100,0	80,0
4J	Histórico do Projeto	68,8	100,0	75,0	88,9	100,0	100,0	93,3	0	66,7	100,0	60,0
4K	Manual de Treinamento	75,0	100,0	80,0	88,9	75,0	100,0	86,7	0	100,0	100,0	80,0
4L	Manual do Sistema	75,0	100,0	80,0	55,6	75,0	100,0	66,7	0	66,7	0	40,0
4M	Manual do Usuário	93,8	75,0	90,0	88,9	75,0	100,0	86,7	100,0	100,0	0	80,0
4N	Plano de Contingência	56,3	100,0	65,0	66,7	100,0	100,0	80,0	100,0	66,7	100,0	80,0
4O	Plano de Controle da Qualidade	68,8	100,0	75,0	77,8	100,0	100,0	86,7	100,0	100,0	100,0	100,0
4P	Plano de Testes	87,5	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4Q	Projeto do Sistema	87,5	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4R	Registros de Revisões e Testes	87,5	100,0	90,0	77,8	100,0	100,0	86,7	100,0	100,0	0	80,0
4S	Relatório de Testes	87,5	100,0	90,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0

Os resultados aqui obtidos, a despeito de não serem tão expressivamente positivos quanto na análise anterior, também podem ser considerados como favoráveis.

O conjunto de fenômenos observados naquela análise repete-se também nesta. Observa-se que boa parte dos casos em que o percentual de respostas positivas não foi igual a 100,0% representam apenas 1 única resposta negativa, fato não representativo. Essa situação merece um destaque especial no caso do Níveis G e E do MPS.BR. Como esses dois grupos foram formados por apenas 1 organização, uma resposta negativa por parte desta resulta em um valor igual a “0” (zero). Este valor seria algo a ser considerado como negativo, mas não com a gravidade que um valor “zero” parece representar, mesmo porque situações específicas podem dispensar a necessidade de um dado item de documentação.

Alguns valores positivos merecem destaque, como o Acompanhamento de Prazos, com 100% de respostas positivas. Esse valor pode ser considerado como resultado direto da utilização dos modelos, uma vez que o planejamento e o acompanhamento do projeto é imposto pelos 3 modelos em seus níveis iniciais (Capítulo 2). O mesmo se dá com a Documentação de Processo de Software, que é resultado das Características Comuns do CMM e do CMMI e dos Atributos de Processo do MPS.BR; nesse caso apenas 3 organizações (Nível 2 do CMM) responderam negativamente à questão.

Mais uma vez se pôde observar tanto resultados mais positivos para os níveis de maturidade mais altos, quanto para os modelos mais recentes (CMMI e MPS.BR). Assim sendo, as mesmas inferências anteriormente apresentadas podem aqui ser reproduzidas.

Do mesmo modo, uma comparação entre esses valores com aqueles obtidos no Capítulo 5 permite a suposição de uma hipótese análoga; qual seja, a de que as organizações consideradas no universo deste estudo (avaliadas segundo os modelos CMM, CMMI e/ou MPS.BR) façam uso de uma documentação mais adequada do ponto de vista da Engenharia de Software. Grande parte desses itens de documentação se constituem de artefatos esperados dos processos relativos aos modelos aqui tratados, o que explica o resultado positivo obtido por esse conjunto de organizações.

A Tabela 7.10, a seguir, reproduz as análises anteriores tendo como base as variáveis relativas às práticas utilizadas na avaliação da qualidade do produto. Assim como nas duas tabelas anteriores, esse conjunto de práticas resulta do levantamento realizado junto a especialistas em Engenharia de Software descrito no Capítulo 4.

Tabela 7.10 – Práticas Utilizadas na Avaliação da Qualidade de Produto de Software

Nº	Questão	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
		N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
5A	Auditórias	93,8	100,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
5B	Peer-Review/Walkthrough	43,8	100,0	55,0	33,3	100,0	50,0	53,3	100,0	66,7	0	60,0
5C	Levantamento de Requisitos da Qualidade	62,5	75,0	65,0	44,4	100,0	50,0	60,0	100,0	66,7	0	60,0
5D	Testes de Aceitação	87,5	75,0	85,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0
5E	Testes de Campo	43,8	25,0	40,0	44,4	50,0	50,0	46,7	100,0	66,7	100,0	80,0
5F	Testes de Integração	81,3	100,0	85,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	66,7	100,0	80,0
5G	Testes de Unidade	87,5	100,0	90,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0
5H	Testes do Sistema Integrado	87,5	75,0	85,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	66,7	100,0	80,0
5I	Testes Funcionais	81,3	75,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
5J	Avaliação segundo as normas NBR 13596 (ISO/IEC 9126) e/ou NBR ISO/IEC 12119	0	0	0	0	25,0	0	6,7	0	0	0	0

Essas variáveis são as que apresentam o resultado menos favorável para a Engenharia de Software. Todavia, ainda é, de modo geral, um resultado positivo, tendo a maioria das variáveis obtido respostas majoritariamente positivas. As exceções foram as práticas “Peer-Review/Walkthrough”; “Teste de Campo” e “Avaliação segundo as normas NBR 13596 (ISO/IEC 9126) e/ou NBR ISO/IEC 12119”. Destaca-se que a primeira somente é obrigatória a partir dos Níveis 3 do CMM (Área-Chave de Processo de Revisão por Pares) e do CMMI (Área de Processo Verificação) e D do MPS.BR (Processo de Verificação). A significativa diferença de resultados entre os Níveis 2 e 3 dos modelos CMM e CMMI evidencia o impacto positivo do modelo nas práticas das organizações.

Quanto às normas citadas, sabe-se que estão incorporadas na metodologia que a Coppe utiliza quando apóia a implantação desses modelos e, provavelmente, também o são por outros implementadores; contudo, muitas vezes as organizações desconhecem esse fato. Assim sendo, fazem uso da norma sem sabê-lo.

Essas foram também as variáveis desse grupo que apresentaram os piores resultados nos estudos anteriores, indicando que se caracterizam como aquelas nas quais a indústria apresenta maior grau de dificuldade para sua implementação ou maior nível de desconhecimento em relação à sua utilização ou mesmo à sua existência.

Finalmente merece destaque a afirmação da utilização praticamente unânime de Auditorias. Mais uma vez podemos atribuir esse resultado aos modelos. Em primeiro lugar, as auditorias de configuração fazem parte das práticas recomendadas para a Gerência de Configuração, e este processo, conforme apresentado no Capítulo 2 desta Tese, faz parte dos níveis iniciais dos 3 modelos (no MPS.BR, do nível F). Auditorias são também explicitamente recomendadas na Área-Chave de Processo Garantia de Qualidade do CMM (nível 2) e na Área de Processos Garantia da Qualidade de Produto e Processo do CMMI (nível 2); no modelo MPS.BR não há uma referência explícita, mas os Resultados Esperados do Processo Garantia da Qualidade (nível F) apontam para o uso da prática. Em segundo lugar, a própria avaliação para classificação no modelo é um processo de auditoria, portanto todas as organizações participantes são objeto dessa atividade. Como ressalva, destaca-se que a unanimidade somente não ocorreu pelo fato de 1 organização nível 2 do CMM ter respondido negativamente à questão. A despeito de ser um valor desprezível, face ao quesito em tela, é um fato a ser observado.

De todo modo, algumas das tendências verificadas nas duas análises anteriores persistiram. Mais uma vez, os modelos mais atuais apresentaram resultados superiores ao do modelo CMM (é necessário, mais uma vez, levar-se em conta que a amostra foi composta por somente 1 organização avaliada no Nível E do modelo MPS.BR). Também uma comparação com os valores obtidos no Capítulo 5 (*Tabela 5.16 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Práticas de Eng. Soft na Avaliação de Produtos*) evidencia valores muito superiores para esta amostra, reiterando a tendência que deu origem a hipótese levantada nas análises precedentes.

Tendo em que as práticas aqui consideradas não são, em sua maioria, explicitamente citadas nos modelos tratados, esses resultados reforçam a percepção da influência dos modelos. Os valores aqui obtidos apontam para o fato de que as organizações tendem a utilizar somente aquilo que é mandatório no modelo adotado. Nesse caso, mais do que nos anteriores, uma afirmação mais concreta a esse respeito somente poderá vir a ser feita quando o universo de organizações avaliadas segundo esses modelos permitir a construção de amostras com uma significância estatística suficiente para a realização de Testes de Contingência.

Nos três conjuntos de variáveis de Engenharia de Software considerados, as informações obtidas através das opções “Outras” não foram como relevantes. Em todo a

amostra, foram assinaladas somente 10 respostas positivas para esse grupo de questões. Na discriminação destas, não houve nenhum elemento que fosse citado por mais de uma organização. Assim sendo, deve-se supor, a partir das informações prestadas pelos participantes, que não há práticas de Engenharia de Software relevantes para o contexto da indústria que tenham ficado de fora da análise aqui conduzida.

### 7.4.3 Questão 2

A segunda questão estabelecida para o estudo na Seção “7.2.3 – Questões e Métricas” deste capítulo foi:

*“Quais as práticas de Engenharia da Qualidade adotadas pelas organizações oficialmente avaliadas de acordo com distintos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade específico para software e com diferentes níveis de maturidade?”*

E, como métrica, a “proporção de utilização das práticas e ferramentas de Engenharia da Qualidade por parte das organizações avaliadas segundo distintos os modelos e seus diferentes níveis de maturidade”.

Um dos requisitos básicos da Gestão da Qualidade estabelece que o desempenho de uma dada atividade exige que seu responsável seja devidamente qualificado para executá-la (NBR ISO 9001:2000). Assim sendo, o primeiro fator a ser observado nesta etapa do estudo são as variáveis que descrevem o nível de qualificação do pessoal, considerando aqueles profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento de software e na própria operacionalização do Sistema de Gestão da Qualidade (Tab. 7.11).

O primeiro quesito trata da existência, na organização, de profissionais com titulação de Mestre ou Doutor atuando nas atividades de desenvolvimento de software. Nos modelos CMM e CMMI – salvo no Nível 2 do CMM – é possível observar que o percentual de organizações que responderam afirmativamente à questão é representativo. O mesmo não acontece em relação ao modelo MPS.BR. Nesse conjunto de organizações, apenas 1 (no Nível G) respondeu de forma positiva. Números mais favoráveis são encontrados no quesito “Profissionais com Especialização / MBA em Qualidade de Software, Engenharia de Software ou Gerência de Projetos”. Neste caso, inclusive para o Nível 2 do CMM e para as organizações MPS.BR.

Tabela 7.11 – Qualificação do Pessoal

Questão		CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
Nº	Quesito	N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
6A	Mestres atuando no Desenvolvimento de Software	31,3	75,0	40,0	55,6	75,0	100,0	66,7	100,0	0	0	20,0
6B	Doutores atuando no Desenvolvimento de Software	25,0	25,0	25,0	11,1	0	50,0	13,3	0	0	0	0
6C	Profissionais c/Especialização / MBA em Qual. de Software, Engenharia de Software ou Gerência de Projetos	87,5	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	66,7	100,0	80,0
6D	Profissionais Certificados CQM ou CSQE pela American Society for Quality – ASQ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6E	Profissionais Certificados PMP	62,5	100,0	70,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	66,7	100,0	80,0
6F	Profissionais Certificados CFPS ou CSMS pelo IFPUG	25,0	75,0	35,0	55,6	50,0	100,0	60,0	0	33,3	100,0	40,0
6G	Implementadores MPS.BR credenciados pela Softex	18,8	0	15,0	33,3	25,0	0	26,7	0	66,7	100,0	60,0
6H	Profissionais Certificados Lead Assessor ISO 9001	31,3	0	25,0	44,4	50,0	50,0	46,7	0	0	0	0
6I	Profissionais Certificados como Lead Assessor Scampi	6,3	0	5,0	11,1	0	0	6,7	0	0	0	0
6J	Avaliadores MPS.BR credenciados pela Softex	12,5	0	10,0	11,1	25,0	0	13,3	0	0	0	0

A comparação desses valores com aqueles obtidos na Pesquisa Sepin (*Tab. 5.20 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Qualificação Pessoal*, no Capítulo 5, aponta para uma vantagem deste conjunto de organizações.

Nos quesitos relacionados às “Certificações Profissionais”, o que se verifica é uma considerável predominância das certificações PMP. Os resultados positivos superaram os 60% em todos os subgrupos analisados. Para as certificações do IFPUG os valores se mostram bem abaixo disso, porém representativos nos níveis de maturidade mais altos. Esses valores são compatíveis com aqueles apresentados mais adiante nesta seção, no Quadro 7.3, que trata especificamente de métricas.

Quanto às certificações da ASQ, nenhuma organização declarou a existência em seus quadros de profissionais que as possuam, o que indica a baixa penetração desse sistema de certificação no segmento de software no Brasil. Não existem dados consistentes acerca do número de profissionais certificados pela ASQ no Brasil, mas

segundo a Associação Brasileira de Controle da Qualidade – ABCQ (representante da ASQ no país até há dois anos) são algo entre 2 e 3 mil. Ainda de acordo com esta mesma entidade, a presença de tais profissionais na indústria manufatureira é bastante expressiva. Sabe-se, também, que o mesmo ocorre nos EUA no mesmo segmento, mas não se têm informações a respeito do segmento de software.

Considerando-se os dois quesitos que apresentaram respostas positivas, observa-se mais uma vez uma situação mais favorável nos níveis de maturidade mais altos.

Quanto aos implementadores e avaliadores MPS.BR, apesar dos percentuais serem baixos em todos os conjuntos de organizações, os mesmos podem ser interpretados como positivos, tendo em vista o fato de que o modelo – e, consequentemente a certificação de profissionais – ser bastante recente. Os números apontam para uma disseminação desse modelo que pode ser interpretada como bastante rápida. O fato de não haver nenhum avaliador MPS.BR no conjunto de organizações avaliadas segundo este modelo se deve ao ainda reduzido número de profissionais com essa qualificação. O mesmo ocorre com as organizações N-3 do CMM.

Situação inversa se verifica nos números relativos aos profissionais certificados como “Lead Assessor ISO 9001”. A despeito de seus valores se apresentarem em patamares mais razoáveis (25,0% do total do grupo CMM e 46,7% do CMMI), ao serem cotejados com os percentuais de organizações certificadas ISO 9001 (Gráf.7.1, Gráf. 7.2 e Gráf. 7.4 deste capítulo), apontam para um quadro não tão favorável.

Quanto às certificações Lead Assessor SCAMPI, verifica-se praticamente a mesma situação das certificações ASQ, posto que apenas 1 organização CMM e 1 CMMI declararam possuir profissionais com essa qualificação. Neste caso, o fator custo parece ser determinante, uma vez que a obtenção desta certificação exige investimentos consideráveis. O fato de ambas as organizações serem de grande porte corrobora esta hipótese.

Fenômeno que chama a atenção é o de que para os 4 últimos quesitos as respostas foram negativas para todas as organizações CMM Nível 3. Não há, a princípio, uma razão aparente para tanto.

Ainda considerando os aspectos relativos à qualificação da mão-de-obra, a próxima questão a ser analisada (Tab. 7.12) refere-se às formas adotadas e facilidades oferecidas para a atualização e desenvolvimento dos profissionais das organizações.

Tabela 7.12 – Facilidades Oferecidas para Atualização da Força de Trabalho

Nº	Questão	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
		N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
7A	Acesso à Internet	93,8	100,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
7B	Aquisição de Publicações Especializadas	93,8	100,0	95,0	100,0	100,0	50,0	93,3	0	100,0	100,0	80,0
7C	Assinatura de Periódicos Especializados	62,5	75,0	65,0	88,9	100,0	50,0	86,7	0	100,0	100,0	80,0
7D	Incentivo à Pós-Graduação	68,8	75,0	70,0	77,8	100,0	100,0	86,7	0	66,7	100,0	60,0
7E	Incentivo à Publicação de Artigos	50,0	75,0	55,0	33,3	100,0	100,0	60,0	0	66,7	100,0	60,0
7F	Liberação para Congressos	93,8	100,0	95,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	66,7	100,0	80,0
7G	Liberação para Cursos	93,8	100,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	66,7	100,0	80,0
7H	e-Learning	50,0	75,0	55,0	55,6	75,0	100,0	66,7	0	66,7	100,0	60,0
7I	Subsídio, no todo ou em parte, às atividades de desenvolvimento profissional	68,8	100,0	75,0	88,9	100,0	100,0	93,3	0	33,3	100,0	40,0

A situação aqui observada repete aquela verificada na maioria das questões avaliadas. Os percentuais para praticamente todos os quesitos situam-se em patamares superiores a 50% (reitera-se o fato de que os grupo MPS.BR Nível G e E são compostos por uma única empresa) e os valores tendem a ser maiores nos níveis de maturidades mais altos. Do mesmo modo, sua comparação com os valores da Pesquisa Sepin (Capítulo 5; *Tab. 5.20 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Qualificação Pessoa*) indicam uma situação bastante mais favorável.

Os quesitos que apresentam percentuais menos expressivos são “Incentivo à Publicação de Artigos” e “e-Learning”. Este provavelmente por se referir a uma metodologia ainda nascente; aquele por refletir o distanciamento ainda existente no setor entre a indústria e o contexto acadêmico.

A próxima análise refere-se a um dos pressupostos básicos da Qualidade: as métricas. Um dos aforismos mais conhecidos e afiançados da comunidade de Gestão da Qualidade foi cunhado por William Edwards Deming, principal precursor desse conceito. Ele afirmava que “Não se gerencia o que não se mede” (JURAN, 1998). Assume-se, portanto, que a utilização sistemática e consistente de métricas é um dos pressupostos para o efetivo funcionamento de um Sistema de Gestão da Qualidade.

A tabela a seguir (Tab. 7.13) trata do emprego, por parte das organizações, de métricas tanto para a qualidade, quanto para a produtividade.

Tabela 7.13 – Uso de Métricas

Questão		CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
Nº	Quesito	N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
8A	Métricas p/ a Qualidade no Desenvolvimento de Software	62,5	100,0	70,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
8B	Métricas p/ a Produtividade no Desenvolvimento de Software	87,5	100,0	90,0	77,8	75,0	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0

As respostas negativas em relação ao uso de métricas para a Qualidade corresponderam a apenas 37,5% das organizações CMM Nível 2 (6 empresas). Para as métricas de Produtividade, foram de 12,5% para o Nível 2 do CMM; 22,8% para o CMMI Nível 2; e 25,5% para o CMMI Nível 3 (correspondendo a 2 organizações CMM; 2 Nível 2 do CMMI e 1 Nível 2). Chama-se a atenção para o fato de que, conforme exposto no Capítulo 2 desta Tese, não há a exigência de um processo de Medição nos Níveis 2 do CMM e G do MPS.BR. Esses resultados reforçam, mais uma vez, a percepção da influência direta dos modelos na utilização das práticas de Engenharia de Software e de Engenharia da Qualidade. No modelo MPS.BR e nos Níveis 3 do CMM e 5 do CMMI as respostas foram 100,0% positivas para ambas as questões. Há aqui uma importante ressalva a ser feita. A estimativa de esforços e custos do projeto é uma das Práticas-Chave da Área-Chave de Processo de Planejamento de Projeto do nível 2 do CMM, das Práticas Específicas da Área de Processo de Planejamento de Projeto do nível 2 do CMMI e dos Resultados Esperados do Processo de Gerência de Projetos do nível G do MPS.BR. Considerando que as “Métricas para a Produtividade” são essenciais na elaboração dessas estimativas, os percentuais de respostas negativas a essa questão podem estar indicando problemas na implementação desse processo nas organizações avaliadas CMM e CMMI. Note-se que o mesmo não se dá para as organizações MPS.BR.

Os resultados aqui obtidos são, mais uma vez, consideravelmente superiores aos observados no Estudo Inicial deste trabalho (Cap. 05; *Tab. 5.26 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Gestão da Qualidade*).

Como informação complementar, o questionário empregado no estudo questões “abertas” para esses dois quesitos, a fim de possibilitar a especificação das métricas

utilizadas. Dada a característica das questões e o fato de que tanto a denominação das diversas métricas, quanto nuances de sua utilização, diferem bastante de uma organização para outra, a diversidade de respostas foi muito elevada. Contudo, pôde ser verificada uma similaridade temática entre estas, permitindo que fossem agrupadas em “categorias de métricas”. Muitas das métricas que foram incluídas nessas categorias referenciavam-se ao tamanho do produto de software. Nesses casos, foi determinada a freqüência com que cada um dos métodos de estimativa de tamanho foi citado.

Quadro 7.3 – Métricas de Qualidade e Produtividade - Distribuição de Freqüência

Qualidade			Produtividade		
Categorias de Métricas	Freq.	%	Categorias de Métricas	Freq.	%
Quantidade de Defeitos / Não-Conformidades	28	71,8	Baseadas em Tempo	6	15,4
Desvio do Planejamento (custo, prazo e/ou esforço)	5	12,8	Baseadas em Esforço	4	10,3
Estabilidade/Volatilidade dos Requisitos	5	12,8	Baseadas em Custo	3	7,7
Indicadores de Auditorias	4	10,3	Baseadas em Prazo	3	7,7
Eficiência da remoção de defeitos	3	7,7	Retrabalho	3	7,7
Quantidade de Revisões	3	7,7	Cost Performace Index – CPI	2	5,1
Retrabalho	3	7,7	Quantidade de Defeitos	2	5,1
Aderência dos Processos	2	5,1	Scheduled Cost Index – SCI	2	5,1
Esforço em Medição e Análise	2	5,1	Esforço em "peer-review"	1	2,6
Quantidade de correções	2	5,1	Quantidade de revisões	1	2,6
Satisfação dos Clientes	2	5,1	Taxa de Entrega	1	2,6
Análise de Risco	1	2,6			
Cost Performace Index – CPI	1	2,6			
Criticidade Não-Conformidades	1	2,6			
Custos da Qualidade	1	2,6			
Custo de Treinamentos	1	2,6			
Esforço em correções	1	2,6			
Scheduled Performace Index – SPI	1	2,6			
<i>Métodos de Determinação do Tamanho</i>			<i>Métodos de Determinação do Tamanho</i>		
Análise de Pontos por Função - FPA	5	12,8	Análise de Pontos por Função - FPA	16	41,0
KLOC	2	5,1	Ponto por Caso de Uso – UCP	5	12,8
			KLOC	2	5,1
			Número de Classes	1	2,6

O Quadro 7.3, acima, apresenta as categorias registradas com suas respectivas Distribuições de Freqüências.

Os valores que mais merecem destaque nesse quadro são os baixos índices obtidos para as métricas de qualidade baseadas em “Indicadores de Auditorias” verificação da “Satisfação do Cliente”, “Aderência dos Processos”. Uma interpretação desse fato está apresentada na análise a seguir, que trata das práticas específicas de Gestão da Qualidade (Tab. 7.14).

Chamam também a atenção os fatos de que somente as métricas conceitualmente mais simples apresentaram valores significativos e de que os resultados apresentados para muitas das métricas citadas – por exemplo: “Desvio do Planejamento”; “Indicadores de Auditorias”; “Aderência dos Processos” e “Análise de Risco” – se mostram inconsistentes em relação ao que seria de se esperar tendo em vista as práticas recomendadas pelos 3 modelos. Contudo, deve ser levado em conta que esses valores foram obtidos a partir de uma “questão aberta”; ou seja, há aqui um importante viés relacionado à disposição do respondente em preencher esse tipo de questão.

Os valores apresentados na tabela a seguir repetem a situação que tem sido verificada nas questões anteriores: resultados positivos representativos; crescentes de acordo com os níveis de maturidade; e em patamares superiores aos verificados na Pesquisa Sepin (Cap. 05; *Tab. 5.26 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Gestão da Qualidade*). Todavia, um cruzamento desses resultados com aqueles obtidos na análise anterior, que trata das “métricas da qualidade”, suscita alguns questionamentos. Aqui observa-se que 60,0% das organizações participantes em todos os 3 conjuntos declararam apropriar e contabilizar sistematicamente os “Custos da Qualidade”. Contudo, apenas 1 empresa (2,6% do total) relacionou esta técnica como parte de suas métricas da qualidade (ressalve-se que essa técnica somente é exigida no nível E do modelo MPS.BR). Do mesmo modo, a maioria das organizações avalia a “Satisfação dos Clientes” e possui formas de tratamento para suas “Reclamações”. Porém, somente 2 (5,1%) informaram utilizar métricas relacionadas à satisfação do cliente. Além disso, todas as organizações participantes possuem um Sistema de Gestão da Qualidade formalmente implantado. Todos os modelos incorporam práticas de auditorias, porém, somente 4 (10,3%) informaram fazer uso de indicadores de auditorias como “Métricas da Qualidade”.

Tabela 7.14 – Práticas de Gestão da Qualidade

Nº	Questão	CMM (%)			CMMI (%)				MPS.BR (%)			
		N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
9A	Possui um profissional formalmente designado como Responsável pelo Sistema de Gestão da Qualidade	87,5	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
9B	Elabora, de forma sistemática, Planejamento Estratégico	75,0	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	66,7	100,0	80,0
9C	Possui uma sistemática implementada para a apropriação e contabilização dos “Custos da Qualidade”	50,0	100,0	60,0	55,6	50,0	100,0	60,0	0	66,7	100,0	60,0
9D	Realiza, de forma sistemática, Pesquisa de Satisfação dos Clientes	81,3	100,0	85,0	66,7	100,0	100,0	80,0	0	66,7	100,0	60,0
9E	Utiliza sistematicamente as Pesquisas ou Registros de Reclamações dos Clientes como feed-back	68,8	100,0	75,0	88,9	100,0	100,0	93,3	0	66,7	100,0	60,0

O conceito de Sistema de Gestão da Qualidade tem como um de seus pilares o chamado “Ciclo PDCA” (*Plan, Do, Check and Act*). A idéia de “ciclo” decorre exatamente da utilização do *feed-back* como elemento de retro-alimentação que possibilita a “melhoria contínua” (JURAN, 1998). Além disso, a satisfação do cliente pode ser entendida como a própria essência da Qualidade (JURAN, 1998). Portanto, medições de satisfação do cliente e resultados de auditorias – ou seja, métricas derivadas dessas grandezas – podem ser consideradas como principais fontes para a avaliação da qualidade e operacionalização do Ciclo PDCA. Todavia, apesar de disporem dos dados que permitiram sua utilização, as organizações não o fazem. Assim como também não fazem uso dos “Custos da Qualidade” – que a maioria declara apropriar – como instrumento para o *feed-back*.

Esta situação leva a supor que a percepção sistêmica da Gestão da Qualidade ainda não foi de fato introjetada pelas organizações. Estas possuem um Sistema de Gestão da Qualidade implantado e sendo operacionalizado, porém ainda não percebido na total amplitude de suas correlações e benefícios. Encontram-se, ainda, na fase de executa apenas aquilo que os modelos determinam.

A Tabela 7.15, que se segue, trata da questão que aborda as formas adotadas pelas organizações para a participação dos empregados na solução de problemas.

Tabela 7.15 – Forma de Participação dos Empregados na Solução de Problemas

Questão		CMM (%)			CMMI (%)			MPS.BR (%)				
Nº	Quesito	N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
9G	Times, Equipes ou Círculos C. Q.	31,3	50,0	35,0	66,7	100,0	50,0	73,3	100,0	0	100,0	40,0
9H	Programas de Sugestões	50,0	75,0	55,0	44,4	100,0	100,0	66,7	0	33,3	100,0	40,0
9I	Reuniões de Trabalho	87,5	100,0	90,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0
9J	Procedimentos Informais	68,8	75,0	70,0	66,7	100,0	0	66,7	100,0	100,0	100,0	100,0

Os métodos mais diretamente associados a Programas de Qualidade mais abrangentes e estruturados (Questões 9G e 9H) não registraram valores expressivos no modelo CMM e MPS.BR. Neste, os casos em que aparecem percentuais de 100,0% referem-se a 1 só empresa, valor não representativo. Já o grupo que adota o modelo CMMI apresenta resultados mais favoráveis, particularmente nos níveis mais altos de maturidade. Provavelmente este fato decorre não do modelo adotado, mas do porte das organizações que fazem parte de cada um dos grupos.

Em contrapartida, “Reuniões de Trabalho” e “Procedimentos Informais”, que representam métodos menos estruturados, apresentaram percentuais bem elevados de respostas afirmativas. Positivo é também o registro de que nenhuma das empresas CMMI Nível 5 adota “Métodos Informais”, o que espelha o aspecto de formalização inerente ao modelo.

De todo o modo, os resultados aqui encontrados evidenciam números muito mais favoráveis do que aqueles obtidos na Pesquisa Sepin (Cap. 05; *Tab. 5.22 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Gestão de Pessoas*).

Finalmente, a última análise (Tab. 7.16) diz respeito à existência de “grupos internos” dedicados a atividades relacionadas à Qualidade.

Tabela 7.16 – “Grupos Internos” Voltados para a Qualidade

Questão		CMM (%)			CMMI (%)			MPS.BR (%)				
Nº	Quesito	N2	N3	Tot.	N2	N3	N5	Tot.	NG	NF	NE	Tot
9K	Possui "Grupo da Qualidade"	93,8	100,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
9L	Possui "Grupo de Métricas"	50,0	25,0	45,0	77,8	75,0	100,0	80,0	0	100,0	100,0	80,0
9M	"Software Engineering Process Group (SEPG)" / "Grupo de Processos"	93,8	100,0	95,0	88,9	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0

A implantação desse tipo de grupo é uma prática bastante difundida e que se assume como bastante eficaz que tem origem nos princípios nipônicos de envolvimento direto dos empregados nas questões relativas à qualidade, que resultam em soluções participativas e disseminação dos conceitos (FEINGENBAUN, 1991).

Neste estudo, o que se observa é uma utilização intensiva, por parte das organizações participantes, desse modelo. No caso dos “Grupos de Qualidade” atinge praticamente a totalidade das organizações. Observe-se que o CMMI recomenda explicitamente a implantação deste grupo, o que não ocorre no CMM. Mesmo assim, apenas 1 organização CMM respondeu negativamente. Sabe-se que, a despeito da exigência formal por parte do modelo, sua implantação é bastante favorecida pela existência desse grupo. Situação semelhante – porem não tão expressivamente positiva para os níveis iniciais do CMM e do CMMI – se observa em relação ao “SEPG”, sendo que esse grupo é quase que mandatório a partir do nível 3 do CMMI. Os valores menos positivos para o quesito “Grupos de Métricas”, além de espelhar o que foi observado na questão relativa às Métricas, deve ser considerado que o modelo CMM não possui uma Área-Chave de Processo específica para medição e que o modelo CMMI apenas “recomenda” esse grupo. Desse modo, mais uma vez o que se observa é que a implantação desses grupos decorre exatamente da implantação do próprio modelo.

Esta questão não permite comparações com resultados da Pesquisa Sepin, posto que a mesma não incluía questões sobre o tema.

## 7.5 CONCLUSÃO

Dentre as diversas observações realizadas ao longo das análises que fizeram parte deste capítulo, algumas são particularmente interessantes e merecem destaque.

Todavia, é importante que se chame a atenção para algumas das características deste estudo, tais como o tamanho dos subgrupos nos quais foi estratificada a amostra; o fato de tratar-se de uma análise descritiva, sem o objetivo de comprovação de hipóteses; e as diferenças metodológicas que impedem uma comparação estatística dos dados deste estudo com aqueles que compõem os demais estudos conduzidos ao longo deste trabalho. Este contexto impede que as observações aqui realizadas sejam revestidas de caráter conclusivo. Antes, são indicações de tendências – em muitos dos casos, bastante

fortes – que se colocam como hipóteses a serem verificadas em estudos posteriores, quando o universo de organizações avaliadas segundo os modelos aqui tratados permita análises estatísticas mais acuradas. De todo o modo, essas tendências representam indicativos razoavelmente consistentes para um maior entendimento da realidade dessas organizações e das práticas adotadas pela indústria de software no país. Assim sendo, o presente estudo pode ser classificado como uma “pesquisa exploratória” (KITCHENHAM et al. 2002) e seus resultados fornecem interessantes hipóteses para estudos posteriores.

A primeira das observações que merece destaque é o fato de que, do ponto de vista do comportamento geral da indústria, percebeu-se que no universo estudado predominam as grandes organizações, particularmente nos níveis de maturidade mais altos. Entretanto, o modelo MPS.BR parece ser capaz de alterar esse quadro, facilitando a evolução das pequenas e médias empresas. Foram percebidos também fortes indícios de que diversas organizações encontram-se em fase de preparação para migração tanto de modelo (CMM para CMMI), quanto de nível. A associação desta informação com o fato de que o número de novas avaliações no Brasil tem se mostrado crescente, permite que se espere um importante desenvolvimento da indústria de software no país nos próximos anos. Também chamou a atenção o fato de que o modelo de negócio predominante no universo estudado é o de “Fábrica de Software”.

Ainda neste contexto, observou-se que o modelo ISO 9001 tem sido usado intensivamente como “porta de entrada” para o universo da Gestão da Qualidade. Assim sendo, as sabidas dificuldades dos agentes envolvidos nas certificações ISO 9001 (consultores e Organismos Certificadores) no que tange à indústria de software merecem ser alvo de um tratamento especial por parte daqueles que formulam políticas e regulam o funcionamento dessa atividade, a saber: o Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade – CBAC, o Inmetro e o Ministério da Indústria e Comércio.

Verificou-se também que, para a implantação de todos os modelos aqui considerados (CMM, CMMI e MPS.BR) – assim como do modelo ISO 9001 – praticamente a totalidade das organizações fez uso do apoio de consultorias externas. Portanto, à perceptível preocupação do mercado em relação à qualificação dos avaliadores, seria recomendável que se somasse idêntica preocupação em relação à qualificação dos consultores. Cabe chamar a atenção para o fato de que essa

preocupação está contemplada no modelo MPS.BR que credencia implementadores através de cursos e provas. Tem também sido alvo de discussões no âmbito do CBAC, que trata, dentre outros, dos modelos de avaliação da conformidade baseados em normas NBR (que inclui grande parte das normas ISO).

Finalmente, a principal observação foi a de que para a totalidade das questões observadas, na grande maioria dos quesitos que as compuseram, identificaram-se indícios significativos de que a adoção dos modelos baseados em “níveis de maturidade” específicos para a indústria de software influencia positivamente o comportamento das organizações no que diz respeito às práticas de Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade por elas adotadas, uma vez que as práticas apresentadas espelham diretamente os requisitos dos modelos aqui tratados. Essa influência também é observada em relação ao nível de maturidade no qual a organização é avaliada.

Entretanto, apesar da aparente lógica inerente a esta hipótese, é necessário cautela em estabelecer-se a associação entre Níveis de Maturidade – ou mesmo a própria adoção dos modelos aqui tratados – com os resultados positivos. Há, porém, a possibilidade de que outras correlações determinem tais resultados. Assim sendo, esta hipótese necessita de um estudo comprobatório que somente poderá ser conduzido quando o universo em possibilitar a construção de amostras com dimensões e estratificações que proporcionem a significância estatística necessária. As tendências observadas de crescimento no contingente de organizações avaliadas CMMI e de que o modelo MPS.BR incorpore um maior contingente de pequenas e médias organizações a esse contexto poderá permitir que a curto prazo esse viés do estudo seja eliminado.

A despeito disso, há uma constatação importante: as práticas adotadas pelas organizações de modo geral restringem-se àquelas que são mandatórias do modelo e do nível de maturidade nos quais são avaliados. Raros os casos em que as organizações vão além disso. E quando ocorrem, se devem aparentemente à uma preparação para mudança de nível. Assim sendo, pode-se admitir que a implantação dos modelos aqui tratados atua como instrumento fundamental para o desenvolvimento da Engenharia de Software e da Qualidade nas Organizações, uma vez que as obriga a adotar práticas que possivelmente não adotariam em outras circunstâncias.

## 8. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo preliminarmente definido a busca por:

*“Aprofundar o conhecimento acerca da indústria de software no Brasil, avaliando, particularmente, os impactos da adoção dos diversos modelos formais, padrões e técnicas propugnados pela Engenharia da Qualidade e pela Engenharia de Software nessa indústria no que tange às práticas de Gestão da Qualidade e Engenharia de Software”.*

Nesse sentido, foi desenvolvida uma seqüência de estudos experimentais com o intuito de buscar-se a comprovação da Hipótese de Trabalho, a saber:

*“A utilização de Sistemas de Gestão da Qualidade em processos de desenvolvimento de softwares implica na adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia de Software e pela Engenharia da Qualidade.”*

Esses estudos permitiram, além da verificação da validade dessa hipótese, que se observasse inúmeros aspectos relacionados à Gestão da Qualidade e à Engenharia de Software no âmbito da indústria de desenvolvimento de software no Brasil. Essas observações concentraram-se, com principal interesse, na avaliação das possíveis diferenciações entre as empresas desenvolvedoras de software que ostentam uma Certificação ou Avaliação de Sistema de Gestão da Qualidade específico para essa atividade (NBR ISO 9001 com software explicitado no escopo da certificação, CMM, CMMI ou MPS.BR) e aquelas que não as possuem.

### 8.1 CONTRIBUIÇÕES

O presente trabalho foi desenvolvido em cinco etapas distintas de estudos. Este conjunto de estudos proporcionou, ao longo de seu desenvolvimento, uma série de

constatações e observações que permitem uma compreensão mais ampla do setor de desenvolvimento de software no Brasil. O detalhamento de cada uma delas encontra-se descrito em cada um dos respectivos capítulos do trabalho. A seguir, serão apresentadas as contribuições mais relevantes, resultantes de uma síntese das contribuições específicas de uma das etapas do trabalho.

Na primeira, foi realizada uma avaliação qualitativa dos resultados da série de pesquisas realizadas pela Sepin (Capítulo 3). A avaliação qualitativa dos resultados das Pesquisas Sepin, bem como de sua evolução, permitiram que se verificasse que a situação da indústria desenvolvedora de software no Brasil no que diz respeito à Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade, apesar de vir apresentando significativas melhorias ao longo do tempo, ainda se encontra aquém daquilo que seria desejável para as expectativas e necessidades de um país que pretende uma maior inserção no comércio internacional. A observação dos resultados da pesquisa evidenciou que, desde sua primeira edição (com dados de 1995), até a última publicada (com dados de 2001), praticamente todos os valores considerados apresentaram uma evolução positiva. Entretanto, diversos componentes da pesquisa, a despeito da melhora, ainda apresentaram na Pesquisa 2001 resultados consideravelmente baixos.

Como principais exemplos, pode-se citar que somente 25,1% dos participantes declararam adotar algum tipo de Sistema da Qualidade; 17,0% afirmam não possuir um único profissional com formação superior na área de informática; 46,5% não oferecem nenhum tipo de incentivo a seus funcionários para cursarem pós-graduação; 25,1% não investem em treinamentos de capacitação técnica, 43,3% não investem em capacitação gerencial, 56,5% em técnicas de qualidade e 50,7% em Engenharia/Tecnologia de Software; 17,2% não realizam pesquisa de satisfação do cliente e 44,1% não as utilizam como *feed-back* para melhoria; 81,4% não utilizam nenhuma métrica para a qualidade e 70,0% não o fazem para a produtividade; mais de 40% não realizam testes de aceitação, integração ou testes funcionais; em torno de 40% não especificam projetos, programas ou requisitos; 5,8% não fazem uso de nenhuma das práticas de Engenharia de Software consideradas na pesquisa; e 7,3% não utilizam nenhum método de detecção de defeitos.

Essa constatação adquire um significado maior quando se leva em conta – conforme apresentado quando da análise da “Validade do Constructo” (Seção 3.2.3-a) e “Validade

Externa” (Seção 3.2.3-c) da Pesquisa Sepin – um possível viés “*otimista*” no conjunto de dados que compõem a amostra utilizada.

Todavia, a melhora percebida na evolução dos resultados, aliada ao potencial de desenvolvimento da indústria identificado ao longo deste trabalho (particularmente o salto de apenas 4 organizações avaliadas CMM em 2001 para 62 avaliadas CMM, CMMI e/ou MPS.BR no início de 2006), permite supor que ações coordenadas entre os diversos agentes que têm interesse direto nessa questão (Governo, Indústria e Academia) podem acelerar enormemente esse desenvolvimento.

Nesse sentido, as constatações descritas devem ser entendidas como indicações das principais “oportunidades de melhoria” e podem ser utilizadas como subsídio para a tarefa que acima se propõe.

Quando da análise da “Validade do Constructo” do questionário da Pesquisa Sepin 2001, salientou-se que, em decorrência do processo utilizado em sua elaboração, este incluía diversas variáveis que podem ser consideradas como não relevantes para as questões relacionadas à qualidade de software. Assim sendo, tendo em vista o escopo do presente trabalho, fez-se necessária uma seleção das variáveis que seriam de interesse. Essa necessidade deu origem à segunda etapa do estudo, denominada “Estudo Preliminar: Identificação de Variáveis” (Capítulo 4), que consistiu de uma pesquisa de campo, junto a especialistas em Engenharia de Software, a fim de identificar-se quais as práticas dessa disciplina, dentre as constantes do questionário da Sepin, consideradas por estes como relevantes para a qualidade do produto e/ou processo de software.

Como resultado, obteve-se um conjunto de Práticas de Engenharia de Software, Ferramentas e Documentação apontadas pela maioria dos especialistas como as mais relevantes (ou impactantes) para a Qualidade do Produto e/ou do Processo de Software

O estudo, publicado em NOGUEIRA (2003), produziu como resultado 15 “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nos Processos de Desenvolvimento e Manutenção de Software” – de um total de 21 sugeridas (Tabela 4.19), 19 itens de “Documentação” (Tabela 4.20) – de 22 sugeridos, 4 “Ferramentas (Tabela 4.21) – de um total de 25 sugestões, e 10 “Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade do Produto” (Tabela 4.22) – de um total de 18. Além desses, os especialistas consultados fizeram indicações de outros elementos que não faziam parte do questionário, a saber: “Gerenciamento de Projeto”; “Documentação de Requisitos”; “Registros de Reuniões de

“Acompanhamento”; “Plano do Projeto”; “Gerenciador de Requisitos”; “Testes de Usabilidade” e “Testes de Carga”. Estes merecem ser objeto de um estudo que confirme sua relevância a fim de virem a ser incluídos em edições futuras da Pesquisa Sepin. Os resultados desse estudo orientaram a seleção de parte das variáveis que foram utilizadas na etapa seguinte – “Estudo Inicial: Dados da Sepin” (Capítulo 5) – que teve como objetivo a aplicação, na base de dados da Pesquisa Sepin 2001, de técnicas de inferência estatística e análise multivariada a fim de buscar-se a verificação da hipótese inicial.

A aplicação dessas técnicas foi precedida por um processo de conversão das variáveis originais da base de dados em variáveis binárias. É importante que se observe que muitas das questões são estruturadas em múltiplas opções de respostas do tipo, por exemplo, “1 - Realiza de forma sistemática”; “2 - Realiza eventualmente, com procedimento formal”; “3 - Realiza informalmente”; “4 - Em estudo ou implantação” e “5 - Não realiza”. Essa característica do questionário, ao introduzir um considerável grau de subjetividade em sua interpretação, reduz sua capacidade de discriminação. Assim, tornou-se necessária a conversão citada que, ao cabo, pode ter ocasionado uma perda de informações. A fim de assegurar a validade da verificação da hipótese inicial, a conversão foi feita com base na interpretação mais conservadora das respostas.

Nesse estudo, se comparou, basicamente, as organizações Certificadas ISO 9001:1994 (uma vez que o número de organizações CMM era muito reduzido), com as que não adotam nenhum modelo formal de Sistema de Gestão da Qualidade. Seu principal resultado, obtido através da síntese das observações dos resultados de cada tratamento aplicado que se encontra descrita na Seção 5.6 desta tese, foi que se rejeitou a Hipótese Nula Global do trabalho. Portanto, assume-se que a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade baseados na Norma ISO 9001:1994 com escopo específico para atividades desenvolvimento de software implica na adoção dos métodos e práticas propugnados pela Engenharia de Software e pela Engenharia da Qualidade. O estudo possibilitou, ainda, que fossem realizadas as seguintes constatações:

- a) A Certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade para desenvolvimento de software está relacionada com as práticas de Gestão da Qualidade e com o nível de conhecimento dos modelos normatizados, conforme as análises de Dispersão do Primeiro Fator (Gráfico 5.2) e do dendograma “i” (Gráfico 5.4).

- b) As diversas práticas ligadas à Engenharia de Software (incluindo a Documentação dos Processos) encontram-se fortemente associadas à Certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade. Por outro lado, não é raro que empresas não certificadas também adotem tais práticas (Tabelas 5.3 e 5.4).
- c) Não há correlações significativas entre o nível de Formalização dos Processos e a utilização sistemática das práticas de Engenharia de Software ou de Engenharia da Qualidade, conforme as análises de Dispersão do Segundo (Gráfico 5.3) e do dendograma “i” (Gráfico 5.4).
- d) A Qualificação do Pessoal, a Gestão de Pessoas e o Relacionamento com o Cliente são mais fortemente vinculados à adoção das práticas de Engenharia de Software. Contudo, as empresas certificadas tendem a apresentar uma situação mais positiva em relação a essas questões, conforme dendogramas “i”, “ii” e “iii” (Gráficos 5.4, 5.5 e 5.6) e Tabela 5.3.
- e) A despeito da correlação entre o fato das organizações possuírem Sistema de Gestão da Qualidade Certificado e adotarem as “boas práticas” tanto de Engenharia de Software, quanto de Engenharia da Qualidade não ser significativa de forma absoluta em todas as análises realizadas, essas organizações demonstram uma situação mais positiva em relação àquelas que não o possuem.

Constatou-se, portanto, que as organizações que possuem Certificação específica para software apresentam, no seu conjunto, práticas mais adequadas no que diz respeito à Gestão da Qualidade e à Engenharia de Software do que aquelas que não a possuem (Tabela 5.3 e Seção “5.5.2 - Tratamento 2 – Empresas com ‘Boas Práticas’”). Por outro lado, e como seria de se esperar, verificou-se que o fato de uma empresa não possuir Certificação não implica, necessariamente, que essa empresa não adote os métodos, técnicas e ferramentas propugnados pela Engenharia de Software e pela Engenharia da Qualidade (Tabela 5.3 e Seção “5.5.2 - Tratamento 2 – Empresas com ‘Boas Práticas’”). Em última análise, foi possível constatar um *comportamento médio* superior por parte daquelas que são Certificadas ISO 9001 ou Avaliadas CMM. Assim, do ponto de vista comercial, o que se pode concluir dessas assertivas é que, ao se contratar uma empresa para desenvolvimento de software, a despeito de isso não ser uma garantia, pois há algumas que não adotam as práticas que seriam esperadas (Seção “5.5.2 - Tratamento 2 – Empresas com ‘Boas Práticas’”), o risco envolvido no caso dessa empresa ser detentora de uma

Certificação ISO 9001 ou Avaliação CMM tende a ser menor, uma vez que esse conjunto de empresas apresentou resultados melhores.

Contudo, é digno de ressalva que a esta constatação somou-se à observação de que a Certificação ISO 9001 não vem conseguindo cumprir na íntegra os objetivos a que se propõe, uma vez que se verificou a existência de organizações que a possuem, mas que não adotam as práticas esperadas (Seção “5.5.2 - Tratamento 2 – Empresas com ‘Boas Práticas’”). Isso vem ao encontro daquilo que, de certo modo, o mercado já tinha conhecimento e que vem despertando inúmeras iniciativas no sentido de se reverter essa situação. Dentre elas, podem ser citadas a crescente difusão de modelos específicos para desenvolvimento de software (CMMI e MR.MPS); a revisão das Normas ISO Série 9000 (Versão 2000) que, conforme descrito na Seção 2.2.1 desta tese, incorpora substanciais modificações com o intuito de melhor adaptá-la a organizações não industriais; e as discussões, que vêm ocorrendo no âmbito do Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade – CBAC e no Registro de Auditores Certificados do Brasil – RAC, acerca da necessidade de se aprimorar os critérios de qualificação na área de atuação da organização avaliada quando da seleção da equipe de auditores ISO 9001.

Por outro lado, identificou-se um enorme potencial na indústria tanto para o desenvolvimento de trabalhos que tenham por objetivo dotar as organizações de um adequado Sistema de Gestão da Qualidade, quanto de provê-las com um instrumental de Engenharia de Software capaz de suportar a melhoria de seus produtos e processos. Há, também, um grande potencial para a Certificação de empresas, uma vez que muitas adotam as práticas recomendadas sem o serem (Seção “5.5.2 - Tratamento 2 – Empresas com ‘Boas Práticas’”). As razões que as levam a não fazê-lo merecem ser objeto de uma investigação específica.

A quarta etapa do trabalho – “Segundo Estudo: Organizações ISO 9001:2000 e CMM” (Capítulo 6) – buscou aprofundar o conhecimento acerca da indústria desenvolvedora de software no país, considerando as organizações que adotam os modelos ISO 9001:2000 e CMM. Propôs-se, ainda, a identificar as diferenças entre as organizações que adotam cada um desses modelos. Constitui-se de uma comparação entre esses grupos de organizações, levando em conta que, em relação à Pesquisa Sepin 2001, objeto do “Estudo Inicial”, uma nova versão da Série ISO 9000 foi publicada e o contingente de organizações avaliadas CMM cresceu significativamente desde então.

Dado o reduzido número de organizações Avaliadas CMM nos níveis mais altos de maturidade, o estudo não as estratificou. Portanto, foi utilizado o Nível 2 de maturidade como referência. Nesse caso, não foi possível rejeitar-se a Hipótese Nula, que assumia a não existência de diferenciações entre esses dois grupos de organizações no que diz respeito às práticas das Engenharias de Software e da Qualidade.

As principais constatações obtidas foram:

- a) Não existem diferenças significativas entre a maioria das práticas de Engenharia de Software adotadas pelas empresas avaliadas CMM e as certificadas ISO 9001:2000 (Tabela 6.2).
- b) Não existem diferenças significativas entre a maioria das práticas de Engenharia da Qualidade adotadas pelas empresas avaliadas CMM e as certificadas ISO 9001:2000 (Tabela 6.4).
- c) As organizações avaliadas CMM e ISO 9001:2000 diferenciam-se nas variáveis “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção” e “Gestão da Qualidade”, cujos resultados apontam para uma diferenciação a favor das organizações avaliadas CMM (Tabela 6.2 e Tabela 6.4, respectivamente), evidenciando uma maior adequação deste modelo para as atividades de desenvolvimento de software.
- d) As organizações certificadas ISO 9001 apresentaram respostas majoritariamente positivas para as variáveis do estudo; situação inversa da apresentada pelas não-certificadas no estudo anterior (Tabelas 6.1 e 6.3).
- e) As principais motivações que conduzem as organizações à adoção de modelos formais de Sistemas de Gestão da Qualidade se originam de questões relacionadas à gestão organizacional, e não a determinantes mercadológicos (Tabela 6.5).
- f) Os resultados, no que diz respeito à gestão organizacional dos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade, se mostraram efetivamente positivos (Tabela 6.6).

A conclusão deste estudo indica que as empresas que adotam essa versão da Norma (Versão 2000) se equiparam de modo geral às empresas avaliadas CMM Nível 2. Há porém uma vantagem importante para estas: o fato de apresentarem práticas específicas para o contexto do software mais adequadas, confirmando uma superioridade de um modelo desenvolvido especificamente para o setor. Observou-se, ainda, uma possível tendência (o

que corroboraria o esperado em virtude das especificidades de cada modelo) de que as diferenciações nos níveis de maturidade mais altos sejam mais significativas.

A conclusão indica, também, que o impacto organizacional decorrente da implantação de um modelo formal de Gestão da Qualidade, quer seja o modelo CMM, quer seja o ISO 9001:2000 é considerado, pelas organizações que o fizeram, como francamente positivo. Finalmente, evidenciou-se que foi a busca por esses impactos o principal fator que motivou as empresas à implantação desses modelos, em grau bem maior que aqueles fatores meramente mercadológicos.

Finalmente, o “Estudo Final: Organizações CMM, CMMI e MPS.BR” (Capítulo 7) se desenvolveu a partir da premissa de que o ano de 2005 foi marcado por importantes modificações no contexto da indústria de software: a substituição do modelo CMM pelo CMMI, o significativo aumento do número de organizações avaliadas segundo esses dois modelos (e não somente nos níveis iniciais dos modelos, mas também em seus níveis de maturidade mais altos); a publicação do modelo MR.MPS e o início do processo de avaliação segundo este. Cabendo o destaque de que todos esses modelos são específicos para o desenvolvimento de software.

Fazendo uso de técnicas de Estatística Descritiva, o estudo teve por objetivo delinear um quadro que permitisse uma compreensão inicial acerca do comportamento das organizações avaliadas segundo tais modelos em relação à Engenharia de Software e à Engenharia da Qualidade. Os resultados desse estudo permitiram que se efetassem as seguintes constatações:

- a) No universo estudado, predominam as grandes organizações, particularmente nos níveis de maturidade mais altos. Entretanto, o modelo MPS.BR parece ser capaz de alterar esse quadro, facilitando a evolução das pequenas e médias empresas (Tabela 7.4).
- b) Foram percebidos fortes indícios de que diversas organizações encontram-se em fase de preparação para migração tanto de modelo (CMM para CMMI), quanto de nível (Tabelas 7.5 e 7.6). A associação desta informação com o fato de que o número de novas avaliações no Brasil tem se mostrado crescente nos 2 últimos anos, permite que se espere um importante desenvolvimento da indústria de software no país em um futuro próximo.

- c) O modelo de negócio predominante no universo estudado é o de “Fábrica de Software” (Tabela 7.3), modelo predominante no mercado de contratações de serviços off-shore de desenvolvimento de software.
- d) O modelo ISO 9001 tem servido como “porta de entrada” para o universo da Gestão da Qualidade (Gráficos 7.1, 7.2, 7.3 e 7.4).
- e) Na implantação de todos os modelos aqui considerados (CMM, CMMI e MPS.BR) – assim como da ISO 9001 – praticamente a totalidade das organizações fez uso do apoio de consultorias externas. Tal fato ganha relevância quando se considera a não existência, nos diversos modelos considerados (à exceção do MR.MPS), de implementadores (consultores) devidamente qualificados;
- f) Para a totalidade das questões observadas, identificaram-se indícios de que a adoção dos modelos baseados em “níveis de maturidade” específicos para a indústria de software influencia positivamente o comportamento das organizações no que diz respeito às práticas de Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade por elas adotadas, uma vez que as práticas por elas adotadas espelham diretamente os requisitos dos modelos utilizados. Essa influência também é observada em relação ao nível de maturidade no qual a organização é avaliada.
- g) As práticas adotadas pelas organizações de modo geral restringem-se àquelas que são mandatórias do modelo e nível de maturidade nos quais são avaliadas. Raros os casos em que as organizações vão além disso; e quando ocorrem, se devem à preparação para uma mudança de nível. Assim sendo, pode-se admitir que a implantação dos modelos aqui tratados atua como instrumento de disseminação da Engenharia de Software e da Qualidade nas Organizações, uma vez que as obriga a adotar práticas que possivelmente não adotariam em outras circunstâncias.

Identificou-se, portanto, uma indicação significativa de tendência que aponta para a corroboração da hipótese de que a adoção de modelos baseados em “níveis de maturidade” específicos para a indústria de software se traduz na adoção de práticas mais adequadas tanto de Engenharia de Software, quanto de Engenharia da Qualidade.

Essa informação se reveste de um caráter bastante relevante para o setor. É sabido que os custos para a implantação dos modelos aqui considerados são de razoável monta, principalmente para as pequenas e médias empresas. Além disso, os “custos organizacionais”, decorrentes dos impactos culturais – e seus efeitos colaterais – nas

organizações, também são consideráveis. Entretanto, conforme se evidenciou no “Segundo Estudo”, os resultados organizacionais compensam os esforços necessários.

Tendo em vista o que se verificou em relação às Certificações ISO 9001 das empresas estudadas, as sabidas dificuldades dos agentes envolvidos nessas certificações (consultores e Organismos Certificadores) no que tange à indústria de software – particularmente em relação ao conhecimento dos fundamentos da Engenharia de Software – merecem ser alvo de um tratamento especial por parte daqueles que formulam políticas e regulam essa atividade, a saber: o Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade – CBAC, o Inmetro e o Ministério da Indústria e Comércio.

Quanto à questão do uso intensivo de consultorias externas, à perceptível preocupação do mercado em relação à qualificação dos avaliadores, seria recomendável que se somasse idêntica preocupação em relação à qualificação dos consultores. Cabe chamar a atenção para o fato de que essa preocupação está contemplada no modelo MPS.BR, que credencia implementadores através de cursos e provas. Tem também sido alvo de discussões no âmbito do CBAC, que trata, dentre outros, dos modelos de avaliação da conformidade baseados em normas NBR (que inclui grande parte das normas ISO).

Como síntese desse conjunto de observações, concluímos que a situação da indústria desenvolvedora de software no Brasil, no que diz respeito à Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade, apesar de vir apresentando significativa evolução, ainda se encontra aquém daquilo que seria desejável para as expectativas e necessidades de um país que pretende uma maior inserção no comércio internacional. Isso se observa mais claramente pelo aspecto quantitativo; ou seja, o ainda pequeno número relativo de organizações Certificadas ISO 9001:2000 e/ou avaliadas CMM, CMMI ou MPS.BR, especialmente nos níveis mais altos de maturidade.

Do ponto de vista das práticas propugnadas tanto pela Engenharia de Software, quanto pela Engenharia da Qualidade, o que se constata é que as empresas que adotam os modelos aqui tratados, adotam, de modo geral, as práticas recomendadas por ambas as disciplinas. Por outro lado, essas organizações tendem a limitar-se àquilo que os modelos impõem, o que evidencia sua importância como elemento de desenvolvimento e disseminação dessas práticas na indústria.

Constata-se, também, que as organizações que adotavam o modelo ISO 9001:1994 diferenciavam-se positivamente, em relação a tais práticas, daquelas que não o faziam. Tendo em vista os resultados observados nos estudos que conduziram à conclusão acima, é de se supor que a diferenciação entre as organizações que adotam modelos de Gestão da Qualidade e as que não o fazem tenha se tornado mais significativa a partir da publicação e disseminação dos novos modelos: ISO 9001:2000, CMMI e MR.MPS.

Como contribuição adicional da presente tese, chamamos a atenção para a perceptível associação entre a adoção dos modelos específicos para desenvolvimento de software e a atuação no mercado externo (Tabela 7.2), indicando a necessidade de um incentivo, por parte do Governo, a fim de que a participação da indústria nacional nesse mercado possa se expandir. Como sugestão, propomos formulação, por parte do Estado – um dos principais compradores do mercado e, por isso, detentor enorme poder para o estabelecimento e disseminação de padrões, fenômeno largamente observado nos EUA, através do *Department of Defense (DoD)* – de uma política para a qualificação / habilitação de seus fornecedores.

Destacamos, ainda, que, ao longo do trabalho, observou-se que o questionário da Pesquisa Sepin, na forma como hoje se apresenta, não permite o nível de discriminação entre as diversas “categorias” de organizações que seria desejável. Consideramos que seria adequada uma revisão em sua estruturação e composição, levando em conta, particularmente, os novos modelos e seus requisitos; a subjetividade de interpretações ora possível em virtude da forma como as questões são apresentadas, além dos resultados do “Estudo Preliminar”.

Finalmente, observamos que os três últimos estudos, cuja realização, conforme citado no Capítulo 1 – Introdução desta Tese, se deu em momentos distintos da indústria de software, acompanhando dessa forma a evolução dos modelos adotados, apresentam um encadeamento em suas conclusões principais que é bastante relevante em relação às perspectivas dessa indústria. O primeiro deles (Capítulo 5 – Estudo Inicial: Dados da Sepin) evidenciou que as organizações que adotam os modelos formais de Gestão da Qualidade – ISO 9001:1994 e CMM – diferenciam-se positivamente em relação àquelas que não o fazem. O segundo (Capítulo 6 – Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM), constatou que os modelos ISO 9001:2000 e CMM Nível 2 se equivalem em diversos aspectos, porém o modelo CMM se mostra de fato mais adequado em relação às

práticas específicas do desenvolvimento de software. E finalmente, o terceiro estudo (Capítulo 7 – Estudo Final: Organizações CMM, CMMI e MPS.BR) demonstrou os impactos positivos dos modelos específicos para software baseados em níveis de maturidade, bem como do aprofundamento desses impactos quando à medida que se aumenta o nível de maturidade.

É importante que se saliente que tais observações vêm ao encontro do que, de certo modo, pode ser considerado como “senso comum” na comunidade de Engenharia de Software. Todavia, não havia comprovação experimental de que fosse de fato verdadeiras. Tais resultados servem, portanto, para que se dissipem as dúvidas que ainda pairavam em relação à eficácia dos diversos modelos aqui tratados.

## 8.2 PERSPECTIVAS FUTURAS

Os estudos aqui realizados e seus resultados possibilitaram o delineamento de uma visão mais aprofundada da indústria de software no Brasil no que tange à Gestão da Qualidade. Esses resultados podem ser motivadores de um aprofundamento ainda maior desse conhecimento. Inúmeras são as possibilidades de desdobramentos e as perspectivas para trabalhos futuros que tenham como ponto de partida os estudos ora apresentados. Acreditamos que todas elas poderão ser capazes de fornecer importantes contribuições para um melhor entendimento do setor. Dentre essas, podem ser destacadas:

- A repetição da íntegra do estudo utilizando-se como base de dados aquela que será obtida nas próximas versões da Pesquisa Sepin. Isso permitirá que se observe, dentre outros, cinco fenômenos em especial:
  - O processo de evolução da indústria do software, quanto às práticas de Engenharia de Software e de Engenharia da Qualidade;
  - Os impactos da nova versão da Norma de Referência para Certificação (ISO 9001:2000) em uma comparação com as organizações não certificadas;
  - Os impactos específicos dos modelos CMM e CMMI, que vêm, em tempos mais recentes, adquirindo um maior espaço no mercado nacional. Assim sendo, é de se esperar que em um futuro próximo o contingente de organizações avaliadas CMMI Níveis 3 e 4 e 5, no Brasil, cresça de modo significativo. Isso permitirá uma estratificação dessas organizações na composição da análise;

- Os mesmos impactos em relação ao recém criado modelo MPS.BR, cuja perspectiva é de uma rápida expansão, incorporando particularmente as micro, pequenas e médias organizações nesse universo;
  - Uma comparação mais acurada entre o comportamento das organizações segundo os diversos modelos adotados e seus respectivos níveis de maturidade.
- Um estudo visando determinar qual o impacto da adoção de um Sistema de Gestão da Qualidade nos resultados financeiros das organizações.
- Um estudo visando identificar, junto às empresas que apresentam as aqui chamadas “boas práticas” qual foi elemento detonador do desenvolvimento de suas práticas: se a implementação dos princípios de Engenharia de Software conduziu à estruturação de um Sistema de Gestão da Qualidade; ou se, ao contrário, a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade implicou na adoção dos princípios de Engenharia de Software.
- Um estudo visando identificar quais os motivos que impedem (ou desmotivam) as empresas com elevado potencial para Certificação ISO 9001 e/ou Avaliação CMM, CMMI ou MPS.BR em virtude das “boas práticas” que adotam e não buscam-nas.
- Um estudo visando identificar quais os impactos da atuação de implementadores credenciados na implantação do modelo MPS.BR.
- Um estudo visando comprovar a hipótese – sem o viés do porte das organizações – de que os modelos específicos para software baseados em níveis de maturidade influenciam positivamente nas práticas de Engenharia de Software e Engenharia da Qualidade adotadas pelas organizações.

Concluímos declarando esperar que o resultado deste trabalho possa, de algum modo, vir a ser útil para o desenvolvimento da indústria de software no Brasil.

## BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-HAMID, TAREK, MADNICK, STUART E., 1991, *Software Project Dynamics: an integrated approach*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- ABNT – CB 25, 2001, *Norma NBR ISO 9001:2000 – Características e Interpretação de Itens*. Rio de Janeiro.
- ABNT, 2002, NBR 6023:2002 – *Informação e documentação - Referências - Elaboração*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1994a, NBR ISO 8402:1994 – *Gestão da qualidade e garantia da qualidade – terminologia*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1994b, NBR ISO 9000-1:1994 – *Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Parte 1: Diretrizes para a seleção e uso*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1994c, NBR ISO 9000-2:1994 – *Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Parte 2: Diretrizes gerais para a aplicação das NBR ISO 19001, NBR ISO 19002 e NBR ISO 19003*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1993a, NBR ISO 9000-3:1993 – *Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Parte 3: Diretrizes para a aplicação da NBR ISO 19001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de “software”*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 2000a, NBR ISO 9000:2000 – *Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1994d, NBR ISO 9001:1994 – *Sistemas da qualidade – modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

- ABNT, 2000b, NBR ISO 9001:2000 – *Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1994e, NBR ISO 9002:1994 – *Sistemas da qualidade – modelo para garantia da qualidade em produção, instalação e serviços associados*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1994f, NBR ISO 9004-1:1994 – *Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade. Parte 1: Diretrizes*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1993b, NBR ISO 9004-4:1993 – *Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade. Parte 4: Diretrizes para a melhoria da qualidade*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 2000c, NBR ISO 9004:2000 – *Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 2000d, NBR ISO 10006:2000 – *Gestão da qualidade – Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de Projetos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1998a, NBR ISO/IEC 12119:1998 – *Tecnologia de informação – pacotes de software – teste e requisitos de qualidade*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1998b, NBR ISO/IEC 12207:1998 – *Tecnologia de informação – processos de ciclo de vida de software*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT, 1996, NBR 13596 (ISO/IEC 9126):1996 – *Tecnologia de informação – avaliação de produto de software – características de qualidade e diretrizes para o seu uso*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ANEFALOS, LILIAN CRISTINA, 1999, *Gerenciamento de Frotas do Transporte Rodoviário de Cargas Utilizando Sistemas de Rastreamento Por Satélite*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de São Paulo – USP, Piracicaba.
- ARMOUR, PHILLIP G., 2001, “Matching Process to Types of Teams”, *Communications of the ACM*, Vol. 44, nº 7, pp. 21-23, The Association for Computing Machinery (ACM), New York.

- ASQC / QCI – American Society for Quality Control / Quality Council of Indiana, 1996, *Professionalizing Quality Education: Certified Software Quality Engineering*. Quality Council of Indiana, Indianapolis.
- ASOFF, H. I., 1979, *Strategic Management*, Willey, New York.
- AURÉLIO, BUARQUE DE HOLANDA, 1999, *Novo Aurélio Século XXI*. Ed. Nova Fronteira, 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro.
- BADDOO, NATHAN, HALL, TRACY, 2002, “Practitioners Roles in Software Process Improvement: an analysis using Grid Technique.” *Software Process Improvement and Practice*, n<sup>o</sup> 7, pp. 7-31, John Wiley & Sons, New York.
- BARGHOUTI, NASER S., NARAYANASWAMY, K., 1994, “Process Formalism / Tools / Architeture – Implications for Humans.” Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Software Process Workshop/ISPW9, Virginia.
- BASILI, VICTOR R., CALDIERA, GIANLUIGI, ROMBACH, H. DIETER, 1994a, “Experience Factory.” *Encyclopedia of software engineering* (Marciniak, J. J., editor), Vol. I., pp. 469-476, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- BASILI, VICTOR R., CALDIERA, GIANLUIGI, ROMBACH, H. DIETER, 1994b, “Goal Question Metric Paradigm.” *Encyclopedia of software engineering* (Marciniak, J. J., editor), Vol. I., pp. 528-532, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- BASILI, VICTOR R., CALDIERA, GIANLUIGI, ROMBACH, H. DIETER, 1994c, “Measurement.” *Encyclopedia of software engineering*. pp. 646-661, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- BASILI, VICTOR R., McGARRY, FRANK E. PAJERSKI, ROSE, ZELKOWITZ, MARVIN V. 2002, “Lesson Learned from 25 Years of Process Improvement: The rise and fall of the NASA Software Engineering Laboratory.” Proceedings of the 24<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering – ICSE/2002, Orlando – Florida.
- BENZÉCRI, J. P., 1992, *Correspondence Analysis Handbook*, Marcel Dekker, Inc., New York.

- BERGAMASCO, S. M. P. P., CARMO, M. S. DO, SALLES, J. T. A. DE O. *et al.*, 1996, “A Modernização da Agricultura no Estado de São Paulo: avaliação de impactos ambientais e sócio-econômicos em estudos comparado de microbacias hidrográficas. Campinas”. *Projeto FINEP/FUNCAMP/FEAGRI, III Relatório Parcial de Atividades*, : UNICAMP-FEAGRI, Campinas.
- BIFFL, STEFAN, 2000, “Analysis of the Impact of Reading Technique and Inspector Capability on Individual Inspection Performance.” *Proceedings of the 7<sup>th</sup> Asia-Pacific Software Engineering Conference - APSEC/2000*, pp. 136-145, IEEE.
- BISHOP, Y., FIENBERG, S., HOLLAND, P., 1975, *Discrete multivariate analysis: theory and practice*. MIT, Cambridge, USA.
- BLANCO, MARINA, GUTIÉRREZ, PEDRO, SATRIANI, GIUSEPPE, 2001, “SPI Patterns: Learning from Experience.” *IEEE Software*, May/June, pp. 28-35, California.
- BØEGH, JØRGEN, DEPANFILIS, STEFANO, KITCHENHAM, BARBARA, *et al*, 1999, “A Method for Software Quality Planning, Control, and Evaluation.” *IEEE Software*, March/April, pp. 69-77, California.
- BOEHM, BARRY, BOSE, PRASANTA, 1994, “Process Formalism / Tools / Architeture – Implications for Humans.” *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Software Process Workshop/ISPW9*, Virginia.
- BORNSTEIN, CLAUDIO THOMAS, KUBRUSLY, LUCIA SILVA, ZAMBALDE, ANDRÉ LUIZ, 2003, “Análise de Associação de Variáveis Binárias: uma aplicação na agroindústria do café.” *Proceedings do XXXV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional / SBPO*, Natal.
- BRATTHALL, LARS, JØRGENSEN, MAGNE, 2002, “Can You Trust a Single Data Source Exploratory Software Engineering Case Study?” *Empirical Software Engineering*, Vol. 7, n<sup>o</sup> 1, pp. 9-26, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- BRIAND, LIONEL, WÜST, JÜRGEN, LOUNIS, HAKIN, 2001, “Replicated Case Studies for Investigating Quality Factors in Object-Oriented Designs.” *Empirical Software Engineering*, Vol. 6, n<sup>o</sup> 1, pp. 11-58, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- BROCKA, BRUCE, BROCKA, M. SUZANNE, 1994, *Gerenciamento da Qualidade*. Makron Books, São Paulo.

- CARMO, M. S. DO, ROCHA, M. B., ZAROI, M. M. H., *et al.*, 1993, "Mobilidade Espaço-Temporal da Composição da Área Agrícola Paulista, 1975-1985." *Agricultura em São Paulo*, V. 40, Nº. 2, Instituto de Economia Agrícola, , São Paulo.
- CARVALHO, ARIADNE M. B. RIZZONI, CHIOSSI, THELMA C. DOS SANTOS, 2001, *Introdução à Engenharia de Software*. Editora da Unicamp, Campinas.
- CERQUEIRA NETO, EDGARD PEDREIRA DE, 1993, *Gestão da Qualidade: Princípios e Métodos*. Livraria Pioneira Editora, 3<sup>a</sup> ed. São Paulo.
- CERVO, AMADO L., BERVIAN, PEDRO A., 2002, *Metodologia Científica*. Prentice Hall, 5<sup>a</sup> ed. São Paulo.
- CHATTERS, B. W., LEHMAN, M. M., RAMIL, J. F., WERNICK, P., 2000, "Modeling a Software Evolution Process: A long-term case study." *Software Process Improvement and Practice*, n° 5, pp. 91-102, John Wiley & Sons, New York.
- CHENG, BENJAMIN, JEFFERY, ROSS, 1996, "Comparing Inspections Strategies for Software Requirement Specifications." *Proceedings of 1996 Australian Software Engineering Conference*, pp. 203-211, Australia, IEEE.
- CHIAVENATO, IDALBERTO, 2002, *Gerenciando Pessoas*. Prentice Hall (Pearson Education do Brasil), 4<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- CHIAVENATO, IDALBERTO, 1999 *Gestão de Pessoas*. Ed. Campus, São Paulo.
- CHIAVENATO, IDALBERTO, 2002, *Construção de Talentos*. Ed. Campus, São Paulo.
- CHRISISSION, M. B., KONRAD, M., SHRUM, S., 2003, *CMMI Guidelines for Process Integration and Product Improvement*, Addison Wesley Longman, Inc., Massachusetts.
- CMU / SEI – Carnegie Mellon University / Software Engineering Institute, 2002a, *Capability Maturity Model Integration*. (Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/cmmi>> Acesso em 10 de setembro de 2005), Pittsburgh.
- CMU / SEI – Carnegie Mellon University / Software Engineering Institute, 2002b, *Capability Maturity Model Integration, Version 1.1. CMMI-SE/SW/IPPD/SS*. (Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/models>> Acesso em 10 de setembro de 2005), Pittsburgh.

- CMU / SEI – Carnegie Mellon University / Software Engineering Institute, 1996, *ISO / IEC 15504: Overview and Status*. (Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/iso-15504/resources/symp-SPICE-98.pdf>> Acesso em 22 de setembro de 2005), Pittsburgh.
- CONRADI, REIDAR, FUGGETTA, ALFONSO, 2002, “Improving Software Process Improvement.” *IEEE Software*, July/August, pp. 92-99, California.
- COOK, JONATHAN E., VOTTA, LAWRENCE G., WOLF, ALEXANDER L., 1998, “Cost-Effective Analysis of In-Place Software Process.” *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 24, nº 8, pp. 650-662.
- CÓRTES, MARIO LÚCIO, CHIOSSI, THELMA C. DOS SANTOS, 2001, *Modelos de Qualidade de Software*. Editora da Unicamp, Campinas.
- COUTINHO, C. R., 1999, *A Agricultura nos Assentamentos Aurais no Ceará: qual o tipo de exploração? O caso Lagoa Verde*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- CRAINER, STUART, 1999, *Os Revolucionários da Administração*. Negócio Editora, São Paulo.
- CROSBY, PHILIP, 1979, *Quality is Free*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- DAMAZIO, ALEX, 1998, *Administrando com a Gestão pela Qualidade Total*. Ed. Interciênciac, Rio de Janeiro.
- DANTON, D. KEITH, 1988, *Qualidade em Serviços*. Makron Books, São Paulo.
- D'ASTOUS, PATRICK, ROBILLARD, PIERRE N., 2000, “Characterizing Implicit Information During Peer Review Meetings.” *Proceedings of 22<sup>nd</sup> International Conference on Software Engineering – ICSE/2000*, pp. 460-466, IEEE.
- DECICCO, FRANCESCO. A Nova ISO 9000:2000. Disponível em: <<http://www.qsp.com.br>>. Acesso em: 28 de abril de 2002.
- DECICCO, FRANCESCO, 2000, “Comparações: ISO 9000 Versão 2000 X 1994 (Partes I, II e III).” *Revista Banas Qualidade*, Fevereiro/Março/Abril, São Paulo.
- DEE, BILL, KARAPETROVIC, STANISLAV, WEBB, KERNAGHAN, 2004, “As Easy as 10001, 2, 3: Customer Satisfaction.” *Quality Progress*, Vol. 37, nº 6, pp. 41-48, Wisconsin.

- DEGROOT, MORRIS H., 1986, *Probability and Statistics*. Addison Wesley Longman, 2<sup>nd</sup> ed., Inc. Massachusetts.
- DEKKERS, CAROL, BRADLEY, MARY, 1996, “It’s the People Who Count in Measurement: the truth about management myths.” *Proceedings of the 6<sup>th</sup> P.C. of Software Quality*, pp. 200-206, Ottawa.
- DEMARCO, TOM, LISTER, TIMOTHY, 1990, *Peopleware: Como gerenciar equipes e projetos tornando-os mais competitivos*. Makon Books do Brasil / McGraw Hill, São Paulo.
- DILLON, W. R., GOLDSTEIN, M., 1984, *Multivariate analysis: methods and applications*. John Wiley & Sons, Ltd., New York.
- DROMEY, R. GEOFF, 1996, “Cornering the Chimera.” *IEEE Software*, pp. 33-43, California, January.
- DTI / BCS – Department of Trade and Industry / British Computer Society, 1992, *TickIT – A Guide to Software Quality Management System Construction Using ISO 9000 / EN 29001 / BS 575 Part 1 (1987)*. London.
- DYBÅ, TORE, 2000, “An Instrument for Measuring the Key Factors of Success in Software Process Improvement” *Empirical Software Engineering*, Vol. 5, pp. 357-390, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- DYBÅ, TORE, KAMPENES, VIGDIS BY, SJØBERG, DAG I. K., 2005, “A Systematic Review of Statistical Power in Software Engineering Experiments.” *Information and Software Technology XX*, Elsevier B. V.
- ECO, UMBERTO, 1995, *Como se Faz uma Tese*. Editora Perspectiva, 12<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- EL EMAM, KHALED, 2001, “Software Engineering Process.” *IEEE – Trial Version 1.00*, pp. 137-153.
- EL EMAM, KHALED, MELO, WALCÉLIO, DROUIN, JEAN-NORMAND, 1998, *SPICE: the theory and practice of software process improvement and capability determination*. IEEE-Computer Society, California.
- ESCOFIER, B., PAGÈS. J., 1992, *Análisis Factoriales Simples y Multiples: objetivos, métodos e interpretación*. Universidad del País Vasco, Bilbao.
- EVERITT, B., 1974, *Cluster analysis*. Heinemann Educational, London.

- FALCONI CAMPOS, VICENTE, 1987, *Gerência da Qualidade Total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira*. Fundação Christiano Otoni, Edição Provisória de Circulação Restrita, Belo Horizonte.
- FALCONI CAMPOS, VICENTE, 1992, *TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. UFMG / Fundação Christiano Otoni, 7<sup>a</sup> ed., Belo Horizonte.
- FARIAS, LUCIANA DE LANDA, 2002, *Planejamento de Riscos em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização*. Dissertação de mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- FEIGENBAUN, ARMAND V., 1991, *Total Quality Control*. McGraw-Hill International Editors, 3<sup>th</sup> ed., New York.
- FENTON, NORMAN E., 2001, “View Point Article: Conducting an Presenting Empirical Software Engineering.” *Empirical Software Engineering*, Vol. 6, nº 3, pp. 195-200, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- FENTON, NORMAN E., PFLEEGER, SHARI LAERENCE, 1997, *Software Metrics: a rigorous & practical approach*. 2. Ed., PWS Publishing Company, Boston.
- FINANCIAL TIMES, 1999, *Dominando a Administração*. Makron Books do Brasil. São Paulo.
- FIORINI, SOELI T., VON STAA, ARNDT , BAPTISTA, RENAN MARTINS, 1998, *Engenharia de Software com CMM*. Brasport, Rio de Janeiro.
- FLORAC, WILLIAM A., CARLETON, ANITA D., 1999, *Measuring the Software Process: statistical process control for software process improvement*. Addison Wesley Longman, Inc. Massachusetts.
- FOURO, ANA MIRTES, 2002, *Uso de Ontologias na Modelagem de Dados em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Domínio*. Dissertação de mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- FUGGETTA, ALFONSO, 2000, “Software Process: A Roadmap.” in “The Future of Software Engineering 2000”, *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> International Conference on Software Engineering*, pp. 27-34, Ed. Anthony Fiukelstein – The Association for Computing Machinery (ACM), New York.
- GIL, ANTONIO DE LOUREIRO, 1992, *Qualidade Total em Informática*. Ed. Atlas, São Paulo.

- GIL, ANTONIO DE LOUREIRO, 1997, *Gestão da Qualidade Empresarial*. Ed. Atlas, São Paulo.
- GLADCHEFF, ANA PAULA, SANCHES, ROSELY, SILVA, DILMA MENEZES DA, 2001, “Um Instrumento de Avaliação da Qualidade de Software Educacional: como elaborá-lo”. *Proceedings do VIII Workshop de Qualidade de Software – WQS’ 2001*, Rio de Janeiro.
- GIÆVER, HERIK M, 1999, “Collecting, Storing and Utilizing Information About Improvement Opportunities: a discussion on the non-technological barriers to success.” *SEKE*, pp. 200-202, Illinois.
- GRABLE, ROSS, JERNIGAN, JACQUELYN, CASEY, POGE, *et al.*, 1999, “Metrics for Small Projects: experiences at the SED.” *IEEE Software*, March/April, pp. 21-29, California.
- HAIR, JOSEPH F., TATHAM, RONALD L., ANDERSON, ROLPH E., *et al.*, 1998, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall College Div., 5<sup>th</sup> ed., New Jersey.
- HALL, TRACY, RAINER, AUSTEN, BADDOO, NATHAN, 2002, “Implementing Software Process Improvement: an empirical study.” *Software Process Improvement and Practice*, Vol. 7, pp. 3-15, John Wiley & Sons, Ltd., New York.
- HALSTEAD, MAURICE H., 1977, *Elements of Software Science*. Elssevier North-Holland, Amsterdam.
- HALVORSEN, KRISTIN, NGUYEN, MINH, 1999, “A successful software knowledge base.” *SEKE*, pp. 197-199, Illinois.
- HANTOS, PETER, GISBERT, MARIO, 2000, “Identifying Software Productivity Improvement Approaches and Risks: construction industry case study.” *IEEE Software*, January/February, pp. 48-56, California.
- HELDMAN, KIM, 2003, *Gerência de Projetos: guia para o exame oficial do PMI*. Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- HENRIQUES, CLÁUDIO CEZAR, SIMÕES, DARCILIA MIRANDIR P. (Orgs.), 2002, *A Redação de Trabalhos Acadêmicos: teoria e prática*. EdUerj, Rio de Janeiro.
- HOLZ, HARALD, MAURER, FRANK, DELLEN, BARBARA, 1999, “Process Support for Virtual Software Organization”. *SEKE*, pp. 175-179, Illinois.

- HOLZ, HARALD, GOLDMANN, SIGRID, MÜNCH, JÜRGEN, 1999, "Distributed process planning support with MILO". *SEKE*, pp. 370-377, Illinois.
- HOUAISS, ANTÔNIO, VILLAR, MAURO DE SALLES, 2001, *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Ed. Objetiva, Rio de Janeiro.
- HUMPHREY, WATTS S., 1995, "Introducing the Personal Software Process". *Annals of Software Engineering*, vol. 1, pp. 311-325, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- INMETRO/DQUAL – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial / Diretoria da Qualidade, 2002, *Avaliação da Conformidade*. Rio de Janeiro.
- ISD BRASIL, *Empresas oficialmente avaliadas CMM ou CCMI no Brasil*. Disponível em <<http://www.isdbrasil.com.br>>. Acesso em 17 de agosto de 2004.
- ISO, 2001, ISO/IEC 9126-1:2001 – *Software Engineering – Product Quality – Part 1: Quality model*. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO, 1995, ISO/IEC 12207:1995 – *Information Technology – Software life cycle processes*. International Organization for Standardization, Montreal.
- ISO, 2002, ISO/IEC 12207:1995/Amd 1:2002 – *Information Technology – Software Lifecicle Process – Amendment 1 to ISO/IEC 12207*. International Organization for Standardization, Montreal.
- ISO, 2004, ISO/IEC 12207:1995/Amd 2:2004 – *Information Technology – Software Lifecicle Process – Amendment 2 to ISO/IEC 12207*. International Organization for Standardization, Montreal.
- ISO, 1998, ISO/IEC 14598:1998 – *Software Engineering – Software product evaluation*. International Organization for Standardization, Montreal.
- ISO, 1998b, ISO/IEC TR 15504-1:1998 – *Information Technology – Software process assessment – Part 1: Concepts and introductory guide (Software process improvement and capability determination – Spice)*. International Organization for Standardization, Montreal.
- ISO, 2004, ISO/IEC 15504-4:2004 – *Information Technology – Software process assessment – Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination*. International Organization for Standardization, Geneva.

- ISO, 2004a, ISO/IEC 90003:2004 – *Software Engineering – Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software.* International Organization for Standardization, Geneva.
- JAPIASSÚ, HILTON, MARCONDES, DANILO, 1996, *Dicionário Básico de Filosofia*. Jorge Zahar Editor, 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro.
- JOHNSON, PHILIP M., TJAHJONO, D., 1997, “Assessing Software Review Meetings: A controlled experimental study using CSRS.” *Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering – ICSE/1997*, IEEE, Boston.
- JOHNSON, RICHARD ARNOLD, WICHERN, DEAN W., 2002, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall, 5<sup>th</sup> ed., New Jersey.
- JURAN, JOSEPH M., 1998, *Juran's Quality Control Handbook*. McGraw-Hill, INC., 4<sup>th</sup> ed., New York / Singapore.
- JURAN, JOSEPH M., 2002, *A Qualidade Desde o Projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. Ed.. Pioneira Thomson, São Paulo.
- JURAN, JOSEPH M., GRYNA JR., FRANK M., 1970, *Quality Planning and Analysis*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- JURISTO, NATALIA, MORENO, ANA M., 2002, “Reliable Knowledge for Software Development.” *IEEE Software*, September/October, pp. 98-99, California.
- JURISTO, NATALIA, MORENO, ANA M., 2003, *Lecture Notes on Empirical Software Engineering*. Series on software engineering and knowledge engineering , Vol. 12, World Scientific, New Jersey.
- KAN, STEPHEN H., 1995, *Metrics and Models in Software Quality Engineering*. Addison-Wesley Publishing Co., Massachusetts.
- KAUTZ, KARLHEINZ, 1999, “Making Sense of Measurement for Small Organizations.” *IEEE Software*, March/April, pp. 14-20, California.
- KWASNICKA, EUNICE LACAVA, 1995, *Introdução à Administração*. Ed. Atlas, 5<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- KELLY, DECLAN P., CULLETON, BILL, 1999, “Process Improvement for Small Organizations.” *IEEE Software*, October, pp. 41-47, California.

- KHOSHGOFTAAR, TAGHI M., ALLEN, EDWARD B., HALSTEAD, ROBERT, *et al.*, 1998, “Using Process History to Predict Software Quality.” *Computer*, Vol. 31, nº 4, pp. 66-72, IEEE, California.
- KITCHENHAM, BARBARA A, LINKMAN, S. G., LAW, D. T., 1994, “Critical Review of Quantitative Assessment.” *Software Engineering Journal*, Vol. 9, nº 2, pp. 43-53, IEEE.
- KITCHENHAM, BARBARA A., PFLEEGER, SHARI LAWRENCE, 2003, “Principles of Survey Research – Part 6: data analysis.” *ACM SIGSoft Software Engineering Notes*, vol. 28, nº 2, pp. 24-27, New York.
- KITCHENHAM, BARBARA A., PFLEEGER, SHARI L, PICKARD, LESLEY M., *et al.*, 2002, “Preliminary Guidelines for Empirical Research in Software Engineering.” *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 28, nº 8, pp. 721-734.
- KOBROSLY, WALID, VASSILIADIS, STAMARTIS, 1988, “A Survey of Software Functional Testing Techniques.” *Proceedings of the 1988 IEEE Southern Tier Technical Conference*, pp. 127-134, IEEE.
- KOOGAN / HOUAISS, 1993, *Dicionário e Enciclopédia*. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- KULPA, MARGARET K., JOHNSON, KENT A., 2003, *Interpreting the CMMI: A process improvement approach*, Auerbach Publications, Florida.
- KUME, HITOSHI, 1993, *Métodos Estatísticos Para a Melhoria da Qualidade*. Editora Gente, 11<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- LARSON, HAROLD J., 1982, *Introduction to Probability Theory and Statistical Inference*. John Wiley & Sons, Inc., 3<sup>rd</sup> ed., New York.
- LASTRES, HELENA M. M., ALBAGLI, SARITA, 1999, *Informação e Globalização na Era do Conhecimento*. Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- LUFT, PEDRO CELSO, 1992, *Dicionário Prático de Regência Nominal*. Ed. Ática, São Paulo.
- LUFT, PEDRO CELSO, 1992, *Dicionário Prático de Regência Verbal*. Ed. Ática, São Paulo.

- MADACHY, RAY, TARRET, DENTON, 2000, "Case Studies in Software Process Modeling with System Dynamics." *Software Process Improvement and Practice*, nº 5, pp. 133-146, John Wiley & Sons, New York.
- MADIA DE SOUZA, FRANCISCO ALBERTO, 1999, *Marketing Pleno*. Makron Books do Brasil. São Paulo.
- MANGABEIRA, JOÃO ALFREDO DE C., 2002, *Tipificação de Produtores Rurais Apoiada em Imagens de Alta Resolução Espacial, Geoprocessamento e Estatística Multivariada: Uma Proposta Metodológica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MARIOTTO, FÁBIO L., 1991, "O Conceito de Competitividade da Empresa: uma análise crítica." *Revista de Administração de Empresas*, Abril/Junho, São Paulo.
- MAXIMIANO, ANTONIO CESAR AMARU, 1995, *Introdução à Administração*. Ed. Atlas, 4<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- MAXWELL, KATRINA D., FORSELIUS, PEKKA, 2000, "Benchmarking Software Development Productivity." *IEEE Software*, January / February, pp. 80-88, California.
- MAXWELL, KATRINA D., 2006, "What You Need To Know About Statistics." In: Mendes, Emilia, Mosley, Nile (eds), *Web Engineering*, chapter 12, Springer-Verlag, Germany.
- MCCONNELL, STEVE, 1998, "The Power of Process." *Computer*, May, pp. 100-102, IEEE, California.
- MCCONNELL, STEVE, 2002, "How to Write a Good Technical Article." *IEEE Software*, September/October, pp. 5-7, California.
- MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia, *Empresas oficialmente avaliadas CMM ou CCMI no Brasil*. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/Temas/info/Dsi/qualidad/CMM.htm>>. Acesso em 06 de novembro de 2004.
- MCT/SEPIN - Secretaria de Política de Informática e Automação / Ministério da Ciência e Tecnologia, 1995, *Qualidade no Setor de Software Brasileiro – 1995 / N.1*. Brasília.
- MCT/SEPIN - Secretaria de Política de Informática e Automação / Ministério da Ciência e Tecnologia, 1997a, *Panorama do Setor de Informática*. Brasília.
- MCT/SEPIN - Secretaria de Política de Informática e Automação / Ministério da Ciência e Tecnologia, 1997b, *Qualidade no Setor de Software Brasileiro – 1997 / N. 2*. Brasília.

MCT/SEPIN - Secretaria de Política de Informática e Automação / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000, *Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro – 1999 / N. 3.* Brasília.

MCT/SEPIN - Secretaria de Política de Informática e Automação / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002, *Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro – 2001 / N. 4.* Brasília.

MEYER, PAUL L., 1970, *Introductory Probability and Statistical Applications*. Addison Wesley Longman, Inc., Massachusetts.

MICHAELIS, 2001, *Dicionário Michaelis - UOL*. Amigo Mouse Software Ltda. / UOL, São Paulo.

MIRSHAWKA, VITOR, 1993, *Criando Valor para o cliente: a vez do Brasil*. Makron Books do Brasil, São Paulo.

MIRSHAWKA, VITOR, FERREIRA, GETÚLIO APOLINÁRIO, 1987, *Estratégia para a Qualidade (TQC)*. Ed. Nobel, São Paulo.

MONTENEGRO, ERALDO DE FREITAS, BARROS, JORGE PEDRO DALLEDONNE DE, 1998, *Gestão Estratégica: A Arte de Vencer Desafios*. Makron Books do Brasil, São Paulo.

MORAES, ANNA MARIS PEREIRA DE, 2000, *Iniciação ao Estudo da Administração*. Makron Books do Brasil, São Paulo.

MORGAN, GARRETH, 1996, *Imagens da Organização*. Ed. Atlas, São Paulo.

NOGUEIRA, MAURO ODDO, 1995, *A Gestão Moderna no Âmbito dos Serviços: uma abordagem voltada para os bureaux de informática*. Dissertação de mestrado, UFF, Niterói.

NOGUEIRA, MAURO ODDO, ROCHA, ANA REGINA CAVALCANTI DA, 2003, “Práticas Relevantes em Engenharia de Software: uma avaliação de especialistas.” *Proceedings do II Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software / SBQS*, Fortaleza.

OLIVEIRA, J. T. A. DE, 2000, *Lógicas Produtivas e Impactos Ambientais: estudo comparativo de sistemas de produção*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLIVEIRA, OTÁVIO J. (Org.), 2004, *Gestão da Qualidade: tópicos avançados*. Ed. Pioneira Thomson, São Paulo.

- OLIVEIRA, SAULO BARBARA DE, 2004, *O Modelo CMM (Capability Maturity Model) na Indústria de Software do Brasil, China e Índia: impactos, perspectivas e tendências.* Tese de doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, SIDNEY TEYLOR DE, 1996, *Ferramentas para o Aprimoramento da Qualidade.* Livraria Pioneira Editora, São Paulo.
- PAULK, MARK C., WEBER, CHARLES V., CURTIS, BILL, et al., 1995, *The Capability Maturity Model: guidelines for improving the software process.* Addison Wesley Longman, Inc. Massachusetts.
- PERRY, DEWAYNE E., PORTER, ADAM A., VOTTA, LAWRENCE G., 2000, “Empirical Studies of Software Engineering: A Roadmap.” in “The Future of Software Engineering Limerick Ireland”, pp. 347-355, The Association for Computing Machinery (ACM), New York.
- PERRY, DEWAYNE E., WOLF, ALEXANDER L., 1994, “Session 1: People, Process, and Practice.” *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Software Process Workshop/ISPW9*, Virginia.
- PESTANA, MARIA HELENA, GAGEIRO, JOÃO NUNES, 2000, *Análise de Dados Para Ciências Sociais: complementaridade do SPSS.* Ed. Sílabo, 2<sup>a</sup> ed., Lisboa.
- PFLEEGER, SHARI LAWRENCE, 1997, “Guidelines for Applying Research Results.” *IEEE Software*, May/June, pp. 102-104, California.
- PFLEEGER, SHARI LAWRENCE, 1999, “Albert Einstein and Empirical Software Engineering.” *Computer*, October, pp. 32-37, IEEE, California.
- PFLEEGER, SHARI LAWRENCE, 2001, “A Short Course on Empirical Studies in Software Engineering.” *Proceedings do XV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software / SBES*, Rio de Janeiro.
- PFLEEGER, SHARI LAWRENCE, 2004, *Engenharia de Software: teoria e prática.* Prentice Hall (Pearson Education do Brasil), 2<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- PIERACCIANI, WALTER, 1996, *Qualidade Não É Mito e Dá Certo.* Centro Latino Americano para Excelência e Qualidade. São Paulo.

- PORTER, ADAM A., JOHNSON, PHILIP M., 1997, "Assessing Software Review Meetings: Results of a comparative analysis of two experimental studies." *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 23, nº 3, pp. 129-145.
- PORTER, ADAM A., VOTTA, LAWRENCE G., 1994, "An Experiment to Assess Diferent Defects Detection Methods for Software Requirements Inspections." *Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering – ICSE/16*, pp. 103-112, IEEE.
- PORTER, MICHAEL E., 1992, *Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior*. Ed. Campus, 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro.
- PRESSMAN, ROGER S., 2003, *Software Engineering: a practitioner's approach*. McGraw Hill, 5<sup>a</sup> ed., New York.
- ROBERTS JR., TOM L., GIBSON, MICHAEL L., FIELDS, KENT T., et al., 1998, "Factors that Impact Implementing a System Development Methodology." *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 24, nº 8, pp. 640-649.
- ROCHA, ANA REGINA CAVALCANTI DA, MALDONADO, JOSÉ CARLOS, WEBER, KIVAL CHAVES, 2001, *Qualidade de Software: teoria e prática*. Prentice Hall, São Paulo.
- SAUER, CHRIS, JEFFERY , D. ROSS, LAND, LESLEY, et al., 2000, "The Effectiveness of Software Development Technical Reviews: a behaviorally motivated program of research." *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 26, nº 1, pp. 1-14.
- SANTOS, ANTONIO RAIMUNDO DOS, 2002, *Metodologia Científica: a construção do conhecimento*. Ed. DP&A, 5<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro.
- SCACCHI, W., 1989, "Understanding Software Productivity: a comparative empirical review." *Empirical Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Hawaii International Conference on Software Track*, Vol. II, pp. 967-977, IEEE, Hawaii.
- SCHNEIDEWIND, NORMAN F., 2002, "Body of Knowledge for Software Quality Measurement." *Computer*, February, pp. 77-82, IEEE, California.
- SEAMAN, CAROLYN, VOTTA, LAWRENCE G., 1994, "Session 4: Experimentation in the Process Framework." *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Software Process Workshop/ISPW9*, Virginia.

- SEVERINO, ANTÔNIO JOAQUIM, 2002, *Metodologia do Trabalho Científico*. Cortez Editora, 22<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- SHEIBLE, ALBA, BASTOS, ANTÔNIO VIRGÍLIO, 2005, “CMM e Comprometimento: um estudo de caso na implantação do nível 2.” *Proceedings do IV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software / SBQS*, Porto Alegre.
- SIAKAS, KERSTIN V., GEORGIADOU, ELI, 2002, “Empirical Measurement of the Effects of Cultural Diversity on Software Quality Management.” *Software Quality Journal*, Vol. 10, nº 2, pp. 169-180, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- SILVA FILHO, REINALDO C., ROCHA, ANA REGINA C., TRAVASSOS, GUILHERME H., 2005, “Uma Abordagem Experimental para Avaliação das Melhorias de Processos.” *Proceedings do IV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software / SBQS*, Porto Alegre.
- SILVA, PAULO CARVALHO, CAMILO, RONALDO DARWICH, 1992, “O Sistema da Qualidade na Indústria de Produção Não-Seriada”. *Proceedings of the International Conference on Quality Control*, pp. 113-125, Buenos Aires / Rio de Janeiro.
- SO, SUNSUP, LIM, YONGSEOP, CHA, SUNG DEOK, *et al.*, 1995, “An Empirical Study on Software Error Detection: voting, instrumental and Fagan inspection.” *Proceedings of 1995 Asia-Pacific Software Engineering Conference – APSEC/1995*, pp. 345-351, IEEE.
- SOFTEX - Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro, 2004, *Apresentação do Projeto: MPS.BR - melhoria de processo do software Brasileiro*. Campinas.
- SOFTEX - Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro, 2005a, *MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia Geral (versão 1.0)*. (Disponível em <<http://www.softex.br>>. Acesso em: 11 de julho de 2005)..
- SOFTEX - Sociedade para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro, 2005b, *Apresentação: MPS.BR - melhoria de processo do software Brasileiro*. (Disponível em <<http://www.softex.br>>. Acesso em: 11 de julho de 2005).
- SOLINGEN, RINI VAN, BERGHOUT, EGON, 1999, *The Goal / Question / Metric Method: a practical guide for quality improvement of software development*. McGraw-Hill, London.

- SOMMERVILLE, IAN, 1996, “Software Process Models.” *ACM Computing Surveys*, Vol. 28, nº 1, pp. 169-180, The Association for Computing Machinery (ACM), New York.
- SPIEGEL, MURRAY RALPH, 1971, *Estatística*. Coleção Schaum, McGraw-Hill, São Paulo.
- SPSS INC., 1997, *SPSS V.8.0.0 – User’s Guide*.
- TACHIZAWA, TAKESHI, REZENDE, WILSON, 2000, *Estratégia Empresarial: Tendências e Desafios – Um enfoque na realidade brasileira*. Makron Books do Brasil, São Paulo.
- TAN, MARGARET, 1992, “Eliciting Quality Information for Software Development: an empirical study of the process.” *Proceedings of the 25<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Science*, Vol. 4, pp. 337-347, IEEE, Hawaii.
- TEIXEIRA, SEBASTIÃO, 1998, *Gestão das Organizações*. McGraw Hill de Portugal, Lisboa.
- THAYER, RICHARD H. (Ed.), 2000, *Software Engineering Project Management*., IEEE Computer Society, California.
- TIAN, JEFF, 1999, “Taxonomy and Selection for Quality Measurements and Models.”, *SEKE*, pp. 71-75, Illinois.
- TICHY, WALTER F., 1998, “Should Computer Scientists Experiment More?” *IEEE Software*, May, pp. 32-40, California.
- TOWNSEND, PATRICK L., GEBHARDT, JOAN E., 1991, *Compromisso com a Qualidade*, De. Campus, Rio de Janeiro.
- TRAVASSOS, GUILHERME HORTA, GUROV, DMYTRO, AMARAL, EDGAR AUGUSTO GURGEL DO, 2002, *Introdução à Engenharia de Software*. Relatório Técnico RT-ES-590/02, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- VALERIANO, DALTON L., 1998, *Gerência em Projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia*. Makron Books / Centro Técnico Aeroespacial - CTA, São Paulo.
- VAVRA, TERRY G., 1993, *Marketing de Relacionamento – Aftermarketing*. Ed. Atlas, São Paulo.

- VELOSO, FRANCISCO, BOTELHO, ANTONIO J. JUNQUEIRA, TSCHANG, TED, *et al.* *Slicing the Knowledge-Based Economy in Brazil, China and Índia: a tales of 3 software industries.* Disponível em: <<http://www.softex.br>>. Acesso em: 10 de outubro de 2004.
- VENTURIM, JOSÉ BRAZ, 2002, *Gestão De Resíduos Orgânicos Produzidos No Meio Rural: o caso do beneficiamento do café.* Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- VERGARA, SYLVIA CONSTANT. *Gestão de Pessoas.* Ed. Atlas, 2<sup>a</sup> ed. São Paulo, 2000.
- VIERIMAA, MATIAS, HAMANN, D., KOMI-SIRVIÖ, S., *et al.*, 1999, “Integrated Use of Software Assessments and Measurements.” *SEKE*, pp. 83-87, Illinois.
- WANG, YINGXU, KING, GRAHAM, DORLING, ALEC, *et al.*, 1999, “A Unified Framework for the Software Engineering Process Systems Standards and Models.” *Proceedings of the IEEE*.
- WEBER, KIVAL CHAVES, ROCHA, ANA REGINA CAVALCANTI DA, 1999, *Qualidade e Produtividade em Software.* Makron Books, 3<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- WEBER, KIVAL CHAVES, ROCHA, ANA REGINA CAVALCANTI DA, NASCIMENTO, CÉLIA JOSELI DO, 2001, *Qualidade e Produtividade em Software.* Makron Books, 4<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- WEBER, KIVAL CHAVES, NASCIMENTO, CÉLIA JOSELI DO, 2002, “Brazilian Software Quality in 2002.” *24<sup>th</sup> International Conference of Software Engineering – ICSE/2002*, Florida.
- WEBER, KIVAL CHAVES, MACHADO, CRISTINA F., SCALET, DANILO, *et al.*, 2005, “Modelo de Referência e Método de Avaliação Para Melhoria de Processo de Software – versão 1.0 (MR-MPS e MA-MPS).” *Proceedings do IV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software / SBQS*, Porto Alegre.
- WIEGERS, KARL E., STURZENBERGER, DORIS C., 2000, “A Modular Software Process Mini-Assessment Method.” *IEEE Software*, January/February, pp. 62-69, California.
- WOHLIN, CLAES, RUNESON, PER, HÖST, MARTIN, *et al.*, 2000, *Experimentation in Software Engineering: an introduction.* Kluwer Academic Publishers, Norwell.

- WOLF, ALEXANDER L., PERRY, DEWAYNE E., 1994, “Session 5: People in Context”. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Software Process Workshop/ISPW9, Virginia.
- YÁZIGI, (s/d), *Yázigi Dictionary*. Instituto de Idiomas Yázigi, São Paulo.
- ZAHRAN, SAMI, 1998, *Software Process Improvement: practical guidelines for business success*. Addison-Wesley, England.
- ZELKOWITZ, MARVIN V., WALLACE, DOLORES R., 1998, “Experimental Models for Validating Technology.” *IEEE Software*, May, pp. 23-39, California.
- ZENDLER, ANDREAS, 2001, “A Preliminary Software Theory as Investigated by Published Experiments.” *Empirical Software Engineering*, Vol. 6, nº 2, pp. 161-180, Kluwer Academic Publishers, Boston.

# APÊNDICE I

O banco de dados da pesquisa Sepin/MCT é composto por variáveis cujas características não permitiam sua utilização direta e imediata no estudo realizado. As considerações a esse respeito encontram-se relatadas nos itens 5.2.9 - Validade do Estudo e 5.3.1 – Variáveis do presente trabalho. Este apêndice descreve o processo de adequação (condensação e conversão em variáveis binárias) a que os quesitos originais do questionário foram submetidos de modo a produzir as variáveis utilizadas no estudo.

## 1 - Avaliação de Produtos segundo a ISO 9126 ou ISO 12119

O conjunto de 6 variáveis que indicam se a organização utiliza avaliação de produtos de software segundo as normas ISO 9126 e ISO 12119 (auto-avaliação, por terceiros ou em implantação), segundo outros padrões normativos ou se não avalia produtos, foi reduzido a uma única variável que informa se a organização realiza ou não avaliação de produto de software segundo as normas em epígrafe. Nesse caso, foi mantida, ainda, a informação “NÃO INFORMADO”.

## 2 - Planejamento estratégico

As 2 variáveis que indicam se a organização elabora planejamento estratégico, sua periodicidade e regularidade de atualização e a inclusão de diretrizes para a qualidade nesse planejamento foram condensadas em uma única variável que indica a elaboração regular e sistemática de planejamento estratégico. As opções “SEM ATUALIZAÇÃO SISTEMÁTICA”, “EM IMPLANTAÇÃO” e “NÃO ELABORA” foram consideradas como “NÃO”. Também foi preservada, nesta variável, a opção “NÃO INFORMADO”.

## 3 - Métricas para a Qualidade

As 4 variáveis que indicam se a organização utiliza métricas para a Qualidade (LOC, FPA, outras ou não utiliza), foram reduzidas a uma só variável, que indica a utilização ou não de métricas para a qualidade.

#### **4 - Métricas para a Produtividade**

Do mesmo modo, as 4 variáveis que indicam se a organização utiliza métricas para a produtividade (LOC, FPA, outras ou não utiliza), foram também reduzidas a uma única variável, que indica a utilização ou não de métricas para a qualidade.

#### **5 - Custos da Qualidade**

A variável nominal “Apropriação de Custos da Qualidade” foi transformada em binária com as opções “SIM” para as empresas que o fazem de forma sistemática ou em projetos específicos; e “NÃO” para as que responderam que estão em estudo ou em implantação ou que não o fazem. Essa variável também oferece a alternativa “NÃO INFORMADO”.

#### **6 - Responsável pela Gestão da Qualidade**

Essa variável não foi objeto de tratamento, uma vez que já se apresentava no formato adequado.

#### **7 - Exige Qualidade de Terceiros**

As 8 variáveis que indicam se a organização terceiriza atividades de desenvolvimento e manutenção de software e, neste caso, se exigem padrões de qualidade de seus prestadores de serviço nessas atividades (ISO Série 9000, CMM e nível CMM exigido, ou outro padrão), foram condensadas em uma só variável que informa “SIM” se a organização exige padrões formais de qualidade de prestadores de serviços – terceiros – em desenvolvimento e manutenção (CMM ou ISO Série 9000); ou “NÃO” no caso de não exigir, exigir algum outro padrão ou não terceirizar.

#### **8 - Conhece a Norma NBR ISO/IEC 12207**

#### **9 - Conhece a Norma NBR ISO 9000**

#### **10 - Conhece o Modelo CMM**

#### **11 - Conhece a Norma ISO/IEC TR 15504 (SPICE)**

As variáveis nominais relativas a esses padrões, cujas informações são semelhantes, foram objeto de tratamentos similares, assumindo o valor “SIM” para as alternativas “USA SISTEMATICAMENTE” e “COMEÇA A USAR”; e “NÃO” para “NÃO USA” e “NÃO CONHECE”. Também para essas existe a alternativa “NÃO INFORMADO”. A variável relativa a outros padrões e modelos foi desconsiderada.

As variáveis 12 a 22 são variáveis nominais que se referem ao Nível de Formalização e Utilização dos Processos de Software (conforme definidos na Norma NBR ISO/IEC 12207). Todas foram objeto de tratamentos similares, assumindo o valor “SIM” para a alternativa “DOCUMENTADO E USA”; e “NÃO” para “NÃO USA” e “NÃO TEM” e “NÃO SE APLICA”. Mais uma vez, foi preservada a alternativa “NÃO INFORMADO”. A variável relativa a outros padrões e modelos foi desconsiderada. Por fugirem ao escopo do presente estudo, as variáveis relativas aos processos de “Aquisição”, “Operação”, “Manutenção”, “Auditoria”, “Resolução de Problemas”, “Infra-Estrutura” e “Outros” foram desconsideradas.

As variáveis 23 a 37 dizem respeito às Práticas de Engenharia de Software utilizadas nas atividades de Desenvolvimento e Manutenção; 38 a 41, às Ferramentas utilizadas; 42 a 60, à Documentação adotada e 61 a 70, às Práticas de Engenharia de Software utilizadas na Avaliação de Produtos. Todas essas variáveis já se apresentavam, no banco de dados original da Sepin, no formato adequado, como variáveis binárias do tipo “SIM” e “NÃO”. Conforme abordado no Capítulo 5 deste trabalho, as demais variáveis pertencentes a estes grupos foram desconsideradas no estudo em virtude de terem sido avaliadas por especialistas como pouco relevantes para seus objetivos.

71 - Conhece a Norma NBR 13596 (ISO/IEC 9126)

72 - Conhece a Norma ISO/IEC 14598

73 - Conhece a Norma NBR ISO/IEC 12119

Mais uma vez, as variáveis nominais relativas a padrões normativos foram objeto de tratamentos similares, assumindo o valor “SIM” para as alternativas “USA SISTEMATICAMENTE” e “COMEÇA A USAR”; e “NÃO” para “NÃO USA” e “NÃO CONHECE”. Do mesmo modo que para os demais padrões e modelos, a alternativa “NÃO INFORMADO” foi preservada e a variável relativa a outros padrões e modelos foi desconsiderada.

74 - Mestres e Doutores em Desenvolvimento

75 - Profissionais Formados em Informática

76 - Profissionais Certificados em Qualidade (Lead Assessor, ASQ e Pós)

As 2 variáveis escalares que indicam, respectivamente, a quantidade de Mestres e Doutores atuando no desenvolvimento de software foram condensadas em uma variável

binária que indica a existências, ou não, de profissionais com ambos os níveis de qualificação atuando nessa atividade. O mesmo tratamento foi aplicado para as variáveis escalares que indicam a quantidade de profissionais formados em cursos superiores da área de informática e a quantidade de profissionais com certificação na área de Gestão da Qualidade. As variáveis análogas para as atividades de Marketing e para as atividades de Administração e Finanças foram desconsideradas no estudo.

77 - Atualização da Força de Trabalho: Acesso à Internet

78 - Atualização da Força de Trabalho: Incentivo à Pós-Graduação

79 - Atualização da Força de Trabalho: Liberação para Congressos

80 - Atualização da Força de Trabalho: Liberação para Cursos

As duas variáveis binárias que indicavam “acesso livre à Internet” e “acesso restrito à Internet” foram unificadas. O mesmo foi feito para os pares de variáveis “incentivo à Pós-Graduação com e sem ônus”, “liberação para congressos com e sem ônus” e “liberação para cursos com e sem ônus”.

81 - Atualização da Força de Trabalho: Aquisição de Publicações Especializadas

82 - Atualização da Força de Trabalho: Assinatura de Periódicos Especializados

83 - Atualização da Força de Trabalho: Incentivo à Publicação de Artigos

84 - Atualização da Força de Trabalho: Outras

Todas essas variáveis permaneceram inalteradas, uma vez que já se encontravam no formato adequado para o estudo.

Do mesmo modo, as variáveis 85 a 89, relativas às formas de Participação dos Empregados na Solução de Problemas, também permaneceram inalteradas.

90 - Avaliação de Desempenho Empregados

91 - Pesquisa de Satisfação dos Empregados

Ambas as variáveis foram objeto do mesmo tratamento. As respostas que indicam a realização sistemática ou eventual, porém formalmente estabelecida, do respectivo procedimento, foram consideradas com o valor “SIM”; as respostas “INFORMALMENTE”, “EM ESTUDO OU IMPLANTAÇÃO” e “NÃO REALIZA”,

foram consideradas com o valor “NÃO”. Ambas também possuem a alternativa “NÃO INFORMADO”.

92 - Treinamento Gerencial

93 - Treinamento Profissional

Os pares de variáveis que indicavam o oferecimento de treinamento para o corpo gerencial com e sem registro de carga horária e o oferecimento de treinamento para os demais profissionais, também com e sem o registro de carga horária, foram agrupados, respectivamente, em 2 variáveis que indicam se houve ou não este oferecimento.

94 - Treinamento para a Melhoria da Qualidade

95 - Treinamento em Tecnologia / Engenharia de Software

96 - Participação dos Empregados nos Resultados

Essas variáveis também foram mantidas inalteradas por já se apresentarem no formato adequado.

97 - Pesquisa de Satisfação dos Clientes

98 - Pesquisa de Expectativa dos Clientes

Para ambas as variáveis, que apresentavam formatação similar, foram consideradas como “SIM” a alternativa que indica a realização sistemática do procedimento; e como “NÃO” as alternativas “EVENTUALMENTE”, “EM ESTUDO OU IMPLANTAÇÃO”, “UTILIZA DADOS EXTERNOS” e “NÃO REALIZA”. Também foram mantidas as alternativas “NÃO INFORMADO”.

As variáveis 99 a 105, que descrevem as Estruturas de Atendimento ao Cliente utilizadas, também não sofreram tratamento em virtude de se apresentarem com a formatação adequada.

106 - Pesquisa ou Reclamação Clientes como Feed-back

A variável nominal que indica a utilização, por parte da organização, de dados de pesquisa ou de reclamação de clientes na revisão de projetos ou na especificação de novos produtos e serviços foi transformada, assumindo o valor “SIM” para a resposta “DE FORMA SISTEMÁTICA” e “NÃO” para as respostas “EVENTUALMENTE”, “EM ESTUDO OU IMPLANTAÇÃO” e “NÃO UTILIZA”. Mais uma vez, a alternativa “NÃO INFORMADO” foi preservada.

## APÊNDICE II

No “Capítulo 5 – Estudo Inicial: Dados da Sepin” do presente trabalho, descreveu-se o processo de consolidação (redução) das variáveis consideradas, bem como sua adequação à forma exigida pelo método estatístico utilizado: Análise de Correspondência Múltipla.

Neste apêndice estão apresentadas as tabelas de distribuição dos centróides e de conversão para cada um conjuntos de variáveis considerados.

### 1. Conhecimento de Normas

A tabela AII.1 apresenta a distribuição dos centróides de cada um dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Conhecimento das Normas”. A tabela que se segue (Tab. AII.2) apresenta o resultado final da conversão.

Tabela AII.1 - Conhecimento das Normas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Conhece ISO 12207	0	1
Conhece ISO 9000	0	1
Conhece CMM	0	1
Conhece SPICE	0	0
Conhece ISO 9126	0	1
Conhece ISO 14598	0	0
Conhece ISO 12119	0	1

Tabela AII.2 - Conhecimento das Normas:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	345
2	SIM	44
Válidos		389
Inválidos (3)	N.I.	48

Obs.: N.I. = Não Informado.

### 2. Formalização de Processos

As tabelas AII.3 e AII.4 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Formalização de Processos” e o resultado da conversão.

Tabela AII.3 - Formalização de Processos:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Fornecimento	0	1
Desenvolvimento	1	1
Documentação	1	1
Gerência de Configuração	0	1
Garantia da Qualidade	0	1
Verificação	0	1
Validação	0	1
Revisão Conjunta	0	1
Gerência	0	1
Melhoria	0	1
Treinamento	0	1

Tabela AII.4 - Formalização de Processos:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	183
2	SIM	197
Válidos		380
Inválidos (3)	N.I.	57

### 3. Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção

As tabelas AII.5 e AII.6 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção” e o resultado da conversão.

Tabela AII.5 - Práticas E.S. em Des.. e Man.:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Controle de Versão	1	0
Especificação Programas	1	0
Especificação Projetos	1	0
Especificação Requisitos	1	0
Estimativa de Custos	1	0
Estimativa de Esforço	1	0
Gerência Configuração	0	0
Gerência Requisitos	0	0
Gerência Riscos	0	0
Métodos O.O.	1	0
Modelagem Dados	1	1
Normas e Padrões	1	0
Planejamento Formal Testes	1	0
Projeto Interface c/Usuário	1	0
Prototipação	1	0

Tabela AII.6 - Práticas E.S. em Des.. e Man.:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	208
2	NÃO	229
Válidos		437
Inválidos		0

#### 4. Ferramentas Utilizadas

As tabelas AII.7 e AII.8 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Ferramentas Utilizadas” e o resultado da conversão.

Tabela AII.7 - Ferramentas Utilizadas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Documentador	1	0
Gerenciador Configuração	1	0
Gerenciador Documentos	1	0
Gerenciador Projetos	1	0

Tabela AII.8 - Ferramentas Utilizadas:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	128
2	NÃO	309
Válidos		437
Inválidos		0

#### 5. Documentação Adotada

As tabelas AII.9 e AII.10 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Documentação Adotada” e o resultado da conversão.

Tabela AII.9 - Documentação Adotada:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Acompanhamento Custos	1	0
Acompanhamento Prazos	1	0
Contratos e Acordos	1	1
Documentação Programas	1	0
Documentação Processo SW	1	0
Documentação no Código	1	0
Especificação Sistema	1	0
Guia Instalação	1	0
Help On-line	1	0
Histórico Projeto	1	0
Manual Treinamento	1	0
Manual Sistema	1	0
Manual Usuário	1	1
Plano de Contingência	0	0
Plano Controle Qualidade	0	0
Plano de Testes	1	0
Projeto Sistema	1	0
Registro Revisões Testes	1	0
Relatório Testes	1	0

Tabela AII.10 - Documentação Adotada:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	184
2	NÃO	253
Válidos		437
Inválidos		0

## 6. Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produtos

As tabelas AII.11 e AII.12 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produtos” e o resultado da conversão.

Tabela AII.11 - Práticas E.S. Aval. Qualidade:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Auditórias	0	0
Peer-Review / Walkthrough	0	0
Lenvant. Requisitos Qualidade	0	0
Métricas	0	0
Teste Aceitação	1	0
Teste Campo	1	0
Teste Integração	1	0
Teste Unidade	1	0
Teste Sistema Integrado	1	0
Testes Funcionais	1	0

Tabela AII.12 - Práticas E.S. Aval. Qual.:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	204
2	NÃO	233
Válidos		437
Inválidos		0

## 7. Qualificação do Pessoal

As tabelas AII.13 e AII.14 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Qualificação de Pessoal” e o resultado da conversão.

Tabela AII.13 - Qualificação de Pessoal:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Mest./Dout. no Desenvolvimento	1	0
Profis. Formados Informática	1	1
Profis.Certif. ou Pós Qualidade	0	0
Atualiz. - Acesso à Internet	1	1
Atualiz. - Aquisição Publicações	1	0
Atualiz. - Assinatura Periódicos	1	0
Atualiz. - Incentivo Pós-Grad.	1	0
Atualiz. - Incentivo Publicação	0	0
Atualiz. - Liberação Congressos	1	0
Atualiz. - Liberação Cursos	1	1
Atualiz. - Outras	0	0

Tabela AII.14 - Qualificação de Pessoal:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	263
2	NÃO	174
Válidos		437
Inválidos		0

## 8. Gestão de Pessoas

As tabelas AII.15 e AII.16 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Gestão de Pessoas” e o resultado da conversão.

Tabela AII.15 - Gestão de Pessoas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Participação de empregados na Solução de Problemas:		
Times / Círculos CQ	0	0
Programas Sugestões	0	0
Reuniões Trabalho	1	1
Procedimentos Informais	0	1
Outros	0	0
Avaliação de Desempenho Empregados	1	0
Pesquisa de Satisfação de Empregados	0	0
Treinamento Gerencial	1	0
Trein. p/Pessoal Técnico	1	0
Trein. Melhoria Qualidade	1	0
Treinamento Tecnol. ou ES	1	0
Participação de Empregados nos Resultados	1	0

Tabela AII.16 - Gestão de Pessoas:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	219
2	NÃO	214
Válidos		433
Inválidos (3)	N.I.	4

## 9. Relacionamento com o Cliente

As tabelas AII.17 e AII.18 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Relacionamento com o Cliente” e o resultado da conversão.

Tabela AII.17 - Relacionamento com o Cliente:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Pesquisa Expectativa Clientes	0	1
Pesquisa Satisfação Clientes	0	1
Estrutura de Atendimento:		
Call Center	0	1
CRM	0	0
Suporte Técnico	1	1
Suporte Remoto Internet	0	1
Suporte Remoto Telefônico	1	1
Visitas Periódicas Clientes	1	1
Outras	0	0
Uso de Feed-Back Clientes	0	1

Tabela AII.18 - Relacion. c/o Cliente:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	281
2	SIM	148
Válidos		429
Inválidos (3)	N.I.	8

## 10. Gestão da Qualidade

As tabelas AII.19 e AII.20 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Gestão da Qualidade” e o resultado da conversão.

Tabela AII.19 - Gestão da Qualidade:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Aval. Produto (9126 e 12119)	0	0
Faz Planejamento Estratégico	0	1
Utiliza Métricas p/Qualidade	0	1
Utiliza Métricas p/Produtividade	0	1
Apropria Custo da Qualidade	0	0
Responsável p/Gestão Qualid.	0	1
Exige Qualidade de Terceiros	0	0

Tabela AII.20 - Gestão da Qualidade:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	287
2	SIM	107
Válidos		394
Inválidos (3)	N.I.	43

# APÊNDICE III

No “Capítulo 6 – Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM” do presente trabalho, descreveu-se o processo de consolidação (redução) das variáveis consideradas.

Neste apêndice estão apresentadas as tabelas de distribuição dos centróides e de conversão para cada um conjuntos de variáveis considerados.

## 1. Conhecimento de Normas

A tabela AIII.1 apresenta a distribuição dos centróides de cada um dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Conhecimento das Normas”. A tabela seguinte (Tab. AIII.2) apresenta o resultado final da conversão.

Tabela AIII.1 - Conhecimento das Normas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Conhece ISO 12207	1	0
Conhece ISO 9000	1	1
Conhece CMM	1	0
Conhece SPICE	1	0
Conhece ISO 9126	1	0
Conhece ISO 14598	1	0
Conhece ISO 12119	1	0

Tabela AIII.2 - Conhecimento das  
Normas: Conversão de  
Variáveis e N° de Casos por  
Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	9
2	NÃO	28

## 2. Formalização de Processos

As tabelas AIII.3 e AIII.4 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Formalização de Processos” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.3 - Formalização de Processos:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Fornecimento	1	1
Desenvolvimento	1	1
Documentação	1	1
Gerência de Configuração	1	1
Garantia da Qualidade	1	1
Verificação	1	0
Validação	1	0
Revisão Conjunta	1	0
Gerência	1	1
Melhoria	1	0
Treinamento	1	1

Tabela AIII.4 - Formalização de Processos:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	26
2	NÃO	11

### 3. Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção

As tabelas AIII.5 e AIII.6 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Práticas de Engenharia de Software Adotadas nas Atividades de Desenvolvimento e Manutenção” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.5 - Práticas E.S. em Des.. e Man.:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Controle de Versão	1	1
Especificação Programas	1	1
Especificação Projetos	1	1
Especificação Requisitos	1	1
Estimativa de Custos	1	1
Estimativa de Esforço	1	1
Gerência Configuração	1	1
Gerência Requisitos	1	1
Gerência Riscos	1	0
Métodos O.O.	1	0
Modelagem Dados	1	1
Normas e Padrões	1	1
Planejamento Formal Testes	1	1
Projeto Interface c/Usuário	1	1

Tabela AIII.6 - Práticas E.S. em Des.. e  
Man.: Conversão de  
Variáveis e Nº de Casos  
por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	25
2	NÃO	12

#### 4. Ferramentas Utilizadas

As tabelas AIII.7 e AIII.8 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Ferramentas Utilizadas” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.7 - Ferramentas Utilizadas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Documentador	0	1
Gerenciador Configuração	1	1
Gerenciador Documentos	0	1
Gerenciador Projetos	1	1

Tabela AIII.8 - Ferramentas Utilizadas:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	16
2	SIM	21

#### 5. Documentação Adotada

As tabelas AIII.9 e AIII.10 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Documentação Adotada” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.9 - Documentação Adotada:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Acompanhamento Custos	1	1
Acompanhamento Prazos	1	1
Contratos e Acordos	1	1
Documentação Programas	0	1
Documentação Processo SW	0	1
Documentação no Código	0	1
Especificação Sistema	1	1
Guia Instalação	0	1
Help On-line	0	1
Histórico Projeto	1	1
Manual Treinamento	0	1
Manual Sistema	1	1
Manual Usuário	0	1
Plano de Contingência	1	1
Plano Controle Qualidade	1	1
Plano de Testes	1	1
Projeto Sistema	0	1
Registro Revisões Testes	0	1
Relatório Testes	0	1

Tabela AIII.10 - Documentação Adotada:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	5
2	SIM	32

## 6. Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produtos

As tabelas AIII.11 e AIII.12 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Práticas de Engenharia de Software Adotadas na Avaliação da Qualidade de Produtos” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.11 - Práticas E.S. Aval. Qualidade:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Auditórias	1	1
Peer-Review / Walkthrough	0	0
Lenvant. Requisitos Qualidade	0	1
Métricas	0	1
Teste Aceitação	0	1
Teste Campo	0	1
Teste Integração	0	1
Teste Unidade	0	1
Teste Sistema Integrado	0	1
Testes Funcionais	1	1

Tabela AIII.12 - Práticas E.S. Aval.  
Qualid.: Conversão de  
Variáveis e Nº de Casos por  
Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	7
2	SIM	30

## 7. Qualificação do Pessoal

As tabelas AIII.13 e AIII.14 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Qualificação de Pessoal” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.13 - Qualificação de Pessoal:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Mest./Dout. no Desenvolvimento	1	0
Profis. Formados Informática	1	1
Profis.Certif. ou Pós Qualidade	1	0
Atualiz. - Acesso à Internet	1	1
Atualiz. - Aquisição Publicações	1	1
Atualiz. - Assinatura Periódicos	1	1
Atualiz. - Incentivo Pós-Grad.	1	0
Atualiz. - Incentivo Publicação	1	0
Atualiz. - Liberação Congressos	1	1
Atualiz. - Liberação Cursos	1	1
Atualiz. - Outras	1	0

Tabela AIII.14 - Qualificação de Pessoal:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	22
2	NÃO	15

## 8. Gestão de Pessoas

As tabelas AIII.15 e AIII.16 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Gestão de Pessoas” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.15 - Gestão de Pessoas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Participação de empregados na Solução de Problemas:	0	0
Times / Círculos CQ		
Programas Sugestões	1	0
Reuniões Trabalho	1	0
Procedimentos Informais	1	0
Outros	1	0
Avaliação de Desempenho	1	0
Empregados		
Pesquisa de Satisfação de Empregados	1	0
Treinamento Gerencial	1	0
Trein. p/Pessoal Técnico	1	0
Trein. Melhoria Qualidade	1	0
Treinamento Tecnol. ou ES	1	0
Participação de Empregados nos Resultados	0	0

Tabela AIII.16 - Gestão de Pessoas:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	34
2	NÃO	3

## 9. Relacionamento com o Cliente

As tabelas AIII.17 e AIII.18 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Relacionamento com o Cliente” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.17 - Relacionamento c/o Cliente:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Pesquisa Expectativa Clientes	0	1
Pesquisa Satisfação Clientes	0	1
Uso de Feed-Back Clientes	0	1

Tabela AIII.18 - Relacionamento c/o Cliente: Conversão de Var.  
e Nº de Casos p/ Cluster

Cluster	Valor	N.
1	NÃO	4
2	SIM	33

## 10. Gestão da Qualidade

As tabelas AIII.19 e AIII.20 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Gestão da Qualidade” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.19 - Gestão da Qualidade:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Aval. Produto (9126 e 12119)	0	0
Faz Planejamento Estratégico	1	1
Utiliza Métricas p/Qualidade	1	0
Utiliza Métricas p/Produtividade	1	0
Apropria Custo da Qualidade	1	0
Responsável p/Gestão Qualid.	1	1
Exige Qualidade de Terceiros	1	1

Tabela AIII.20 - Gestão da Qualidade:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	22
2	NÃO	15

## 11. Motivações Mercadológicas

As tabelas AIII.21 e AIII.22 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Motivações Mercadológicas” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.21 - Motivações Mercadológicas:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Imposição de Clientes (contratos)	1	0
Habilitação/Pontuação Licitações	1	0
Demandas do Mercado (não contratuais)	1	0

Tabela AIII.22 - Motivações Mercad.:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	16
2	NÃO	21

## 12. Motivações Relacionadas à Gestão

As tabelas AIII.23 e AIII.24 apresentam, respectivamente, a distribuição dos centróides dos agrupamentos obtidos para o conjunto de variáveis “Motivações Relacionadas à Gestão” e o resultado da conversão.

Tabela AIII.23 - Motivação Gestão:  
Centróides Finais dos Clusters

Variável	Cluster	
	1	2
Princípios / Filosofia Organização	1	1
Necessidade Redução de Custos	0	0
Necessidade Melhoria Processos	1	1
Necessidade Melhoria Controles	1	0

Tabela AIII.24 - Motivação Gestão:  
Conversão de Variáveis e  
Nº de Casos por Cluster

Cluster	Valor	N.
1	SIM	28
2	NÃO	9

## APÊNDICE IV

Neste Apêndice, está apresentada reprodução do questionário utilizado na Pesquisa Preliminar (Capítulo 4 – Pesquisa Preliminar: Identificação de Variáveis).

## PRÁTICAS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, FERRAMENTAS E DOCUMENTAÇÃO INFLUENCIADORAS NA QUALIDADE DE PROCESSO E PRODUTO DE SOFTWARE

Este questionário visa identificar quais as práticas de Engenharia de Software, Ferramentas e Documentação podem ser consideradas como influenciadoras da qualidade no processo e no produto de software.

A pesquisa faz parte de uma tese de doutorado da COPPE/UFRJ.

### **Caracterização do Especialista:**

Nome (Opcional):	E-mail (Opcional):														
<b>Área de Atuação</b>															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"><b>Empresa</b></th> <th style="width: 50%;"><b>Universidade</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Empresário</td><td>Professor</td></tr> <tr><td>Gerente de Informática</td><td>Pesquisador</td></tr> <tr><td>Gerente da Qualidade</td><td>Consultor</td></tr> <tr><td>Gerente de Projeto</td><td>Aluno de Doutorado</td></tr> <tr><td>Analista de Sistemas</td><td>Aluno de Mestrado</td></tr> <tr><td>Outro: consultor</td><td>Aluno de Graduação</td></tr> </tbody> </table>		<b>Empresa</b>	<b>Universidade</b>	Empresário	Professor	Gerente de Informática	Pesquisador	Gerente da Qualidade	Consultor	Gerente de Projeto	Aluno de Doutorado	Analista de Sistemas	Aluno de Mestrado	Outro: consultor	Aluno de Graduação
<b>Empresa</b>	<b>Universidade</b>														
Empresário	Professor														
Gerente de Informática	Pesquisador														
Gerente da Qualidade	Consultor														
Gerente de Projeto	Aluno de Doutorado														
Analista de Sistemas	Aluno de Mestrado														
Outro: consultor	Aluno de Graduação														
<b>Formação: Nível e Área</b>															
<input type="checkbox"/> Doutorado	<input type="checkbox"/> Eng de Software	<input type="checkbox"/> Computação / Informática													
<input type="checkbox"/> Mestrado	<input type="checkbox"/> Eng de Software	<input type="checkbox"/> Computação / Informática													
<input type="checkbox"/> Especialização	<input type="checkbox"/> Eng de Software	<input type="checkbox"/> Computação / Informática													
<input type="checkbox"/> Graduação	<input type="checkbox"/> Eng de Software	<input type="checkbox"/> Computação / Informática													
<b>Certificado em Qualidade:</b>															

Tempo de atuação na área (em anos)	Número de projetos que já participou
------------------------------------	--------------------------------------

### **INSTRUÇÕES**

Abaixo são apresentadas listas de Práticas de Engenharia de Software, Ferramentas e Documentação que podem ser utilizadas no desenvolvimento de softwares. Assinale **somente** as opções que considerar como **capazes de influenciar positivamente** a qualidade do processo e/ou do produto de software.

*Obs.* Podem ser assinaladas tantas opções quantas se considerar adequadas.

<b>Práticas de Engenharia de Software adotadas nos processos de desenvolvimento e manutenção de softwares:</b>	
01. <input type="checkbox"/> Análise crítica conjunta 02. <input type="checkbox"/> Controles de versão de produto 03. <input type="checkbox"/> Engenharia da informação 04. <input type="checkbox"/> Especificação de programas 05. <input type="checkbox"/> Especificação de projetos 06. <input type="checkbox"/> Especificação de requisitos 07. <input type="checkbox"/> Estimativa de custos 08. <input type="checkbox"/> Estimativa de esforço 09. <input type="checkbox"/> Estimativa de tamanho 10. <input type="checkbox"/> Gerência de configuração 11. <input type="checkbox"/> Gerência de requisitos 12. <input type="checkbox"/> Gerência de risco	13. <input type="checkbox"/> Gestão de mudança 14. <input type="checkbox"/> Joint Application Design – JAD 15. <input type="checkbox"/> Métodos estruturados 16. <input type="checkbox"/> Métodos orientados a objetos 17. <input type="checkbox"/> Modelagem de dados 18. <input type="checkbox"/> Normas e padrões da organização 19. <input type="checkbox"/> Planejamento formal de testes 20. <input type="checkbox"/> Projeto da interface com o usuário 21. <input type="checkbox"/> Prototipação 22. <input type="checkbox"/> Outras. Especifique: <hr/> <hr/> <hr/>

<b>Ferramentas:</b>	
01.	<input type="checkbox"/> Analisador de cobertura de código
02.	<input type="checkbox"/> Analisador de código
03.	<input type="checkbox"/> CASE Lower
04.	<input type="checkbox"/> CASE Upper
05.	<input type="checkbox"/> Depurador interativo
06.	<input type="checkbox"/> Distribuição de software
07.	<input type="checkbox"/> Documentador
08.	<input type="checkbox"/> Driver de teste
09.	<input type="checkbox"/> Gerador de código-fonte
10.	<input type="checkbox"/> Gerador de dados de teste
11.	<input type="checkbox"/> Gerador de entrada de dados
12.	<input type="checkbox"/> Gerador de gráficos
13.	<input type="checkbox"/> Gerador de GUI
14.	<input type="checkbox"/> Gerador de relatórios
15.	<input type="checkbox"/> Gerador de telas
16.	<input type="checkbox"/> Gerenciador de bibliotecas de módulos
17.	<input type="checkbox"/> Gerenciador de configuração
18.	<input type="checkbox"/> Gerenciador de conteúdo
19.	<input type="checkbox"/> Gerenciador de documentos
20.	<input type="checkbox"/> Gerenciador de projetos
21.	<input type="checkbox"/> Otimizador
22.	<input type="checkbox"/> Prototipador
23.	<input type="checkbox"/> Record & Playback para testes
24.	<input type="checkbox"/> Teste de performance
25.	<input type="checkbox"/> Visualização de código/classes ou módulos
26.	<input type="checkbox"/> Outras. Especifique: _____
	_____
	_____

<b>Documentação:</b>	
01. <input type="checkbox"/>	Acompanhamento de custos
02. <input type="checkbox"/>	Acompanhamento de prazos
03. <input type="checkbox"/>	Contratos e acordos
04. <input type="checkbox"/>	Descrição do produto para comercialização
05. <input type="checkbox"/>	Documentação de marketing
06. <input type="checkbox"/>	Documentação de programas
07. <input type="checkbox"/>	Documentação do processo de software
08. <input type="checkbox"/>	Documentação no código
09. <input type="checkbox"/>	Especificação do sistema
10. <input type="checkbox"/>	Guia de instalação
11. <input type="checkbox"/>	Help on-line
12. <input type="checkbox"/>	Histórico do projeto
13. <input type="checkbox"/>	Identificação de risco
14. <input type="checkbox"/>	Manual de treinamento
15. <input type="checkbox"/>	Manual do sistema
16. <input type="checkbox"/>	Manual do usuário
17. <input type="checkbox"/>	Plano de contingência
18. <input type="checkbox"/>	Plano de controle da qualidade
19. <input type="checkbox"/>	Plano de testes
20. <input type="checkbox"/>	Projeto do sistema
21. <input type="checkbox"/>	Registro formal de revisões e testes
22. <input type="checkbox"/>	Relatório de teste
23. <input type="checkbox"/>	Outras. Especifique: _____
	_____
	_____

<b>Práticas de Engenharia de Software adotadas na avaliação da qualidade do produto:</b>	
01. <input type="checkbox"/> Auditorias	10. <input type="checkbox"/> Testes de aceitação
02. <input type="checkbox"/> Inspeção formal, Revisão por pares (Peer-review), Walkthrough estruturado	11. <input type="checkbox"/> Testes de campo
03. <input type="checkbox"/> Julgamento de especialistas	12. <input type="checkbox"/> Testes de integração
04. <input type="checkbox"/> Levantamento de requisitos de qualidade	13. <input type="checkbox"/> Testes de unidade
05. <input type="checkbox"/> Medições da qualidade (Métricas)	14. <input type="checkbox"/> Testes do sistema integrado
06. <input type="checkbox"/> Modelos de confiabilidade de software	15. <input type="checkbox"/> Testes estruturais
07. <input type="checkbox"/> Prova formal de programas	16. <input type="checkbox"/> Testes funcionais
08. <input type="checkbox"/> Segurança do produto final	17. <input type="checkbox"/> Testes orientados a objetos
09. <input type="checkbox"/> Testes baseados em erros	18. <input type="checkbox"/> Testes para web
	19. <input type="checkbox"/> Outras. Especifique: _____ _____

**Muito obrigado por sua colaboração com nossa pesquisa**

**Contato:**

Mauro Oddo Nogueira / Ana Regina Rocha  
COPPE/UFRJ - Sistemas  
Caixa Postal 68511  
CEP 21945-970  
e-mail: [maurooddo@urbi.com.br](mailto:maurooddo@urbi.com.br) / [darocha@cos.ufrj.br](mailto:darocha@cos.ufrj.br)

## **GLOSSÁRIO**

(Fonte: Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro. MCT/SEPIN, 2000.)

**Analisador de Código**

Software que percorre um trecho de código, uma rotina ou um programa, com a finalidade de coletar métricas de complexidade ou de elaborar um grafo ou outra descrição da lógica do código percorrido.

**Análise Crítica (Review)**

Avaliação profunda e global de um projeto, produto, serviço, processo ou informação com relação a requisitos, objetivando a identificação de problemas e a proposição de soluções.  
*[Critérios de Excelência da Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade – FPNQ]*

**Auditória**

Exame sistemático e independente, para determinar se as atividades da qualidade e seus resultados estão de acordo com as disposições planejadas, se estas foram implementadas com eficácia e se são adequadas à consecução dos objetivos. *[NBR ISO 8402]*

**CASE - Computer Aided Software Engineering**

Ferramenta de apoio ao desenvolvimento de software. Em linhas gerais, apóia a execução de atividades do desenvolvimento do software de forma automatizada. Em alguns casos, implementa um ambiente relativamente refinado no qual várias atividades de especificação ou codificação são apoiadas por recursos computacionais. Dependendo do tipo de atividade suportada podem ser classificados em Lower CASE, provendo suporte à codificação, teste, depuração e manutenção do código ou Upper CASE, suportando diversas tarefas de análise e projeto de sistemas. Eventualmente, ferramentas CASE podem ser integradas em ambientes de desenvolvimento de software. Neste caso, apoiando parte das atividades previstas em um processo de desenvolvimento de software.

**Confiabilidade**

Conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de manter seu nível de desempenho sob condições estabelecidas durante um período de tempo estabelecido. [NBR 13596]. Tem como subcaracterísticas: maturidade, tolerância a falhas e recuperabilidade.

**Configuração**

Relação entre versões de um objeto composto, ou seja, configuração é uma instância do sistema composta da união de uma versão específica de cada objeto componente. Arranjo de um sistema computacional ou de seus componentes como definidos pelo seu número, natureza e interconexão de suas partes constituintes. [IEEE Std 610.12]

**Controle de Versão**

Procedimento de gestão do ciclo de vida de um produto. Consiste na identificação formal de modificações solicitadas ou efetuadas e no seu agrupamento, de modo a que fiquem incorporadas, todas elas, em uma determinada configuração do produto, num certo momento. Essa configuração recebe o nome de versão.

**Depurador Interativo**

Software para apoio a testes, cuja função é permitir a visualização passo a passo da execução de uma rotina ou programa e do comportamento de seus elementos antes, durante e após a execução.

**Driver de Teste**

Software que permite a ativação de determinadas partes do software (módulos) com o intuito de testá-las. Normalmente, utilizam-se massas de teste previamente definidas e produzem resultados do teste, que podem ser verificados através da documentação de teste construída pelo analista ou engenheiro de software responsável pelos testes.

**Engenharia da Informação**

Popularizada por James Martin, é um caminho direcionado a dados para desenvolvimento de sistemas de informação, oposto à visão de direcionamento a processo de análise estruturada. [Marciniak J.J., Encyclopedia of Software Engineering]

**Gerador de GUI**

O processo de projeto de interfaces com o usuário é iterativo. Ou seja, um modelo de projeto é criado, implementado como protótipo, examinado pelos usuários e modificado, baseado em seus comentários. O jogo de ferramentas (toolkit) de interfaces com usuário ou sistema de desenvolvimento de interfaces com o usuário (User-Interface Development Systems – UIDS), essas ferramentas oferecem módulos ou objetos que facilitam a criação de janelas, menus, interação de dispositivos, mensagens de erro, comandos e muitos outros elementos de um ambiente interativo. Os sistemas de desenvolvimento de interfaces com o usuário (User Interface Development Systems – UIDS) combinam ferramentas CASE individuais para interação humano computador com uma biblioteca de componentes de programa que possibilita que o desenvolvedor construa uma interface humano computador rapidamente. O UIDS oferece componentes de programa que gerenciam dispositivos de entrada, validam entradas do usuário, manipulam condições de erro, processam "undos" e "aborts", oferecem feedback visual, prompts e socorro, atualizam o display, gerenciam dados de aplicação, manipulam scrolling e editing, isolam a aplicação das funções de gerenciamento da tela e suportam características de customização para o usuário final. [Pressman R. S., Engenharia de Software, 1995]

**Gerência de Requisitos**

Estabelecimento e manutenção de um entendimento/acordo com o cliente sobre os requisitos para o projeto de software. Este acordo refere-se aos requisitos do sistema alocados para o software. O cliente pode ser interpretado como o grupo de engenharia do sistema, o grupo de marketing, outra organização interna, ou um cliente externo. O acordo compreende requisitos técnicos e não técnicos. O acordo forma a base para a estimativa, planejamento, execução e acompanhamento das atividades do projeto de software através do ciclo de vida do software.

*[Key Practices of the Capability Maturity Model, versão 1.1, Feb. 1993]*

**Gerenciamento de Configuração (Software Configuration Management – SCM)**

Atividade abrangente que é aplicada em todo o processo de engenharia de software, podendo ser vista como uma atividade de garantia da qualidade de software. Uma vez que uma mudança pode ocorrer a qualquer tempo, as atividades de SCM são desenvolvidas para identificar a mudança; controlar a mudança; garantir que a mudança esteja sendo adequadamente implementada; e relatar a mudança a outras pessoas que possam ter interesse nela. O gerenciamento de configuração de software é um conjunto de atividades que foi desenvolvido para administrar as mudanças em todo o ciclo de vida do software.

**Inspeção Formal**

Técnica de revisão sistemática do software ou de alguns de seus componentes, executada, sistematicamente, ao final de cada fase do projeto, com o objetivo único de encontrar erros. A inspeção formal é executada por uma equipe na qual cada membro tem papel preestabelecido. O projetista participa mas não coordena a reunião. Todo o material gerado é lido, os erros anotados e uma estatística dos erros encontrados é mantida, para fins de posterior estudo da eficácia do procedimento.

**JAD - Joint Application Design**

Conjunto de sessões intensivas e mediadas entre usuários e analistas de um sistema, com o objetivo de explicitar os seus requisitos. A técnica, desenvolvida nos anos setenta pela IBM do Canadá, voltou a ficar em voga com o uso do RAD - Rapid Application Development, metodologia que combina o JAD (para definir rapidamente a especificação do sistema) com o uso de ferramentas CASE e de metodologias de prototipação, para chegar a um produto final em menor tempo.

**Otimizador**

Software, usualmente embutido no compilador que otimiza o código gerado a partir do exame do programa a ser compilado, eliminando redundâncias, código inacessível, etc.

**Peer-review**

Técnica de revisão de um produto, na qual um colega (*peer*) do projetista ou do programador revisa o produto desenvolvido, buscando encontrar erros ou oferecer sugestões de melhoria.

**Processo**

Conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas). *[NBR ISO 8402]*. Agrupamento em seqüência de todas as tarefas destinadas a obter um determinado resultado. É a combinação de equipamentos, instalações, mão-de-obra, métodos, técnicas, ferramentas, procedimentos e outros fatores, com a finalidade de elaborar um produto ou alcançar um resultado preestabelecido.

**Processo de Software**

Conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações que as pessoas empregam para desenvolver e manter software e os produtos associados (por exemplo, planos de projeto, documentos de projeto/design, código, casos de teste, manual do usuário).

**Programação Orientada a Objetos**

Técnica de programação que enfatiza a descrição dos conceitos envolvidos com o domínio do problema (objetos) através de seus dados e operações, encapsulados e representados através de classes. Cada objeto é criado como pertencendo a uma classe. A utilização de um objeto, e sua eventual mudança de estado, se dá a partir de mensagens enviadas a ele, representadas pelas operações encapsuladas na classe. Novas classes podem ser criadas a partir de classes existentes e organizadas através de um processo de classificação e hierarquização, explorando o conceito de herança. Os programas são construídos como organizadores da ativação de mensagens para os objetos, desta forma fazendo com que as funcionalidades de um sistema sejam obtidas através da cooperação dos objetos.

**Projeto da Interface com o Usuário**

O processo global para projetar uma interface com o usuário inicia-se com a criação de diferentes modelos de função do sistema. Quatro diferentes modelos entram em cena quando uma HCI vai ser projetada. O engenheiro de software cria um modelo de projeto; um engenheiro humano estabelece um modelo de usuário, o usuário final desenvolve uma imagem mental que muitas vezes é chamada modelo do usuário ou de percepção do sistema e os implementadores do sistema criam uma imagem do sistema. [Pressman R. S., *Engenharia de Software*, 1995]

**Prototipação**

Método de desenvolvimento que prevê a execução de vários ciclos de análise, especificação e codificação de um sistema. No primeiro ciclo, gera-se um produto simplificado em pouco tempo, de modo que o usuário possa examiná-lo e refinar as suas demandas. Nos ciclos seguintes, o produto é aperfeiçoado e novas funções são sucessivamente implementadas, até se chegar ao produto final.

**Prova de Correção**

Exame de uma especificação descrita segundo regras formais preestabelecidas, de modo a provar matematicamente a sua correção, através do uso de axiomas, teoremas e procedimentos algébricos.

**Teste de Aceitação**

Teste formal conduzido para determinar se um sistema satisfaz ou não seus critérios de aceitação e para permitir ao cliente determinar se aceita ou não o sistema. [IEEE 83]. Validação de um software pelo comprador, pelo usuário ou por terceira parte, com o uso de dados ou cenários especificados ou reais. Pode incluir testes funcionais, de configuração, de recuperação de falhas, de segurança e de desempenho.

**Teste de Campo**

Verificação de um software ou um trecho de software durante a sua utilização real (em campo), de modo a detectar, confirmar ou examinar falha ou erro relatado.

**Teste de Integração**

Técnica sistemática para a construção da estrutura de programa, realizando-se ao mesmo tempo, testes para descobrir erros associados a interfaces. O objetivo é, a partir dos módulos testados no nível de unidade, construir a estrutura de programa que foi determinada pelo projeto. O teste de integração cuida das questões associadas aos duplos problemas da verificação e construção de programas.

**Teste de Sistema**

Processo de testar um sistema integrado de hardware e software para verificar se o sistema satisfaz seus requisitos especificados. [IEEE 83]

**Teste de Unidade**

Verificação de um componente de um software, através de teste funcional, desenvolvido a partir da especificação das funções previstas para o componente, ou de teste estrutural, desenvolvido a partir da descrição da estrutura do componente.

**Teste Funcional**

Teste conduzido para demonstrar a operacionalidade das funções que foram especificadas. O teste funcional (ou caixa-preta) é realizado olhando-se o software apenas através de suas interfaces, portanto testando sua funcionalidade.

**Usabilidade**

Conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para se poder utilizar o software, bem como o julgamento individual desse uso, por um conjunto explícito ou implícito de usuários. [NBR 13596]. Tem como subcaracterísticas: inteligibilidade, apreensibilidade e operacionalidade.

**Walkthrough Estruturado**

Técnica de análise estática na qual um projetista ou programador apresentam aos membros do grupo de desenvolvimento e outros profissionais interessados uma parte de documentação ou código, e os participantes fazem perguntas e comentários sobre possíveis erros, violação de padrões de desenvolvimento ou sobre outros problemas.

## APÊNDICE V

Neste Apêndice, está apresentada uma versão impressa do questionário utilizado no “Capítulo 6 – Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM”. Esse questionário foi distribuído para ser preenchido em meio eletrônico, através de uma planilha Excel.

<b>Questões</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>
1	A empresa desenvolve software para comercialização ou comercializa serviços de desenvolvimento e manutenção de software?			
2	E Certificada ISO 9001:2000? O escopo da certificação inclui "desenvolvimento de software"? Qual a data da certificação inicial?			mm aaaa
3	E avaliada CMM por avaliador credenciado pela SEI? Qual o nível CMM? Qual a data da avaliação?			mm aaaa
4	Conhece e usa as normas e modelos abaixo? NBR ISO/IEC 12207 CMM CMMi ISO/IEC TR 15504 (SPICE) NBR 1359 (ISO/IEC 9126) ISO/IEC 14598 NBR ISO/IEC 12119			
5	Possui os processos abaixo formalmente definidos e implementados? Fornecimento Desenvolvimento Documentação Gerência de Configuração Garantia da Qualidade Verificação Validação Revisão Conjunta Gerência Melhoria Treinamento			
6	Adota as seguintes práticas nas atividades de Desenvolvimento e Manutenção de Software? Controle de Versão Especificação de Programas Especificação de Projetos Especificação de Requisitos Estimativa de Custos Estimativa de Esforço Gerência de Configuração Gerência de Requisitos Gerência de Riscos Métodos O.O. Modelagem de Dados Normas e Padrões na Organização Planejamento Formal de Testes Projeto de Interface com o Usuário			
7	Utiliza quais ferramentas abaixo? Documentador Gerenciador de Configuração Gerenciador de Documentos Gerenciador de Projetos			

<b>Questões</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>
8	Adota quais dos seguintes itens de documentação? Acompanhamento de Custos Acompanhamento de Prazos Contratos e Acordos Documentação de Programas Documentação de Processo de Software Documentação no Código Especificação do Sistema Guia de Instalação Help On-line Histórico do Projeto Manual de Treinamento Manual do Sistema Manual do Usuário Plano de Contingência Plano de Controle da Qualidade Plano de Testes Projeto do Sistema Registros de Revisões e Testes Relatório de Testes			
9	Adota as práticas na Avaliação da Qualidade de Produto de Software abaixo? Auditorias Peer-Review/Walkthrough Levantamento de Requisitos da Qualidade Métricas Testes de Aceitação Testes de Campo Testes de Integração Testes de Unidade Testes do Sistema Integrado Testes Funcionais			
10	A empresa possui em seus quadros (independentemente da forma de contratação)? Mestres e/ou Doutores atuando no Desenvolvimento de Software Profissionais Formados em Informática Profissionais Certificados em Qualidade (Lead Assessor, ASQ e/ou Pós-Graduados em Qualidade)			
11	Quanto à atualização da força de trabalho, a empresa oferece? Acesso à Internet Aquisição de Publicações Especializadas Assinatura de Periódicos Especializados Incentivo à Pós-Graduação Incentivo à Publicação de Artigos Liberação para Congressos Liberação para Cursos			
12	Em relação a programas de participação dos empregados na solução de problemas, a empresa adota? Times, Equipes ou Círculos C. Q. Programas de Sugestões Reuniões de Trabalho Procedimentos Informais			

<b>Questões</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>
13	A empresa realiza, de maneira formal? Avaliação de desempenho de empregados Pesquisa de satisfação de empregados			
14	Quanto à Gestão de Pessoal, a empresa pratica? Treinamento Gerencial Treinamento Profissional Treinamento para a Melhoria da Qualidade  Treinamento em Tecnologia / Engenharia de Software			
15	A empresa oferece Participação dos Empregados nos Resultados?			
16	A empresa realiza, de forma sistemática, Pesquisa de Satisfação dos Clientes?			
17	A empresa realiza, de forma sistemática, Pesquisa de Expectativas dos Clientes?			
18	A empresa utiliza as Pesquisas ou Registros de Reclamações dos Clientes como feed-back?			
19	A empresa realiza avaliação de produtos de software segundo as normas NBR 1359 (ISO/IEC 9126) e/ou NBR ISO/IEC 12119?			
20	A empresa elabora, de forma sistemática, Planejamento Estratégico?			
21	A empresa utiliza-se de métricas para a qualidade em desenvolvimento de software?  <b>Quais:</b> .			
22	A empresa utiliza-se de métricas de produtividade em desenvolvimento de software?  <b>Quais:</b> .			
23	A empresa possui uma sistemática implementada para a apropriação e contabilização dos “Custos da Qualidade”?			
24	A empresa possui um profissional formalmente designado como Responsável pelo Sistema de Gestão da Qualidade?			
25	Caso a empresa terceirize atividades de desenvolvimento e manutenção de software, ela exige e avalia a Qualidade desses fornecedores? (Responda "Não" se não terceirizar)			

<b>Questões</b>		<b>Melhorou</b>	<b>Piorou</b>	<b>Indiferente</b>
1	Após a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade e como consequência dele, sua percepção quanto aos impactos nos quesitos abaixo é?	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>		
	Controle dos Processos			
	Custos dos Processos			
	Planejamento de recursos			
	Planejamento dos prazos			
	Tempo de desenvolvimento			
	Índices de Retrabalho			
	Níveis de satisfação dos clientes			
	Níveis de satisfação/motivação do pessoal			
	Níveis de Reclamações dos clientes			
	Preço dos produtos/serviços			
	Participação no mercado ( <i>market share</i> )			
	Lucro da empresa			
	Retorno sobre investimento (ROI)			
	Crescimento da empresa			
	Capacidade/facilidade de substituir pessoas			
	Imagem perante o mercado			
	Imagem interna da organização			
	Pagamento de multas contratuais			
	Controle da Alta Adm. s/a organização como um todo			
Cumprimento dos planos e metas estratégicos				
Outras vantagens:				
Outras desvantagens:				
2	O investimento realizado na implantação do Sistema de Gestão da Qualidade:	Retornou		
		Não Retornou		
		Ainda se espera retorno		
3	A implantação do Sistema de Gestão da Qualidade deve-se a: (você pode marcar mais de uma opção)	Imposição de Clientes (Requisitos Contratuais)		
		Princípios / Filosofia da Organização		
		Habilitação / Pontuação em Licitações		
		Demanda do Mercado(não explícita em contratos e/ou licitações)		
		Necessidade de redução de custos		
		Necessidade de melhoria dos Processos		
		Necessidade de melhoria dos Controles		
		Outras:		
4	Em sua percepção, os objetivos que conduziram à implantação do S.G.Q. foram alcançados?	Sim		
		Não		
		Ainda se espera resultado		
5	A implantação do Sistema de Gestão da Qualidade foi feita por:	Somente equipe interna		
		Apoio de consultoria externa		
		Execução por consultoria externa		

<b>Nome da Empresa:</b>
<b>Responsável pelo Preenchimento:</b>
<b>Cargo / Função:</b>
<b>E-Mail:</b>
<b>Data de Preenchimento:</b>

## APÊNDICE VI

No “Capítulo 6 – Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM” do presente trabalho foi feita uma comparação entre as freqüências das variáveis não agregadas das empresas certificadas ISO 9001 na pesquisa Sepin e das empresas que participaram da pesquisa nele descrita.

Neste apêndice, estão apresentadas as tabelas de distribuição de freqüências para cada um conjuntos de variáveis considerados.

Tabela VI.1 – Tabela de Distribuição de Freqüências - Normas

<i>Variáveis</i>		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
12270	Sim	12	22,2	12	32,4	8	34,8	4	28,6
	Não	39	72,2	25	67,6	15	65,2	10	71,4
CMM	Sim	21	38,9	24	64,9	10	43,5	14	100,0
	Não	31	57,4	13	35,1	13	56,5	-	-
CMMI	Sim	...	...	21	56,8	10	43,5	11	78,6
	Não	...	...	16	43,2	13	56,5	3	21,4
SPICE	Sim	6	11,1	9	24,3	6	26,1	3	21,4
	Não	45	83,3	28	75,7	17	73,9	11	78,6
9126	Sim	12	22,2	7	19,9	5	21,7	2	14,3
	Não	39	72,2	30	81,1	18	78,3	12	85,7
14598	Sim	5	9,3	6	16,2	4	17,4	2	14,3
	Não	46	85,2	31	83,8	19	82,6	12	85,7
12119	Sim	8	14,8	7	16,2	5	21,7	2	14,3
	Não	43	79,6	30	83,8	18	78,3	12	85,7

Tabela VI.2 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Formalização Processos

<i>Variáveis</i>		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004			
		Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Fornecimento	Sim	43	79,6	33	89,2	22	95,7
	Não	10	18,5	4	10,8	1	4,3
Desenvolvimento	Sim	52	96,3	37	100,0	23	100,0
	Não	2	3,7	-	-	-	-
Documentação	Sim	50	92,6	35	94,6	21	91,3
	Não	4	7,4	2	5,4	2	8,7
Gerência de Configuração	Sim	37	68,5	31	83,8	17	73,9
	Não	16	29,6	6	16,2	6	26,1
Garantia da Qualidade	Sim	45	83,3	33	89,2	19	82,6
	Não	9	16,7	4	10,8	4	17,4
Verificação	Sim	46	85,2	29	78,4	20	87,0
	Não	8	14,8	8	21,6	3	13,0
Validação	Sim	46	85,2	30	81,1	21	91,3
	Não	8	14,8	7	18,9	2	8,7
Revisão Conjunta	Sim	33	61,1	15	40,5	9	39,1
	Não	20	37,0	22	59,5	14	60,9
Gerência	Sim	39	72,2	31	83,8	17	73,9
	Não	14	25,9	6	16,2	6	26,1
Melhoria	Sim	43	79,6	30	81,1	18	78,3
	Não	10	18,5	7	18,9	5	21,7
Treinamento	Sim	49	90,7	32	86,5	22	95,7
	Não	4	7,4	5	13,5	1	4,3

Tabela VI.3 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Práticas de Eng. Soft. no Desenvolvimento

Variáveis		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Controle de Versão	Sim	49	90,7	36	97,3	22	95,7	14	100,0
	Não	5	9,3	1	2,7	1	4,3	-	-
Especificação de Programas	Sim	45	83,3	32	86,5	22	95,7	10	71,4
	Não	9	16,7	5	13,5	1	4,3	4	28,6
Especificação de Projetos	Sim	51	94,4	32	94,6	23	100,0	12	85,7
	Não	3	5,6	5	5,4	-	-	2	14,3
Especificação de Requisitos	Sim	46	85,2	36	97,3	22	95,7	14	100,0
	Não	8	14,8	1	2,7	1	4,3	-	-
Estimativa de Custos	Sim	38	70,4	32	86,5	18	78,3	14	100,0
	Não	16	29,6	5	13,5	5	21,7	-	-
Estimativa de Esforço	Sim	33	61,1	31	83,8	17	73,9	14	100,0
	Não	21	38,9	6	16,2	6	26,1	-	-
Gerência de Configuração	Sim	28	51,9	33	89,2	19	82,6	14	100,0
	Não	26	48,1	4	10,8	4	17,4	-	-
Gerência de Requisitos	Sim	25	46,3	32	86,5	19	82,6	13	92,9
	Não	29	53,7	5	13,5	4	17,4	1	7,1
Gerência de Riscos	Sim	12	22,2	24	64,9	12	52,2	12	85,7
	Não	42	77,8	13	35,1	11	47,8	2	14,3
Métodos O. O.	Sim	36	66,7	24	64,9	11	47,8	13	92,9
	Não	18	33,3	13	35,1	12	52,2	1	7,1
Modelagem de Dados	Sim	49	90,7	35	94,6	21	91,3	14	100,0
	Não	5	9,3	2	5,4	2	8,7	-	-
Normas e Padrões	Sim	40	74,1	33	89,2	20	87,0	13	92,9
	Não	14	25,9	4	10,8	3	13,0	1	7,1
Planejamento Formal de Testes	Sim	39	72,2	31	83,8	18	78,3	13	92,9
	Não	15	27,8	6	16,2	5	21,7	1	7,1
Projeto de Interface com o Usuário	Sim	38	70,4	29	75,7	15	65,2	13	92,9
	Não	16	29,6	8	24,3	8	34,8	1	7,1

Tabela VI.4 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Ferramentas

Variáveis		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Documentador	Sim	19	35,2	21	56,8	11	47,8	10	71,4
	Não	35	64,8	16	43,2	12	52,2	4	28,6
Gerenciador de Configuração	Sim	22	40,7	30	81,1	16	69,6	14	100,0
	Não	32	59,3	7	18,9	7	30,4	-	-
Gerenciador de Documentos	Sim	24	44,4	21	56,8	11	47,8	10	71,4
	Não	30	55,6	16	43,2	12	52,2	4	28,6
Gerenciador de Projetos	Sim	35	64,8	28	75,7	17	73,9	11	78,6
	Não	19	35,2	9	24,3	6	26,1	3	21,4

Tabela VI.5 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Documentação

<b>Variáveis</b>		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Acompanhamento de Custos	Sim	31	57,4	26	70,3	12	52,2	14	100,0
	Não	23	42,6	11	29,7	11	47,8	-	-
Acompanhamento de Prazos	Sim	45	83,3	34	91,9	20	87,0	14	100,0
	Não	9	16,7	3	8,1	3	13,0	-	-
Contratos e Acordos	Sim	44	81,5	34	91,9	20	87,0	14	100,0
	Não	10	18,5	3	8,1	3	13,0	-	-
Documentação de Programas	Sim	43	79,6	31	83,8	19	82,6	12	85,7
	Não	11	20,4	6	16,2	4	17,4	2	14,3
Documentação do Processo de Software	Sim	34	63,0	31	83,8	17	73,9	14	100,0
	Não	20	37,0	6	16,2	6	26,1	-	-
Documentação no Código	Sim	43	79,6	31	83,8	18	78,3	13	92,9
	Não	11	20,4	6	16,2	5	21,7	1	7,1
Especificação do Sistema	Sim	38	70,4	35	94,6	21	91,3	14	100,0
	Não	16	29,6	2	5,4	2	8,7	-	-
Guia de Instalação	Sim	33	61,1	30	81,1	18	78,3	12	85,7
	Não	21	38,9	7	18,9	5	21,7	2	14,3
Help On-Line	Sim	38	70,4	30	81,1	18	78,3	12	85,7
	Não	16	29,6	7	18,9	5	21,7	2	14,3
Histórico do Projeto	Sim	33	61,1	28	75,7	16	69,6	12	85,7
	Não	21	38,9	9	24,3	7	30,4	2	14,3
Manual de Treinamento	Sim	33	61,1	21	56,8	13	56,5	8	57,1
	Não	21	38,9	16	43,2	10	43,5	6	42,9
Manual do Sistema	Sim	42	77,8	28	75,7	17	73,9	11	78,6
	Não	12	22,2	9	24,3	6	26,1	3	21,4
Manual de Usuário	Sim	44	81,5	27	73,0	15	65,2	12	85,7
	Não	10	18,5	10	27,0	8	34,8	2	14,3
Plano de Contingência	Sim	15	27,8	19	51,4	8	34,8	11	78,6
	Não	39	72,2	18	48,6	15	65,2	3	21,4
Plano de Controle da Qualidade	Sim	23	42,6	31	56,8	10	43,5	11	78,6
	Não	31	57,4	16	43,2	13	56,5	3	21,4
Plano de Testes	Sim	40	74,1	32	86,5	18	78,3	14	100,0
	Não	14	25,9	5	13,5	5	21,7	-	-
Projeto de Sistema	Sim	41	75,9	33	89,2	20	87,0	13	92,9
	Não	13	24,1	4	10,8	3	13,0	1	7,1
Registro de Revisões e Testes	Sim	37	68,5	29	78,4	17	73,9	12	85,7
	Não	17	31,5	8	21,6	6	26,1	2	14,3
Relatório de Testes	Sim	36	66,7	33	89,2	19	82,6	14	100,0
	Não	18	33,3	4	10,8	4	17,4	-	-

Tabela VI.6 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Práticas de Eng. Soft na Avaliação de Produtos

Variáveis		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Auditorias	Sim	35	64,8	30	81,1	17	73,9	13	92,9
	Não	19	35,2	7	18,9	6	26,1	1	7,1
Peer-Review / Walkthrough	Sim	22	40,7	14	37,8	6	26,1	8	57,1
	Não	32	59,3	23	62,2	17	73,9	6	42,9
Levantamento de Requis. Qualidade	Sim	20	37,0	23	62,2	11	47,8	12	85,7
	Não	34	63,0	14	37,8	12	52,2	2	14,3
Métricas	Sim	26	48,1	25	67,6	11	47,8	14	100,0
	Não	28	51,9	12	32,4	12	52,2	-	-
Teste de Aceitação	Sim	45	83,3	28	75,7	16	69,6	12	85,7
	Não	9	16,7	9	24,3	7	30,4	2	14,3
Teste de Campo	Sim	39	72,2	24	64,9	16	69,6	8	57,1
	Não	15	27,8	13	35,1	7	30,4	6	42,9
Teste de Integração	Sim	44	81,5	32	86,5	20	87,0	12	87,5
	Não	10	18,5	5	13,5	3	13,0	2	14,3
Teste de Unidade	Sim	35	64,8	31	83,8	18	78,3	13	92,9
	Não	19	35,2	6	16,2	5	21,7	1	7,1
Testes de Sistema Integrado	Sim	40	74,1	32	86,5	20	87,0	12	87,5
	Não	14	25,9	5	13,5	3	13,0	2	14,3
Testes Funcionais	Sim	42	77,8	35	94,6	21	91,3	14	100,0
	Não	12	22,2	2	5,4	2	8,7	-	-

Tabela VI.7 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Qualificação do Pessoal

Variáveis		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Mestres e Doutores	Sim	30	55,6	18	48,6	8	34,8	10	71,4
	Não	24	44,4	19	51,4	15	65,2	4	28,6
Profiss. Formados em Informática	Sim	46	85,2	37	100,0	23	100,0	14	100,0
	Não	8	14,8	-	-	-	-	-	-
Profiss. c/ Pós ou Certif. Qualidade	Sim	29	53,7	16	43,2	10	43,5	6	42,9
	Não	25	46,3	21	56,8	13	56,5	8	57,1
Acesso à Internet	Sim	53	98,1	35	94,6	21	91,3	14	100,0
	Não	1	1,9	2	5,4	2	8,7	-	-
Aquisição de Publicações	Sim	47	87,0	31	83,8	20	87,0	11	78,6
	Não	7	13,0	6	16,2	3	13,0	3	21,4
Assinatura de Periódicos	Sim	47	87,0	29	78,4	19	82,6	10	71,4
	Não	7	13,0	8	21,6	4	17,4	4	28,6
Incentivo à Pós-Graduação	Sim	36	66,7	26	70,3	13	56,5	13	92,9
	Não	18	33,3	11	29,7	10	43,5	1	7,1
Incentivo à Publicação	Sim	21	38,9	16	43,2	8	34,8	8	57,1
	Não	33	61,1	21	56,8	15	65,2	6	42,9
Liberação para Congressos	Sim	48	88,9	30	81,1	18	78,3	12	85,7
	Não	6	11,1	7	18,9	5	21,7	2	14,3
Liberação para Cursos	Sim	49	90,7	34	91,9	21	91,3	13	92,9
	Não	5	9,3	3	8,1	2	8,7	1	7,1

Tabela VI.8 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Gestão de Pessoas

Variáveis		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Times e Círculos CQ	Sim	28	51,9	15	40,5	8	34,8	7	50,0
	Não	26	48,1	22	59,5	15	65,2	7	50,0
Programas de Sugestões	Sim	25	46,3	17	45,9	9	39,1	8	57,1
	Não	29	53,7	20	54,1	14	60,9	6	42,9
Reun Trabalho p/ Solução Problemas	Sim	51	94,4	35	94,6	22	95,7	13	92,9
	Não	3	5,6	2	5,4	1	4,3	1	7,1
Proced. Informais p/Sol. Problemas	Sim	28	51,9	29	78,4	19	82,6	10	71,4
	Não	26	48,1	8	21,6	4	17,4	4	28,6
Aval Desempenho de Empregados	Sim	28	51,9	24	64,9	15	65,2	9	64,3
	Não	26	48,1	13	35,1	8	34,8	5	35,7
Aval. Satisfação de Empregados	Sim	29	53,7	20	54,1	11	47,8	9	64,3
	Não	24	44,4	17	45,9	12	52,2	5	35,7
Treinamento Gerencial	Sim	51	94,4	28	75,7	16	69,6	12	85,7
	Não	3	5,6	9	24,3	7	30,4	2	14,3
Treinamento p/ Pessoal Técnico	Sim	53	98,1	33	89,2	20	87,0	13	92,9
	Não	1	1,9	4	10,8	3	13,0	1	7,1
Treinamento p/ Melhoria Qualidade	Sim	49	90,7	33	89,2	20	87,0	13	92,9
	Não	5	9,3	4	10,8	3	13,0	1	7,1
Treinamento em Tecnologia / E.S.	Sim	44	81,5	27	73,0	15	65,2	12	85,7
	Não	10	18,5	10	27,0	8	34,8	2	14,3
Particip.Empregados nos Resultados	Sim	34	63,0	24	64,9	15	65,2	9	64,3
	Não	20	37,0	13	35,1	8	34,8	5	35,7

Tabela VI.9 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Relacionamento com o Cliente

Variáveis		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004					
				Todas		ISO 9001		CMM	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Pesquisa Expectativa Clientes	Sim	27	50,0	18	48,6	10	43,5	8	57,1
	Não	27	50,0	19	51,4	13	56,5	6	42,9
Pesquisa Satisfação Clientes	Sim	42	77,8	34	91,9	22	95,7	12	85,7
	Não	12	22,2	3	8,1	1	4,3	2	14,3
Uso de Feed-Back dos Clientes	Sim	40	74,1	31	83,8	20	87,0	11	78,6
	Não	14	25,9	6	16,2	3	13,0	3	21,4

Tabela VI.10 – Tabela de Distribuição de Freqüências – Gestão da Qualidade

<i>Variáveis</i>		Certificadas Pesq. Sepin		Pesquisa 2004			
				Todas		ISO 9001	
		Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.	Qtd.	%Tot.
Aval. Produtos (9126 e 12119)	Sim	9	16,7	8	21,6	6	26,1
	Não	33	61,1	29	78,4	17	73,9
Planejamento Estratégico	Sim	37	68,5	27	73,0	15	65,2
	Não	17	31,5	10	27,0	8	34,8
Métricas para Qualidade	Sim	26	48,1	23	62,2	10	43,5
	Não	28	51,9	14	37,8	13	56,5
Métricas para Produtividade	Sim	28	51,9	21	56,8	9	39,1
	Não	26	48,1	16	43,2	14	60,9
Apropriação de Custos Qualidade	Sim	25	46,3	13	35,1	4	17,4
	Não	28	51,9	24	64,9	19	82,6
Responsável por Gestão Qualidade	Sim	53	98,1	35	94,6	22	95,7
	Não	1	1,9	2	5,4	1	4,3
Exigência de Qual. de Terceiros	Sim	24	44,4	28	75,7	18	78,3
	Não	30	55,6	9	24,3	5	21,7

## APÊNDICE VII

Neste Apêndice, está apresentada uma versão impressa do questionário utilizado na Pesquisa Final. Este questionário foi distribuído para ser preenchido em meio eletrônico, através de uma planilha Excel.

<b>Questões = A Organização:</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>																																																																																																											
É avaliada CMM por avaliador credenciado pela SEI?																																																																																																															
Qual o nível?																																																																																																															
Qual a data da avaliação?		mm	aaaa																																																																																																												
Qual a organização avaliadora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>																																																																																																															
Utilizou-se do apoio de consultoria externa na implantação do modelo?  (Caso não possua o modelo, responda "Não")																																																																																																															
Qual a organização consultora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>																																																																																																															
É avaliada CMMI por avaliador credenciado pela SEI?																																																																																																															
Qual o nível?																																																																																																															
Qual a data da avaliação?		mm	aaaa																																																																																																												
Qual a organização avaliadora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>																																																																																																															
Utilizou-se do apoio de consultoria externa na implantação do modelo?  (Caso não possua o modelo, responda "Não")																																																																																																															
1	Qual a organização consultora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>					É avaliada MPS.BR por avaliador credenciado Softex?					Qual o nível?					Qual a data da avaliação?		mm	aaaa		Utilizou-se do apoio de consultoria externa na implantação do modelo?  (Caso não possua o modelo, responda "Não")					Qual a organização consultora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>					É Certificada ISO 9001:2000?					Qual a data da certificação inicial?		mm	aaaa		Qual o organismo certificador? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>					Utilizou-se do apoio de consultoria externa na implantação do modelo?  (Caso não possua o modelo, responda "Não")					Qual a organização consultora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>					<b>Somente responda a esses quesitos se a organização for avaliada CMM</b>					Possui as Áreas-Chave de Processo abaixo relacionadas formalmente definidas e implementadas?					Supervisão e Acompanhamento de Projeto					Garantia de Qualidade					2A	Gerência de Configuração					Gerencia de Contrato					Gerência de Requisitos					Planejamento de Projeto					Coordenação entre grupos					Gerência de Software Integrada					Definição do Processo da Organização				
Qual a organização consultora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>																																																																																																															
É avaliada MPS.BR por avaliador credenciado Softex?																																																																																																															
Qual o nível?																																																																																																															
Qual a data da avaliação?		mm	aaaa																																																																																																												
Utilizou-se do apoio de consultoria externa na implantação do modelo?  (Caso não possua o modelo, responda "Não")																																																																																																															
Qual a organização consultora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>																																																																																																															
É Certificada ISO 9001:2000?																																																																																																															
Qual a data da certificação inicial?		mm	aaaa																																																																																																												
Qual o organismo certificador? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>																																																																																																															
Utilizou-se do apoio de consultoria externa na implantação do modelo?  (Caso não possua o modelo, responda "Não")																																																																																																															
Qual a organização consultora? <i>(Especificar no campo abaixo)</i>																																																																																																															
<b>Somente responda a esses quesitos se a organização for avaliada CMM</b>																																																																																																															
Possui as Áreas-Chave de Processo abaixo relacionadas formalmente definidas e implementadas?																																																																																																															
Supervisão e Acompanhamento de Projeto																																																																																																															
Garantia de Qualidade																																																																																																															
2A	Gerência de Configuração					Gerencia de Contrato					Gerência de Requisitos					Planejamento de Projeto					Coordenação entre grupos					Gerência de Software Integrada					Definição do Processo da Organização																																																																																
Gerência de Configuração																																																																																																															
Gerencia de Contrato																																																																																																															
Gerência de Requisitos																																																																																																															
Planejamento de Projeto																																																																																																															
Coordenação entre grupos																																																																																																															
Gerência de Software Integrada																																																																																																															
Definição do Processo da Organização																																																																																																															

<b>Questões = A Organização:</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>
<b>2A</b>	(Continuação)			
	Foco no Processo da Organização			
	Programa de Treinamento			
	Engenharia de Produto de Software			
	Revisão por Pares			
	Gerência Quantitativa de Processos			
	Gerência de Qualidade de Software			
	Gerência da Evolução de Processos			
	Gerência da Evolução da Tecnologia			
	Prevenção de Defeitos			
Outros: (Assinalar e, se for o caso, especificar no campo abaixo)				
<b>Somente responda a esses quesitos se a organização for avaliada CMMI</b>				
<b>2B</b>	Possui as Áreas de Processo abaixo relacionadas formalmente definidas e implementadas?			
	Gerência de Requisitos			
	Planejamento de Projeto			
	Monitoração e Controle de Projeto			
	Gerência de Acordos com Fornecedores			
	Medição e Análise			
	Garantia da Qualidade de Produto e Processo			
	Gerência de Configuração			
	Desenvolvimento de Requisitos			
	Solução Técnica			
	Integração de Produto			
	Verificação			
	Validação			
	Foco no Processo da Organização			
	Definição do Processo da Organização			
	Treinamento Organizacional			
	Gerenciamento Integrado de Projeto			
	Gerenciamento de Riscos			
	Integração de Equipes			
	Gestão Integrada de Fornecedores			
	Análise de Decisão e Resolução			
	Ambiente Organizacional Voltado à Integração			
	Desempenho do Processo Organizacional			
	Gerência Quantitativa do Projeto			
	Inovação e Implantação na Organização			
	Análise e Resolução de Causas			
Outros: (Assinalar e, se for o caso, especificar no campo abaixo)				

Questões = A Organização:		Sim	Não	Assinale com um "X" a alternativa escolhida.
	Somente responda a esses quesitos se a organização for avaliada MPS.BR			
	Possui os Processos abaixo relacionados formalmente definidos e implementados?			
	Gerência de Requisitos			
	Gerência de Projeto			
	Medição			
	Gerência de Configuração			
	Aquisição			
	Garantia da Qualidade			
	Treinamento			
	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional			
	Definição do Processo Organizacional			
	Adaptação do Processo para Gerência de Projeto			
	Desenvolvimento de Requisitos			
2C	Solução Técnica			
	Integração do Produto			
	Instalação do Produto			
	Liberação do Produto			
	Verificação			
	Validação			
	Análise de Decisão e Resolução			
	Gerência de Riscos			
	Desempenho do Processo Organizacional			
	Gerência Quantitativa do Projeto			
	Inovação e Implantação na Organização			
	Análise e Resolução de Causas			
	Outros: (Assinalar e, se for o caso, especificar no campo abaixo)			
3	Adota as seguintes práticas nas atividades de Desenvolvimento e Manutenção de Software?			
	Controle de Versão			
	Especificação de Programas			
	Especificação de Projetos			
	Especificação de Requisitos			
	Estimativa de Custos			
	Estimativa de Esforço			
	Gerência de Configuração			
	Gerência de Requisitos			
	Gerência de Riscos			
	Métodos O.O.			
	Modelagem de Dados			
	Normas e Padrões na Organização			
	Planejamento Formal de Testes			
	Projeto de Interface com o Usuário			
	Outras: (Assinalar e, se for o caso, especificar no campo abaixo)			

<b>Questões = A Organização:</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>
<b>4</b>	Adota os seguintes itens de documentação?			
	Acompanhamento de Custos			
	Acompanhamento de Prazos			
	Contratos e Acordos			
	Documentação de Programas			
	Documentação de Processo de Software			
	Documentação no Código			
	Especificação do Sistema			
	Guia de Instalação			
	Help On-line			
	Histórico do Projeto			
	Manual de Treinamento			
	Manual do Sistema			
	Manual do Usuário			
	Plano de Contingência			
	Plano de Controle da Qualidade			
	Plano de Testes			
	Projeto do Sistema			
	Registros de Revisões e Testes			
	Relatório de Testes			
Outras: <i>(Assinalar e, se for o caso, especificar no campo abaixo)</i>				
<b>5</b>	Adota as práticas abaixo na Avaliação da Qualidade de Produto de Software abaixo?			
	Auditórias			
	Peer-Review/Walkthrough			
	Levantamento de Requisitos da Qualidade			
	Testes de Aceitação			
	Testes de Campo			
	Testes de Integração			
	Testes de Unidade			
	Testes do Sistema Integrado			
	Testes Funcionais			
	Outras: <i>(Assinalar e, se for o caso, especificar no campo abaixo)</i>			
<b>6</b> Realiza avaliação de produtos de software segundo as normas NBR 13596 (ISO/IEC 9126) e/ou NBR ISO/IEC 12119?				
<b>6</b>	Possui em seus quadros (independentemente da forma de contratação):			
	Mestres atuando no Desenvolvimento de Software?			
	Doutores atuando no Desenvolvimento de Software?			
	Profissionais com Especialização / MBA em Qualidade de Software, Engenharia de Software ou Gerência de Projetos?			
	Profissionais Certificados CQM ou CSQE pela American Society for Quality - ASQ?			
	Profissionais Certificados como PMP?			
	Profissionais Certificados como CFPS ou CSMS pelo IFPUG?			
	Implementadores MPS.BR credenciados pela Softex?			
	Profissionais Certificados como Lead Assessor ISO 9001?			
	Profissionais Certificados como Lead Assessor Scampi?			
	Avaliadores MPS.BR credenciados pela Softex?			

Questões = A Organização:		Sim	Não	Assinale com um "X" a alternativa escolhida.
7	Quanto à atualização da força de trabalho, oferece: Acesso à Internet?			
	Aquisição de Publicações Especializadas?			
	Assinatura de Periódicos Especializados?			
	Incentivo à Pós-Graduação?			
	Incentivo à Publicação de Artigos?			
	Liberação para Congressos?			
	Liberação para Cursos?			
	e-Learning?			
	Subsidia, no todo ou em parte, estas atividades de desenvolvimento profissional?			
	Utiliza-se de métricas para a qualidade em desenvolvimento de software? <b>Quais?</b> <i>(Especificar no campo abaixo)</i>			
8	Utiliza-se de métricas de produtividade em desenvolvimento de software?			
	<b>Quais?</b> <i>(Especificar no campo abaixo)</i>			
9	Possui um profissional formalmente designado como Responsável pelo Sistema de Gestão da Qualidade?			
	Elabora, de forma sistemática, Planejamento Estratégico?			
	Possui uma sistemática implementada para a apropriação e contabilização dos "Custos da Qualidade"?			
	Realiza, de forma sistemática, Pesquisa de Satisfação de Clientes?			
	Utiliza sistematicamente as Pesquisas ou Registros de Reclamações dos Clientes como feed-back?			
	Caso terceirize atividades de desenvolvimento e/ou manutenção de software, exige e avalia a Qualidade desses fornecedores?			
	<i>Obs.(Responda "Não" se não terceirizar)</i>			
	Em relação a programas de participação dos empregados na solução de problemas, adota:			
	Times, Equipes ou Círculos C. Q.?			
	Programas de Sugestões?			
10	Reuniões de Trabalho?			
	Procedimentos Informais?			
	Possui "Grupo da Qualidade"?			
	Possui "Grupo de Métricas"?			
	Possui "Software Engineering Process Group (SEPG)" / "Grupo de Processos"?			
	Inclui em seu "core business" a comercialização de serviços de desenvolvimento e/ou manutenção de software?			
	Comercializa serviços de desenvolvimento / manutenção de software para órgãos ou empresas do setor público (sujeitos à Lei de Licitações)?			
	Comercializa serviços de desenvolvimento / manutenção de software para órgãos ou empresas do setor privado?			

<b>Questões = A Organização:</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Assinale com um "X" a alternativa escolhida.</b>
11	Exporta serviços de Tecnologia da Informação relacionados ao desenvolvimento, manutenção e/ou instalação de software?  Estas atividades fazem parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR?			
	<b>Para quais países?</b> <i>(Especificar no campo abaixo)</i>			
12	Desenvolve software para uso próprio?  Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR?  Produz "pacotes de software"?  Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR?  Presta serviços de localização ou customização de "pacotes" de terceiros?  Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR?			
	Produz "software embarcado"?  Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR?  Adota o modelo de negócio conhecido como "Fábrica de Software"?  Esta atividade faz parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR?  Existem outras atividades além de "Fábrica de Software" que fazem parte do escopo da avaliação CMM/CMMI/MPS.BR?			
13	Quanto ao seu porte em relação à força de trabalho, pode ser classificada como:  <i>(incluindo empregados efetivos, sócios, dirigentes, terceirizados, bolsistas e estagiários)</i>  Micro-empresa (menos de 10 pessoas)? Pequena empresa (de 10 a 49 pessoas)? Média empresa (de 50 a 99 pessoas)? Grande empresa "porte I" (de 100 a 499 pessoas)? Grande empresa "porte II" (500 ou mais pessoas)?			

<b>Nome da Empresa:</b>
<b>Responsável pelo Preenchimento:</b>
<b>Cargo / Função:</b>
<b>E-Mail:</b>
<b>Data de Preenchimento:</b>

## APÊNDICE VIII

Neste apêndice, está apresentado o rol das organizações que aceitaram tomar parte nos estudos apresentados no “Capítulo 6 – Segundo Estudo: Organizações ISO 9001 e CMM” e no “Capítulo 7 – Estudo Final: Organizações CMM, CMMI e MPS.BR”; incluindo seus respectivos modelos de Sistema de Gestão da Qualidade.

### VIII-A Participantes do Segundo Estudo (Cap. 6)

#### - *Organizações Certificadas ISO 9001*

1. Abyz Informática Ltda.
2. Alston Transportes
3. Altus S. A.
4. BL Informática Ltda.
5. Cinq Technologies
6. CNP Engenharia de Sistemas S. A.
7. Consistem Sistemas Ltda.
8. Dataregis S. A.
9. Datasul S. A.
10. Instituto de Tecnologia da Informação e Comunicação do Espírito Santo - ITI  
(antigo Prodest)
11. Logocenter S. A.
12. Modulo Security Solutions
13. MSA-Infor Sistemas e Automação Ltda.
14. Poliedro Informática
15. Prognum Informática S. A.
16. Prosyst Desenvolvimento de Sistemas Ltda.
17. Simetria Métodos e Sistemas Ltda.
18. SOFtran Informática do Transporte Ltda.

19. Sumus Informática e Comércio Ltda.
20. Teknisa Software Ltda.
21. TRIX Tecnologia Ltda.
22. Trópico AS
23. Viasoft Informática Ltda.

- *Organizações Avaliadas CMM Nível 2*

1. AMS Informática e Serviços Ltda.
2. BSI Tecnologia
3. CPqD
4. Disoft Solutions S. A.
5. e-Dablio Consultoria e Projetos Ltda.
6. Hewlett-Packard Brasil
7. Inatel Competence Center
8. Instituto de Pesquisas Eldorado
9. Serpro – Serviço Federal de Processamento de Dados
10. Tele Design Serviços e Comércio de Telecom Ltda.

- *Organizações Avaliadas CMM Nível 3*

1. Ci&T Software S.A.
2. DBA Engenharia de Sistemas Ltda.
3. Stefanini IT Solutions

- *Organizações Avaliadas CMM Nível 4*

1. EDS - Electronic Data Systems do Brasil Ltda.

**VIII-B Participantes do Estudo Final (Cap. 7)**

- *Organizações Avaliadas CMM Nível 2*

1. AMS Informática e Serviços Ltda.
2. BSI Tecnologia Ltda.
3. CPqD

4. CTIS Informática Ltda.
5. Disoft Solutions S. A.
6. DRM Serviços de Consultoria Ltda.
7. e-Dablio Consultoria e Projetos Ltda.
8. Getronics Ltda.
9. Grupo Procwork
10. Inatel Competence Center
11. InfoSERVER Informática Ltda.
12. Instituto Atlântico
13. Logocenter S. A.
14. Serpro – Serviço Federal de Processamento de Dados
15. Spress Informática S. A.
16. Tele Design Serviços e Comércio de Telecom Ltda.

- *Organizações Avaliadas CMM Nível 3*

1. Atos Origin Brasil
2. Ci&T Software S.A.
3. DBA Engenharia de Sistemas Ltda.
4. Hewlett-Packard Brasil - Fabrica de Software de Porto Alegre

- *Organizações Avaliadas CMMI Nível 2*

1. 7COMm
2. CPM AS
3. FITec
4. Matera Systems
5. MSA-Infor Sistemas e Automação Ltda.
6. Politec Informática
7. Relacional Consultoria e Sistemas (também avaliada MPS.BR Nível E)
8. Tlantic SI
9. Tribunal Superior Eleitoral – TSE

- *Organizações Avaliadas CMMI Nível 3*

1. Datamec Sistemas e Processamento de Dados S. A.
2. Instituto de Pesquisas Eldorado
3. Unisys Brasil
4. Unitech Tecnologia de Informação

- *Organizações Avaliadas CMMI Nível 5*

1. EDS - Eletronic Data Systems do Brasil Ltda. - Rio de Janeiro ADU
2. Stefanini IT Solutions

- *Organizações Avaliadas MPS.BR Nível G*

1. In Forma Software

- *Organizações Avaliadas MPS.BR Nível F*

1. BL Informática Ltda.
2. Compera Tecnologia Ltda.
3. Programmer's Informática Ltda.

- *Organizações Avaliadas MPS.BR Nível E*

1. Relacional Consultoria e Sistemas (também avaliada CMMI Nível 2)

## ANEXO I

Neste Anexo estão apresentados os quadros descritivos das estruturas e dos conteúdos das diversas Pesquisas da Qualidade realizadas e publicadas até a data de conclusão deste trabalho (MCT/SEPIN, 1995, 1997b, 2000, 2002 e WEBER, 2001):

Quadro A.1 – Pesquisa Sepin/MCT ano 1995

Categorias	Principais Itens
Caracterização das Empresas	Atividades em Tecnologia da Informação Atividades no tratamento de software Localização geográfica e idade da empresa Porte segundo a força de trabalho Porte segundo a comercialização Qualificação profissional da força de trabalho Terceirização das atividades de serviços Áreas de atuação (atividades) da força de trabalho
Caracterização do Software	Tipos de produtos desenvolvidos
Gestão da Qualidade	Planejamento estratégico Metas ou diretrizes para a qualidade Indicadores da qualidade de produtos e serviços Programas da Qualidade Indicadores de custos da qualidade Qualidade de Processos: Certificação ISO 9000 CMM, SPICE Qualidade de produto de software Baseadas na ISO/IEC 9126 Avaliações de 1 <sup>a</sup> ou 3 <sup>a</sup> parte
Gestão de Recursos Humanos	Gestão da força de trabalho Método para apoiar a participação Avaliação de desempenho Pesquisas de satisfação Capacitação da força de trabalho
Atendimento a Clientes	Pesquisa de expectativas e de satisfação Estrutura de atendimento Uso de dados na revisão ou especificação de novos produtos e serviços
Procedimentos para a Qualidade em Software	Técnicas de Engenharia de Software Ferramentas de desenvolvimento Bibliotecas técnicas Documentação

Quadro A.2 – Pesquisa Sepin/MCT ano 1997

Categorias	Principais Itens
Caracterização das Empresas	Atividades em Tecnologia da Informação Atividades no tratamento de software Origem do capital majoritário Localização geográfica e idade da empresa Porte segundo a força de trabalho Porte segundo a comercialização Produtividade da força de trabalho Qualificação profissional da força de trabalho Terceirização das atividades de serviços Áreas de atuação (atividades) da força de trabalho
Caracterização do Software	Tipos de produtos desenvolvidos
Gestão da Qualidade	Planejamento estratégico Metas ou diretrizes para a qualidade Indicadores da qualidade de produtos e serviços Utilização da técnica de Pontos por Função Indicadores de custos da qualidade Programas da Qualidade Qualidade de Processos Certificação ISO 9000 CMM, SPICE Normas da Qualidade de Software ISO/IEC 12207 ISO/IEC 9126, ISO/IEC 12119 Avaliação de produtos baseada em Normas
Gestão de Recursos Humanos	Gestão da força de trabalho Método para apoiar a participação Avaliação de desempenho Pesquisas de satisfação Capacitação da força de trabalho
Atendimento a Clientes	Pesquisa de expectativas e de satisfação Estrutura de atendimento Uso de dados na revisão ou especificação de novos produtos e serviços
Procedimentos para a Qualidade em Software	Engenharia de Software Métodos para prevenção de defeitos Métodos para detecção de defeitos Ferramentas de desenvolvimento Documentação Bibliotecas técnicas

Quadro A.3 – Pesquisa Sepin/MCT ano 1999

Categorias	Principais Itens
Caracterização da Organização	Atividades em Tecnologia da Informação
	Atividades no tratamento de software
	Origem do capital majoritário
	Localização geográfica e idade da empresa
	Porte segundo a força de trabalho
	Porte segundo a comercialização
	Tipos de produtos desenvolvidos
Gestão do Conhecimento	Qualificação profissional da força de trabalho
	Promoção da atualização profissional
	Capacitação da força de trabalho
	Áreas de atuação (atividades desenvolvidas)
	Gestão da força de trabalho
	Método para apoiar a participação
	Avaliação de desempenho
Gestão Empresarial	Pesquisas de satisfação
	Flexibilidade na jornada de trabalho
	Planejamento estratégico
	Metas ou diretrizes para a qualidade
	Indicadores de custos da qualidade
	Programas e Sistemas da Qualidade
	Qualidade de Processos
Processo de Software	Certificação ISO 9000
	CMM, SPICE
	ISO/IEC 12207
	Qualidade de Produtos
	ISO/IEC 9126, ISO/IEC 12119
	Avaliação de produtos baseada em Normas
	Relacionamento com os clientes
Processo de Software	Pesquisa de expectativas e de satisfação
	Estrutura de atendimento
	Uso de dados na revisão ou especificação de novos produtos e serviços
	Terceirização de serviços
	Engenharia de Software
Processo de Software	Métodos para prevenção de defeitos
	Métodos para detecção de defeitos
	Ferramentas de desenvolvimento
	Uso de métricas
Processo de Software	Documentação

Quadro A.4 – Pesquisa Sepin/MCT ano 2001

Categorias	Principais Itens
Caracterização da Organização	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atividades no tratamento de software</li> <li>2. Localização geográfica</li> <li>3. Idade da empresa</li> <li>4. Entidade de associação</li> <li>5. Origem do capital majoritário</li> <li>6. Atividades em Tecnologia da Informação (TI)</li> <li>7. Porte segundo a força de trabalho</li> <li>8. Porte segundo a receita</li> <li>9. Adoção de Programas da Qualidade</li> <li>10. Certificações da Qualidade</li> <li>11. Avaliação de Produtos</li> <li>12. Aplicação da legislação de propriedade intelectual</li> </ol>
Caracterização do Software	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Categorias de softwares desenvolvidos</li> <li>2. Domínios aplicação de softwares desenvolvidos</li> <li>3. Tipos de aplicação de softwares desenvolvidos</li> </ol>
Gestão da Qualidade	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestão de Pessoas             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Qualificação</li> <li>1.2. Capacitação</li> <li>1.3. Atualização</li> <li>1.4. Avaliação</li> <li>1.5. Terceirização</li> <li>1.6. Participação</li> </ol> </li> <li>2. Gestão Empresarial             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Planejamento estratégico</li> <li>2.2. Metas para a Qualidade</li> <li>2.3. Custos da Qualidade</li> <li>2.4. Responsabilidade pela Qualidade</li> <li>2.5. Gestão da informação</li> <li>2.6. Terceirização</li> </ol> </li> <li>3. Relacionamento com Clientes             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Estruturas de atendimento</li> <li>3.2. Avaliação pelo cliente</li> <li>3.3. Uso de feedback do cliente</li> </ol> </li> <li>4. Qualidade de Software             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Qualidade dos processos                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Conhecimento e uso de normas e modelos</li> <li>Nível de formalização dos processos</li> <li>Melhores práticas de Engenharia de Software</li> <li>Ferramentas</li> <li>Documentação</li> </ul> </li> <li>4.2. Qualidade dos produtos                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Conhecimento e uso de normas e modelos</li> <li>Melhores práticas de Engenharia de Software</li> </ul> </li> </ol> </li> </ol>

## **ANEXO II**

Neste anexo está apresentada uma cópia do questionário utilizado pela Sepin para a realização da Pesquisa *Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro – 2001 / N. 4.*



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SECRETARIA DE POLÍTICA DE INFORMÁTICA

Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade - PBQP  
Subcomitê Setorial da Qualidade e Produtividade em Software -  
SSQP/SW



## Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro - Pesquisa 2001

Concebida em 1993 no âmbito do PBQP/SSQP-SW e conduzida pelo MCT/SEPIN em parceria com agentes responsáveis pela formulação e execução da Política de Software no País, esta é a 5ª edição desta pesquisa.

Em 2001, foram distribuídos no Brasil e exterior 8.500 exemplares da 3ª edição de publicação específica e os resultados integraram a 4ª edição do livro "Qualidade e Produtividade em Software", disponível em bancas de todo o País, além de divulgação em página da Internet e em eventos nacionais e internacionais.

Participam deste esforço a Sociedade SOFTEX e as associações ABEP, ABES, ABINNEE, ASSES PRO e SUCESU que distribuem e captam os formulários de seus associados.

Agradecemos a colaboração, fundamental para o êxito deste projeto, esclarecendo que não haverá divulgação de dados individualizados, assegurando assim o completo sigilo quanto às informações de sua organização.

Remeta os dados atualizados de sua organização A/C Diva da Silva Marinho até **25 de outubro de 2001** para:

Ministério da Ciência e Tecnologia / Secretaria de Política de Informática

Divisão de Sistemas de Informação sobre Informática

Esplanada dos Ministérios, Bloco E, sala 334 – 70067-900 Brasília/DF

Se desejar utilizar a Internet, há instruções e arquivo contendo este formulário a partir da opção

**Quali\_SW 2001** em destaque na página [www.mct.gov.br/sepin](http://www.mct.gov.br/sepin).

Para quaisquer esclarecimentos envie mensagem para [qualisw@mct.gov.br](mailto:qualisw@mct.gov.br) ou telefone para:

Célia Joseli do Nascimento (61) 317-7915 ou Diva da Silva Marinho (61) 317-7967

## Filtro

### Atividade(s) da organização no tratamento de software:

1.  Desenvolve software para uso próprio
2.  Desenvolve software-pacote para comercialização (*packaged software*)
3.  Desenvolve software sob encomenda para terceiros (*custom software*)
4.  Desenvolve software embarcado (*embedded / bundled software*)
5.  Desenvolve software para Internet (*Internet enable software*)
6.  É distribuidora ou editora de software de terceiros
7.  Não desenvolve e não distribui software (**ENCERRE A PESQUISA**)

**1. Identificação da Organização** ( Por gentileza, preencha com letra legível )

Razão Social										
Nome Fantasia										
CNPJ	/					-				
Endereço										
Bairro										
Cidade										
UF	CEP									
Telefones	ou									
Fax										
Página na Internet										
Data de Fundação (mm/aaaa)	/									
Início de Atividades em Informática (mm/aaaa)	/									
Associada: 1. <input type="checkbox"/> ABEP 2. <input type="checkbox"/> ABES 3. <input type="checkbox"/> ABINEE 4. <input type="checkbox"/> ASSESPRO 5. <input type="checkbox"/> SOFTEX 6. <input type="checkbox"/> SUCESU 7. <input type="checkbox"/> Nenhuma										

## 2. Caracterização da Organização

### 2.01 Origem do capital majoritário da organização

01.  Privado  
02.  Público

### 2.02 Atividade(s) característica(s) da organização em Tecnologias da Informação

01.  Comercialização de dados ou de bases de dados  
02.  Consultoria e projetos em informática  
03.  Desenvolvimento de software  
04.  Distribuição ou editoração de software de terceiros  
05.  Distribuição ou revenda de produtos de hardware  
06.  Indústria de informática, telecomun. ou automação  
07.  Manutenção e assistência técnica em informática  
08.  Provedor Internet  
09.  Serviços de automação bancária  
10.  Serviços de automação comercial  
11.  Serviços de automação industrial  
12.  Serviços de entrada de dados  
13.  Serviços de processamento de dados  
14.  Treinamento em informática  
15.  Outras. Especifique: \_\_\_\_\_

### 2.03 Força de trabalho da organização em dezembro de 2000

( como **Total** da força de trabalho da organização considere sócios, dirigentes, empregados/funcionários efetivos, **incluindo** terceiros prestadores de serviço, bolsistas e estagiários)

Total: \_\_\_\_\_

Sócios, dirigentes e empregados efetivos: \_\_\_\_\_

Terceiros prestadores de serviço: \_\_\_\_\_

Bolsistas e estagiários: \_\_\_\_\_

### 2.04 A organização apropriou receita proveniente de software em 2000?

01.  Sim  
02.  Não apropriou receita específica  
03.  Não comercializou software

### 2.05 Comercialização bruta anual da organização em 2000 ( valores em R\$ mil )

Categorias	Mercado Interno	Mercado Externo
Software	Pacote	
	Sob Encomenda	
	Embarcado	
	Para Internet	
Outros Produtos e Serviços	De Informática	
	Não de Informática	
<b>Total da Organização</b>		

### 2.06 Comercialização bruta proveniente de software em 2001 ( valores em R\$ mil )

Período de referência	Mercado Interno	Mercado Externo
Realizado até 30 de junho de 2001		
Estimado até 31 de dezembro de 2001		

### 2.07 A organização implantou programa da qualidade total, sistema da qualidade ou similar?

01.  Sim. Em que ano? \_\_\_\_\_  
02.  Em estudo ou implantação  
03.  Não (vá para perg. 2.09)

### 2.08 Qual o tipo de certificação obtida? Em caso afirmativo, anexar cópia do certificado a este questionário.

01.  Certificado ISO 9001  
02.  Certificado ISO 9002  
03.  Certificado por cliente  
04.  "Certificado" CMM. Em que nível? \_\_\_\_\_  
05.  Outras certificações. Especifique: \_\_\_\_\_  
06.  Não há nenhuma certificação

**2. Caracterização da Organização***(continuação)***2.09 A organização já teve avaliação baseada nas normas NBR 13596 (ISO/IEC 9126) e ISO/IEC 12119 da qualidade de produto de software?**

01.  A organização tem produtos avaliados por terceiros, segundo essas normas  
02.  A organização adota procedimentos de auto-avaliação, segundo essas normas  
03.  Em estudo ou implantação  
04.  Outras normas. Especifique: \_\_\_\_\_  
05.  A organização não adota procedimentos de avaliação da qualidade de produto

**2.10 A organização registra direito autoral do(s) programa(s) de computador que desenvolve, conforme previsto no art. 3º da Lei nº 9609/98 de 19/fev/98, regulamentado pelo Decreto nº 2556 de 20/abr/98?**

01.  Sim, de forma sistemática. Onde? \_\_\_\_\_  
02.  Sim, eventualmente. Onde? \_\_\_\_\_  
03.  Pretende registrar  
04.  Não registra

**2.11 Já depositou pedido(s) de patente para proteção da aplicação do(s) programa(s) desenvolvido(s)?**

01.  Sim. Quantos? \_\_\_\_\_ Onde? \_\_\_\_\_  
02.  Pretende depositar  
03.  Não depositou

**3. Caracterização do Software****3.01 Qual(is) o(s) domínio(s) de software desenvolvido(s) no Brasil pela organização?**

01.  Administração privada  
02.  Administração pública  
03.  Agropecuária / Agribusiness  
04.  Bancário  
05.  Comércio  
06.  Educação  
07.  Engenharia, arquitetura, construção civil  
08.  Entretenimento  
09.  Financeiro  
10.  Indústria  
11.  Meio Ambiente  
12.  Qualidade e Produtividade  
13.  Saúde  
14.  Serviços  
15.  Telecomunicações  
16.  Transportes  
17.  Turismo  
18.  Outros. Especifique: \_\_\_\_\_  
19.  Não desenvolve software

**3.02 Qual(is) o(s) tipo(s) de aplicação de software desenvolvido(s) no Brasil pela organização?**

01.  Administração de recursos humanos  
02.  Administração de serviços  
03.  Administração escolar  
04.  Administração jurídica  
05.  Automação bancária  
06.  Automação comercial  
07.  Automação de escritórios  
08.  Automação industrial  
09.  Automação predial  
10.  Comércio eletrônico  
11.  Computação gráfica  
12.  Comunicação de dados  
13.  Contabilidade  
14.  E-business  
15.  Educação à distância  
16.  Ferramenta/Ambiente de desenv. de software  
17.  Gestão de conteúdo  
18.  Gestão do relacionamento com cliente - CRM  
19.  Geoprocessamento  
20.  Gerenciador de banco de dados  
21.  Gerenciador de redes  
22.  Gestão da qualidade  
23.  Gestão de documentos  
24.  Gestão do conhecimento  
25.  Gestão integrada – ERP  
26.  Jogos  
27.  Página Web  
28.  Planilha eletrônica e Processador de texto  
29.  Processador de imagens  
30.  Segurança e proteção de dados  
31.  Serviços de mensagens  
32.  Simulação e modelagem  
33.  Utilitários. Especifique: \_\_\_\_\_  
34.  Outros. Especifique: \_\_\_\_\_  
35.  Não desenvolve software

#### 4. Gestão da Qualidade

##### 4.01 A organização elabora plano estratégico, plano de negócios ou plano de metas?

- 01.  Sim, com atualização sistemática
- 02.  Sim, sem periodicidade fixa para revisão
- 03.  Em implantação
- 04.  Não elabora (vá para perg. 4.03)

##### 4.02 Metas ou diretrizes para a qualidade são incluídas nos planos?

- 01.  Sim, de forma sistemática
- 02.  Sim, eventualmente
- 03.  Pretende incluir
- 04.  Não são incluídas

##### 4.03 Marque a(s) célula(s) correspondente(s) às métricas primitivas que a organização utiliza para medir a qualidade e a produtividade de seus processos de software?

Categorias	Utilizadas para medir	
	Qualidade	Produtividade
Linhas de código ( <i>LOC</i> )		
Pontos por função ( <i>function point</i> )		
Outras. Especifique: _____		
Não utiliza		

##### 4.04 A organização apropria custos da qualidade, incluindo a gerência dos custos de prevenção, avaliação, falhas internas e externas?

- 01.  Sim, de forma sistemática
- 02.  Sim, em projetos específicos
- 03.  Em estudo ou implantação
- 04.  Não apropria

##### 4.05 A organização possui responsável pela gestão da qualidade?

- 01.  Sim
- 02.  Não

##### 4.06 Fez uso de serviços de terceiros em desenvolvimento e manutenção de software em 2000?

- 01.  Sim. Quanto? R\$ \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . 000 , 00
- 02.  Não

##### 4.07 Que padrões de qualidade sua organização exige na seleção de terceiros prestadores de serviços de desenvolvimento e manutenção de software?

- 01.  ISO 9000
- 02.  CMM. Nível? \_\_\_\_\_
- 03.  Outros. Especifique: \_\_\_\_\_
- 04.  Não exige
- 05.  Não terceiriza

##### 4.08 Fez uso de serviços de terceiros em marketing e vendas em 2000?

- 01.  Sim. Quanto? R\$ \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . 000 , 00
- 02.  Não

## 5. Qualidade dos Processos de Software

5.01 Marque a coluna correspondente ao nível de conhecimento e uso para cada norma ou modelo apropriado à definição, avaliação ou melhoria dos processos de software da organização

Normas ou Modelos	Conhece			Não conhece
	Usa sistematicamente	Começa a usar	Não usa	
Norma NBR ISO/IEC 12207 – Processos de Ciclo de Vida de Software				
Normas ISO 9000 – Gestão da Qualidade				
CMM – Capability Maturity Model				
Projeto SPICE – Software Process Improvement and Capability dEtermination (Technical Report ISO/IEC TR 15504)				
Outros. Especifique: _____				

5.02 Marque a coluna correspondente ao nível de formalização de cada processo de software na organização

Processos de Software	Documentado		Não tem	Não se aplica
	Usa	Não usa		
Aquisição				
Fornecimento				
Desenvolvimento				
Operação				
Manutenção				
Documentação				
Gerência de Configuração				
Garantia da Qualidade				
Verificação				
Validação				
Revisão Conjunta				
Auditória				
Resolução de Problema				
Gerência				
Infra-estrutura				
Melhoria				
Treinamento				
Outros. Especifique: _____				

## 5. Qualidade dos Processos de Software (continuação)

### 5.03 Prática(s) de Engenharia de Software adotada(s) pela organização no desenvolvimento e manutenção de software

- 01.  Análise crítica conjunta
- 02.  Controles de versão de produto
- 03.  Engenharia da informação
- 04.  Especificação de programas
- 05.  Especificação de projetos
- 06.  Especificação de requisitos
- 07.  Estimativa de custos
- 08.  Estimativa de esforço
- 09.  Estimativa de tamanho
- 10.  Gerência de configuração
- 11.  Gerência de requisitos
- 12.  Gerência de risco
- 13.  Gestão de mudança
- 14.  Joint Application Design – JAD
- 15.  Métodos estruturados
- 16.  Métodos orientados a objetos
- 17.  Modelagem de dados
- 18.  Normas e padrões da organização
- 19.  Planejamento formal de testes
- 20.  Projeto da interface com o usuário
- 21.  Prototipação
- 22.  Outras. Especifique: \_\_\_\_\_
- 23.  Não adota tais práticas
- 24.  Não desenvolve software

### 5.04 Ferramenta(s) utilizada(s)

- 01.  Analisador de cobertura de código
- 02.  Analisador de código
- 03.  CASE Lower
- 04.  CASE Upper
- 05.  Depurador interativo
- 06.  Distribuição de software
- 07.  Documentador
- 08.  Driver de teste
- 09.  Gerador de código-fonte
- 10.  Gerador de dados de teste
- 11.  Gerador de entrada de dados
- 12.  Gerador de gráficos
- 13.  Gerador de GUI
- 14.  Gerador de relatórios
- 15.  Gerador de telas
- 16.  Gerenciador de bibliotecas de módulos
- 17.  Gerenciador de configuração
- 18.  Gerenciador de conteúdo
- 19.  Gerenciador de documentos
- 20.  Gerenciador de projetos
- 21.  Otimizador
- 22.  Prototipador
- 23.  Record & Playback para testes
- 24.  Teste de performance
- 25.  Visualização de código/classes ou módulos
- 26.  Outras. Especifique: \_\_\_\_\_
- 27.  Não utiliza ferramentas automatizadas
- 28.  Não desenvolve software

### 5.05 Documentação adotada

- 01.  Acompanhamento de custos
- 02.  Acompanhamento de prazos
- 03.  Contratos e acordos
- 04.  Descrição do produto para comercialização
- 05.  Documentação de marketing
- 06.  Documentação de programas
- 07.  Documentação do processo de software
- 08.  Documentação no código
- 09.  Especificação do sistema
- 10.  Guia de instalação
- 11.  Help on-line
- 12.  Histórico do projeto
- 13.  Identificação de risco
- 14.  Manual de treinamento
- 15.  Manual do sistema
- 16.  Manual do usuário
- 17.  Plano de contingência
- 18.  Plano de controle da qualidade
- 19.  Plano de testes
- 20.  Projeto do sistema
- 21.  Registro formal de revisões e testes
- 22.  Relatório de teste
- 23.  Outras. Especifique: \_\_\_\_\_
- 24.  Não adota documentação

## 6. Qualidade dos Produtos de Software

### 6.01 Marque a coluna correspondente ao nível de conhecimento e uso para cada norma da qualidade do produto de software da organização

Normas	Conhece			Não conhece
	Usa sistematicamente	Começa a usar	Não usa	
Norma NBR 13596 (ISO/IEC 9126) – Avaliação de produto de software – Características de qualidade e diretrizes para o seu uso				
Série de Normas ISO/IEC 14598 – Software Product Evaluation				
Norma NBR ISO/IEC 12119 – Pacotes de software – Testes e requisitos de qualidade				
Outras. Especifique: _____				

### 6.02 Prática(s) de Engenharia de Software adotada(s) pela organização na avaliação da qualidade do produto

- 01.  Auditorias
- 02.  Inspeção formal, Revisão por pares (Peer-review), Walkthrough estruturado
- 03.  Julgamento de especialistas
- 04.  Levantamento de requisitos de qualidade
- 05.  Medições da qualidade (Métricas)
- 06.  Modelos de confiabilidade de software
- 07.  Prova formal de programas
- 08.  Segurança do produto final
- 09.  Testes baseados em erros
- 10.  Testes de aceitação
- 11.  Testes de campo
- 12.  Testes de integração
- 13.  Testes de unidade
- 14.  Testes do sistema integrado
- 15.  Testes estruturais
- 16.  Testes funcionais
- 17.  Testes orientados a objetos
- 18.  Testes para web
- 19.  Outras. Especifique: \_\_\_\_\_
- 20.  Não adota tais práticas
- 21.  Não desenvolve software

## 7. Gestão de Recursos Humanos

### 7.01 Número de mestres e doutores na organização em dezembro de 2000

Áreas de Atuação	Mestres	Doutores
Desenvolvimento e Manutenção de Software		
Marketing e Vendas		
Administração e Finanças		

### 7.02 Número de profissionais com curso superior em Ciência da Computação, Processamento de Dados, Análise de Sistemas, Engenharia da Computação ou Informática na organização em dezembro de 2000

### 7.03 Número de profissionais certificados em qualidade na organização em dezembro de 2000 (certificação ASQ, Lead Assessor ou pós-graduação lato sensu e stricto sensu em gestão da qualidade )

## 7. Gestão de Recursos Humanos (continuação)

### 7.04 Forma(s) adotada(s) pela organização para promover a atualização de sua força de trabalho

01.  Acesso livre à Internet  
02.  Acesso com restrições à Internet  
03.  Aquisição de publicações especializadas  
04.  Assinatura de periódicos especializados  
05.  Incentivo à pós-graduação com ônus  
06.  Incentivo à pós-graduação sem ônus  
07.  Incentivo à publicação de trabalhos técnicos e relatos de experiências  
08.  Liberação para Congressos e afins com ônus  
09.  Liberação para Congressos e afins sem ônus  
10.  Liberação para cursos com ônus  
11.  Liberação para cursos sem ônus  
12.  Outras. Especifique: \_\_\_\_\_  
13.  Não adota

### 7.05 Que métodos são adotados para apoiar a participação dos empregados na solução de problemas?

01.  Times, equipes ou círculos de controle da qualidade  
02.  Programa de sugestões  
03.  Reuniões de trabalho  
04.  Procedimentos informais  
05.  Outros métodos. Especifique: \_\_\_\_\_  
  
06.  Em estudo ou implantação  
07.  Não adota

### 7.06 É feita avaliação de desempenho dos empregados?

01.  Sim, de forma sistemática  
02.  Sim, eventualmente, com procedimento formal  
03.  Sim, informalmente  
04.  Em estudo ou implantação  
05.  Não realiza

### 7.07 É realizada pesquisa de satisfação dos empregados?

01.  Sim, de forma sistemática  
02.  Sim, eventualmente, com pesquisa formal  
03.  Sim, informalmente  
04.  Em estudo ou implantação  
05.  Não realiza

### 7.08 Foi oferecido treinamento ao corpo gerencial da organização em 2000?

01.  Sim, para \_\_\_\_\_ gerentes, com carga média anual de \_\_\_\_\_ horas por gerente no ano 2000  
02.  Sim, para \_\_\_\_\_ gerentes, sem registro da carga horária  
03.  Não ofereceu treinamento

### 7.09 Foi oferecido treinamento aos demais profissionais da organização em 2000?

( não incluir gerentes, já considerados na perg. 7.08 )

01.  Sim, para \_\_\_\_\_ profissionais, com carga média anual de \_\_\_\_\_ horas por profissional no ano 2000  
02.  Sim, para \_\_\_\_\_ profissionais, sem registro da carga horária  
03.  Não ofereceu treinamento

### 7.10 A organização investiu em treinamento para melhoria da qualidade em 2000?

01.  Sim. Quanto? R\$ \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . 000 , 00  
02.  Não investiu

### 7.11 A organização investiu em treinamento para Engenharia/Tecnologia de Software em 2000?

01.  Sim. Quanto? R\$ \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . 000 , 00  
02.  Não investiu

### 7.12 A organização adota alguma forma de participação nos resultados por seus empregados?

01.  Sim. Qual(is)? \_\_\_\_\_  
02.  Não

## **8. Relacionamento com os Clientes**

### **8.01 A organização realiza pesquisas de expectativa dos clientes?**

- 01.  Sim, de forma sistemática
- 02.  Sim, eventualmente
- 03.  Em estudo ou implantação
- 04.  Aproveita dados publicados ou de terceiros
- 05.  Não realiza

### **8.02 A organização realiza pesquisas de satisfação dos clientes?**

- 01.  Sim, de forma sistemática
- 02.  Sim, eventualmente
- 03.  Em estudo ou implantação
- 04.  Aproveita dados publicados ou de terceiros
- 05.  Não realiza

### **8.03 Quais as estruturas de atendimento e resolução de reclamações mantidas pela organização?**

- 01.  Central de atendimento (*Call Center*)
- 02.  Sistema CRM
- 03.  Suporte técnico (*Customed Support*)
- 04.  Suporte remoto via Internet
- 05.  Suporte remoto via telefone (*Hot line, Help Desk, ...*)
- 06.  Visitas periódicas a clientes
- 07.  Outras estruturas. Especifique: \_\_\_\_\_

08.  Não há estrutura para tal

### **8.04 A organização utiliza dados de pesquisa ou de reclamações na revisão de projetos ou na especificação de novos produtos e serviços?**

- 01.  Sim, de forma sistemática
- 02.  Sim, eventualmente
- 03.  Em estudo ou implantação
- 04.  Não utiliza

## **9. Responsável pelo Preenchimento (Por gentileza, preencha com letra legível)**

Nome \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Cargo \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Área na \_\_\_\_\_  
Organização \_\_\_\_\_

Telefones \_\_\_\_\_ ou \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Data de Preenchimento**

\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|2|0|0|1|

**Responsável pelo Preenchimento (Rubrica)**

*Formulário captado na Internet*