FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E DE PESQUISA
CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

GLOBALIZAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS INOVADORAS NO CONTEXTO DE INDUSTRIALIZAÇÃO RECENTE: EVIDÊNCIAS DE UMA AMOSTRA DE INSTITUTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) EM TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO BRASIL

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

LUCIANA MANHÃES MARINS

Rio de Janeiro 2005

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
EBAPE - ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E DE PESQUISA
CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

TÍTULO

GLOBALIZAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS INOVADORAS NO CONTEXTO DE INDUSTRIALIZAÇÃO RECENTE: EVIDÊNCIAS DE UMA AMOSTRA DE INSTITUTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) EM TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO BRASIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR

LUCIANA MANHÃES MARINS

E

APROVADA EM 21 DE MARÇO DE 2005

PELA COMISSÃO EXAMINADORA

_____

PAULO CESAR NEGREIROS DE FIGUEIREDO

Ph.D. EM GESTÃO DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO

_____

DEBORAH MORAIS ZOUAIN

DOUTORA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

_____

ALEXIS TORÍBIO DANTAS

DOUTOR EM ECONOMIA

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de certa forma contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

Desejo agradecer ao professor Paulo Negreiros Figueiredo, orientador deste estudo, pela confiança, dedicação e prontidão durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho, o qual não seria o mesmo sem o suporte contínuo de meu orientador.

Agradeço também à Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE) por todas as oportunidades de aprendizado ao longo do curso. Obrigada ao corpo docente e à equipe de suporte técnico da Escola pela disposição em me ajudar. Além disso, não poderia deixar de agradecer aos professores externos que se dispuseram a me ajudar sempre que necessário.

Agradeço ao Programa de Pesquisa em Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil pela bolsa para subsidiar a realização de minha pesquisa de campo. Sou igualmente grata aos colaboradores de todos os institutos estudados, que não hesitaram em me receber e se prontificaram a me ajudar no que fosse necessário. Sem a receptividade desses institutos, a execução desta pesquisa não seria possível.

Não poderia deixar de agradecer a todos os meus sinceros amigos, independente de quão distante de mim alguns deles estejam. Obrigada pelo companheirismo e por me ajudarem ao longo de toda esta minha jornada, tão especial para mim. Sem a paciência de meus amigos o percurso teria sido ainda mais difícil.

Dedico esta dissertação a meus pais, Glailson e Marilene, e a meu irmão, Bruno, que acompanharam de perto cada passo para a construção deste trabalho, sempre me encorajando a seguir em frente. Obrigada pelo carinho, pela compreensão e pelo apoio incondicional.

RESUMO

Esta dissertação adiciona novas evidências e explicações a duas correntes distintas de debate. A primeira refere-se à globalização (ou disseminação) de competências tecnológicas inovadoras no contexto de industrialização recente. A segunda refere-se às generalizações sobre deterioração de competências inovadoras na América Latina a partir da década de 1990. Esta dissertação foi motivada pela escassez de trabalhos empíricos que enfoquem o relacionamento entre globalização de competências inovadoras e fontes para construção das mesmas em organizações que operam em economias emergentes, especialmente em institutos de P&D.

Desse modo, esta dissertação está focada no exame da globalização de competências inovadoras no setor de tecnologia de informação e comunicação no Brasil, mensurada pelos tipos e níveis de competências tecnológicas de 18 institutos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nacionais vocacionados para esse setor. Examinam-se, ainda, fontes utilizadas pelos institutos estudados para construir suas competências tecnológicas, a saber: seus processos de aprendizagem intra-organizacionais e suas ligações com empresas e infra-estrutura tecnológica. O estudo baseia-se em evidências empíricas de primeira mão coletadas a partir de extensivo trabalho de campo, por meio de fontes variadas. As informações foram examinadas por meio de estruturas analíticas, organizadas à luz do referencial teórico do estudo.

Encontrou-se que a disseminação de competências inovadoras no setor brasileiro de TIC vem ocorrendo por meio do envolvimento significativo da infra-estrutura tecnológica em atividades inovadoras. Além disso, o desenvolvimento de competências inovadoras tem sido influenciado pela variedade dos processos de aprendizagem e pelos tipos de ligações que são estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas. Portanto, as evidências que emergem deste estudo contradizem argumentos e generalizações comuns sobre a inexistência de atividades inovadoras e a fraqueza da infra-estrutura tecnológica no contexto de economias de industrialização recente.

ABSTRACT

This dissertation adds new evidences and explanations to two distinct streams of debate. The first one refers to the globalisation (or dissemination) of technological innovative capabilities in the context of newly industrialised economies. The second one refers to common generalisations about the deterioration of the innovative capabilities in Latin American countries after 1990. This study was motivated by a lack of empirical studies focused on the relationship between the globalisation of innovative capabilities and sources to build them up in emerging organisations, especially R&D institutes.

This dissertation is focused on the globalisation of innovative capabilities at the information and communication technology industry in Brazil. The globalisation of innovative capabilities is measured by the technological capabilities types and levels of 18 national R&D institutes related to this industry. Besides, this dissertation examines sources to build up innovative capabilities in the sampled institutes, namely: their intra-organisational learning processes and the linkages established with firms and the technological infra-structure. The study is based on first-hand empirical evidences, collected by different data-gathering sources in an extensive fieldwork. The data were examined with analytical frameworks, organised in the light of the theoretical basis of the study.

The study has found the dissemination of innovative capabilities has been occurring in the Brazilian ICT industry with the involvement of the technological infra-structure with innovative activities. Besides that, the variety of the intra-organisational learning processes and the types of linkages established with technological infra-structure and firms have been influencing the development of innovative capabilities. The evidences that emerge from this study contradict common generalizations and arguments about the inexistence of innovative activities and about the technological infra-structure weakness in emerging or newly industrialized economies.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução	1
1.1	Desenho e Método da Dissertação	3
1.2	Estrutura da Dissertação	4
	CAPÍTULO 2 Breve Revisão de Estudos Empíricos	6
2.1	Globalização de Competências Inovadoras	6
2.1.1	Globalização de Competências Inovadoras Não Ocorre Ou Dificilmente Ocorre	7
2.1.2	Globalização de Competências Inovadoras Ocorre dependendo da Localização e da Situação	9
2.2	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas Inovadoras e Processos de Aprendizagem Intra-Organizacionais Subjacentes	12
2.3	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas Inovadoras e Infra-Estrutura Tecnológica	16
	CAPÍTULO 3 Modelos de Análise da Dissertação	24
3.1	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas	24
3.2	Modelo para Mensurar Os Tipos e Níveis de Competências Tecnológicas	26
3.3	Tipos e Níveis de Competências Tecnológicas	33
3.3.1	Níveis de Competência em Engenharia de Software	33
3.3.2	Níveis de Competência em Gestão de Projetos	34
3.3.3	Níveis de Competência em Produtos e Soluções	35
3.3.4	Níveis de Competência em Ferramentas e Processos	37
3.4	Fontes para A Construção de Competências Tecnológicas	39
3.4.1	Modelo para Descrição dos Processos de Aprendizagem Intra-Organizacionais	39
3.4.2	Modelo para Descrição das Ligações estabelecidas por Institutos de Pesquisa com Infra-Estrutura Tecnológica e Empresas	42
	CAPÍTULO 4 Contexto Empírico da Dissertação	46

4.1	Breve Panorama da Indústria de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC)	46
4.2	Breve Panorama da Indústria de Tecnologia de Informação e Comunicação no Brasil	49
4.2.1	A Indústria de TIC e A Política Científica e Tecnológica no Brasil	51
4.2.1.1	Os Fundos Setoriais (FS)	54
4.2.1.2	A Lei de Informática (LI)	56
4.3	Relevância do Desenvolvimento de Competências Tecnológicas Inovadoras para Os Institutos de P&D Estudados	57
	CAPÍTULO 5 Desenho e Método da Dissertação	59
5.1	Questões da Dissertação	59
5.2	Amostra da Dissertação	60
5.3	Procedimentos para Adaptação do Modelo Analítico para Exame do Desenvolvimento de Competências Tecnológicas no Setor de TIC	66
5.4	Tipos de Informação para A Dissertação	67
5.5	Fontes de Informação para A Dissertação	68
5.6	Procedimentos de Análises de Dados	69
5.7	Características dos Processos de Aprendizagem Intra-Organizacionais	70
	CAPÍTULO 6 Tipos e Níveis de Competências Tecnológicas nos Institutos Estudados	73
6.1	Competências Tecnológicas	73
6.1.1	Níveis Básico e Extra Básico de Competências Tecnológicas - Competências de Rotina	76
6.1.1.1	Níveis Básico e Extra Básico de Competências em Engenharia de Software	76
6.1.1.2	Níveis Básico e Extra Básico de Competências em Gestão de Projetos	78
6.1.1.3	Níveis Básico e Extra Básico de Competências em Produtos e Soluções	79
6.1.1.4	Níveis Básico e Extra Básico de Competências em Ferramentas e Processos	81
6.1.2	Nível Inovativo Básico de Competências Tecnológicas	83

6.1.2.1	Nível Inovativo Básico de Competências em Engenharia de Software	83
6.1.2.2	Nível Inovativo Básico de Competências em Gestão de Projetos	84
6.1.2.3	Nível Inovativo Básico de Competências em Produtos e Soluções	85
6.1.2.4	Nível Inovativo Básico de Competências em Ferramentas e Processos	86
6.1.3	Nível Intermediário de Competências Tecnológicas	88
6.1.3.1	Nível Intermediário de Competências em Engenharia de Software	88
6.1.3.2	Nível Intermediário de Competências em Gestão de Projetos	90
6.1.3.3	Nível Intermediário de Competências em Produtos e Soluções	91
6.1.3.4	Nível Intermediário de Competências em Ferramentas e Processos	93
6.1.4	Nível Intermediário-Superior de Competências Tecnológicas	96
6.1.4.1	Nível Intermediário-Superior de Competências em Engenharia de Software	96
6.1.4.2	Nível Intermediário-Superior de Competências em Gestão de Projetos	98
6.1.4.3	Nível Intermediário-Superior de Competências em Produtos e Soluções	98
6.1.4.4	Nível Intermediário-Superior de Competências em Ferramentas e Processos	99
6.1.5	Nível Avançado de Competências Tecnológicas	101
6.1.5.1	Nível Avançado de Competências em Engenharia de Software	101
6.1.5.2	Nível Avançado de Competências em Gestão de Projetos	102
6.1.5.3	Nível Avançado de Competências em Produtos e Soluções	103
6.1.5.4	Nível Avançado de Competências em Ferramentas e Processos	103
	CAPÍTULO 7 Fontes para Construção das Competências Tecnológicas nos Institutos Estudados: Os Processos de Aprendizagem Intra-Organizacionais	104
7.1	Processos de Aprendizagem Intra-Organizacionais nos Institutos Estudados	104
7.1.1	Processos de Aprendizagem: Fase Inicial	105
7.1.1.1	Processos de Aquisição Externa de Conhecimento: Fase Inicial	105

7.1.1.2	Processos de Aquisição Interna de Conhecimento: Fase Inicial	108
7.1.1.3	Processos de Compartilhamento de Conhecimento: Fase Inicial	110
7.1.1.4	Processos de Codificação de Conhecimento: Fase Inicial	112
7.1.2	Processos de Aprendizagem: Fase Intermediária	114
7.1.2.1	Processos de Aquisição Externa de Conhecimento: Fase Intermediária	114
7.1.2.2	Processos de Aquisição Interna de Conhecimento: Fase Intermediária	118
7.1.2.3	Processos de Compartilhamento de Conhecimento: Fase Intermediária	120
7.1.2.4	Processos de Codificação de Conhecimento: Fase Intermediária	122
7.1.3	Processos de Aprendizagem: Fase Atual	124
7.1.3.1	Processos de Aquisição Externa de Conhecimento: Fase Atual	124
7.1.3.2	Processos de Aquisição Interna de Conhecimento: Fase Atual	128
7.1.3.3	Processos de Compartilhamento de Conhecimento: Fase Atual	131
7.1.3.4	Processos de Codificação de Conhecimento: Fase Atual	133
7.1.4	Sumário dos Processos de Aprendizagem utilizados pelos Institutos Estudados	136
7.1.4.1	Processos de Aquisição Externa de Conhecimento	136
7.1.4.2	Processos de Aquisição Interna de Conhecimento	137
7.1.4.3	Processos de Compartilhamento de Conhecimento	138
7.1.4.4	Processos de Codificação de Conhecimento	140
	CAPÍTULO 8 Fontes para Construção das Competências Tecnológicas nos Institutos Estudados: As Ligações com Infra-Estrutura Tecnológica e Empresas	141
8.1	Ligações estabelecidas pelos Institutos Estudados com Empresas e Infra-Estrutura Tecnológica	141
8.1.1	Natureza das Ligações Estabelecidas pelos Institutos Estudados	142
8.1.1.1	Ligações Informais	145
8.1.1.2	Ligações de Recursos Humanos	148

8.1.1.3	Ligações Formais	152
8.1.2	Freqüência das Ligações Estabelecidas pelos Institutos Estudados	154
8.1.3	Resultados das Ligações Estabelecidas pelos Institutos Estudados	156
8.1.4	Benefícios das Ligações Estabelecidas pelos Institutos Estudados	162
	CAPÍTULO 9 Análise e Discussões	166
9.1	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas em Engenharia de Software	166
9.1.1	Implicações dos Processos de Processos de Aprendizagem Intra-organizacionais para O Desenvolvimento de Competências em Engenharia de Software	167
9.1.1.1	Variedade dos Processos de Aquisição Externa de Conhecimento	167
9.1.1.2	Variedade dos Processos de Aquisição Interna de Conhecimento	169
9.1.1.3	Variedade dos Processos de Compartilhamento de Conhecimento	171
9.1.1.4	Variedade dos Processos de Codificação de Conhecimento	173
9.1.2	Implicações das Ligações Estabelecidas para O Desenvolvimento de Competências em Engenharia de Software	175
9.2	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas em Gestão de Projetos	177
9.2.1	Implicações dos Processos de Processos de Aprendizagem Intra-organizacionais para O Desenvolvimento de Competências em Gestão de Projetos	178
9.2.1.1	Variedade dos Processos de Aquisição Externa de Conhecimento	178
9.2.1.2	Variedade dos Processos de Aquisição Interna de Conhecimento	181
9.2.1.3	Variedade dos Processos de Compartilhamento de Conhecimento	184
9.2.1.4	Variedade dos Processos de Codificação de Conhecimento	186
9.2.2	Implicações das Ligações Estabelecidas para O Desenvolvimento de Competências em Gestão de Projetos	189
9.3	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas em Produtos e Soluções	193
9.3.1	Implicações dos Processos de Processos de Aprendizagem Intra-organizacionais para O Desenvolvimento de Competências em Produtos e Soluções	193

9.3.1.1	Variedade dos Processos de Aquisição Externa de Conhecimento	193
9.3.1.2	Variedade dos Processos de Aquisição Interna de Conhecimento	196
9.3.1.3	Variedade dos Processos de Compartilhamento de Conhecimento	199
9.3.1.4	Variedade dos Processos de Codificação de Conhecimento	201
9.3.2	Implicações das Ligações Estabelecidas para O Desenvolvimento de Competências em Produtos e Soluções	204
9.4	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas em Ferramentas e Processos	207
9.4.1	Implicações dos Processos de Processos de Aprendizagem Intra-organizacionais para O Desenvolvimento de Competências em Ferramentas e Processos	208
9.4.1.1	Variedade dos Processos de Aquisição Externa de Conhecimento	208
9.4.1.2	Variedade dos Processos de Aquisição Interna de Conhecimento	211
9.4.1.3	Variedade dos Processos de Compartilhamento de Conhecimento	213
9.4.1.4	Variedade dos Processos de Codificação de Conhecimento	215
9.4.2	Implicações das Ligações Estabelecidas para O Desenvolvimento de Competências em Ferramentas e Processos	218
	CAPÍTULO 10 Conclusões	222
10.1	Questões da Dissertação	222
10.2	Desenvolvimento de Competências Tecnológicas	223
10.3	Implicações dos Processos de Aprendizagem Intra-Organizacionais para O Desenvolvimento de Competências Tecnológicas	227
10.4	Implicações das Ligações Estabelecidas com Infra-estrutura Tecnológica e Empresas para O Desenvolvimento de Competências Tecnológicas	228
10.5	Outros Fatores que Contribuíram Para O Desenvolvimento de Competências Tecnológicas	230
10.6	Implicações para As Políticas Públicas e para A Gestão de Institutos de P&D do Setor de Tecnologia de Informação e Comunicação no Brasil	231
10.7	Sugestões para Estudos Futuros	236
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		238
APÊNDICE 1: ANÁLISE DAS FONTES PARA DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS		

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1:	Os cinco níveis do *Capability Maturity Model* (CMM)	27
Figura 3.2:	Ilustração da trajetória de desenvolvimento de competências tecnológicas em organizações de economias emergentes	31
Figura 3.3:	Representação do modelo de análise da dissertação	44
Figura 5.1:	Distribuição da amostra da dissertação	65
Figura 6.1:	Gráfico dos níveis máximos de competências tecnológicas alcançados pelos institutos estudados (em números)	74
Figura 6.2:	Níveis de competências tecnológicas em engenharia de *software*	74
Figura 6.3:	Níveis de competências tecnológicas em gestão de projetos	75
Figura 6.4:	Níveis de competências tecnológicas em produtos e soluções	75
Figura 6.5:	Níveis de competências tecnológicas em ferramentas e processos	76
Figura 7.1:	Gráfico da evolução dos processos de aquisição externa de conhecimento (n° de processos de aquisição externa presentes em mais de dez institutos estudados)	137
Figura 7.2:	Gráfico da evolução dos processos de aquisição interna de conhecimento (n° de processos de aquisição interna presentes em mais de dez institutos estudados)	138
Figura 7.3:	Gráfico da evolução dos processos de compartilhamento de conhecimento (n° de processos de compartilhamento presentes em mais de dez institutos estudados)	140
Figura 7.4:	Gráfico da evolução dos processos de codificação de conhecimento (n° de processos de codificação presentes em mais de dez institutos estudados)	141
Figura 8.1:	Gráfico de incidência dos tipos de ligações	143
Figura 8.2:	Gráfico de incidência das freqüências das ligações	154
Figura 8.3:	Gráfico de incidência dos resultados das ligações	157
Figura 8.4:	Gráfico de incidência dos benefícios das ligações	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1: Processo Padrão de Desenvolvimento de *Software* do CESAR (Prosces) 101

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1:	Modelo para mensurar as competências tecnológicas no setor de tecnologia de informação e comunicação	29
Tabela 3.2:	Comparação entre o *Capability Maturity Model* (CMM) e o modelo utilizado para mensuração de competências tecnológicas nesta dissertação	32
Tabela 3.3:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais e suas características-chave	41
Tabela 3.4:	Natureza das ligações com empresas e infra-estrutura tecnológica	43
Tabela 3.5:	Níveis de classificação das ligações	44
Tabela 4.1:	Principais políticas relacionadas ao setor de TIC implementadas pelo governo brasileiro: 1970 a 1999	52
Tabela 4.2:	Os Fundos Setoriais (FS)	55
Tabela 5.1:	Visão geral dos institutos da amostra da dissertação	61
Tabela 5.2:	Natureza dos institutos da amostra da dissertação	66
Tabela 5.3:	Critério para avaliação da variedade dos processos de aprendizagem intra-organizacionais	70
Tabela 5.4:	Critério para avaliação da variedade dos processos de aquisição externa de conhecimento	70
Tabela 5.5:	Critério para avaliação da variedade dos processos de aquisição interna de conhecimento	70
Tabela 5.6:	Critério para avaliação da variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento	71
Tabela 5.7:	Critério para avaliação da variedade dos processos de codificação de conhecimento	71
Tabela 6.1:	Níveis de competências tecnológicas acumulados pelos institutos estudados	72
Tabela 7.1:	Processos de aquisição externa de conhecimento: fase inicial	106
Tabela 7.2:	Processos de aquisição interna de conhecimento: fase inicial	108
Tabela 7.3:	Processos de compartilhamento de conhecimento: fase inicial	110
Tabela 7.4:	Processos de codificação de conhecimento: fase inicial	112
Tabela 7.5:	Processos de aquisição externa de conhecimento: fase intermediária	116
Tabela 7.6:	Processos de aquisição interna de conhecimento: fase intermediária	118
Tabela 7.7:	Processos de compartilhamento de conhecimento: fase intermediária	120
Tabela 7.8:	Processos de codificação de conhecimento: fase intermediária	122
Tabela 7.9:	Processos de aquisição externa de conhecimento: fase atual	126
Tabela 7.10:	Concentração de mestres e doutores nos institutos estudados	128
Tabela 7.11:	Processos de aquisição interna de conhecimento: fase atual	130
Tabela 7.12:	Processos de compartilhamento de conhecimento: fase atual	132
Tabela 7.13:	Processos de codificação de conhecimento: fase atual	134

Tabela 8.1:	Tipos de ligações *versus* localização	144
Tabela 8.2:	Tipos de ligações *versus* tipo de instituição	145
Tabela 8.3:	Ligações Informais	146
Tabela 8.4:	Ligações Informais *versus* tipo de instituição	148
Tabela 8.5:	Ligações de Recursos Humanos	149
Tabela 8.6:	Ligações de Recursos Humanos *versus* tipo de instituição	151
Tabela 8.7:	Ligações Formais	152
Tabela 8.8:	Ligações Formais *versus* tipo de instituição	153
Tabela 8.9:	Freqüência *versus* tipo de ligação	155
Tabela 8.10:	Freqüência *versus* localização	155
Tabela 8.11:	Freqüência *versus* tipo de instituição	156
Tabela 8.12:	Incidência dos resultados das ligações	157
Tabela 8.13:	Resultados *versus* tipo de ligação	158
Tabela 8.14:	Resultados *versus* localização	159
Tabela 8.15:	Resultados *versus* tipo de instituição	161
Tabela 8.16:	Benefícios *versus* tipo de ligação	163
Tabela 8.17:	Benefícios *versus* localização	164
Tabela 8.18:	Benefícios *versus* tipo de instituição	165
Tabela 9.1:	Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo	169
Tabela 9.2:	Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo	171
Tabela 9.3:	Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo	173
Tabela 9.4:	Variedade dos processos codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo	174
Tabela 9.5:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo	175
Tabela 9.6:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo	177
Tabela 9.7:	Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo	181
Tabela 9.8:	Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo	184

Tabela 9.9:	Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo	186
Tabela 9.10:	Variedade dos processos de codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo	189
Tabela 9.11:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo	190
Tabela 9.12:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo	192
Tabela 9.13:	Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo	196
Tabela 9.14:	Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo	199
Tabela 9.15:	Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo	201
Tabela 9.16:	Variedade dos processos de codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo	203
Tabela 9.17:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo	205
Tabela 9.18:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo	207
Tabela 9.19:	Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo	211
Tabela 9.20:	Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo	213
Tabela 9.21:	Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo	215
Tabela 9.22:	Variedade dos processos de codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo	217
Tabela 9.23:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo	219
Tabela 9.24:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo	220

APÊNDICE 1

Este apêndice apresenta as tabelas estatísticas a partir quais foram compostas as tabelas para análises das implicações dos processos de aprendizagem intra-organizacionais e das ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas para o desenvolvimento de competências tecnológicas. Após o estudo individual das competências tecnológicas dos institutos da amostra, os mesmos foram reunidos em grupos, conforme o nível máximo de capacitação em cada uma das funções tecnológicas examinadas. Em seguida, calcularam-se valores agregados referentes às fontes utilizadas para construção das competências tecnológicas desses grupos de institutos, conforme apresentado nas Tabelas 1 a 20. O relacionamento entre as fontes examinadas e as competências tecnológicas desenvolvidas pelos institutos estudados foi analisado à luz do critério estabelecido no Capitulo 5. As tabelas apresentadas no Capitulo 9 sintetizam os dados contidos neste Apêndice.

Este Apêndice é composto pelas seguintes tabelas:

Tabela 1:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*	3
Tabela 2:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*	3
Tabela 3:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*	4
Tabela 4:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*	4
Tabela 5:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*	5
Tabela 6:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos	5
Tabela 7:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos	6
Tabela 8:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos	6
Tabela 9:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos	7
Tabela 10:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos	7
Tabela 11:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções	8
Tabela 12:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções	9

Tabela 13:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções	10
Tabela 14:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções	10
Tabela 15:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções	11
Tabela 16:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos	12
Tabela 17:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos	12
Tabela 18:	Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos	13
Tabela 19:	Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos	13
Tabela 20:	Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos	14

Tabela 1: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 4	6	10,50	12,00	21	0	63
	Nível 5	11	12,18	13,00	23	0	134
	Nível 6	1	13,00	13,00	13	13	13
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 4	6	5,33	7,50	9	0	32
	Nível 5	11	6,36	8,00	10	0	70
	Nível 6	1	6,00	6,00	6	6	6
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 4	6	8,33	11,50	14	0	50
	Nível 5	11	9,82	11,00	16	0	108
	Nível 6	1	5,00	5,00	5	5	5
Processos de codificação de conhecimento	Nível 4	6	3,67	3,50	8	0	22
	Nível 5	11	5,09	6,00	9	0	56
	Nível 6	1	4,00	4,00	4	4	4
Total de processos de aprendizagem	Nível 4	6	27,83	35,50	51	0	167
	Nível 5	11	33,45	39,00	56	1	368
	Nível 6	1	28,00	28,00	28	28	28

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 2: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 4	6	13,50	17,00	24	0	81
	Nível 5	11	16,18	19,00	24	0	178
	Nível 6	1	15,00	15,00	15	15	15
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 4	6	6,00	8,00	11	0	36
	Nível 5	11	7,00	8,00	10	0	77
	Nível 6	1	8,00	8,00	8	8	8
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 4	6	9,50	12,50	15	1	57
	Nível 5	11	11,55	13,00	16	1	127
	Nível 6	1	11,00	11,00	11	11	11
Processos de codificação de conhecimento	Nível 4	6	4,00	5,00	7	0	24
	Nível 5	11	5,91	7,00	9	0	65
	Nível 6	1	4,00	4,00	4	4	4
Total de processos de aprendizagem	Nível 4	6	33,00	42,50	56	1	198
	Nível 5	11	40,64	47,00	56	1	447
	Nível 6	1	38,00	38,00	50	38	38

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 3: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 4	6	20,33	20,50	23	16	122
	Nível 5	11	20,09	20,00	24	15	221
	Nível 6	1	20,00	14,00	20	20	20
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 4	6	9,00	9,00	10	8	54
	Nível 5	11	8,55	10,00	11	0	94
	Nível 6	1	11,00	11,00	11	11	11
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 4	6	14,17	14,50	15	12	85
	Nível 5	11	13,64	14,00	15	10	150
	Nível 6	1	14,00	14,00	14	14	14
Processos de codificação de conhecimento	Nível 4	6	7,50	7,50	10	4	45
	Nível 5	11	7,18	8,00	9	1	79
	Nível 6	1	7,00	7,00	8	8	7
Total de processos de aprendizagem	Nível 4	6	51,00	51,50	56	44	306
	Nível 5	11	37,45	29,00	57	30	544
	Nível 6	1	52,00	52,00	52	50	52

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 4: Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Ligações Informais	Nível 4	6	28,00	21,50	83	0	168
	Nível 5	11	37,45	29,00	107	0	412
	Nível 6	3	40,00	0,00	120	0	120
Recursos Humanos	Nível 4	6	9,83	6,50	30	0	59
	Nível 5	11	19,27	9,00	62	0	212
	Nível 6	3	12,33	0,00	37	0	37
Ligações Formais	Nível 4	6	22,50	17,00	54	0	135
	Nível 5	11	48,18	45,00	112	10	530
	Nível 6	3	31,33	0,00	251	0	94
Total de ligações	Nível 4	6	60,33	51,00	167	0	362
	Nível 5	11	104,91	77,00	261	18	1154
	Nível 6	3	83,67	0,00	251	0	251

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 5: Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em engenharia de *software*

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Institutos de Pesquisa	Nível 4	6	9,17	3,50	35	0	55
	Nível 5	11	20,09	9,00	92	2	221
	Nível 6	3	20,67	0,00	62	0	62
Universidade	Nível 4	6	12,33	9,50	30	0	74
	Nível 5	11	45,18	33,00	124	3	497
	Nível 6	3	19,00	0,00	57	0	57
Empresa	Nível 4	6	33,67	28,50	89	0	202
	Nível 5	11	33,45	35,00	71	0	368
	Nível 6	3	44,00	0,00	132	0	132
Órgãos do Governo	Nível 4	6	2,67	2,00	8	0	16
	Nível 5	11	4,91	0,00	44	0	54
	Nível 6	3	0,00	0,00	0	0	0
Outros	Nível 4	6	2,50	0,00	10	0	15
	Nível 5	11	1,27	0,00	10	0	14
	Nível 6	3	0,00	0,00	0	0	0
Total	Nível 4	6	60,33	51,00	167	0	362
	Nível 5	11	104,91	77,00	262	18	1154
	Nível 6	3	83,67	0,00	251	0	251

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 6: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	4	12,00	14,50	19	0	48
	Nível 4	12	11,33	12,50	23	0	136
	Nível 5	2	13,00	13,00	15	11	26
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	4	5,75	7,50	8	0	23
	Nível 4	12	5,83	7,00	10	0	70
	Nível 5	2	7,50	7,50	8	7	15
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	2	8,50	10,50	13	0	34
	Nível 4	12	8,92	11,00	16	0	107
	Nível 5	2	11,00	11,00	12	10	22
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	4	3,25	3,50	6	0	13
	Nível 4	12	4,83	5,50	9	0	58
	Nível 5	2	5,50	5,50	8	3	11
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	4	29,50	36,00	46	0	118
	Nível 4	12	30,92	34,50	56	0	371
	Nível 5	2	37,00	37,00	39	35	74

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 7: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	4	13,25	17,00	19	0	53
	Nível 4	12	15,75	19,00	24	0	189
	Nível 5	2	16,00	16,00	17	15	32
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	4	6,50	8,00	10	0	26
	Nível 4	12	6,50	8,00	11	0	78
	Nível 5	2	8,50	8,50	9	8	17
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	4	9,50	12,00	13	1	38
	Nível 4	12	10,92	13,00	16	1	131
	Nível 5	2	13,00	13,00	15	11	26
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	4	4,00	5,00	6	0	16
	Nível 4	12	5,17	7,00	9	0	62
	Nível 5	2	7,50	7,50	8	7	15
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	4	33,25	42,50	47	1	133
	Nível 4	12	38,33	49,00	56	1	460
	Nível 5	2	45,00	45,00	47	43	90

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 8: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	4	19,00	19,00	22	16	76
	Nível 4	12	20,83	21,50	24	15	250
	Nível 5	2	18,50	18,50	22	15	37
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	4	8,50	8,00	10	8	34
	Nível 4	12	8,83	10,00	11	0	106
	Nível 5	2	9,50	9,5	10	9	19
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	4	13,75	14,00	15	12	55
	Nível 4	12	13,75	14,00	15	10	165
	Nível 5	2	14,50	14,5	15	14	29
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	4	6,75	6,50	8	6	27
	Nível 4	12	7,25	7,50	10	1	87
	Nível 5	2	8,50	8,50	9	7	17
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	4	48,00	48,00	52	44	192
	Nível 4	12	50,67	52,50	56	30	608
	Nível 5	2	51,00	51,00	54	48	102

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 9: Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Ligações Informais	Nível 3	4	31,50	9,50	107	0	126
	Nível 4	12	43,50	29,00	120	0	522
	Nível 5	2	26,00	26,00	34	18	52
Recursos Humanos	Nível 3	4	12,25	4,50	40	0	49
	Nível 4	12	19,67	12,50	62	0	236
	Nível 5	2	11,50	11,50	23	0	23
Ligações Formais	Nível 3	4	26,75	27,50	52	0	107
	Nível 4	12	50,58	49,00	112	0	607
	Nível 5	2	22,50	22,50	35	10	45
Total de ligações	Nível 3	4	70,50	45,00	192	0	282
	Nível 4	12	113,75	94,50	261	0	1365
	Nível 5	2	60,00	60,00	76	44	120

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 10: Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em gestão de projetos

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Institutos de Pesquisa	Nível 3	4	9,75	8,00	23	0	39
	Nível 4	12	24,25	11,00	92	0	291
	Nível 5	2	4,00	4,00	6	0	8
Universidade	Nível 3	4	40,50	19,00	124	0	162
	Nível 4	12	32,58	27,50	80	0	391
	Nível 5	2	37,5	37,50	42	0	75
Empresa	Nível 3	4	19,50	16,50	45	0	78
	Nível 4	12	49,08	51,50	132	0	589
	Nível 5	2	17,5	17,50	35	0	35
Órgãos do Governo	Nível 3	4	0,50	0,00	2	0	2
	Nível 4	12	5,67	1,00	44	0	68
	Nível 5	2	0,00	0,00	0	0	0
Outros	Nível 3	4	0,25	0,00	1	0	1
	Nível 4	12	2,17	0,00	10	0	26
	Nível 5	2	1,00	1,00	2	0	2
Total	Nível 3	4	70,50	45,00	192	0	282
	Nível 4	12	113,75	94,50	261	0	1365
	Nível 5	2	60,00	60,00	76	0	120

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 11: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	12,00	12,00	23	0	120
	Nível 5	6	12,83	14,00	21	0	77
	Nível 6	1	13,00	13,00	13	13	13
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	6,00	7,50	10	0	60
	Nível 5	6	7,00	8,00	10	0	42
	Nível 6	1	6,00	6,00	6	6	6
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	9,70	11,50	16	0	97
	Nível 5	6	10,17	11,50	15	0	61
	Nível 6	1	5,00	5,00	5	5	5
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	4,60	5,50	8	0	46
	Nível 5	6	5,33	6,00	9	0	32
	Nível 6	1	4,00	4,00	4	4	4
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	32,30	35,50	56	1	323
	Nível 5	6	35,33	40,00	51	0	212
	Nível 6	1	28,00	28,00	28	28	28

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 12: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	16,80	19,00	24	0	168
	Nível 5	6	15,17	18,00	21	0	91
	Nível 6	1	15,00	15,00	15	15	15
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	6,60	8,00	11	0	66
	Nível 5	6	7,83	9,50	10	0	47
	Nível 6	1	8,00	8,00	8	8	8
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	11,50	13,00	16	1	115
	Nível 5	6	11,33	13,00	15	1	68
	Nível 6	1	11,00	11,00	11	11	11
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	5,20	6,50	8	0	52
	Nível 5	6	6,17	7,50	9	0	37
	Nível 6	1	4,00	4,00	4	4	4
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	40,10	46,00	56	1	401
	Nível 5	6	40,50	47,00	53	1	243
	Nível 6	1	38,00	38,00	38	38	38

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 13: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	1	22,00	22,00	22	22	22
	Nível 4	10	20,20	21,00	24	15	202
	Nível 5	6	19,83	20,00	23	15	119
	Nível 6	1	20,00	20,00	20	20	20
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	1	8,00	8,00	8	8	8
	Nível 4	10	8,40	9,5	11	0	84
	Nível 5	6	9,33	9,50	10	8	56
	Nível 6	1	11,00	11,00	11	11	11
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	1	15,00	15,00	15	15	15
	Nível 4	10	13,70	14,00	15	12	137
	Nível 5	6	13,83	14,50	15	10	83
	Nível 6	1	14,00	14,00	14	14	14
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	1	7,00	7,00	7	7	7
	Nível 4	10	6,60	7,00	9	1	66
	Nível 5	6	8,50	9,00	10	6	51
	Nível 6	1	7,00	7,00	7	7	7
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	1	52,00	52,00	52	52	52
	Nível 4	10	48,90	50,50	56	30	489
	Nível 5	6	51,50	51,50	57	47	309
	Nível 6	1	52,00	52,00	52	52	52

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 14: Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Ligações Informais	Nível 3	1	19,00	19,00	19	19	19
	Nível 4	10	35,30	29,00	102	0	353
	Nível 5	6	34,67	24,50	107	0	208
	Nível 6	1	120	120	120	120	120
Recursos Humanos	Nível 3	1	9,00	9,00	9	9	9
	Nível 4	10	12,80	6,00	47	0	128
	Nível 5	6	22,33	16,00	62	0	134
	Nível 6	1	37,00	37,00	37	37	37
Ligações Formais	Nível 3	1	10,00	10,00	10	10	10
	Nível 4	10	44,80	49,00	112	0	448
	Nível 5	6	34,50	30,00	92	0	207
	Nível 6	1	94,00	94,00	94	94	94
Total de ligações	Nível 3	1	38,00	38,00	38	38	38
	Nível 4	10	92,90	85,00	261	0	929
	Nível 5	6	91,50	67,50	192	0	549
	Nível 6	1	251,00	251,00	251	251	251

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 15: Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Institutos de Pesquisa	Nível 3	1	4,00	4,00	4	4	4
	Nível 4	10	18,50	14,50	92	0	185
	Nível 5	6	14,50	5,50	51	0	87
	Nível 6	1	62,00	62,00	62	62	62
Universidade	Nível 3	1	18,00	18,00	18	18	18
	Nível 4	10	22,20	26,00	63	0	222
	Nível 5	6	55,17	47,00	124	0	331
	Nível 6	1	57,00	57,00	57	57	57
Empresa	Nível 3	1	16,00	16,00	16	16	16
	Nível 4	10	42,50	9,50	89	0	425
	Nível 5	6	21,50	18,50	47	0	129
	Nível 6	1	132,00	132,00	132	132	132
Órgãos do Governo	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	7,00	1,50	44	0	70
	Nível 5	6	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 6	1	0,00	0,00	0	0	0
Outros	Nível 3	1	0,00	0,00	0	0	0
	Nível 4	10	2,70	10,00	10	0	27
	Nível 5	6	0,29	0,00	2	0	2
	Nível 6	1	0,00	0,00	0	0	0
Total	Nível 3	1	38,00	38,00	38	38	38
	Nível 4	10	92,90	85,00	261	0	929
	Nível 5	6	91,50	67,50	192	0	549
	Nível 6	1	251,00	251,00	251	251	251

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 16: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase inicial *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	7	10,00	12,00	19	0	100
	Nível 4	10	13,57	13,00	23	1	95
	Nível 5	1	15,00	15,00	15	15	15
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	7	5,20	6,50	8	0	52
	Nível 4	10	7,00	9,00	10	0	49
	Nível 5	1	7,00	7,00	7	7	7
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	7	7,50	9,50	14	0	75
	Nível 4	10	11,14	13,00	16	2	78
	Nível 5	1	10,00	10,00	10	10	10
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	7	3,40	4,50	7	0	34
	Nível 4	10	6,43	7,00	9	0	45
	Nível 5	1	3,00	3,00	3	3	3
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	7	26,10	30,00	46	0	261
	Nível 4	10	38,14	46,00	56	3	267
	Nível 5	1	35,00	35	35	35	35

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 17: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase intermediária *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	7	13,40	17,00	24	0	134
	Nível 4	10	17,57	19,00	24	8	123
	Nível 5	1	17,00	17,00	17	17	17
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	7	6,00	8,00	11	0	60
	Nível 4	10	7,57	9,00	10	0	53
	Nível 5	1	8,00	8,00	8	8	8
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	7	9,30	12,00	15	1	93
	Nível 4	10	13,00	15,00	16	7	91
	Nível 5	1	11,00	11,00	11	11	11
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	7	4,00	5,00	8	0	40
	Nível 4	10	6,57	7,00	9	0	46
	Nível 5	1	7,00	7,00	7	7	7
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	7	32,70	42,50	56	1	327
	Nível 4	10	44,71	52,00	56	15	313
	Nível 5	1	43,00	43,00	43	43	43

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 18: Processos de aprendizagem intra-organizacionais na fase atual *versus* níveis de competências alcançados em ferramentas e processos

Tipo de Processo	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Processos de aquisição externa de conhecimento	Nível 3	7	19,60	19,50	24	15	196
	Nível 4	10	20,71	23,00	24	15	145
	Nível 5	1	22,00	22,00	22	22	22
Processos de aquisição interna de conhecimento	Nível 3	7	8,20	8,50	11	0	82
	Nível 4	10	9,71	10,00	11	8	68
	Nível 5	1	9,00	9,00	9	9	9
Processos de compartilhamento de conhecimento	Nível 3	7	14,10	14,00	15	12	141
	Nível 4	10	13,43	14,00	15	10	94
	Nível 5	1	14,00	14,00	14	14	14
Processos de codificação de conhecimento	Nível 3	7	6,40	7,00	10	1	64
	Nível 4	10	8,29	9,00	9	7	58
	Nível 5	1	9,00	9,00	9	9	9
Total de processos de aprendizagem	Nível 3	7	48,30	50,50	55	30	483
	Nível 4	10	52,14	54,00	57	47	365
	Nível 5	1	54,00	54,00	54	54	54

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 19: Natureza das ligações *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Ligações Informais	Nível 3	7	41,60	21,50	120	0	416
	Nível 4	10	38,00	29,00	24	83	266
	Nível 5	1	18,00	18,00	18	18	18
Recursos Humanos	Nível 3	7	15,40	6,50	47	0	154
	Nível 4	10	18,71	9,00	62	0	131
	Nível 5	1	23,00	23,00	23	23	23
Ligações Formais	Nível 3	7	39,90	34,50	112	0	399
	Nível 4	10	46,43	51,00	92	10	325
	Nível 5	1	35,00	35,00	35	35	35
Total de ligações	Nível 3	7	96,90	58,00	261	0	969
	Nível 4	10	103,14	96,00	178	44	722
	Nível 5	1	76,00	76,00	76	76	76

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 20: Tipo de instituição *versus* níveis de competências alcançados em produtos e soluções

Tipo de Ligação	Nível máximo alcançado	N° de institutos	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Soma
Institutos de Pesquisa	Nível 3	7	21,10	8,00	92	0	211
	Nível 4	10	17,29	9,00	51	3	6
	Nível 5	1	6,00	6,00	6	6	6
Universidade	Nível 3	7	31,10	19,00	124	0	311
	Nível 4	10	40,57	30,00	80	25	33
	Nível 5	1	33,00	33,00	33	33	33
Empresa	Nível 3	7	38,00	29,00	132	0	380
	Nível 4	10	41,00	47,00	89	0	35
	Nível 5	1	35,00	35,00	35	35	35
Órgãos do Governo	Nível 3	7	5,60	1,00	44	0	56
	Nível 4	10	2,00	0,00	8	0	0
	Nível 5	1	0,00	0,00	0	0	0
Outros	Nível 3	7	1,10	0,00	10	0	11
	Nível 4	10	2,29	0,00	10	0	2
	Nível 5	1	2,00	2,00	2	2	2
Total	Nível 3	7	96,90	58,00	261	0	969
	Nível 4	10	103,14	96,00	178	44	76
	Nível 5	1	76,00	76,00	76	76	76

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Esta dissertação examina a globalização de competências tecnológicas inovadoras no setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no Brasil. Nesta dissertação, a globalização (ou disseminação) de competências tecnológicas inovadoras significa a transnacionalização[1] de competências inovadoras. A globalização de competências inovadoras é examinada por meio dos tipos e níveis de competências tecnológicas de uma amostra composta por 18 institutos de P&D brasileiros, tanto públicos quanto privados, vocacionados para esse setor. Examinam-se, ainda, fontes utilizadas pelos institutos estudados para construir suas competências tecnológicas, a saber: seus processos de aprendizagem intra-organizacionais e suas ligações com empresas e infra-estrutura tecnológica.

A motivação para implementar este estudo está relacionada à existência de duas correntes de debate referentes ao desenvolvimento de competências tecnológicas no contexto de economias emergentes ou de industrialização recente. A primeira refere-se à globalização (ou disseminação) de competências tecnológicas inovadoras no contexto de industrialização recente. A segunda refere-se às generalizações sobre deterioração de competências inovadoras na América Latina a partir da década de 1990.

O debate sobre globalização de competências tecnológicas inovadoras envolve duas perspectivas principais. Uma preconiza que a internacionalização dessas capacidades dificilmente ocorre (Vernon, 1966; Pavitt & Patel, 1991; Patel, 1995; Daniels, 1997). Já a outra argumenta que a internacionalização ocorre dependendo da localização e do ambiente dos países hospedeiros e de origem das empresas transnacionais (ETNs), além do tipo de produto (Mansfield *et al*., 1979; Mansfield & Romeo, 1984; Granstand *et al*., 1993; Dunning, 1994a, b; Zander, 1994, 1997; Cantwell, 1995, 1999).

[1] Ou internacionalização, como em Ariffin (2000).

Essas análises, entretanto, além de focadas em ETNs e nas maiores empresas mundiais e suas afiliadas em países industrializados, limitam a globalização de competências inovadoras a aspectos como número de patentes, estatísticas de P&D e dados macroeconômicos. Dessa maneira, o processo de globalização de competências inovadoras em organizações emergentes locais e subsidiárias de ETNs que operam em países em desenvolvimento, como o Brasil, tem sido negligenciado, provocando generalizações inadequadas a respeito do desenvolvimento tecnológico em países em desenvolvimento.

Adicionalmente, a literatura que foca no processo de inovação industrial na América Latina após a década de 1990, têm atribuído aos sistemas de inovação latino-americanos um papel passivo. Para esses estudos, não há capacitação para inovar nesses países, sob o argumento de que as atividades de P&D estão cada vez mais concentradas em países industrializados (Cassiolato e Lastres, 2000; Viotti, 2000; Cassiolato *et al*., 2001; Cimoli e Katz, 2003; Katz, 2004). De acordo com essa perspectiva, há, nas economias emergentes, em especial nas latino-americanas, a tendência de se especializar na produção de *commodities* e na atividade de produção industrial. Esses trabalhos, no entanto, assim como os trabalhos focados na globalização de competências inovadoras, estão baseados em estatísticas e indicadores macroeconômicos, como taxa de analfabetismo, número de cientistas e engenheiros engajados em atividades de P&D.

Desse modo, esses estudos sobre a capacitação da infra-estrutura tecnológica em economias emergentes ou de industrialização recente não adotam uma perspectiva intra-organizacional. Essa perspectiva limitada acaba por limitar o estudo detalhado das atividades tecnológicas da infra-estrutura tecnológica que opera nesse contexto e também das fontes utilizadas para o desenvolvimento de suas competências, como, por exemplo, seus processos de aprendizagem intra-organizacionais.

No Brasil, em paralelo, há, ainda, um debate entre governantes, empresários e acadêmicos acerca das atividades que vêm sendo desenvolvidas pelos institutos nacionais de P&D voltados para TIC. Esse debate parece ser estimulado pelos benefícios concedidos pela Lei de Informática. A falta de métricas para avaliar como os recursos dessa lei vêm sendo aplicados, dentre outros aspectos, acaba criando generalizações impróprias, disseminando a noção de que esses recursos não são aplicados em atividades inovadoras.

Dessa maneira, há uma escassez de trabalhos que enfocam o relacionamento entre a globalização de competências tecnológicas e as fontes para construção das mesmas em organizações de economias emergentes, especialmente em institutos de P&D (Figueiredo *et al*., 2003). Há, ainda, uma lacuna em termos de políticas voltadas para inovação no setor de TIC, tanto em termos de implementação quanto em termos de mensuração e avaliação. Este estudo pretende contribuir para o preenchimento dessas lacunas. Para tanto, está focado no exame do desenvolvimento de competências inovadoras e no papel desempenhado pelas fontes utilizadas para construção dessas competências em institutos de P&D nacionais atuantes nos segmentos de tecnologia de informação e comunicação.

1.1 DESENHO E MÉTODO DA DISSERTAÇÃO

O estudo foi estruturado para examinar as seguintes questões:

(1) Até que ponto há, no Brasil, evidências de globalização de atividades inovadoras no setor de tecnologia de informação e comunicação?

(2) Mais especificamente, quais são as competências tecnológicas dos institutos de P&D pesquisados e as principais fontes para construí-las, ao longo de sua existência?

(3) À luz de (1) e (2), quais são as implicações para a literatura existente e para a formulação de políticas e de estratégias de gestão? Em outras palavras, quais as recomendações para apoiar políticas e estratégias que emergem a partir deste estudo?

Para examinar a globalização de competências tecnológicas inovadoras no Brasil foram selecionados 18 institutos de P&D atuantes nos segmentos de tecnologia de informação e comunicação. O critério-chave utilizado para composição da amostra foi o de amostra intencional, conforme em Patton (1990). Os institutos de P&D que compõem a amostra foram selecionados com base em sua localização, sua data de criação e também sua

natureza, buscando-se trabalhar com institutos de P&D, públicos e privados, ligados a universidades e independentes ou ligados a empresas.

A escolha do setor de TIC para esta dissertação está relacionada ao ambiente dinâmico do setor. As mudanças são contínuas, de maneira que as organizações devem não apenas desenvolver novas tecnologias e soluções, como também buscar acompanhar, em tempo real, as novas tecnologias que são criadas por outras organizações Além disso, a indústria brasileira de TIC vem apresentando crescimento significativo nos últimos anos. Segundo dados do MCT (1998), hoje, o Brasil detém a maior indústria de informática e telecomunicações da América Latina. Segundo a SOFTEX (2003), o Brasil é o sétimo mercado de *software* do mundo; o mercado nacional de *software* vem crescendo a uma taxa média de 11% ao ano desde 1995. Além disso, a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) estabelecida pelo atual governo considera a indústria de TIC, em especial de *software*, um setor estratégico.

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Além deste capítulo introdutório, a dissertação é composta por mais nove capítulos, a saber:

Capítulo 2: Breve Revisão de Estudos Empíricos.
Este capítulo apresenta estudos anteriores relacionados ao tema em questão, destacando seus méritos e suas limitações. Assim, busca-se contextualizar e posicionar esta dissertação em relação à literatura que versa sobre o mesmo assunto ou sobre assuntos correlatos.

Capítulo 3: Modelos de Análise.
Neste capítulo são apresentados e esclarecidos conceitos básicos utilizados na dissertação. São também apresentados os modelos analíticos utilizados para examinar as questões de pesquisa.

Capítulo 4: Contexto Empírico da Dissertação.
Este capítulo apresenta um breve panorama da indústria de tecnologia de informação e comunicação, ressaltando sua evolução no Brasil. Neste capítulo, destaca-se, ainda, a importância do desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras para os institutos de P&D estudados.

Capítulo 5: Desenho e Métodos da Dissertação.
Neste capítulo, apresentam-se desenho e métodos utilizados na realização da dissertação. Além das questões da dissertação, o capítulo apresenta a amostra do estudo, bem como os procedimentos para coleta dos dados necessários. Apresentam-se também os procedimentos para análise de dados.

Capítulo 6: Tipos e Níveis de Competências Tecnológicas nos Institutos Estudados.
Este capítulo descreve, de maneira agregada, as competências tecnológicas alcançadas pelos institutos pesquisados para quatro funções tecnológicas, à luz do modelo analítico para descrição de competências tecnológicas no setor de TIC.

Capítulo 7: Fontes para Construção das Competências Tecnológicas nos Institutos Estudados: Os Processos de Aprendizagem Intra-organizacionais.
Neste capítulo são descritos os processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados pelos institutos, subjacentes à construção de suas competências tecnológicas.

Capítulo 8: Fontes para Construção das Competências Tecnológicas nos Institutos Estudados: As Ligações com Infra-estrutura Tecnológica e Empresas.
Este capítulo descreve as ligações estabelecidas pelos institutos estudados com infra-estrutura tecnológica e empresas, bem como freqüência, resultados e benefícios que emergem dessas ligações.

Capítulo 9: Análise e Discussões.
Este capítulo analisa a relação entre as competências tecnológicas dos institutos estudados e seus processos de aprendizagem intra-organizacionais e sua ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas.

Capítulo 10: Conclusão.

Neste capítulo, são apresentados os resultados finais da dissertação. Além disso, são apresentadas também sugestões e recomendações que visam à aceleração do processo de acumulação de competências tecnológicas em organizações da indústria de tecnologia da informação e comunicação.

CAPÍTULO 2

BREVE REVISÃO DE ESTUDOS EMPÍRICOS

Neste capítulo, apresenta-se uma breve revisão de estudos empíricos referentes ao desenvolvimento de competências tecnológicas no contexto de industrialização recente. Na Seção 2.1, são revisados estudos que se referem à questão da globalização de competências tecnológicas. A Seção 2.2 apresenta uma breve revisão de estudos referentes à relação entre competências tecnológicas e processos de aprendizagem intra-organizacionais. Por fim, a Seção 2.3 revisa estudos recentes sobre o desenvolvimento de capacidades inovadoras na América Latina a partir da década de 1990.

2.1 GLOBALIZAÇÃO DE COMPETÊNCIAS INOVADORAS

Nesta dissertação, competências tecnológicas são entendidas como os recursos necessários para que uma organização possa gerar e gerenciar mudanças técnicas em suas atividades, conforme destacam Bell & Pavitt (1995) e Figueiredo (2001). Dentre tais recursos destacam-se o conhecimento - tácito e explicito - e as estruturas e relações institucionais internas e externas às organizações. O desenvolvimento e a acumulação de competências tecnológicas é fundamental para que uma organização torne-se capaz de realizar atividades inovadoras, sendo este fator ainda mais crítico para as organizações atuantes em economias emergentes. As diferenças no desempenho das organizações, assim, podem ser interpretadas como uma implicação das diferenças na acumulação de competências tecnológicas, conforme destacado em Dosi (1988).

Ao se tratar das competências tecnológicas, é necessário que sejam distinguidos os conceitos de capacidade de produção e capacitação inovadora. Conforme o fazem Bell e Pavitt (1995), deve-se considerar a diferença entre as competências de rotina - competências para usar - e as competências inovadoras - competências para mudar. O conceito de capacidade de produção relaciona-se às competências de rotina, que são os

recursos para produzir bens e serviços em determinado nível de eficiência, utilizando-se uma combinação de fatores: habilidades, equipamentos, especificações de produtos e de produção, sistemas e métodos organizacionais. Já a capacitação inovadora incorpora recursos adicionais e distintos para gerar e gerir a mudança tecnológica. Esta dissertação está focada no exame de competências inovadoras, mais do que no exame de competências de rotina.

Neste estudo, a globalização (ou disseminação) de competências tecnológicas inovadoras representa a internacionalização de competências inovadoras, sendo medida pelos tipos e níveis de competências tecnológicas, como em Ariffin (2000). O debate sobre globalização de competências inovadoras envolve duas perspectivas principais. Uma preconiza que a globalização dessas capacidades não ocorre ou dificilmente ocorre (Vernon, 1966; Pavitt & Patel, 1991; Patel, 1995; Daniels, 1997). Já a outra argumenta que a globalização ocorre dependendo da localização e do ambiente dos países hospedeiros e de origem das empresas transnacionais (ETNs), além do tipo de produto (Mansfield *et al*., 1979; Mansfield & Romeo, 1984; Granstand *et al*., 1993; Dunning, 1994a, b; Zander, 1994, 1997; Cantwell, 1995, 1999).

2.1.1 GLOBALIZAÇÃO DE COMPETÊNCIAS INOVADORAS NÃO OCORRE OU DIFICILMENTE OCORRE

A perspectiva que defende a não ocorrência, ou a difícil ocorrência, da globalização de competências inovadoras tem sido sustentada por argumentos como os de Vernon (1966), Pavitt & Patel (1991), Patel (1995), Daniels (1997). O trabalho de Vernon (1966) pode ser considerado um trabalho seminal. Nesse trabalho, Vernon (1966) busca explicar as atividades de comércio internacional e investimento direto a partir de um modelo de ciclo de vida do produto.

No modelo de ciclo de vida do produto, Vernon (1966) argumenta que quando um novo produto alcança um estágio avançado de padronização no mercado local (no caso, os EUA), os países menos desenvolvidos passam a apresentar vantagens competitivas em termos de localização da produção, de maneira que a produção de produtos maduros e padronizados passa a ser realizada em países ainda não industrializados, onde a mão-de-obra é mais barata. Enquanto as atividades de produção são internacionalizadas para países

em desenvolvimento (ou mesmo emergentes), as atividades de P&D, bem como as competências tecnológicas inovadoras, irão permanecer no país de origem da firma (que será um país desenvolvido).

Para Patel e Pavitt (1991), os fatores do país de origem (*country factors*) são responsáveis pela criação de condições que determinam o volume das atividades tecnológicas, além de criarem os mecanismos que direcionam tais atividades. Eles argumentam que, mesmo em países da fronteira tecnológica, a produção de tecnologia permanece "doméstica", uma vez que a performance de ETNs é fortemente dependente da performance de seu país de origem.

Patel e Pavitt (1991) e Patel (1995) usam a importância de se estar próximo ao mercado local e a concentração de conhecimentos e habilidades avançadas - os quais são tácitos e não facilmente transferíveis - nos países de origem como argumentos para sustentar o modelo de ciclo de vida do produto de Vernon (1966) e defender a contínua superioridade dos países de origem na produção ou criação de tecnologias. Esses autores, dessa forma, defendem que a disseminação das atividades tecnológicas de ETNs envolve apenas as atividades de produção, estando a globalização de competências inovadoras longe de acontecer.

Daniels (1997) busca examinar a hipótese de que a internacionalização econômica vem agindo no sentido de reduzir a importância de diferenças tecnológicas nacionais como determinantes de performance e padrões de comércio. Essa hipótese é confrontada com a de que as condições domésticas produzem diferenças sustentadas e significativas nas competências tecnológicas nacionais, como defendido por Patel e Pavitt (1991). A análise de Daniels é baseada em variáveis como: gastos nacionais com P&D, percentual da força de trabalho empregada como cientistas e engenheiros em P&D, patentes concedidas no exterior, gastos públicos com educação.

Daniels (1997) argumenta que há uma relação positiva entre os recursos direcionados para ciência e tecnologia e resultados comerciais favoráveis nas áreas de produção que incorporam esse conhecimento. Dessa maneira, as diferenças internacionais em termos de esforços tecnológicos deliberados por cada país são relevantes enquanto determinantes de

uma performance comercial intensiva em tecnologia, conforme defendido por Patel e Pavitt (1991).

2.1.2 GLOBALIZAÇÃO DE COMPETÊNCIAS INOVADORAS OCORRE DEPENDENDO DA LOCALIZAÇÃO E DA SITUAÇÃO

A perspectiva da globalização (ou internacionalização) condicional é sustentada por autores como Mansfield *et al*. (1979), Mansfield e Romeo (1984), Granstand *et al*. (1993), Dunning, (1994a, b), Zander (1994, 1997), Cantwell (1995, 1999), Mansfield *et al*. (2001). Para os defensores dessa perspectiva, a globalização pode ocorrer, dependendo da localização e do ambiente dos países hospedeiros e de origem das empresas transnacionais (oferta de engenheiros e cientistas, renda, tamanho do mercado), além do tipo de produto. Para Granstand *et al*. (1993), por exemplo, as razões principais que levam empresas transnacionais a concentrarem suas atividades de P&D em seu país de origem são históricas. No primeiro momento em que os departamentos de P&D dessas empresas foram estabelecidos, era natural concentrá-los próximo à matriz e às fábricas centrais.

Além disso, para essa perspectiva, a inovação e o conhecimento tecnológico não envolvem apenas um processo unidirecional que parte de um centro maior - ou seja, do país de origem das ETNs. Eles também envolvem um fluxo bidirecional (ou até mesmo reverso), tendo as subsidiárias centros de P&D em países industrializados[2] (EUA e países europeus mais avançados, como Alemanha e Reino Unido). Mansfield e Romeo (1984), por exemplo, relataram a ocorrência de fluxos reversos de tecnologias criadas por centros de P&D europeus e canadenses e transferidas para matrizes de ETNs sediadas nos EUA.

Cantwell (1999), por sua vez, aborda a mudança ocorrida nas ETNs norte-americanas. Essas empresas, antes focadas nas indústrias em que elas eram mais "fortes" internamente (i.e., eletrônica), voltaram-se para indústrias em que o Reino Unido tem maior domínio tecnológico (a saber: química e farmacêutica). O autor argumenta que casos de alto grau de concentração de P&D no país de origem das ETNs são, na verdade, casos especiais, extremos, e não mais típicos. Para Zander (1997), a diversificação tecnológica

[2] Patel (1995) descreve esses países como "tríade" e chega a argumentar que pode acontecer a "triadização", i.e., uma internacionalização limitada, de atividades inovadoras em países avançados.

transformou-se em uma característica de empresas transnacionais e as unidades no exterior cada vez mais respondem por competências tecnológicas avançadas (ou inovadoras).

Para a perspectiva da internacionalização condicional, o fluxo bidirecional de conhecimento tecnológico acontece apenas em centros de P&D em países avançados, geralmente próximos ao país de origem da ETN, onde níveis relativamente avançados de competências inovadoras já estão consolidados - o que viabiliza a internacionalização de competências inovadoras. Ariffin (2000) ressalta que a única diferença entre as duas perspectivas abordadas é que a última não atribui a dispersão de competências inovadoras apenas à proximidade geográfica, mas também a fatores de oferta.

Dessa maneira, as análises relativas à internacionalização das competências inovadoras estão focadas, quase que exclusivamente, em ETNs e nas maiores empresas mundiais e suas afiliadas em países industrializados (Mansfield *et al*., 1979; Pavitt & Patel, 1991; Dunning, 1994a,b; Zander, 1994, 1997; Cantwell, 1995; Patel, 1995; Patel & Vega, 1999). Mesmo quando essa análise inclui subsidiárias de ETNs que operam em economias emergentes, elas são classificadas como tendo quase nada em termos de desenvolvimento de competências inovadoras.

Além disso, essas análises limitam a globalização de competências inovadoras a aspectos como número de patentes, estatísticas de P&D e dados macroeconômicos. Dessa forma, o processo de internacionalização de competências inovadoras em organizações locais e subsidiárias de ETNs que operam em economias emergentes, como o Brasil, tem sido negligenciado, provocando generalizações inadequadas a respeito do desenvolvimento tecnológico em países dessa natureza.

Hoje, diferente das empresas globais, que possuem um gerenciamento altamente centralizado, produzem para mercados mundiais e têm o baixo preço como atrativo para seus produtos - já que trabalham com padronização e escala -, as ETNs operam em mais de uma nação e, apesar de recebem investimentos consideráveis de empresas estrangeiras, possuem certa autonomia para gerenciá-los. Dessa forma, as divisões nacionais dessas empresas, em uma variedade de setores industriais, embora subordinadas à matriz, são também orientadas para atender mercados locais, atendendo a gostos e regulação específicos. As mudanças decorrentes do próprio processo de globalização ocasionaram

mudanças nas estratégias das ETNs, que cada vez mais superam as fronteiras nacionais, não apenas em atividades de produção e *marketing*, mas também de P&D, conforme afirma Reddy (1997).

Essa estratégia das ETNs abre a possibilidade de se entender a globalização sob outra perspectiva, conhecida como *glocalização* (Stroupe, 2003), na qual emergem novos tipos de relacionamentos dinâmicos e bidirecionais entre os âmbitos locais e globais. A *glocalização* sugere que as empresas, ou grandes corporações, têm que lidar não somente com considerações em nível mundial, mas também com as regras e condições específicas de cada país nos quais elas operam, representando, em suma, uma necessidade de ser global e local ao mesmo tempo. Um recente estudo realizado pelo *World Bank Institute et al*. (2003) reforçou esse ponto de vista ao falar sobre a meta da *glocalização*, isto é, o estabelecimento de uma relação entre os benefícios de uma dimensão global - em termos de tecnologia, informação e economia - e a realidade local.

Em termos de tecnologia e informação, ou, mais precisamente, das atividades de P&D das ETNs, a relação entre as realidades locais e globais não é novidade, tendo evoluído ao longo do tempo de uma perspectiva mais doméstica em direção a uma mais abrangente, conforme pontuado em Figueiredo *et al*. (2003). No contexto de economias emergentes, a disponibilidade de uma infra-estrutura tecnológico-científica adequada - internamente subutilizada - tem sido considerada uma fonte de conhecimento e tecnologia para as empresas-mãe, principalmente quando relacionada a indústrias de alta tecnologia, como por exemplo, farmacêutica, química, biotecnologia, novos materiais e microeletrônica. A implementação de atividades de P&D das ETNs em economias emergentes transcende as paredes das companhias, envolvendo a interação com outras empresas - por meio de parcerias de P&D (*joint venture*) - e com universidades e institutos de pesquisa locais (nacionais) - por meio de relações de cooperação.

Ainda no caso das economias em desenvolvimento, é necessário que as mesmas adotem uma postura pró-ativa - principalmente em termos de atividades de P&D - que lhes permita estabelecer um relacionamento dinâmico de cooperação e colaboração com as ETNs. Figueiredo *et al.* (2003) destacam que o desenvolvimento local de atividades de alto valor agregado, a absorção de tecnologias e habilidades de fora para o contexto local e, mais do que isso, a difusão e mesmo a criação de novos artefatos tecnológicos requerem o

preenchimento de certas pré-condições, tais como a existência de uma robusta infra-estrutura tecnológica que irá suportar a parceria. Esse aspecto é relevante não somente para a globalização das competências inovadoras, como também para o próprio desenvolvimento da ETN, independentemente de qual seja o cenário de desenvolvimento.

Os estudos empíricos que examinam a questão da globalização de competências tecnológicas no contexto de economias emergentes, com adequado nível de profundidade e detalhamento, ainda são escassos. Esses estudos tornam-se ainda mais raros quando se referem ao exame de competências tecnológicas na infra-estrutura tecnológica e não apenas em empresas. Ao examinar os tipos e níveis de competências tecnológicas desenvolvidas por 18 institutos de P&D nacionais, esta dissertação poderá contribuir com evidências empíricas que se oponham aos argumentos que vêm sendo disseminados pela literatura tradicional. Além disso, poderá acumular evidências que permitam questionar as generalizações comuns que vêm sendo feitas acerca da capacitação da infra-estrutura tecnológica nacional, isto é, do não desenvolvimento de competências inovadoras no contexto de economias emergentes.

2.2 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS INOVADORAS E PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS SUBJACENTES

Muito embora haja uma diversidade de estudos que abordem a questão da capacitação tecnológica para inovar, poucos são os estudos que relacionam as implicações dos processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados para construção de competências tecnológicas inovadoras. Estudos nesse sentido foram desenvolvidos por autores como Figueiredo (2001), para a indústria de aço, Ben (2001), para a indústria moveleira, e Tacla (2002), para a indústria de papel e celulose.

Os primeiros estudos sobre processos de aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas apareceram nos anos 70 (Katz *et al*., 1978; Dahlman e Fonseca, 1978; Lall, 1987; Bell *et al*., 1982). Segundo Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001), a base para a evolução dos estudos sobre competências tecnológicas na literatura de organizações

emergentes foi constituída por dois programas. O primeiro é o Programa de Pesquisa em Ciência e Tecnologia (IDB/ECLA/UNDP/IDRC), o qual inclui estudos em seis países latino-americanos[3].

O segundo é o Programa de Pesquisa em Aquisição de Capacitação Tecnológica, financiado pelo Banco Mundial, cujos estudos focaram em países como Brasil, Coréia do Sul, Índia, México. Ao contrário dos estudos que se concentram exclusivamente em aspectos macroeconômicos e estatísticas de patentes e P&D, esses estudos descrevem também o nível micro das atividades tecnológicas em organizações emergentes.

O período que se estende de 1980 a início da década de 1990 - marcado pelo aumento da abertura das economias aos mercados internacionais -, entretanto, conforme destacado em Figueiredo (2001), é marcado por uma escassez de estudos dotados de uma perspectiva ampla de competências tecnológicas. De maneira geral, os estudos realizados nesse período parecem estar focados em análises pontuais (em um ponto no tempo), além de não atentarem para os processos de aprendizagem intra-organizacionais (Fleury, 1985; Hoffman, 1989; Mody *et al*., 1992).

Somente na década de 1990 é que tem início um novo conjunto de estudos, dotados de uma perspectiva ampla de competências tecnológicas. Esses estudos são caracterizados por análises profundas, focando tanto na dimensão técnica quanto nas dimensões organizacional e gerencial das competências tecnológicas, bem como nos processos de aprendizagem intra-organizacionais subjacentes. Eles podem ser desagregados em três perspectivas. A primeira, amplas dimensões da competência tecnológica, tem como características principais a preocupação com amplas dimensões da competência tecnológica e o interesse pelos mecanismos de aquisição de conhecimento. Há, no entanto, a ausência de reconstrução das trajetórias de acumulação de competências tecnológicas das firmas. Destacam-se os estudos como os de Scott-Kemmis (1988), Piccinini (1993), e Tremblay (1994).

A segunda perspectiva, competência tecnológica e processos de aprendizagem em nível industrial, é marcada pela reconstrução detalhada das trajetórias de acumulação de

[3] Parte desses estudos encontra-se resumida em Katz (1987).

competências tecnológicas nas firmas, além da preocupação com mecanismos de aquisição de conhecimento. Nessa perspectiva, destacam-se os trabalhos de Lall (1987), Hobday (1995), Ariffin e Bell (1996), Hwang (1998) e Ariffin (2000). Por fim, a terceira perspectiva é marcada por estudos de caso profundos, comparativos, que envolvem longos períodos temporais. Destacam-se, aqui, os trabalhos de Kim (1995, 1997), Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001).

Os estudos de Kim (1995, 1997), por exemplo, são estudos de caso focados nas experiências das indústrias automobilística (Hyundai) e eletrônica (Samsung) da Coréia do Sul. Kim, motivado pela escassez de modelos que tratem da aprendizagem organizacional e da inovação no gerenciamento empresarial em economias emergentes, desenvolve uma estrutura analítica para o entendimento da dinâmica desses processos em organizações emergentes, na qual as organizações são tidas como sistemas de aprendizagem. Segundo Kim (1995, 1997), a capacidade de absorção determina a aprendizagem de uma firma. Essa capacidade de absorção é representada por dois fatores: a base de conhecimento anterior e a intensidade dos esforços de uma firma em solucionar problemas. Além disso, o autor explora também o papel da liderança na construção do conhecimento por meio do mecanismo denominado construção de crises, o qual contribui para a intensificação dos esforços de aprendizagem.

Dutrénit (2000) examina a trajetória de acumulação de competências tecnológicas na Vitro, empresa mexicana da indústria de vidro, destacando os problemas de administração conhecimento encontrados na empresa, os quais limitaram a acumulação de competências tecnológicas. As limitações da empresa residiam na baixa capacidade de converter o conhecimento individual em conhecimento corporativo; na dificuldade em integrar bases de conhecimento diferentes; na instabilidade das estratégias tecnológicas; na dificuldade na dificuldade de integrar diferentes tipos de *expertise*. Dutrénit (2000), assim, explora o papel negativo da tecnologia, destacando como a possível instabilidade de estratégias tecnológicas pode levar à acumulação truncada de competências tecnológicas.

Figueiredo (2001) examina as implicações dos processos de aprendizagem sobre a trajetória de acumulação de competências tecnológicas, bem como as implicações da trajetória de acumulação de competências tecnológicas sobre o aprimoramento de performance operacional, em um estudo de caso comparativo em duas empresas do setor

siderúrgico nacional. Ao explorar as razões de como e por que as firmas diferem no modo e na velocidade em que acumulam competências tecnológicas, o estudo sugere que as diferenças na trajetória de acumulação de competências tecnológicas das empresas estudadas se associam fortemente às características dos processos de aprendizagem subjacentes e que a taxa de acumulação de competências tecnológicas desempenha papel fundamental para o seu desempenho operacional. Enquanto estudos anteriores, como os de Kim (1995, 1997) e Dutrénit (2000), são baseados em estudos de caso individuais, Figueiredo (2001) desenvolve um estudo de caso comparativo.

O número de estudos que abordam o setor de tecnologia da informação e comunicação tem crescido significativamente nos últimos anos, buscando acompanhar o desenvolvimento do setor em questão. O estudo realizado pela SOFTEX (2002), por exemplo, compara a indústria de *software* nacional com as indústrias de *software* de China e Índia. Esse estudo busca também identificar as forças e fraquezas, as oportunidades e as formas de se alavancar a competitividade da indústria brasileira de *software*, propondo, então, políticas governamentais e estratégias organizacionais que fortaleçam a indústria tanto nacional quanto internacionalmente. As análises comparativas desse estudo, entretanto, restringem-se a dados quantitativos e macroeconômicos (como número de empresas em *software*, número de graduados na área de tecnologia da informação, volume de exportações), mesmo no caso de aspectos intra-organizacionais, como gestão e processos.

Marques *et al*. (2004), desenvolvem um estudo de caso, onde buscam apresentar a experiência de criação de uma fábrica de *software* distribuída, criada como experiência acadêmica, descrevendo o processo formal concebido para guiar suas atividades. De maneira geral, entretanto, os estudos sobre aprendizagem tecnológica, mesmo quando focados em análises mais abrangentes, são centrados em empresas e não em organizações de outra natureza, como institutos de P&D. Assim, são poucos os estudos empíricos que examinam, em nível adequado de profundidade e detalhe, os institutos de P&D do setor de tecnologia da informação e comunicação.

Um estudo nesse sentido foi desenvolvido por Figueiredo *et al*. (2003) no qual, a partir de uma perspectiva aprofundada acerca das fontes para construção de competências tecnológicas em organizações do setor de tecnologia da informação, examinam-se as

competências inovadoras de 11 institutos de P&D, bem como os esforços intra-organizacionais e as fontes externas para construção das mesmas.

Ao examinar as competências tecnológicas de institutos de P&D voltados para o setor de TIC, esta dissertação poderá cobrir lacunas existentes. Ao examinar as competências tecnológicas das organizações com base em uma estrutura que permite mensurar tipos e níveis de competências, ela poderá contribuir com o preenchimento da ausência de estudos empíricos profundos sobre o desenvolvimento de competências tecnológicas no setor de TIC - e seu relacionamento com processos de aprendizagem intra-organizacionais. Além disso, ela poderá gerar evidências que contribuam com o processo de desenvolvimento de competências tecnológicas nas organizações do setor de TIC, podendo acelerar o desenvolvimento de competências tecnológicas nesse setor.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS INOVADORAS E INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA

Governos e tomadores de decisão têm estado engajados na busca por ajustes de políticas cujo objetivo principal é dar suporte às atividades inovadoras das empresas, um dos principais pilares para melhoria da competitividade dentro do contexto global/glocal. Esses ajustes podem requerer a construção de vários mecanismos, ou o fortalecimento de mecanismos já existentes, que, de acordo com sua importância e dimensão, podem causar um impacto direto na manutenção ou melhoria das vantagens competitivas das empresas e, conseqüentemente, na competitividade industrial dos países e em seu crescimento econômico. Esse conjunto de mecanismos é geralmente chamado de infra-estrutura tecnológica e, dentre seus componentes, especial atenção deve ser dada aos institutos tecnológicos, tanto públicos quanto privados.

Não existe uma definição para infra-estrutura tecnológica com ampla aceitação. Há estudiosos que se referem à infra-estrutura tecnológica como sendo um mecanismo de transferência de tecnologia (Autio & Laamanen, 1995). Outros a definem como organizações de pesquisa e tecnologia (Kandel, 1994) ou institutos de pesquisa e tecnologia (Rush *et al*, 1995). Existem, ainda, aqueles que a classificam simplesmente como infra-estrutura tecnológica (Justman & Teubal, 1996). De qualquer forma, infra-

estrutura tecnológica transcende o conceito convencional de infra-estruturas físicas - baseadas em capitais físicos e humanos -, as quais provêem suporte às atividades de inovação das empresas. Além de conhecimento e *expertise* tecnológicos, a infra-estrutura tecnológica agrega também outros componentes, tais como absorção e difusão de informações de negócios relevantes, e provê suporte em assuntos relacionados a técnicas gerenciais e organizacionais.

Neste estudo, a infra-estrutura tecnológica é entendida como um conjunto de arranjos institucionais organizados com o objetivo principal de facilitar a disseminação da tecnologia e de outros conhecimentos relacionados e, assim, ajudar empresas e outras organizações a desenvolver suas capacidades tecnológicas e adotar, produzir e comercializar inovações, conforme em Vedovello e Godinho (2003). Esses arranjos institucionais englobam uma diversidade de mecanismos e processos, os quais servem de suporte à provisão de serviços, tais como: contrato de pesquisa, assistência técnica, certificação, consultoria e treinamento.

As fontes relevantes de inovação contemplam departamentos de universidades, laboratórios públicos, banco de dados e, inclusive, a própria infra-estrutura tecnológica. De maneira geral, esses arranjos são criados e mantidos por meio da provisão de fundos públicos, embora também recursos privados também estejam envolvidos, o que permite a oferta dos serviços acima mencionados abaixo do preço total de mercado.

É importante ter-se em mente, ainda, que a infra-estrutura tecnológica é parte de um sistema maior, denominado Sistema de Inovação, o qual, segundo Nelson e Rosenberg (1993), envolve diversas instituições e mecanismos inter-relacionados que dão suporte ao processo inovativo e moldam os caminhos pelos quais a inovação acontece em determinada sociedade. Desse modo, um Sistema de Inovação representa um conjunto de instituições distintas que, conjunta ou individualmente, contribuem com o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região ou localidade.

Esta dissertação está focada em um segmento da infra-estrutura tecnológica, a saber: os institutos de pesquisa e desenvolvimento (e centros) relacionados à indústria de tecnologia da informação e comunicação no Brasil. De um lado, o foco em institutos de P&D reflete a

ausência de estudos empíricos que analisem com profundidade as competências desenvolvidas por essas organizações. De outro, é estimulado pela discussão atual que há no Brasil em torno do tipo de atividades que esses institutos vêm desenvolvendo, em especial no setor de TIC.

Para o exame do papel de parte da infra-estrutura tecnológica, ou, mais precisamente, dos institutos tecnológicos, como facilitadores da globalização de competências inovadoras, é relevante apresentar a abordagem evolucionária desenvolvida por Bell (1993) acerca da introdução de atividades de P&D, e da infra-estrutura tecnológica concomitante, em economias desenvolvidas e em desenvolvimento.

Em uma perspectiva histórica, indústrias localizadas em economias desenvolvidas iniciaram um processo formal de construção de atividades e competências de P&D no início de 1900, por meio de uma evolução institucional e sua integração nas estruturas organizacionais dos setores produtivos. Como resultado, "a vasta maioria das atividades de P&D industrial foi empreendida por empresas na maior parte dos países industrializados do ocidente. Houve, também, o surgimento de institutos de P&D independentes, embora o papel desempenhado por eles fosse menor" (Bell, 1993, p. 2).

Em se tratando dos países em desenvolvimento, esse processo teve início somente no começo da década de 1950, sem qualquer tipo de evolução ou coerência organizacional. No caso dessas economias, as competências de P&D raramente evoluíram de uma base prévia de atividades inovadoras menos especializadas ou formalizadas, tendo sido criadas sem a coexistência de outras atividades que conduzem o processo de mudança técnica. Essas competências também não foram inicialmente construídas nas empresas; usualmente, elas eram estabelecidas em instituições centralizadas que eram financiadas e dirigidas pelo governo.

A assistência estrangeira teve grande participação no estabelecimento dessas instituições, tendo a configuração das mesmas emergido como reflexo de modelos de instituições de países industrializados e não como uma resposta adequada ao ambiente de economias emergentes. Segundo Zouain (2001, p.80), "em vez de se desenvolverem organicamente como uma resposta às necessidades industriais, eles tendiam a moldar-se pelos modelos dos institutos mais avançados do mundo".

Dessa forma, havia, na maioria dos casos, uma ruptura entre o setor produtivo e parte dos provedores de P&D - aqui representados pelos institutos tecnológicos. Diversas tentativas de integração e/ou de estabelecimento de ligações entre eles foram realizadas, não apenas em economias emergentes, como também em economias industrializadas, conforme destaca Bell (1993).

A partir da década de 1980 e, de maneira mais intensa, nos anos mais recentes, pode-se observar o interesse crescente por parte de vários segmentos políticos e sócio-econômicos da sociedade (políticos, agentes de desenvolvimento, empresários, academia e comunidade de pesquisa) no tema infra-estrutura tecnológica, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento. Em termos de políticas públicas, o foco das políticas industriais e de inovação mudou gradualmente do uso dominante de instrumentos diretos de suporte em direção a formas mais diretas de assistência. Nesse sentido, e considerando-se a necessidade de aprimoramento do ambiente competitivo das empresas, recursos financeiros volumosos foram aplicados na construção e no fortalecimento de infra-estruturas tecnológicas, especialmente na implementação, no desenvolvimento e no fortalecimento de institutos tecnológicos.

Paralelamente a esse movimento público, ocorreu um movimento similar no setor privado, onde houve o aumento dos esforços corporativos no sentido de instalar e fortalecer seus próprios institutos tecnológicos. Seja como resposta à infra-estrutura tecnológica pública (e a sua fragilidade), seja como complemento a essa infra-estrutura ou como um requerimento para assegurar a participação na nova ordem econômica mundial (marcada pela globalização), o fato é que, segundo Bell (1993), a infra-estrutura tecnológica assumiu papel relevante no contexto econômico.

A partir da década de 1990, intensificam-se os ajustes políticos no sentido de fortalecer as condições estruturais para que as indústrias pudessem atuar de maneira competitiva em um mundo globalizado/glocalizado. No entanto, apesar da proliferação de agentes envolvidos no Sistema Nacional de Inovação (SNI) e da sinergia entre eles, seus relacionamentos não seguiram uma ordem linear.

Segundo Bell (1993), o estabelecimento de sinergias entre os componentes de um SNI não é uma tarefa trivial, principalmente quando se tem em mente que a atividade inovadora é

um processo cumulativo, caracterizado por peculiaridades (dos sistemas de produção industrial, dos indivíduos, dos mercados). Para o autor é necessária uma abordagem onde as empresas tenham uma atitude mais pró-ativa, no sentido de desenvolverem internamente suas competências e suas atividades de P&D, integrando-as em sua estrutura organizacional. Dessa maneira, estar-se-iam ampliando as potencialidades para a interação com outros provedores de P&D, como os institutos tecnológicos.

Adicionalmente, com a implementação governamental de mecanismos de financiamento adequados, as empresas se exporiam mais ao ambiente competitivo, o que estimularia o engajamento constante na atividade de inovação, levando, então, ao aprimoramento contínuo de suas competências em P&D. Por outro lado, os provedores de P&D, em especial os institutos de P&D, deveriam estar mais envolvidos com as atividades e necessidades empresariais, não apenas lidando com tecnologias existentes, mas também desenvolvendo novas tecnologias. Essa relação mais próxima com o setor produtivo mantém esse conjunto de provedores de P&D na fronteira do conhecimento em suas áreas específicas, além de gerar mais posições para cientistas no setor produtivo.

Há, entretanto, abordagens relativas a economias emergentes que argumentam que esse novo conjunto de condições econômicas e institucionais está associado a implicações negativas para o desenvolvimento de competências tecnológicas, particularmente na América Latina. Estudos como o de Cassiolato *et al*. (2001), por exemplo, têm como argumento central que os processos de liberalização e desregulamentação econômica no Brasil foram seguidos pela deterioração das competências tecnológicas industriais. Adicionalmente, esses estudos sugerem que a interação entre infra-estrutura tecnológica e empresas vem sendo seriamente deteriorada a partir da década de 1990.

Alinhando-se a essa perspectiva, Cimoli e Katz (2003) argumentam que a globalização levou a um padrão dual de organização da produção. Nesse padrão, as atividades de P&D e engenharia estão, cada vez mais, concentradas em países industrializados, enquanto a América Latina tende a se especializar na produção de *commodities* industriais e em indústrias montadoras.

Visões semelhantes também prevalecem em outros estudos sobre desenvolvimento tecnológico na América Latina, embora sob diferentes perspectivas, como em Viotti (1997,

2000), Sutz e Arocena (2004) e Katz (2004). Esses estudos são permeados pela idéia comum de que, na década de 1990, houve a destruição das competências tecnológicas que existiam na década de 1980, de maneira que o atual nível de competências tecnológicas é trivial e que as ligações estabelecidas pela infra-estrutura tecnológica são marcadamente fracas, não representando atividades inovadoras.

A despeito do mérito desses estudos, seus argumentos, conclusões e generalizações normalmente não são suportados por um volume suficiente de evidências empíricas de primeira mão no âmbito da organização. De modo geral, esses estudos baseiam-se em indicadores setoriais, de forma que o desenvolvimento tecnológico no âmbito organizacional não é examinado com adequado nível de detalhe e profundidade, o que é agravado pela escassez de modelos analíticos detalhados para examinar as evidências empíricas.

Essas limitações, usualmente encontradas em correntes da literatura para organizações de economias emergentes, contribuem para a disseminação de generalizações que, geralmente, não refletem a realidade atual de organizações e indústrias de países emergentes nem de suas interações estabelecidas com a infra-estrutura tecnológica. Ao examinar os tipos e níveis de competências tecnológicas dos institutos de P&D pesquisados, bem como a natureza das ligações estabelecidas por esses institutos, esta dissertação busca gerar evidências que possam apontar o atual grau de capacitação tecnológica desse segmento da infra-estrutura tecnológica nacional.

No contexto brasileiro, marcado por diversidade regional e industrial, generalizações comuns (e negativas) sobre o desenvolvimento tecnológico são facilmente disseminadas. É nesse contexto instável e desafiador em que os institutos de P&D, sejam públicos ou privados, são justificados, residindo sua relevância no papel que eles desempenham. Tais institutos são uma ferramenta de intermediação que, simultaneamente, assumem duas funções importantes: (1) abrigar atividades de inovação, e (2) dar suporte a empresas por meio de serviços tecnológicos e de pesquisa direta ou indiretamente vinculados às atividades das empresas. Nesse sentido, os institutos tecnológicos podem ser considerados como meios práticos e efetivos para o fortalecimento da performance do setor privado e do SNI, promovendo a competitividade econômica e respondendo aos desafios impostos pela economia de aprendizagem e pela perspectiva global/glocal.

Dessa maneira, esta dissertação, engloba três linhas de debate sobre inovação tecnológica em economias emergentes. A primeira delas refere-se às discussões acerca da globalização, ou não, de competências tecnológicas inovadoras em organizações de economias emergentes. A segunda refere-se ao desenvolvimento de competências tecnológicas e seu relacionamento com os processos de aprendizagem intra-organizacionais subjacentes. Por fim, a terceira linha refere-se ao debate sobre inovação industrial em países emergentes a partir da década de 1990, onde prevalece o argumento de que não há capacitação inovadora na infra-estrutura tecnológica dessas economias.

Em todas essas linhas de debate, há o argumento negativo de que as atividades inovadoras em economias emergentes, quando ocorrem, são limitadas. Ao abordar questões comuns a essas três linhas de debate, esta dissertação busca gerar novas evidências empíricas que possibilitem questionar as generalizações que vêm sendo feitas acerca do desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras no contexto de economias emergentes ou ainda não industrializadas.

CAPÍTULO 3

MODELOS DE ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO

Neste capítulo, são apresentados os modelos analíticos à luz dos quais a globalização (ou disseminação) de competências tecnológicas inovadoras é estudada. A Seção 3.1 aborda o modelo analítico para exame dos níveis e tipos de competências tecnológicas. Na Seção 3.2 é apresentado o modelo utilizado para exame dos processos de aprendizagem intra-organizacionais. Finalmente, na Seção 3.3, é apresentado o modelo à luz do qual se examinam as ligações estabelecidas pelos institutos estudados.

3.1 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Conforme ressaltado no Capítulo 2, acumular competências tecnológicas é crucial para o desenvolvimento de atividades inovadoras, bem como para o desempenho competitivo das organizações. Conforme destaca Figueiredo (2001), tal fato é ainda mais crítico para organizações atuantes em economias emergentes. As organizações que operam em contextos econômicos mais evoluídos são detentoras de técnicas mais avançadas e estão engajadas em atividades mais complexas. Tais organizações constituem a fronteira tecnológica.

Enquanto as organizações da fronteira tecnológica já possuem competências tecnológicas inovadoras, nas organizações de economias emergentes essas competências devem ser construídas e acumuladas. Somente constituindo e sustentado sua base de competências tecnológicas as organizações emergentes poderão aproximar-se da fronteira tecnológica, conforme argumentado por Lall (1992), Bell e Pavitt (1993), Kim (1997) e Figueiredo (2001). Para tanto, essas firmas devem engajar-se em um processo de aprendizagem tecnológica.

Diversas são as abordagens para o termo competências tecnológicas, tendo tal termo sido discutido em uma série de estudos anteriores, como, por exemplo, em Katz (1972), Bell (1984), Lall (1982, 1987), Bell e Pavitt (1993) Kim (1997), Leonard-Barton (1998), Figueiredo (2001).

Nesta dissertação, o conceito de competências tecnológicas empregado é o desenvolvido por Bell e Pavitt (1993). Conforme destacado no Capítulo 2, essa definição faz uma distinção entre dois tipos de competências tecnológicas: competências de rotina e competências inovadoras. As competências de rotina, relacionadas ao conceito de capacidade de produção, são os recursos para produzir bens e serviços em determinado nível de eficiência, utilizando-se uma combinação de fatores existentes: habilidades, equipamentos, especificações de produtos e de produção, sistemas e métodos organizacionais. Já as competências inovadoras representam a incorporação de recursos adicionais e distintos para gerar e gerir a mudança tecnológica de maneira autônoma.

Essa definição de competências tecnológicas é utilizada por possuir sentido abrangente o suficiente para descrever trajetórias de acumulação tecnológica, atentando para as dimensões técnica e organizacional. Além disso, tal definição está contextualizada para as características de organizações emergentes, tendo sido utilizada em trabalhos anteriores, como Ariffin (2000) e Figueiredo (2001).

Finalmente, cabe ressaltar o conceito de globalização de competências inovadoras. Como em Arrifin (2000), nesta dissertação, a globalização de competências tecnológicas inovadoras representa a transnacionalização (ou disseminação) de competências tecnológicas inovadoras. Sendo assim, a globalização é mensurada a partir dos tipos e níveis de competências tecnológicas construídos pelas organizações estudadas.

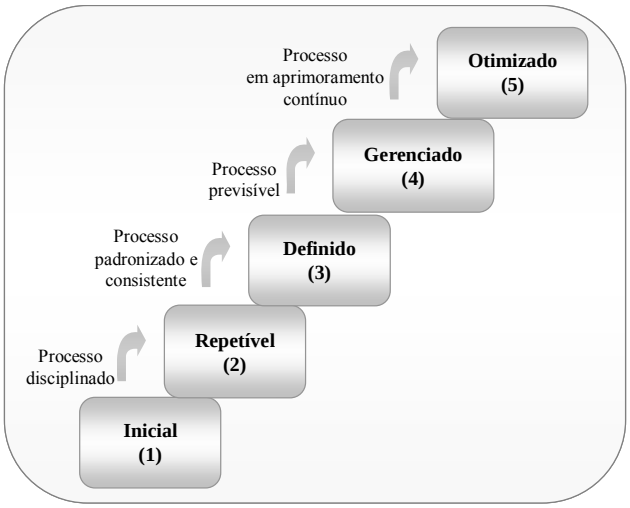
3.2 MODELO PARA MENSURAR OS TIPOS E NÍVEIS DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Como em Lall (1992), Bell e Pavitt (1995), Ariffin (2000), Figueiredo (2001) e Tacla (2002), neste trabalho, as competências tecnológicas são mensuradas a partir de atividades que as organizações passam a executar ao longo de sua operação, utilizando-se, para tanto, um modelo analítico matricial para avaliação dos tipos e níveis de competências tecnológicas. Tal modelo comporta as funções-chave do setor industrial examinado (em colunas), bem como o grau de complexidade de tais atividades (em linhas), enfatizando-se a distinção entre as competências de rotina e as competências inovadoras.

Há, entretanto, outros modelos analíticos disponíveis na literatura, como o proposto por Kim (1997), por exemplo. Nesse modelo, as competências tecnológicas se desenvolvem em três estágios, a saber: imitação duplicativa, imitação criativa e inovação. Tal modelo, no entanto, é mais adequado para o estudo da função produto em empresas. Além disso, indicadores como número de patentes e gastos com P&D também são utilizados para examinar atividades inovadoras. Esses indicadores, no entanto, são inadequados para analisar a dinâmica de atividades inovadoras em organizações emergentes, uma vez que há aspectos intra-organizacionais (qualitativos) que eles não são capazes de mensurar.

No caso específico do setor de tecnologia de informação e comunicação, a mensuração de capacidades tecnológicas é freqüentemente associada ao *Capability Maturity Model* do *Software Engineering Institute* (CMM-SEI), da *Carnegie Mellon University* (CMU). O CMM é um modelo gerenciado pelo SEI para avaliação da maturidade de processamento de *software* de uma organização e identificação das práticas requeridas para o aumento de tal maturidade. Conforme ilustrado na Figura 3.1, o CMM é dividido em cinco níveis de complexidade crescente: (1) Inicial, (2) Repetível, (3) Definido, (4) Gerenciado, (5) Otimizado. O processo formal de certificação, entretanto, acontece a partir do Nível 2.

Figura 3.1: Os cinco níveis do *Capability Maturity Model* (CMM)



Fonte: Paulk *et al*. (1996).

Nesta dissertação, entretanto, optou-se por não se mensurar as competências tecnológicas dos institutos de P&D unicamente com base nos pré-requisitos e especificações da certificação CMM. Em primeiro lugar, o modelo CMM-SEI está exclusivamente centrado na atividade de desenvolvimento de *software*, a qual não é a única função tecnológica crucial para organizações vocacionadas para o setor de TIC, por mais que concentre boa parte dos esforços dessas organizações. Assim sendo, o CMM, por si só, não examina detalhadamente outras áreas-chave envolvidas na atividade de organizações desse setor.

Em segundo lugar, o CMM é baseado em uma lógica linear de evolução das atividades tecnológicas desempenhadas por uma organização. De acordo com o CMM, todas as atividades relacionadas ao desenvolvimento de *software* evoluem em paralelo, seguindo a mesma trajetória. Pela lógica do CMM, a evolução das práticas de engenharia de *software* de uma organização, por exemplo, acontece de maneira similar à evolução de suas práticas de gestão de processos.

Dessa forma, o modelo analítico proposto por Lall (1992) e Bell e Pavitt (1995) se mostra interessante para descrever as competências tecnológicas de organizações em economias emergentes, à medida que diferencia os tipos e níveis de competências para diversas funções tecnológicas. O modelo proporciona uma base para a descrição das competências tecnológicas desde um nível básico, onde estão presentes as competências de rotina, até níveis de competências inovadoras, com diferentes graus de complexidade para as funções

tecnológicas. Os níveis de competências tecnológicas são determinados pelas atividades que uma organização se torna capaz de realizar.

Segundo Figueiredo (2001), a utilização do modelo em questão justifica-se basicamente por dois fatores. Primeiramente, o modelo reflete as atividades tecnológicas das organizações estudadas; em segundo lugar, é possível adaptá-lo para organizações de diferentes setores industriais - o que viabiliza sua aplicação no setor de TIC (Tabela 3.1).

O modelo utilizado nesta dissertação baseia-se na estrutura desenvolvida por Figueiredo (2001), adaptada de Lall (1992) e Bell e Pavitt (1995), bem como nos pré-requisitos e especificações das metodologias *Project Management Body of Knowledge*, do *Project Management Institute* (PMBok-PMI) e *Capability Maturity Model*, do *Software Engineering Institute* (CMM-SEI), tendo sido adaptado para as características tecnológicas de institutos (ou centros) de P&D atuantes no setor de TIC. Tal modelo comporta quatro tipos de funções tecnológicas por meio das quais os institutos desenvolvem suas competências, evoluindo dos níveis mais baixos para os níveis mais elevados de complexidade. As quatro funções tecnológicas examinadas são: engenharia de *software*; gestão de projetos; produtos e soluções; ferramentas e processos.

O exame das competências a partir do modelo analítico apresentado na Tabela 3.1 permite uma análise mais abrangente de aspectos organizacionais, além de ressaltar a não-linearidade das quatro funções tecnológicas examinadas - diferente do CMM-SEI.

Tabela 3.1: Modelo para mensurar as competências tecnológicas no setor de tecnologia de informação e comunicação

Níveis de Competência	Atividades de Engenharia e Gestão de Projetos		Produtos e Soluções	Ferramentas e Processos
	Engenharia de *Software*	Gestão de Projetos		
COMPETÊNCIAS DE ROTINA				
Nível 1 Básico	Ferramentas básicas e tecnologias pré-existentes de desenvolvimento de *software*. Práticas de gestão incipientes. Ambiente instável para o desenvolvimento de *software* e atividades de P&D correlacionadas.	Práticas internas de gestão de projetos informais e intermitentes. Imprevisibilidade de prazos, orçamentos, funcionalidade e qualidade do produto. Gestão de projetos realizada pelos clientes.	Replicação de especificações determinadas pelos clientes. Pequenas adaptações de tecnologias já existentes.	Uso de ferramentas básicas de engenharia de *software*. Processos operacionais não-formalizados. Técnicas de controle de qualidade incipientes.
Nível 2 Extra básico	Utilização e adaptação de tecnologias desenvolvidas por terceiros. Formalização das práticas básicas de engenharia de *software*.	Gestão de projetos realizada informalmente, com base nas práticas dos clientes. Padronização das fases básicas de um projeto (ex: planejamento, testes e desenvolvimento). Gestão de projetos abrangendo fornecedores e subcontratados.	Atividades de reengenharia e cópia. Novas aplicações para tecnologias e produtos, visando ao atendimento das necessidades pontuais da empresa-cliente.	Estruturação dos processos operacionais. Controle de documentos operacionais e gerenciais. Controle de instruções técnicas para projetos. Uso de canais de comunicação em redes compartilhadas.
COMPETÊNCIAS INOVADORAS				
Nível 3 Inovativo Básico	Processos de desenvolvimento de *software* estruturados e padronizados. Interação com clientes e parceiros para desenvolvimento de novas tecnologias.	Planejamento e coordenação formal de projetos simples. Capacidade de gestão de projetos baseada na performance de projetos anteriores. Capacidade de identificação dos riscos dos projetos. Sistemas de controle de documentação de projetos. Capacitação de gerentes de projeto.	Processo de identificação das necessidades da empresa-cliente. Desenvolvimento de produtos e soluções para solucionar problemas específicos. Análise, definição e especificação de requisitos.	Sistemas institucionais para integração de informações e dados (ex: base de projetos). Padronização do processo de desenvolvimento de *software*. Capacitação em metodologias de gestão de processos. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM2.
Nível 4 Intermediário	Integração das ferramentas do instituto com as utilizadas por clientes e parceiros. Complementaridade das atividades de P&D para viabilizar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras.	Gestão de projetos complexos, envolvendo áreas de especialização tecnológica complementares. Interação contínua entre gerentes de projeto do instituto e gerentes de projeto dos clientes. Documentação formal das fases do projeto em base de dados.	Tecnologias inovadoras visando ao mercado em potencial. Soluções complexas a partir da integração de áreas de especialização (ex: óptica, Java, reconhecimento de voz).	Criação de novas unidades organizacionais. Fortalecimento das práticas de gestão de projetos. Gestão estratégica da qualidade; obtenção de certificações internacionais (ISO, PMP-PMI). Processos baseados em e controlados por *web intranet*. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM3.

(continua)

Tabela 3.1: continuação

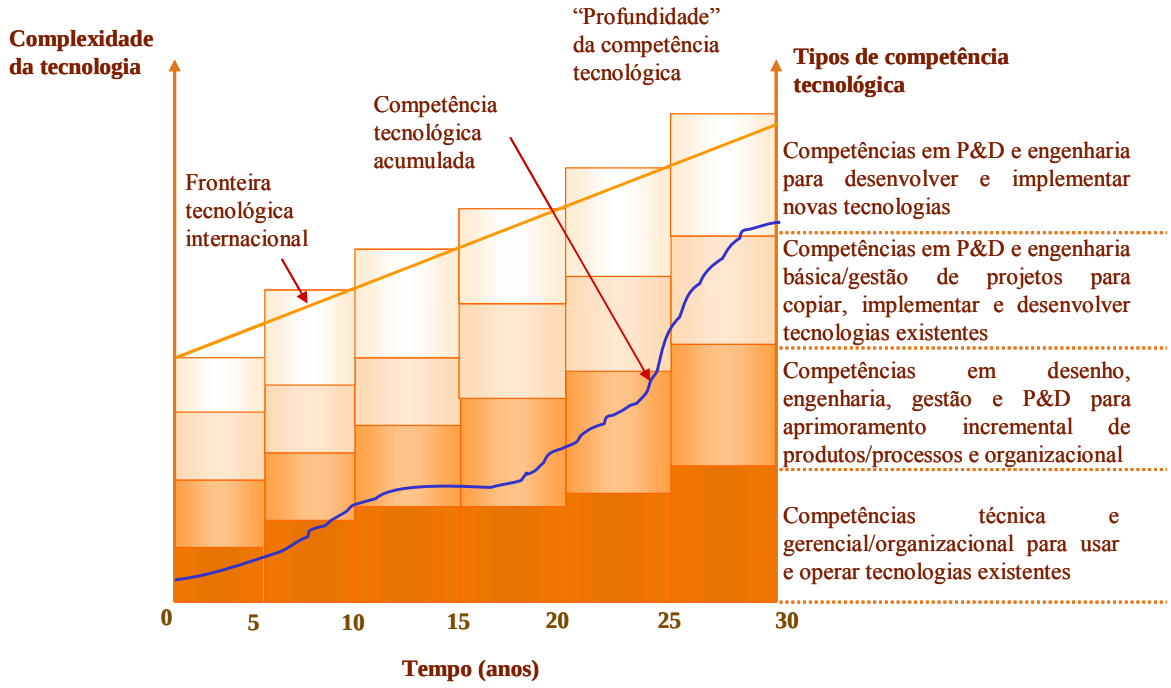
Nível 5 Intermediário-superior	Equipes multidisciplinares, rotativas, de alta especialização tecnológica. Soluções inovadoras em engenharia de *software* e novas tecnologias a partir de *insights* próprios. Desenvolvimento de *software* em conjunto com centros globais.	Formalização da gestão de risco. Avaliação de performance em projetos por meio de métricas quantitativas.	Interação com o mercado global. Desenvolvimento de produtos e soluções em tecnologias de última geração (ex: TV digital, PDAs, integração, telefonia celular - CDMA, TDMA, GSM, iDEN).	Transformação (reengenharia) dos processos críticos do instituto. Ferramentas avançadas de gestão de processos. Normas e padrões de projetos próprios (ex: Prosces). Execução de projetos envolvendo gestão de processos globais e simultâneos. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM4.
Nível 6 Avançado	Centro de P&D de excelência mundial no desenvolvimento de novas tecnologias (ex: *games*, *grid computing*, *messaging*, iDEN).	Gestão de projetos de classe mundial. Gerência de equipes fisicamente distantes. Capacidade pró-ativa de reconhecer fraquezas. Prevenção da ocorrência de falhas em processos e de defeitos em produtos.	Desenvolvimento de produtos e soluções de alta complexidade, com grande capacidade de personalização e adaptação para atender a necessidades ainda não identificadas via P&D (ex: *grid computing*, convergência). Geração de *spin-offs* em decorrência da elevada especialização tecnológica.	Aprimoramento contínuo dos processos e sistemas operacionais, tanto a partir de avanços incrementais nos processos existentes quanto a partir de novos métodos e tecnologias. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM5.

Notas: iDEN: *Integrated Digital Enhanced Network*; PDAs: *Personal Digital Assistants*
CDMA: *Code-Division Multiple Access*; TDMA: *Time Division Multiple Access*
GSM: *Global System for Mobile communication*; Prosces: Processo Padrão de Desenvolvimento de *Software* do CESAR

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2001), a partir de trabalho de campo e com base em métricas específicas existentes (a saber: *Capability Maturity Model - Software Engineering Institute* (CMM-SEI) e *Project Management Body of Knowledge - Project Management Institute* (PMBok - PMI)).

A Figura 3.2 apresenta uma estrutura complementar ao modelo analítico para mensuração de competências tecnológicas apresentado na Tabela 3.1. Essa estrutura, em forma de escada, facilita a visualização da trajetória de desenvolvimento de competências tecnológicas em organizações que operam em economias emergentes. Conforme destacado em Figueiredo (2004), o lado direito do eixo vertical representa as capacidades tecnológicas, classificadas por níveis crescentes de complexidade. A escada reforça a idéia de que, além de se examinar o alcance do nível mais elevado de capacitação tecnológica, é importante entender que a construção da capacidade tecnológica dos níveis intermediários é uma precondição para o alcance de níveis mais avançados.

Figura 3.2: Ilustração da trajetória de desenvolvimento de competências tecnológicas em organizações de economias emergentes



Fonte: adaptado de Bell (1997) e Figueiredo (2004).

Finalmente, a Tabela 3.2, a seguir, sumaria as principais áreas-chave de cada nível do CMM, localizando-as entre os tipos e níveis de competências tecnológicas que compõem o modelo utilizado nesta dissertação.

Tabela 3.2: Comparação entre o *Capability Maturity Model* (CMM) e o modelo utilizado para mensuração de competências tecnológicas nesta dissertação

Áreas-chave para os níveis de maturidade CMM	**Competências tecnológicas no modelo utilizado nesta dissertação**
CMM1 - Inicial: -	-
CMM2 - Repetível:	
• Gestão de requisitos	• Nível 3: produtos e soluções
• Planejamento de projetos de *software*	• Nível 3: gestão de projetos
• Supervisão do curso de projetos de *software*	• Nível 3: em gestão de projetos
• Gestão de subcontratados de *software*	• Nível 2: gestão de projetos
• Garantia de qualidade de *software*	• Nível 3: ferramentas e processos
• Gestão da configuração de *software*	• Nível 2: engenharia de *software*
CMM3 - Definido:	
• Foco nos processos organizacionais	• Níveis 2 e 3: ferramentas e processos • Nível 3: engenharia de *software*, gestão de projetos e produtos e soluções
• Definição dos processos organizacionais	• Níveis 2 e 3: ferramentas e processos • Nível 3: engenharia de *software*, gestão de projetos e produtos e soluções
• Programa de treinamento	• Nível 3: ferramentas e processos
• Gestão de software integrada	• Níveis 3 e 4: engenharia de *software*
• Engenharia de software de produtos	• Níveis 3 e 4: produtos e soluções
• Coordenação entre-grupos	• Níveis 3 e 5: engenharia de *software* • Nível 4: gestão de projetos
• Revisões sistemáticas	• Nível 4: ferramentas e processos
CMM4 - Gerenciado:	
• Gestão quantitativa de processos	• Nível 5: gestão de projetos e ferramentas e processos
• Gestão da qualidade de software	• Níveis 4 e 5 em ferramentas e processos
CMM5 - Otimizado:	
• Gestão de mudanças em processos	• Nível 6: gestão de projetos e ferramentas e processos
• Gestão de mudanças em tecnologias	• Nível 6: engenharia de *software* • Níveis 5 e 6: produtos e soluções
• Prevenção de defeitos	• Nível 6: gestão de projetos e ferramentas e processos

Fonte: Elaboração da autora.

3.3 TIPOS E NÍVEIS DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

O modelo de competências tecnológicas para o setor de tecnologia de informação e comunicação é composto por seis níveis de complexidade. Para todas as funções tecnológicas, os Níveis 1 e 2 - Básico e Extra Básico, respectivamente - referem-se às competências de rotina, enquanto os demais níveis (do 3 ao 6) são referentes às competências inovadoras. Apesar das competências tecnológicas estarem estruturadas em torno de níveis, elas não necessariamente são desenvolvidas em uma seqüência linear, como destacam Bell e Pavitt (1995), Ariffin (2000) e Figueiredo (2001).

3.3.1 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

A engenharia de *software* é uma disciplina da engenharia que utiliza um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas para analisar, projetar e gerenciar o desenvolvimento e a manutenção de *software*, conforme destacado em Sommerville (2000). Os engenheiros de *software*, assim, devem adotar uma abordagem sistemática e organizada de trabalho, lançando mão de ferramentas e técnicas apropriadas, dependendo do problema a ser solucionado, das restrições de desenvolvimento, bem como dos recursos disponíveis. Para a função engenharia de *software*, estas são as atividades desenvolvidas nos níveis de competências de rotina:

1) Nível 1 - Básico: os institutos utilizam ferramentas básicas e tecnologias pré-existentes de desenvolvimento de *software*. As práticas de gestão de projetos e processos são incipientes, o que torna o ambiente organizacional instável para o desenvolvimento de *software*, bem como para o engajamento em atividades de P&D.

2) Nível 2 - Extra Básico: a engenharia de *software* é marcada pela utilização e adaptação de tecnologias desenvolvidas por terceiros. Além disso, há também a formalização das práticas básicas de engenharia de *software*.

A partir do Nível 3 (Inovativo Básico), os institutos passam a desenvolver atividades inovadoras, a saber:

3) Nível 3 - Inovativo Básico: neste nível, os processos de desenvolvimento de *software* encontram-se estruturados e padronizados, havendo a interação com clientes e parceiros para o desenvolvimento de novas tecnologias.

4) Nível 4 - Intermediário: capacidade de integrar as ferramentas utilizadas internamente com as ferramentas utilizadas por clientes e parceiros. Os institutos engajam-se tanto em pesquisa quanto em desenvolvimento, visando ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras.

5) Nível 5 - Intermediário-superior: as atividades são desenvolvidas por equipes multidisciplinares, altamente especializadas, alocadas de acordo com as *expertises* requeridas em cada projeto. Os institutos são capazes de gerar soluções inovadoras em engenharia de *software*, bem como novas tecnologias, proativamente, a partir de idéias próprias. Adicionalmente, o desenvolvimento de *software* é realizado em conjunto com centros globais.

6) Nível 6 - Avançado: nesse nível de capacitação, o instituto é um centro de P&D de referência mundial no desenvolvimento de novas tecnologias, como *games*, *grid computing*, *messaging*, iDEN.

3.3.2 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM GESTÃO DE PROJETOS

A utilização de uma metodologia de gestão de projetos vem se mostrando fundamental para organizações atuantes no segmento de tecnologia de informação e comunicação. A adoção de práticas de gestão de projetos parece ser especialmente crucial para a infra-estrutura tecnológica, que opera com base em projetos e não em atividades de produção industrial tradicional. As atividades que os institutos são capazes de desenvolver nos níveis de rotina são:

1) Nível 1 - Básico: as práticas internas de gestão de projetos são informais e intermitentes, de maneira que a gestão fica sob a responsabilidade dos clientes dos institutos.

2) Nível 2 - Extra Básico: neste nível, a gestão de projetos ainda é informal. Contudo, ela já passa a ser de responsabilidade dos institutos, mesmo que baseada nas práticas de gestão adotadas por seus clientes. As fases que compõem um projeto são identificadas e padronizadas (como planejamento, testes, desenvolvimento). Além disso, os institutos são capazes de gerenciar projetos que envolvam fornecedores e subcontratados.

Do Nível 3 (Inovativo Básico) em diante, são desenvolvidas as atividades inovadoras:

3) Nível 3 - Inovativo Básico: capacidade de gestão de projetos baseada em projetos anteriores, muito embora o instituto seja capaz de planejar e coordenar projetos simples formalmente, tendo capacidade, inclusive, de identificar os riscos que permeiam os projetos. Além disso, os gerentes de projetos são submetidos a programas de capacitação.

4) Nível 4 - Intermediário: no nível em questão, os institutos gerenciam projetos complexos, que englobam áreas de especialização tecnológica complementares. Os gerentes de projetos do instituto interagem continuamente com os gerentes de projetos de seus clientes. As fases e atividades dos projetos são formalmente documentadas em uma base de dados.

5) Nível 5 - Intermediário-superior: a gestão de risco passa a ser realizada formalmente pelos institutos, que, neste nível, passam também a realizar avaliações de performance em projetos com base em métricas quantitativas.

6) Nível 6 - Avançado: os projetos geridos são de classe mundial. Os institutos tornam-se, assim, capazes de gerenciar equipes fisicamente distantes. Os institutos são capazes de reconhecer suas fraquezas proativamente, prevenindo a ocorrência de falhas em seus processos e de defeitos em seus produtos.

3.3.3 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

A função tecnológica produtos e soluções define a capacidade dos institutos gerarem tecnologias. Em tecnologia de informação e comunicação, um produto deve ser entendido

como algo que é criado e, posteriormente, disponibilizado para os consumidores. Uma solução, por sua vez, serve de base para a geração de novos produtos e tecnologias. As soluções não necessariamente são comercializadas e, quando o são, estão implícitas nos produtos. As competências de rotina são:

1) Nível 1 - Básico: produtos e soluções desenvolvidos a partir de replicação de especificações determinadas pelos clientes; são impressas pequenas adaptações de tecnologias já existentes.

2) Nível 2 - Extra Básico: os institutos realizam atividades de reengenharia e cópia. São desenvolvidas novas aplicações de produtos e tecnologias já existentes, com o objetivo de atender necessidades pontuais, imediatas, de seus clientes.

Assim como nas demais funções, as atividades inovadoras são desenvolvidas a partir do Nível 3 (Inovativo Básico):

3) Nível 3 - Inovativo Básico: embora os institutos permaneçam voltados para a solução de problemas específicos, neste nível, as necessidades de seus clientes são identificadas pelos próprios institutos, deixando estas de serem sempre apontadas pelos clientes. Adicionalmente, há a análise, a definição e a especificação de requisitos.

Os requisitos do sistema referem-se a o que o sistema deve fazer. A análise de requisitos é o processo de derivação dos requisitos do sistema a ser desenvolvido (a partir de observação do sistema existente, entrevistas com possíveis usuários, análise de atividades a serem automatizadas). A definição de requisitos é tradução da informação obtida durante a análise de requisitos em um documento que contenha o conjunto de requisitos do sistema a ser desenvolvido. Além de refletir o que o cliente quer, esse documento deve ser redigido em linguagem informal (não técnica). Por fim, a especificação de requisitos representa a descrição detalhada e precisa dos requisitos do sistema que poderão ser a base para o contrato entre o cliente e o desenvolvedor.

4) Nível 4 - Intermediário: os produtos e soluções são também desenvolvidos visando ao mercado em potencial. Soluções complexas são geradas a partir da integração de

diversas áreas de especialização, como por exemplo, óptica, linguagem Java e reconhecimento de voz.

5) Nível 5 - Intermediário-superior: este nível é caracterizado pela interação contínua com o mercado global. Os produtos e soluções são desenvolvidos em tecnologias de última geração, como TV digital, *Personal Digital Assistants* (PDAs), integração, telefonia celular - CDMA, TDMA, GSM, iDEN.

6) Nível 6 - Avançado: os institutos são capazes de desenvolver produtos e soluções de alta complexidade, via P&D, dotados de grande capacidade de personalização e adaptação para atender necessidades ainda não identificadas. Além disso, há a geração de *spin-offs*, em decorrência do elevado nível de especialização tecnológica dos institutos em determinadas tecnologias.

3.3.4 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

A função tecnológica ferramentas e processos refere-se à capacidade dos institutos gerenciarem e aprimorarem as técnicas e práticas operacionais e organizacionais que sustentam suas demais atividades. Assim, essa função relaciona-se às práticas que dão sustentação às demais atividades e funções tecnológicas dos institutos - as quais vão além da gestão de projetos. Em termos de ferramentas e processos, estas são competências de rotina:

1) Nível 1 - Básico: utilização de ferramentas básicas de engenharia de *software*; processos operacionais não-formalizados. Neste nível, as técnicas de gestão da qualidade encontram-se ainda incipientes.

2) Nível 2 - Extra Básico: estruturação dos processos operacionais dos institutos. Controle formal de documentos operacionais e gerenciais, bem como de instruções técnicas para projetos. Utilização de canais de comunicação em redes compartilhadas.

São também quatro os níveis de competências inovadoras para essa função tecnológica:

3) Nível 3 - Inovativo Básico: os institutos lançam mão de sistemas institucionais para integração de dados e informações, como base de projetos, por exemplo. No presente nível, o processo de desenvolvimento de *software* encontra-se padronizado e as práticas operacionais dos institutos estão voltadas para atender pré-requisitos e especificações da certificação CMM2.

Quanto à certificação CMM2, mesmo que os institutos não atendam todas as especificações desse nível CMM ou que não a possuam formalmente, o aspecto mais relevante no nível Inovativo Básico é a orientação das atividades do instituto em torno das práticas do CMM2. Adicionalmente, nesse nível, há também a capacitação em metodologias de gestão de processos.

4) Nível 4 - Intermediário: caracterizado pela criação de novas unidades organizacionais e pelo fortalecimento das práticas de gestão de projetos. Este nível é marcado também pela gestão estratégica da qualidade de pela obtenção de certificações internacionais de instituições como *International Organization for Standardization* (ISO) e *Project Management Institute* (PMI). Os processos são baseados em e controlados por *web intranet*. As práticas operacionais dos institutos estão voltadas para atender pré-requisitos e especificações da certificação CMM3, mesmo que não a possuam oficialmente.

5) Nível 5 - Intermediário-superior: este nível é marcado pela transformação (reengenharia) dos processos críticos do instituto e pela utilização de ferramentas avançadas de gestão de processos. Desenvolvimento de normas e padrões de projetos próprios, como, por exemplo, o Processo Padrão de Desenvolvimento de *Software* do CESAR (Prosces); execução de projetos envolvendo gestão de processos globais e simultâneos. Ainda que não possuam oficialmente a certificação CMM4, as práticas operacionais dos institutos estão voltadas para atender pré-requisitos e especificações desse nível CMM.

6) Nível 6 - Avançado: marcado pelo aprimoramento contínuo dos processos e sistemas operacionais dos institutos, tanto a partir de avanços incrementais nos processos existentes quanto a partir de novos métodos e tecnologias. Neste nível de

capacitação tecnológica, os processos operacionais estão baseados em pré-requisitos e especificações do CMM5, mesmo que não se possua oficialmente tal certificação.

3.4 FONTES PARA A CONSTRUÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

As competências tecnológicas representam um estoque de capacidades, o qual, por sua vez, é nutrido por uma série de fatores, que são as fontes para a construção de competências tecnológicas. Dentre essas fontes estão os processos de aprendizagem intra-organizacionais e as ligações que os institutos da amostra estabelecem com empresas e infra-estrutura tecnológica. A maneira como os institutos gerem seus processos de aprendizagem intra-organizacionais, assim como as ligações que eles estabelecem, relacionam-se ao desenvolvimento de suas competências tecnológicas, conforme destacado em Figueiredo *et al*. (2003).

Essa seção apresenta os modelos analíticos utilizados no exame das fontes internas e externas utilizadas pelos institutos estudados na construção de suas competências tecnológicas. Primeiramente, apresenta-se o modelo analítico relativo aos processos de aprendizagem intra-organizacionais, responsáveis pelo desenvolvimento de competências tecnológicas a partir de esforços depreendidos pelo próprio instituto. Posteriormente, apresenta-se o modelo para exame das ligações estabelecidas pelos institutos estudados com empresas e outros componentes da infra-estrutura tecnológica.

3.4.1 MODELO PARA DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS

A aprendizagem tecnológica é usualmente definida em dois sentidos. O primeiro relaciona-se aos conceitos de melhoria do desempenho operacional, produtividade e curvas de aprendizagem, utilizados no campo da microeconomia. O segundo refere-se aos diferentes processos de aquisição de conhecimento pelos indivíduos e de conversão para a organização.

Na presente dissertação, aprendizagem é entendida no último sentido definido. Aprendizagem, assim, são os processos mediante os quais habilidades e conhecimentos são adquiridos por indivíduos e convertidos, por meio deles, para a organização, conforme afirma Bell (1984). Quanto ao conhecimento tecnológico, grande parte deste é tácito e específico para várias firmas e mercados. Por isso, como argumentam Nelson e Winter (1982), a acumulação de conhecimento depende em profundidade de processos de aprendizagem específicos.

A avaliação dos processos de aprendizagem utilizados pelos institutos pesquisados ao longo de sua existência é feita à luz do modelo analítico para processos de aprendizagem intra-organizacionais desenvolvido por Figueiredo (2001), apresentado na Tabela 3.3. Em tal modelo analítico, os processos de aprendizagem são relacionados com suas características-chave, estabelecendo-se níveis de desenvolvimento de tais características em cada um dos processos. São quatro os processos de aprendizagem: aquisição interna e externa de conhecimento (processos de aquisição), compartilhamento e codificação de conhecimento (processos de conversão).

Os processos de aquisição externa são aqueles pelos quais os indivíduos adquirem conhecimento tácito e explícito fora da empresa. Os processos de aquisição interna de conhecimento referem-se à aquisição de conhecimento tácito por parte dos indivíduos ao desempenharem diferentes atividades na firma. Os processos pelos quais os indivíduos compartilham seu conhecimento tácito são os processos de compartilhamento de conhecimento; o conhecimento tácito é transmitido de um indivíduo para outros a partir do compartilhamento de experiências. Por fim, os processos de codificação de conhecimento são aqueles pelos quais o conhecimento tácito torna-se explícito.

Quanto às características-chave, elas são as seguintes: variedade, intensidade, funcionamento e interação. A variedade refere-se à presença de diferentes processos de aprendizagem em uma firma. A intensidade é a criação, o uso, o aperfeiçoamento e o fortalecimento dos processos de aprendizagem ao longo do tempo. O funcionamento é o modo como tais processos operam ao longo do tempo. Finalmente, a interação refere-se à forma como os processos de aprendizagem influenciam-se. Neste estudo, por conta das restrições temporais, optou-se por examinar apenas a característica-chave variedade.

Tabela 3.3: Processos de aprendizagem intra-organizacionais e suas características-chave

Processos de Aprendizagem Intra-organizacionais		Características-chave dos processos de aprendizagem intra-organizacionais			
		Variedade	**Intensidade**	**Funcionamento**	**Interação**
		Ausente - Presente [Limitada-Moderada-Diversa]	Baixa - Intermitente - Contínua	Ruim - Moderado - Bom	Fraca - Moderada - Forte
Processos de Aquisição de Conhecimento	Aquisição Externa de Conhecimento	Preseça/Ausência de processos para adquirir conhecimento localmente ou no exterior (ex: treinamento, fornecedores, usuários, contratação de *expertise*, laboratórios, universidades, assistência técnica).	Modo como a empresa usa este processo ao longo do tempo. Pode ser contínua, intermitente ou baixa.	Modo como o processo foi criado e modo como ele opera ao longo do tempo.	Modo como um processo influencia outro processo de aquisição externa ou interna.
	Aquisição Interna de Conhecimento	Preseça/Ausência de processos para adquirir conhecimento em ativ(s) internas de rotina ou inovadoras (ex: experimentação sistemática, treinamento).	Modo como a empresa diferentes processos para aquisição interna de conhecimento.	Modo como o processo foi criado opera ao longo do tempo; tem implicações para variedade e intensidade.	Processo de conhecimento interno pode ser influenciado por processos de aquisição externa.
Processos de Conversão de Conhecimento	Compartilhamento de Conhecimento	Presença/Ausência de diferentes processos por meio dos quais indivíduos compartilham seu conhecimento tácito (ex: solução compartilhada de problemas, times, rotação no trabalho, treinamentos diversos, prototipagem).	Modo como processos prosseguem ao longo dos anos. Intensidade contínua do processo de compartilhamento pode influenciar codificação de conhecimento.	Modo como mecanismos de compartilhamento são criados e operam ao longo do tempo. Tem implicações para variedade e intensidade do processo de conversão.	Condução de diferentes conhecimentos tácitos para um sistema efetivo. Compartilhamento pode ser influenciado por processos de aquisição externa e interna.
	Codificação de Conhecimento	Presença/Ausência de diferentes processos para formatar o conhecimento (ex: manuais, formatos organizados, *software*, padrões, projetos, procedimentos).	Modo como processos como padronização de operações são repetidamente feitos. Codificação ausente/intermitente pode limitar a aprendizagem organizacional.	Modo como a codificação do conhecimento foi criada e opera ao longo do tempo. Tem implicações para o funcionamento de todo o processo de conversão.	Modo como a codificação do conhecimento foi influenciada por processos de aquisição ou por processos de compartilhamento.

Fonte: Figueiredo, 2001.

3.3 MODELO PARA DESCRIÇÃO DAS LIGAÇÕES ESTABELECIDAS POR INSTITUTOS DE PESQUISA COM INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA E EMPRESAS

As ligações (ou *links*) que os institutos estabelecem com a infra-estrutura tecnológica local são um componente fundamental para o fortalecimento de suas competências tecnológicas. O modelo utilizado para a análise de tais ligações foi o desenvolvido por Vedovello (1995, 2001), o qual explora não somente as ligações que os institutos de pesquisa estabelecem com empresas, como também aquelas estabelecidas com a própria infra-estrutura tecnológica.

O modelo baseia-se em uma taxonomia que considera a formalidade das ligações, ou seja, o comprometimento dos agentes envolvidos e o pagamento, ou não, de taxas e *overheads* em virtude dessas interações. As ligações resultantes dessas considerações (Tabela 3.4) estão divididas em três grupos principais: ligações informais, ligações de recursos humanos e ligações formais.

Ligações Informais - Por meio desse conjunto de ligações, as empresas, em suas buscas por soluções técnicas ou em suas tentativas de implementar uma inovação, estabelecem contatos com um conjunto de informações e conhecimentos, *expertise* e equipamentos disponíveis nos institutos tecnológicos (e universidades). Por outro lado, institutos tecnológicos (e universidades) estabelecem contato com empresas e suas competências técnicas e científicas. O estabelecimento desses *links* não implica a existência de um contrato formal entre os parceiros, mesmo quando pequenos pagamentos estão envolvidos.

Ligações de Recursos Humanos - Esse tipo de ligação relaciona-se com aprimoramento, treinamento e recrutamento e/ou alocação de força de trabalho qualificada. Empresas, por exemplo, podem desejar estreitar seus laços com institutos tecnológicos (e academia) por meio de suporte ou absorção de mão-de-obra qualificada. Esse grupo de *links* também amplia as possibilidades de promover-se educação técnica e continuada em áreas específicas de interesse das firmas. Pela perspectiva dos institutos tecnológicos (e universidades), pesquisadores individuais ou uma determinada unidade podem desejar fortalecer os laços com empresas com o intuito de: (1) aumentar as possibilidades de

alocação de mão-de-obra qualificada; (2) estender a sua base educacional e o seu portfólio de pesquisa.

Ligações Formais - Por meio desse conjunto de *links*, as empresas, ao ficarem cientes dos recursos disponíveis nos institutos tecnológicos (e nas universidades) - conhecimento e informação, recursos humanos e equipamentos - podem ter interesse em contratar o uso desses equipamentos, contratar projetos de pesquisa ou desenvolver pesquisas conjuntas, a fim de complementar seu esforço tecnológico interno. Pela perspectiva dos institutos tecnológicos (e universidades), eles podem desejar usar equipamentos industriais ou oferecer sua *expertise* científica a empresas e, assim, aumentar seu portfólio de pesquisa. Usualmente, esses *links* pressupõem o estabelecimento de contratos formais entre os parceiros, com comprometimento de ambas as partes e realização de pagamentos previamente acordados.

Tabela 3.4: Natureza das ligações com empresas e infra-estrutura tecnológica

Ligações Informais	**1.** Contatos informais com pesquisadores / empresários
	2. Acesso à literatura especializada
	3. Acessos à pesquisa de departamentos específicos
	4. Participação em seminários e conferências
	5. Acessos a equipamentos da universidade e/ou dos institutos de pesquisa e/ou das empresas
	6. Participação em programas específicos (educacionais e de treinamento)
	7. Outras ligações informais (especificar)
Recursos Humanos	**8.** Envolvimento de estudantes em projetos
	9. Recrutamento de recém-graduados
	10. Recrutamento de cientistas e engenheiros mais experientes
	11. Programas de treinamento formalmente organizados para atender às necessidades dos recursos humanos
	12. Ouras ligações de recursos humanos (especificar)
Ligações Formais	**13.** Consultoria desenvolvida por pesquisadores ou consultores
	14. Análises e testes (ensaios técnicos)
	15. Serviços de atualização de acervo (normas técnicas utilizadas, patentes)
	16. Respostas técnicas (diagnóstico de problemas em termos de processo produtivo)
	17. Estabelecimento de contratos de pesquisa (como desenvolvimento de *software*)
	18. Estabelecimento de pesquisa conjunta
	19. Outras ligações formais (especificar)

Fonte: Vedovello (1995, 2001).

Além das ligações em si, o modelo elaborado por Vedovello (1995, 2001) examina também os aspectos que permeiam essas ligações, a saber: natureza das ligações, sua freqüência, os resultados que delas emergem e benefícios para os parceiros - conforme

apresentado na Tabela 3.5. Além disso, as ligações serão identificadas tanto no âmbito nacional quanto no âmbito internacional.

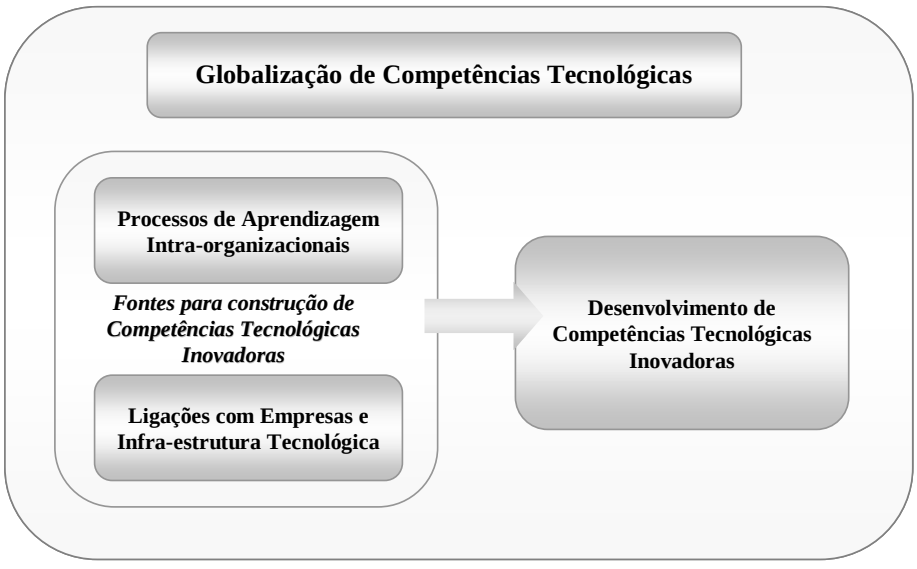
Tabela 3.5: Níveis de classificação das ligações

Em termos de Freqüência	**F1** = até 2 vezes ao ano
	F2 = de 3 a 6 vezes ao ano
	F3 = uma vez por mês
	F4 = uma vez por semana ou mais
Em termos de Resultados Obtidos	**R1** = Conselhos verbais
	R2 = Fornecimento de informações
	R3 = Relatórios
	R4 = Implementação de programas específicos
	R5 = Especificações de *design*
	R6 = Protótipos
	R7 = Patentes
	R8 = Outros (especificar)
Em termos de Benefícios Alcançados	**B1** = nehum
	B2 = pequeno benefício
	B3 = benefício moderado (complementar)
	B4 = grande benefício (crucial)

Fonte: Vedovello (1995, 2001).

Assim, nesta dissertação, utilizam-se os modelos apresentados anteriormente para examinar os níveis de competências tecnológicas nos institutos da amostra, bem como as fontes utilizadas pelos mesmos para construí-las, conforme representado a seguir, na Figura 3.3.

Figura 3.3: Representação do modelo de análise da dissertação



Fonte: elaboração da autora.

Muito embora reconheça a existência de outras fontes que também influenciam o desenvolvimento de competências tecnológicas, esta dissertação está focada no exame dos processos de aprendizagem intra-organizacionais e das ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas. Reconhece-se que, além das ligações examinadas, outros fatores externos ao ambiente dos institutos também influenciam os níveis de competências tecnológicas dos mesmos. Entre esses fatores estão, por exemplo, condições de mercado e políticas governamentais macroeconômicas. Além disso, a acumulação de competências também pode ser influenciada por outros fatores como, por exemplo, a liderança e os valores dos institutos, conforme destaca Leonard-Barton (1998). Esses fatores, entretanto, estão fora do escopo desta dissertação. Finalmente, embora reconheça a relação entre competências tecnológicas e aprimoramento de performance técnico-econômica, esta dissertação não aborda as implicações do desenvolvimento de competências tecnológicas para a performance operacional dos institutos de P&D estudados.

CAPÍTULO 4

CONTEXTO EMPÍRICO DA DISSERTAÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se o contexto empírico no qual este estudo é realizado. A Seção 4.1 apresenta um breve panorama da indústria de tecnologia de informação e comunicação. A Seção 4.2 procura apresentar um panorama da indústria de TIC no Brasil, ressaltando o aparato institucional desenvolvido na década de 1990. Por fim, a Seção 4.3 sumaria a relevância do desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras para os institutos de P&D estudados.

4.1 BREVE PANORAMA DA INDÚSTRIA DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)

A indústria de tecnologia de informação e comunicação vem crescendo mundialmente desde a década de 1990. De acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) (1998), a tecnologia de informação e comunicação acabou se constituindo em infra-estrutura básica, uma vez que, atualmente, não há aspectos da vida humana que estejam dissociados de aplicações eletrônicas. Hoje, a TIC está presente na educação, no cultivo agrícola, no comércio varejista.

Ao se abordar a indústria de tecnologia da informação e comunicação, é necessário ter-se em mente as transformações que vêm ocorrendo nas áreas do conhecimento que regem os produtos de informática, assim como em seus processos produtivos. Hoje, o conteúdo referente a componentes (especialmente circuitos integrados) e *software* corresponde quase que à totalidade do valor de um equipamento. Dessa forma, a competitividade desse setor pode ser relacionada ao domínio científico das seguintes áreas:

(i) Microeletrônica: seu desenvolvimento e uso têm proporcionado a evolução dos equipamentos eletrônicos;

(ii) *Software*: conforme cresce o uso de processadores em equipamentos, aumenta o uso de aplicativos pra operá-los. Ao mesmo tempo, quanto mais o *hardware* se torna uma *commodity*, mais o preço do *software* se transforma no diferenciador do produto e na parte mais ponderável do valor agregado no equipamento. O grau de capacitação da indústria de *software* tornou-se, assim, um dos pilares do desenvolvimento do setor de TIC.

(iii) Redes de Comunicação: a interligação de redes locais, regionais e globais, bem como a prestação de serviços por meio dessas redes, é tida como fronteira mercadológica atual;

(iv) Multimídia: a integração digital de dados, texto, voz e imagens proporciona a geração de novas aplicações em vários campos de atividades, como televisão, medicina, educação;

(v) Comunicação sem fio (*wireless*): sistemas de rádio celular digitalizados, com melhor aproveitamento do espectro de radiofreqüências, que possibilitam novas aplicações em telecomunicações (destaca-se a comunicação via satélite);

(vi) Optoeletrônica: conforme aumenta o volume de informação que trafega entre e intra equipamentos, a tecnologia eletrônica é substituída pela fotônica, tendo o laser e a fibra óptica como dispositivos centrais dessa mudança. Destacam-se suas aplicações no processamento de dados e na formação de imagens.

Os números[4] da indústria de tecnologia de informação e comunicação revelam-se significativos quando comparados com outros referenciais. Em 1992, por exemplo, a indústria de TIC, empregou em torno de 3,6 milhões de pessoas nos EUA e cerca de 10,5 milhões de pessoas em todo o mundo. O número de americanos empregados no setor de TIC é maior que o número, somado, de americanos que trabalham nas indústrias automobilística, siderúrgica, de mineração e refino de petróleo. A previsão é de que, nos próximos anos, a indústria em questão gere 20 milhões de empregos em todo o mundo. Já

[4] *Fonte*: Ministério da Ciência e Tecnologia (1998).

em 1995, os gastos corporativos mundiais com computadores giraram em torno de US$ 1 trilhão, excedendo os lucros totais de 13.400 das maiores empresas globais.

O investimento estruturado em atividades de P&D tem sido abordado como uma estratégia importante para dar suporte ao desenvolvimento da indústria de TIC, tanto em países industrializados quanto em países emergentes. Há uma percepção crescente da sociedade sobre a relevância de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) como fator crítico para desenvolvimento e bem-estar das nações.

A OECD (2003) destaca que, durante o período de 1992-2000, o investimento em conhecimento[5] - 4,5% ao ano - em seus países membros cresceu a uma taxa maior do que os investimentos em capital físico - 4% ao ano. Essa tendência é ainda maior no bloco europeu: 4,2% contra 2,4% ao ano. Mesmo os países emergentes da OECD apresentam participação crescente nos investimentos em atividades de P&D mundiais, sustentando a percepção de que essa trajetória deverá seguir nos próximos anos.

Ainda no escopo da OECD, para o ano 2000, as taxas de investimento mais elevadas em questões relacionadas a conhecimento, como percentual do PIB, são encontradas em Suécia (7,2%), EUA (6,8%) e Finlândia (6,2%) - para uma média anual de 4,8%. Caso sejam considerados os gastos em P&D, a taxa média é de 2,2%. Nesse mesmo ano, o Brasil alcança a taxa de 1%, estando próximo de Espanha (0,94%) e Portugal (0.8%) e acima da média de outros países latino-americanos (0,6%).

De maneira geral, desde 1990, os governos vêm reduzindo sua participação no financiamento de atividades de P&D. Em países desenvolvidos, empresas aparecem como a principal fonte de recursos para atividades domésticas de P&D, respondendo (em 2001), no âmbito da OECD, por 63% (2,3% do PIB) dos investimentos nessa área. No entanto, o governo ainda representa a fonte principal de recursos financeiros para um terço dos países da OECD, como Portugal (61,2%), Polônia (64,3%) e México (61,3%). No caso brasileiro, o governo, em 2001, é responsável pelo financiamento de 58,4% de todas as atividades nacionais de P&D, enquanto as firmas contribuem com 39,9%. Taiwan e Cingapura são

[5] O Investimento em conhecimento representa a soma dos gastos com P&D, gastos com ensino superior (público e privado) e investimento em *software*.

exceções dentre as economias emergentes, uma vez que suas firmas privadas lideram os investimentos em P&D.

Os incentivos fiscais têm sido cada vez mais utilizados nos países de OECD como mecanismo para incentivar os investimentos privados. Espanha e Portugal, por exemplo, concedem os níveis mais elevados de subsídios fiscais para grandes empresas - 0,44 e 0,34 para cada dólar americano investido em P&D.

4.2 BREVE PANORAMA DA INDÚSTRIA DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO BRASIL

A tecnologia de informação e comunicação é reconhecida nacionalmente como meio capaz de alavancar a modernização e a competitividade de todos os setores produtivos da atividade econômica de um país e, conseqüentemente, apoiar seu desenvolvimento sócio-econômico, como destacado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (1998). O mercado brasileiro de TIC se destaca na América Latina, com relevante volume de comercialização bruta[6] e de recursos humanos qualificados.

Segundo dados do MCT (1998), hoje, o Brasil detém a maior indústria de informática e telecomunicações da América Latina. Em 1993, a comercialização de 500 empresas que atuam no setor (englobando as grandes e parte das micro, pequenas e médias empresas) foi de R$ 8,4 bilhões. Em 1995, esse valor subiu para R$ 11,3 bilhões, correspondendo a um crescimento anual da ordem de 15% para o período. No ano de 1997, o volume de comercialização no mercado interno foi de R$ 15 bilhões, dos quais R$ 9,2 bilhões estiveram comprometidos com os incentivos da Lei de Informática.

Em termos de recursos humanos, em 1998[7], dos 100.000 postos de trabalhos diretos, cerca de 40.000 foram ocupados por colaboradores com formação acadêmica superior, nos níveis de graduação ou pós-graduação, estando mais de 10% do total envolvidos em atividades de P&D. Adicionalmente, o Brasil concentra centros de excelência acadêmica

[6] Segundo estimativas do MCT, o volume de comercialização bruta girou em torno de R$17 bilhões em 1998.
[7] Segundo Ministério da Ciência e Tecnologia (1998).

nas áreas de engenharia e ciência da computação, os quais contribuem para a formação de profissionais com mestrado e doutorado. Segundo o MCT (1998), em 1980, havia menos de 200 doutores em informática no Brasil; em 1998, esse número era quase quatro vezes maior.

O setor de TIC nacional tem apresentado taxas de crescimento superiores à média de outros segmentos industriais, demonstrando potencial de crescimento do mercado interno. Além da influência sobre o mercado de TIC no Mercosul, o Brasil se constitui em um dos maiores mercados para produtos de telecomunicações na atualidade. O país vem utilizando o tamanho de seu mercado interno (e o mercado do Mercosul), junto aos incentivos da Lei de Informática (abordada na subseção 4.2.1.2), para atrair investimentos voltados para a exportação e estimular a fixação de plantas industriais no país.

As empresas do setor de TIC, em 1998, investiam cerca de 5% de seu faturamento em P&D[8]. Paralelamente, universidades e centros de pesquisa vêm se tornando parceiros das empresas desse setor, buscando recursos empresariais para desenvolver projetos de P&D. Segundo o MCT (1998), por meio de recursos provenientes da Lei de Informática, os investimentos empresariais em implantação, modernização e ampliação industrial passaram de R$ 151 milhões, em 1991, para mais de R$ 600 milhões, em 1998.

Em termos de *software* especificamente, o tamanho e a sofisticação do mercado e a qualificação dos recursos humanos destacam-se na indústria brasileira, segundo estudo da SOFTEX (2002). A indústria de *software* nacional tem sido comparada às indústrias de China e Índia. A indústria nacional, no entanto, apresenta especificidades internas - históricas, institucionais - que a distinguem dessas outras duas, sugerindo o desenho e a implementação de estratégias competitivas diferentes.

Hoje, o Brasil é o sétimo mercado de *software* do mundo. Segundo a SOFTEX (2003), o mercado nacional de *software* vem crescendo a uma taxa média de 11% ao ano desde 1995. Essa taxa é aproximadamente três vezes maior do que a do mercado de *hardware* e cerca de cinco vezes maior do que a taxa de crescimento do PIB.

[8] segundo Ministério da Ciência e Tecnologia (1998).

4.2.1 A INDÚSTRIA DE TIC E A POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO BRASIL

Segundo Figueiredo *et al*. (2004), a política científica e tecnológica passou a fazer parte da agenda formal do governo brasileiro durante a década de 1970, com a elaboração e implementação do I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND, 1972/74) e do I Plano Básico para Desenvolvimento Científico e Tecnológico (I PBDCT, 1973/74), seguido pelos II e III PBDCT. A partir de então, instituições e órgãos governamentais ligados à coordenação, financiamento e execução de atividades científicas, tecnológicas e inovadoras foram implementados e fortalecidos.

No final da década de 1990, o governo brasileiro, por meio do MCT, mapeou os componentes do Sistema Brasileiro de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) considerados necessários para o desenvolvimento nacional. Como resultado desse trabalho, em setembro de 2001, atentando-se para o período de 2002-2012, foi lançado o Livro Branco da Ciência, Tecnologia e Inovação, cujo objetivo principal é "achar os caminhos que possam contribuir com a construção de um país mais dinâmico, competitivo e socialmente justo" (MCT/Academia Brasileira de Ciências, 2001, p. 21).

Muitas das idéias centrais e proposições que emergem desse estudo, no entanto, já haviam sido identificadas durante a implementação do I PBDCT. Diversos fatores podem explicar as descontinuidades políticas ao longo do tempo, como: (i) falta de convergência política entre áreas inter-relacionadas (política industrial, política de C,T&I, política educacional); (ii) falta de continuidade em termos de política de C,T&I e recursos financeiros; (iii) rupturas em aspectos organizacionais, institucionais e gerenciais que permearam o desenho e a implementação da política nacional de C,T&I.

Não se pode, entretanto, mesmo diante dessas críticas, negligenciar o esforço feito governo brasileiro no sentido de estabelecer mecanismos e políticas que busquem produzir um cenário de C,T&I dinâmico, capaz de tornar o país competitivo internacionalmente. A formação de uma estrutura científico-tecnológica permitiu que o país avançasse em diversas frentes. O número de doutores treinados interna e externamente, por exemplo, cresceu de menos de 600, em 1980, para 6.000, em 2000 (Figueiredo *et al*., 2003). O número de artigos científicos nacionais cotados pelo Índice de Citação Científica cresceu

de 1.500, em 1980, para mais de 10.000, em 2000. Assim, em termos de disponibilidade de recursos humanos altamente qualificados, o Brasil, hoje, apresenta uma performance mais robusta do que há 20 anos atrás.

A Tabela 4.1, abaixo, sumaria as principais políticas adotadas pelo governo brasileiro relativas ao setor de tecnologia de informação e comunicação entre as décadas de 1970 e 1990.

Tabela 4.1: Principais políticas relacionadas ao setor de TIC implementadas pelo governo brasileiro: 1970 a 1999

Ano	Política	Observações
Décadas de 1970 e 1980	Política de reserva de mercado para *hardware* (substituição de importações)	Estimular crescimento autônomo de empresas domésticas, limitando a incorporação de tecnologias externas por meio da interação com ETNs. Eperava-se o desenvolvimento de competências tecnológicas e a geração de inovações em empresas nacionais a partir do protecionismo.
1984	Lei de Informática (Lei 7.332)	Estabelecer linhas de conduta para a política de informática nacional.
Década de 1990	Liberalização das importações abertura de mercado	Tirar proveito do crescimento das taxas de comércio internacional, visando ao crescimento sustentado da economia nacional para dar fim ao período de estagnação conhecido como década perdida (1980).
1991 (efetivamente em 1993)	Lei de Informática (Lei 8.248/91) para preservar atividades de manufatura e P&D locais na indústria de TIC.	Conceder às empresas qualificadas redução de impostos caso seus produtos fossem manufaturados com deterinado nível de componentes domésticos, desenvolvessem tecnologia local e investissem parte de seu faturamento em P&D. Essa Lei contribuiu para o estabelecimento da capacidade de desenvolvimento de *software* e vigorou até 2001, quando foi alterada. A Lei 10.761/01 mantém o espírito da Lei anterior, mas altera as parcelas de incentivos e estipula que parte dos investimentos devem ser direcionados para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.
1992	Fim da reserva de mercado	Substituída por uma política orientada para o mercado, a qual buscou preservar as competências adquiridas pelas empresas nacionais no período anterior, bem como equilibrar o déficit comercial estimulando ETNs a estabelcer localmente a produção de *hardware* .
1992	Programa para o Desenvolvimento Estratégico em Informática (DESI), lançado pelo MCT	Uma das medidas mais relevantes foi a criação do SOFTEX 2000 - Programa Nacional para Exportação de *Software* , voltado para a criação de uma indústria nacional orientada para a exportação.

Fonte: Adaptado de Figueiredo *et al*. (2003).

Adicionalmente, as políticas governamentais estabelecidas pelo atual governo brasileiro, empossado em 2003, estão orientadas para a busca de competitividade internacional da indústria brasileira de TIC, especialmente *software*. A Política Industrial, Tecnológica e de

Comércio Exterior (PITCE) estabelecida pelo atual governo considera a indústria de *software* um setor estratégico[9].

Para o atual governo, inovação e desenvolvimento tecnológico, aliados à modernização industrial, são os pilares de suas políticas que visam a dar suporte ao desenvolvimento econômico nacional, propiciando maior eficiência e competitividade às empresas brasileiras. Para atingir esses objetivos, uma série de ajustes políticos foi implementada recentemente, conforme destacado em Figueiredo *et al*. (2004), a saber:

(i) Após anos sem uma política tecnológica e industrial explícita, foi lançada, no primeiro semestre de 2004, a PITCE, visando a estabelecer guias e diretrizes de suporte ao desenvolvimento tecnológico e industrial, bem como a geração de receita internacional;

(ii) Implementação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) - ligado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDICE) -, cujo objetivo maior é o desenho, a preposição e a implementação da política industrial no nível federal (PITCE);

(iii) Implementação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), unidade de suporte (ao CNDI e ao governo federal) na tomada de decisões referentes à política industrial e articuladora de instituições públicas envolvidas na política industrial;

(iv) Fortalecimento do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), constituído por ministros e representantes do setor produtivo e da comunidade científica, cujo objetivo é dar suporte à presidência no desenho e implementação da política científica e tecnológica;

(v) Reestruturação da gestão dos Fundos Setoriais (FS), permitindo a participação crescente de diversos segmentos no processo de tomada de decisão, além de a

[9] Os outros setores considerados estratégicos são: semicondutores, bens de capital e farmacêutico.

gestão, planejamento, definição e monitoramento conjuntos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação;

(vi) Criação da Lei de Inovação, que aborda novos mecanismos de gestão e aplicação de recursos para pesquisa cientifica e tecnológica e para atividades de inovação, buscando fortalecer as sinergias entre instituições científicas e tecnológicas (ICTs[10]) e setor privado.

4.2.1.1 OS FUNDOS SETORIAIS (FS)

Além da estrutura científica e tecnológica, cabe mencionar a construção de um conjunto de fundos financeiros para complementar as fontes financeiras tradicionais que dão suporte às atividades científicas, tecnológicas e inovadoras, como os Fundos Setoriais (FS), abordados na Tabela 4.2. Os Fundos setoriais, resultado de uma engenharia econômica inovadora, são alimentados por recursos de setores produtivos selecionados.

O CT-INFO, por exemplo, é constituído por um mínimo de 0,5% das receita bruta de empresas que recebem incentivos da Lei de Informática para desenvolver ou produzir bens e serviços de informática e automação. Já o Funttel é o único Fundo Setorial que se encontra no Orçamento do Ministério das Comunicações e não no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), como os demais fundos.

Os FS buscam garantir o fortalecimento e a estabilidade dos recursos financeiros voltados para as atividades de C,T&I e, simultaneamente, a geração de um novo modelo gerencial. A racionalidade para sua implementação é permitir ampla participação da sociedade nas atividades de C,T&I, o estabelecimento de estratégias de longo prazo e a definição de prioridades focando-se em resultados.

[10] ICTs, segundo o MCT (2003), representam órgãos ou entidades da administração pública federal direta e indireta que desenvolvam atividade de caráter científico ou tecnológico.

Tabela 4.2: Os Fundos Setoriais (FS)

Fundos Setoriais (FS)	Setor Produtivo	Ano de Criação	Fonte de Recursos
CT-Petro (Lei 9.478)	Óleo e gás	1997	25% da parcela do valor dos *royalties* que exceder a 5% da produção de petróleo e gás natural.
CT-Energ (Lei 9.991)	Energia	2000	De 0,75% a 1% sobre o faturamento líquido de empresas de energia elétrica.
CT-Hidro (Lei 9.993)	Recursos hídricos	2000	6% do valor da produção e geração de energia elétrica).
CT-Transpo (Lei 9.992)	Transportes	2000	10% da receita do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes em contratos firmados com operadoras de telefonia, empresas de comunicações e similares, que utilizem a infra-estrutrura de serviços de transporte terrestre da União.
CT-Mineral (Lei 9.993)	Minério	2000	2% da compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CEFEM), paga pelas empresas do setor mineral detentoras de direitos de mineração.
CT-Espacial (Lei 9.994)	Espacial	2000	25% das receitas de utilização de posições orbitais; 25% das receitas auferidas pela União relativas a lançamentos; 25% das receitas auferidas pela União relativas à comercialização dos dados e imagens obtidos por meio de rastreamento, telemedidas e controle de foguetes e satélites; e o total da receita auferida pela Agência Espacial Brasileira (AEB) decorrente da concessão de licenças e autorizações.
Funttel (Lei 10.052)	Telecomunicações	2000	0,5% sobre o faturamento líquido das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações e contribuição de 1% sobre a arrecadação bruta de eventos participativos realizados por meio de ligações telefônicas, além de um patrimônio inicial resultante da transferência de R$ 100 milhões do FISTEL (*).
Fundo Verde Amarelo (Leis 10.168 e 10.332)	Interação universidade-indústria	2000	50% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, *royalties* , serviços técnicos especializados.
CT-Infra (Lei 10.197)	Infra-estrutura	2000	20% dos recursos destinados a cada Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
CT-Agro (Lei 10.332)	Agronegócios	2000	10% de pagamento de *royalties* , assistência técnica e serviços técnicos especializados.
CT-Biotec (Lei 10.332)	Biotecnologia	2000	10% de pagamento de *royalties* , assistência técnica e serviços técnicos especializados.
CT-Saúde (Lei 10.332)	Saúde	2000	10% de pagamento de *royalties* , assistência técnica e serviços técnicos especializados.
CT-Aeronáutico (Lei 10.332)	Aeronáutica	2000	10% de pagamento de *royalties* , assistência técnica e serviços técnicos especializados.
CT-Amazônia (Lei 10.176)	Atividades de P&D na região amazônica	2001	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas que tenham como finalidade a produção de bens e serviços de informática industrializados na Zona Franca de Manaus.
CT-Info (Lei 10.176)	Informática	2001	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas de desenvolvimento ou produção de bens e serviços de informática e automação que recebem incentivos fiscais da Lei de Informática.

Fonte: Adaptado de Figueiredo *et al*. (2004).

De acordo com Figueiredo *et al*. (2003), os principais desafios enfrentados pelos Fundos Setoriais são: (i) a modernização e o fortalecimento da infra-estrutura de C,T&I; (ii) a promoção de sinergias entre universidades, centros de pesquisa tecnológicos e setor produtivo; (iii) a criação de novos incentivos para os investimentos privados em C,T&I; (iv) a geração de conhecimento e inovação, que pode contribuir para a solução de problemas nacionais; (v) a promoção de uma melhor articulação entre desenvolvimento científico e tecnológico.

Mesmo sendo uma ferramenta financeira para C,T&I relativamente nova e não havendo um método de avaliação consistente, é possível observar que a implementação dos Fundos Setoriais promoveu certa estabilidade em termos de recursos financeiros para determinados segmentos, inclusive o de TIC, a partir de um modelo mais transparente para programas de gerenciamento. Adicionalmente, os FS promoveram a redução de desigualdades regionais em termos de financiamento, bem como fortaleceram a interação entre universidade e indústria.

4.2.1.2 A LEI DE INFORMÁTICA (LI)

Para a proposta deste estudo, é também relevante destacar o papel da Lei de Informática (LI) de estimular o desenvolvimento de competências inovadoras na indústria eletrônica (e segmentos correlacionados, como TIC) no Brasil. Implementada em 1993 (Lei 8.248/91), a Lei de Informática foi recentemente estendida até o ano de 2009 (Lei 10.176/01). Atualmente, o Congresso Brasileiro está discutindo a possibilidade de estender tal Lei até o ano 2019, mas essa discussão está inserida em uma mudança política maior na perspectiva macroeconômica (como a reforma monetária).

A Lei de Informática parece ter contribuído para a atração de diversas empresas transnacionais da indústria de eletrônica para o Brasil. Os incentivos concedidos (redução de taxas incidentes sobre a produção industrial e subseqüente redução gradual de seu valor) requerem, em contra-partida, a aplicação de 5% da receita bruta das empresas beneficiadas em atividades de P&D. As atividades de P&D, por sua vez, devem ser tanto desenvolvidas internamente, pela própria empresa, quanto contratadas de universidades e institutos de P&D locais (nacionais). Além disso, 0,5% desses recursos devem ser direcionados para o Fundo Setorial específico para Informática, o CT-INFO.

De acordo com Figueiredo *et al*. (2003), a Lei de Informática também parece estar contribuindo, indiretamente, para a educação e o treinamento de engenheiros e pesquisadores locais. Esse conjunto de fatores - recursos financeiros, atração de ETNs, aprimoramento das competências dos recursos humanos - vem guiando a construção de um ambiente dinâmico e pró-ativo, onde atividades de pesquisa e desenvolvimento podem ser desenvolvidas. Tal fato, por sua vez, gera benefícios tanto para empresas locais e ETNs quanto para a infra-estrutura nacional.

4.3 RELEVÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS INOVADORAS PARA OS INSTITUTOS DE P&D ESTUDADOS

O setor de tecnologia de informação e comunicação é caracterizado por dinamismo e diversidade. Nesse setor, novas tecnologias são geradas a cada dia. Dessa maneira, a sustentação da competitividade de organizações desse setor parece estar relacionada ao desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras. Essas competências inovadoras, por sua vez, devem estar relacionadas não apenas aos produtos e soluções que são gerados para o mercado, mas também às práticas internas dessas organizações. A capacidade de estruturar e padronizar seus próprios processos internos de desenvolvimento de *software*, por exemplo, é crítica para as organizações do setor de TIC. Da mesma maneira, é importante que os projetos desenvolvidos por essas organizações estejam baseados em práticas formais de gerenciamento de projetos.

Por outro lado, o fortalecimento do setor de TIC também é influenciado por políticas governamentais de fomento. No Brasil, apesar da atual discussão em torno do uso efetivo dos recursos da Lei de Informática e dos Fundos Setoriais, tais medidas permitiram a criação de um ambiente mais competitivo, tanto interna quanto externamente. Além da criação de novos institutos de P&D em todas as regiões do país, há a capacitação dos colaboradores desses institutos. Há, ainda, a atração de empresas transnacionais para o país, tanto pela realização de projetos tecnológicos com institutos nacionais quanto pela criação de subsidiárias.

Esses fatores parecem apontar para a relevância do desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras nas organizações do setor de TIC, em especial nos institutos de P&D. Inseridos em um contexto de competitividade global, e cada vez mais procurados por ETNs, é importante que esses institutos sejam capazes de realizar suas atividades com a mesma velocidade em que elas são realizadas nos institutos mundiais. Para tanto, é fundamental que eles desenvolvam e sustentem competências tecnológicas inovadoras.

CAPÍTULO 5

DESENHO E MÉTODOS DA DISSERTAÇÃO

Este capítulo aborda desenho e métodos utilizados nesta dissertação. Na Seção 5.1 são apresentadas as questões que guiam o estudo. Na Seção 5.2, é apresentada a amostra da dissertação. Na Seção 5.3, descrevem-se os procedimentos para adaptação do modelo analítico para exame do desenvolvimento de competências tecnológicas em organizações do setor de tecnologia da informação e comunicação. Em seguida, nas Seções 5.4 e 5.5, são abordados, respectivamente, os tipos e as fontes de informação. Na Seção 5.6, apresentam-se os procedimentos de análise de dados. Por fim, na Seção 5.7, apresenta-se o critério para classificação da característica-chave variedade dos processos de aprendizagem intra-organizacionais.

5.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação busca examinar as seguintes questões:

(4) Até que ponto há, no Brasil, evidências de globalização de atividades inovadoras no setor de tecnologia de informação e comunicação?

(5) Mais especificamente, quais são as competências tecnológicas dos institutos de P&D pesquisados e as principais fontes para construí-las, ao longo de sua existência?

(6) À luz de (1) e (2), quais são as implicações para a literatura existente e para a formulação de políticas e de estratégias de gestão? Em outras palavras, quais as recomendações para apoiar políticas e estratégias que emergem a partir deste estudo?

5.2 AMOSTRA DA DISSERTAÇÃO

O critério-chave utilizado para composição da amostra do estudo foi o de amostra intencional. Conforme descrito em Patton (1990), a amostra intencional permite a seleção de casos representativos, os quais podem ser fonte de informações centrais para que os propósitos da pesquisa sejam alcançados.

Dessa maneira, a composição da amostra obedeceu a três tipos de critérios, a saber: (i) localização; (ii) idade; e (iii) natureza dos institutos. O primeiro critério, localização, refere-se à dispersão geográfica dos institutos de P&D no território nacional. Em termos de localização, buscou-se compor a amostra por institutos geograficamente distribuídos em todas as regiões do Brasil. A partir do segundo critério, idade, relativo à data de criação dos institutos, procurou-se trabalhar com institutos de P&D criados em momentos de tempo distintos, buscando-se desde institutos criados na década de 1960 a institutos de criação recente, como em 2001, por exemplo. Por fim, quanto ao terceiro critério, natureza dos institutos, buscou-se trabalhar com institutos de P&D públicos e privados, tanto ligados a universidades quanto independentes ou ligados a empresas.

Além disso, para a composição da amostra, também se considerou uma listagem de 172 instituições de ensino e pesquisa credenciadas pelo Ministério de Ciência e Tecnologia[11] (MCT) para receberem recursos da Lei de Informática e uma outra de 202 empresas atuantes nos segmentos de comércio eletrônico, informática e telecomunicações da Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE).

Dessa maneira, buscou-se formar uma amostra heterogênea que permitisse mensurar as competências tecnológicas dos institutos de P&D nacionais vocacionados para o setor de TIC, inclusive a partir de sua diversidade. A amostra deste estudo é, então, composta por 18 institutos (ou centros) de P&D vocacionados para o setor de TIC. Por fim, cabe ressaltar que a escolha desses 18 institutos foi também delineada pelas limitações financeiras e temporais para realização do estudo. A Tabela 5.1, a seguir, apresenta uma visão geral dos institutos que compõem a amostra da dissertação.

[11] Nos termos do Artigo 22 do Decreto de Lei n° 3.800, de 20 de abril de 2001.

Tabela 5.1: Visão geral dos institutos da amostra da dissertação

Instituto	Localização	Ano de Criação	Origem	Atividades Principais
Centro de Estudos em Telecomunicações **(CETUC/PUC-Rio)**	Rio de Janeiro (RJ)	1965	O CETUC é uma unidade complementar do Centro Técnico e Científico da PUC/Rio. Seu objetivo é realizar pesquisas, coordenar e exercer atividades de ensino e desenvolver projetos na área de Telecomunicações.	. Ensino; . Pesquisa Aplicada; e . Desenvolvimento de Modelos e de *software* para Telecomunicações.
Instituto Nacional de Telecomunicações **(Inatel)**	Santa Rita do Sapucaí (MG)	1965	Criado por um grupo de pesquisadores do estado de Minas Gerais. O Inatel é pioneiro no ensino de telecomunicações no Brasil.	. **Academia**: ensino e pesquisa (TIC). . **Serviços**: consultoria, treinamento, calibração e ensaio, análise de equipamentos e desenvolvimento de *software* e *hardware*.
Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande **(CCT/UFCG)**	Campina Grande (PB)	1974	. 1973 - criação do Departamento de Sistemas e Computação da Universidade Federal da Praíba (UFPB). . 1974 - as unidades da UFPB se tornam centros, sendo, então, constituído o CCT. Em abril de 2002, há a dissociação de UFPB e UFCG, que incorporou o CCT.	.Telecomunicações e Eletrônica (Departamento de Engenharia Elétrica); e .TI (Departamento de Ciência da Computação).
Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco **(CIn/UFPE)**	Recife (PE)	1974	O antigo Departamento de Ciência da Computação da UFPE se transformou no atual Centro de Informática.	· *Database*; · Engenharia Computacional / Ciências Computacionais; · Engenharia de *Software* e Programação de Linguagem; · Inteligência Computacional; · Redes e Sistemas distribuídos; e · Teoria da Computação.
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento **(CPqD)**	Campinas (SP) - sede; Vale do Silício (EUA) - subsidiária	1976	Criado pela Telebras.	Linhas de **Produtos**: · Serviços: consultoria, projetos, montagem, atividades laboratoriais, treinamento; · *Software*: sistemas de suporte operacional; e · Tecnologia Industrial (transferência tecnológica). Áreas de **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**: · Tecnologias de Transporte e de Redes de Telecomunicações; · Tecnologia de Serviços e Aplicações de Telecomunicações; e · Suporte a Operações e Negócios de Telecomunicações.

(continua)

Tabela 5.1: (continuação)

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica **(FUCAPI)**	Manaus (AM)	1982 (operações iniciadas em 1983)	Criada por uma iniciativa conjunta de três instituições: Federação das Indústrias do Estado do Amazonas (FIEAM), Centro da Indústria do Estado do Amazonas (CIEAM) e Grupo Executivo Interministerial de Componentes e Materiais (GEICOM).	. Ensino (profissionalizante, superior e especialização); . Desenvolvimento de *Software* e Aplicativos; . Atividades Laboratoriais; . Estudos Técnicos; . Serviços de Propriedade Intelectual; e . Centro Tecnológico Ambiental.
Fundação Centro de Referência em Tecnologias Inovadoras **(CERTI)**	Florianópolis (SC) - sede; Manaus (AM) - unidade independente	1984	Criada por uma iniciativa conjunta da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), empresas privadas, prefeitura e outras entidades governamentais – como o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT).	· Instrumentação; · Metrologia; e · Automação em qualidade de processos e produtos.
Sociedade para o Desenvolvimento da Tecnologia da Informação **(BRISA)**	Brasília (DF) - sede; Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP) - filiais	1988	Criada com o objetivo de apoiar fornecedores e usuários de tecnologia a produzir e adquirir informática e telecomunicações.	. Atividades de Experimentação para os setores de Eletrônica e Telecomunicações.
Centro Internacional de Tecnologia de Software **(CITS)**	Curitiba (PR)	1992	Criado a partir de uma iniciativa conjunta de 21 entidades públicas e privadas (empresas, órgãos governamentais e instituições de ensino superior), com recursos provenientes da Lei de Informática.	. Pesquisa Aplicada; . Desenvolvimento de *Software* e *Firmware*; e . Treinamento.
Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife **(CESAR)**	Recife (PE) - sede; São Paulo (SP) e Brasília (DF) - escritórios comerciais	1996	Criado a partir de uma iniciativa de um grupo de professores do CIn/UFPE. O CESAR é uma entidade privada associada ao CIn/UFPE.	. Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento **(LACTEC)**	Curitiba (PR)	1997 (atividades desenvolvidas desde 1959)	. 1959 - Criação do Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza (CEHPAR); . 1982 - Criação do Laboratório Central de Pesquisa e Desenvolvimento (LAC); . 1997 - Fundação do LACTEC, que em 1999 assume formalmente as operações do CEHPAR e do LAC.	. Pesquisa Aplicada; . Ensaios e Testes; . Experimentação; . Protótipos; e . Desenvolvimento de *software*.

(continua)

Tabela 5.1: (continuação)

Instituto **Eldorado**	Campinas (SP)	1997 (operações iniciadas em março de 1999)	Criado pela Motorola a partir de incentivos da Lei de Informática. O Instituto Eldorado é uma organização independente e sem fins lucrativos.	· Laboratórios (Desenvolvimento de *hardware*); · Desenvolvimento de *software* (Telecomunicações e TI, principalmente); e · Gestão de Projetos.
Fundação Paulo Feitoza **(FPF)**	Manaus (AM)	1998	Criada com a finalidade de apoiar atividades culturais e desenvolver projetos de P&D nas áreas de: informática, automação, biodiversidade e biotecnologia.	. Gestão do Conhecimento; . *Workflow*; . Desenvolvimento para *internet*; . Desenvolvimento *Three Tier Model*; . Desenvolvimento para *Personal Digital Assistant* (PDA); . Desenvolvimento em Java 2 Micro Edition (J2ME); . Localização; . Design e Conteúdo; . Desenvolvimento de *drivers*; e . Teste de *software*.
Bell Labs - Lucent Technologies	Campinas (SP)	1999	Criado no Brasil por conta dos incentivos da Lei de Informática.	. *Next Generation Network* (NGN); . Centrais Telefônicas; . Equipamentos Ópticos e de Acesso.
Genius Instituto de Tecnologia	Manaus (AM) - sede; São Paulo (SP) - escritório comercial	1999 (operações iniciadas em novembro de 2000)	Criado pela Gradiente, por conta dos incentivos da Lei de Informática.	. Pesquisa e Desenvolvimento, tendo como principal pilar tecnológico a tecnologia ASR (Reconhecomento de Voz).
Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da **Ericsson**	Indaiatuba (SP)	2000	Criado pela Ericsson do Brasil, com base na Lei de Informática.	. Desenvolvimento de *software*, especilamente nas seguintes áreas: . Sistemas de Celular TDMA; · Sistemas de Celular CDMA; · Sistemas de Comutação (fixa); · Sistemas de Comunicação de Dados de Alta Velocidade; · Internet; · Sistemas de Comunicação Óptica; · Reconhecimetno de Voz; e · Segurança de Comunicação de Dados.

(continua)

Tabela 5.1: (continuação)

FITec Inovações Tecnológicas	Recife (PE) - sede; Campinas (SP) e Belo Horizonte (MG) - filiais	2001 (atividades desenvolvidas desde 1994)	. 1994 - Criação da Fundação Parola, em Campinas; . 1997 - Criação da Fundação General Alencastro, em Belo Horizonte; . 2001 - A Fundação General Alencastro incorpora a Fundação Parola, criando a FITec, com sede em Recife, como parte do Projeto Porto Digital.	. Desenvolvimento de Software e Hardware.
Instituto Atlântico	Fortaleza (CE)	2001	Criado pelo CPqD.	. P&D em Telecomunicações e TI, tendo como principais áreas de competência: . Sistemas de Telecomunicações; . Web Services; . Data Mining; . Gestão de Inteligência Artificial; . Soluções para Sistemas Distribuídos e Processos Paralelos; . Soluções baseadas em Software Share-ware; e . Desenvolvimento em Ambiente DSP.

Fonte: Elaboração da autora.

A Figura 5.1, a seguir, apresenta a distribuição regional dos institutos estudados na dissertação.

Figura 5.1: Distribuição da amostra da dissertação

Fonte: Elaboração da autora.

Conforme apresentado na Tabela 5.2, a seguir, no que se refere à natureza dos institutos, os institutos ligados a universidades são representados por seis instituições, enquanto o grupo de institutos independentes ou ligados a empresas é composto por 12 instituições.

Tabela 5.2: Natureza dos institutos da amostra da dissertação

Institutos ligados a universidades	
1.	Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande
2.	Centro de Estudos em Telecomunicações
3.	Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco
4.	Fundação Centro de Referência em Tecnologias Inovadoras
5.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
6.	Instituto Nacional de Telecomunicações
Institutos independentes ou ligados a empresas	
7.	Bell Labs - Lucent Technologies*[12]
8.	Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife
9.	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento
10.	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Ericsson
11.	Centro Internacional de Tecnologia de *Software*
12.	FITec Inovações Tecnológicas
13.	Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica
14.	Fundação Paulo Feitoza
15.	Genius Instituto de Tecnologia
16.	Instituto Atlântico
17.	Instituto Eldorado
18.	Sociedade para o Desenvolvimento da Tecnologia da Informação*

Fonte: Elaboração da autora.

5.3 PROCEDIMENTOS PARA ADAPTAÇÃO DO MODELO ANALÍTICO PARA EXAME DO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NO SETOR DE TIC

As competências tecnológicas dos institutos da amostra forma examinadas à luz do modelo analítico apresentado na Tabela 3.1, o qual é análogo aos modelos utilizados por Figueiredo[13] (2001) e Tacla (2002) para as indústrias de aço e papel e celulose, respectivamente. O modelo apresentado na Tabela 3.1, entretanto, foi adaptado para

[12] Bell Labs e BRISA são examinados parcialmente. As ligações estabelecidas com empresas e infra-estrutura tecnológica não são examinadas de maneira sistemática e formal. As entrevistas realizadas nesses institutos, entretanto, indicam que a inclusão das ligações estabelecidas por esses institutos, pouco expressivas, não alterariam a análise deste estudo.

[13] Adaptado de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995).

descrever a acumulação de competências em organizações do setor de tecnologia da informação e comunicação.

A partir de entrevistas realizadas com profissionais atuantes na indústria de tecnologia da informação e comunicação, foram levantadas atividades diretamente relacionadas às funções tecnológicas estudadas, a saber: engenharia de *software*, gestão de projetos, produtos e soluções e ferramentas e processos. Em seguida, tais atividades foram individualmente classificadas em função de sua complexidade de execução, dando origem aos seis níveis em que se divide o modelo analítico em questão. Posteriormente, os níveis foram divididos em função do caráter inovador de suas atividades, separando as atividades de rotina (Níveis 1 e 2) e as atividades inovadoras (Níveis 3 a 6).

A versão preliminar da estrutura analítica foi submetida a profissionais atuantes no setor de TIC para comentários, tendo sofrido uma série de alterações ao longo desse processo de revisão. A estrutura foi, assim, adaptada por oito profissionais ligados ao setor em questão, os quais, mediante sugestões e modificações, validaram a adequação da mesma para organizações do setor em questão.

5.4 TIPOS DE INFORMAÇÃO PARA A DISSERTAÇÃO

Para o estudo dos tipos e níveis de competências tecnológicas dos institutos da amostra foram necessárias informações sobre suas atividades de engenharia, P&D, gestão de processos, gestão de projetos e sobre as metodologias e práticas de padronização adotadas, bem como sobre sua evolução ao longo do tempo. Além disso, foram necessárias informações sobre suas estruturas organizacionais, bem como sobre o grau de qualificação dos colaboradores dos institutos pesquisados.

Em termos das fontes utilizadas para construção das competências tecnológicas, os processos de aprendizagem intra-organizacionais foram examinados por meio da coleta de dados e informações relativos aos diferentes mecanismos de aprendizagem adotados ao longo da existência dos institutos da amostra, tendo-se por base a característica-chave variedade, conforme descrito no Capitulo 3. Para o exame dos *links*, por sua vez, foram

necessárias informações acerca das diferentes ligações que os institutos pesquisados mantêm com empresas e demais componentes da infra-estrutura tecnológica, tanto no âmbito nacional quanto no âmbito internacional, atentando-se para freqüência, resultados e benefícios provenientes das mesmas.

5.5 FONTES DE INFORMAÇÃO PARA A DISSERTAÇÃO

Para examinar as questões da dissertação com adequado nível de detalhe e profundidade, foi necessária a coleta de evidências empíricas primárias. As evidências empíricas utilizadas na dissertação foram coletadas em julho e agosto de 2004, por meio de fontes variadas, a saber: entrevistas, observação direta e análise de documentação.

No tocante às entrevistas, antes de sua execução, foi elaborado um roteiro de entrevista, o qual guiou a realização das mesmas. Foram realizadas entrevistas formais semi-estruturadas com diretores, gerentes e técnicos dos 18 institutos de P&D da amostra. Cada entrevista teve duração de aproximadamente duas horas e trinta minutos. Durante as entrevistas, foram feitas anotações abreviadas, tendo os entrevistados por vezes esboçado organogramas, estruturas, tópicos que foram coletados. Após o término de cada entrevista, foram acrescentados às transcrições observações e comentários que não puderam ser anotados durante a entrevista.

Por meio da observação direta das atividades desempenhadas pelos institutos, foram coletadas informações adicionais sobre comportamentos, tecnologias utilizadas, habilidades e dificuldades dos institutos pesquisados e de seus colaboradores. A observação direta contribuiu para o levantamento de dados sobre as formas de organização de trabalho nos institutos, bem como para o melhor entendimento sobre as ferramentas e os processos que norteiam suas atividades, cooperando, assim, com a reafirmação das informações obtidas nas entrevistas realizadas.

Adicionalmente, foram pesquisados registros arquivados e documentos dos institutos estudados, como: memorandos, relatórios anuais, boletins e jornais internos, vídeos, publicações institucionais histórico-comemorativas, publicações técnicas de colaboradores

dos institutos, normas e padrões internos, arquivos e apresentações de projetos tecnológicos, organogramas, registros de treinamento.

5.6 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Os dados analisados nesta dissertação são qualitativos e quantitativos. O exame das evidências empíricas consistiu na construção sistemática de tabelas analíticas, como destacado em Miles e Huberman (1984), as quais foram organizadas à luz dos modelos analíticos apresentados no Capítulo 3. Para viabilizar a condução mais eficiente das análises estatísticas, utilizou-se o pacote estatístico SPSS 10.0.

Como a implantação dos institutos se dá em momentos distintos, criou-se uma estrutura de três fases comuns, a qual guiou a descrição dos processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados pelos institutos examinados ao longo de sua existência: (1) fase inicial (período em que os institutos iniciam suas atividades), (2) fase intermediária (período de transição da primeira fase para a última, o qual é marcado pelo amadurecimento tecnológico dos institutos e pela adaptação a condições externas, como, por exemplo, desregulamentação e privatização do setor de telecomunicações nacional e criação da Lei de Informática) e (3) fase atual.

Inicialmente, as competências tecnológicas dos institutos da amostra foram examinadas individualmente para cada uma das quatro funções tecnológicas estudadas, conforme descrito na Tabela 3.1. Posteriormente, os institutos foram agrupados em uma matriz, de acordo com os níveis de competências desenvolvidas nas funções examinadas.

Em seguida, foram elaborados, de maneira agregada, textos relativos aos níveis de capacitação alcançados pelos institutos pesquisados em cada uma dessas funções, no Capítulo 6.

Para se examinar a relação entre as competências tecnológicas dos institutos da amostra e as fontes utilizadas para construí-las, também se utilizaram valores agregados, seguindo-se

o seguinte procedimento: em primeiro lugar, os institutos foram agrupados de acordo com seu nível máximo de capacitação em cada função tecnológica estudada.

Em segundo lugar, calcularam-se os valores agregados referentes às fontes utilizadas para construção das competências tecnológicas desses grupos de institutos. No caso dos processos de aprendizagem intra-organizacionais, calculou-se o número médio de processos utilizados por cada grupo de institutos nas fases inicial, intermediária e atual. Em seguida, classificou-se a variedade dos processos utilizados, de acordo com o critério exposto na Subseção 5.7. No caso das ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas, calculou-se o número total de ligações estabelecidas por cada grupo de institutos. Posteriormente, essas ligações foram desagregadas de acordo com sua natureza e tipo de instituição com que foram estabelecidas.

Finalmente, a partir desses valores agregados, buscou-se examinar a influência dos processos de aprendizagem intra-organizacionais, de acordo com seu tipo, sobre o desenvolvimento de competências tecnológicas. Da mesma forma, atentando-se para a natureza das ligações estabelecidas pelos institutos estudados e para os tipos de instituições com as quais elas são estabelecidas, buscou-se examinar as implicações dessas ligações para o desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras nos institutos da amostra.

O exame do relacionamento entre as competências tecnológicas dos institutos estudados, seus processos de aprendizagem intra-organizacionais e suas ligações é apresentado no Capítulo 9. As estatísticas que deram origem às tabelas analíticas do Capítulo 9 são apresentadas no Apêndice 1.

5.7 CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS

Após a tabulação das informações coletadas, os processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados pelos institutos estudados ao longo de sua existência foram descritos no Capítulo 7, na Seção 7.2. Nesta dissertação, os processos de aprendizagem

intra-organizacionais foram examinados com base na característica-chave variedade, conforme descrito no Capítulo 3. A variedade é examinada em termos de ausência ou presença (limitada, moderada ou diversa) dos processos de aprendizagem nos institutos estudados nas três fases estudadas.

Para se avaliar a variedade dos processos de aprendizagem, os institutos são agrupados em seus níveis máximos de capacitação nas quatro funções tecnológicas estudadas, calculando-se o número médio de processos utilizados por esses grupos de institutos nas fases inicial, intermediária e atual. A classificação da variedade em ausente, limitada, moderada e diversa segue o critério apresentado na Tabela 5.2. Dessa maneira, como o número de processos encontrados apresenta variação significativa de um tipo de para outro, cria-se uma classificação de variedade de acordo com a natureza dos processos.

Tabela 5.3: Critério para avaliação da variedade dos processos de aprendizagem intra-organizacionais

Número de processos (n)	Variedade
n = 0%	Ausente
n ≤ 25%	Limitada
25% < n < 75%	Moderada
n ≥ 75%	Diversa

Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 5.4: Critério para avaliação da variedade dos processos de aquisição externa de conhecimento

Número de processos (n)	Variedade
n = 0	Ausente
n ≤ 6,25	Limitada
6,25 < n < 18,75	Moderada
n ≥ 18,75	Diversa

Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 5.5: Critério para avaliação da variedade dos processos de aquisição interna de conhecimento

Número de processos (n)	Variedade
n = 0	Ausente
n ≤ 3	Limitada
3 < n < 9	Moderada
n ≥ 9	Diversa

Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 5.6: Critério para avaliação da variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento

Número de processos (n)	Variedade
$n = 0$	Ausente
$n \leq 4$	Limitada
$4 < n < 12$	Moderada
$n \geq 12$	Diversa

Fonte: Elaboração da autora.

Tabela 5.7: Critério para avaliação da variedade dos processos de codificação de conhecimento

Número de processos (n)	Variedade
$n = 0$	Ausente
$N \leq 2,5$	Limitada
$2,5 < n < 7,5$	Moderada
$N \geq 7,5$	Diversa

Fonte: Elaboração da autora.

CAPÍTULO 6

TIPOS E NÍVEIS DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NOS INSTITUTOS ESTUDADOS

Este capítulo apresenta os tipos e níveis de competências tecnológicas desenvolvidos pelos institutos estudados. Descrevem-se, de maneira agregada, as competências tecnológicas construídas por tais institutos, à luz do modelo analítico apresentado no Capítulo 3.

6.1 COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

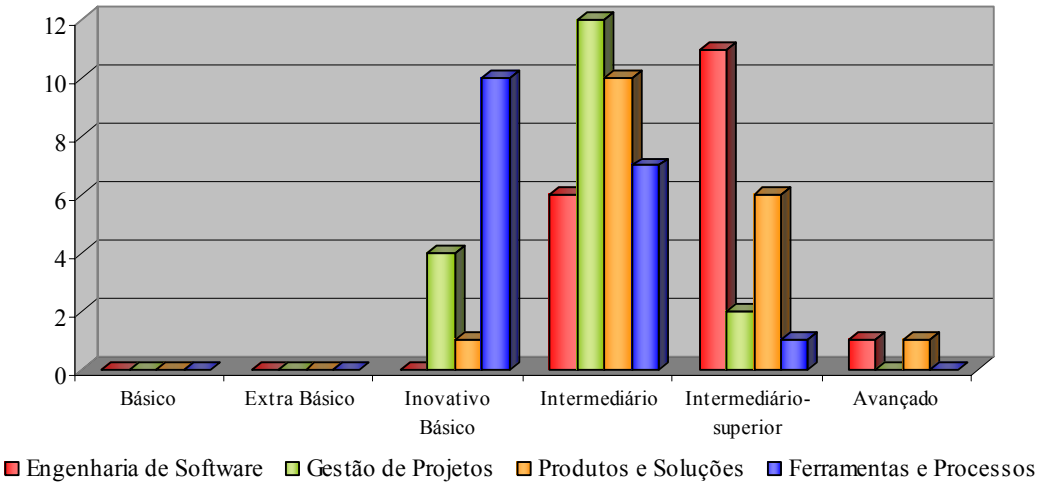
A Tabela 6.1 apresenta o número total de institutos que acumularam competências tecnológicas em cada um dos níveis de competências, para as quatro funções tecnológicas. A Figura 6.1 ilustra o nível máximo de competências alcançado pelos institutos estudados.

Tabela 6.1: Níveis de competências tecnológicas acumulados pelos institutos estudados

Níveis de Competência	Atividades de Engenharia e Gestão de Projetos		Produtos e Soluções	Ferramentas e Processos
	Engenharia de *Software*	Gestão de Projetos		
COMPETÊNCIAS DE ROTINA				
Nível 1 - Básico	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)
Nível 2 - Extra básico	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)
COMPETÊNCIAS INOVADORAS				
Nível 3 - Inovativo Básico	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)
Nível 4 - Intermediário	18 (100,00%)	14 (77,78%)	17 (94,44%)	8 (44,44%)
Nível 5 - Intermediário-superior	12 (66,67%)	2 (11,11%)	7 (38,89%)	1 (5,56%)
Nível 6 - Avançado	1 (5,56%)	0 (0,00%)	1 (5,56%)	0 (0,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

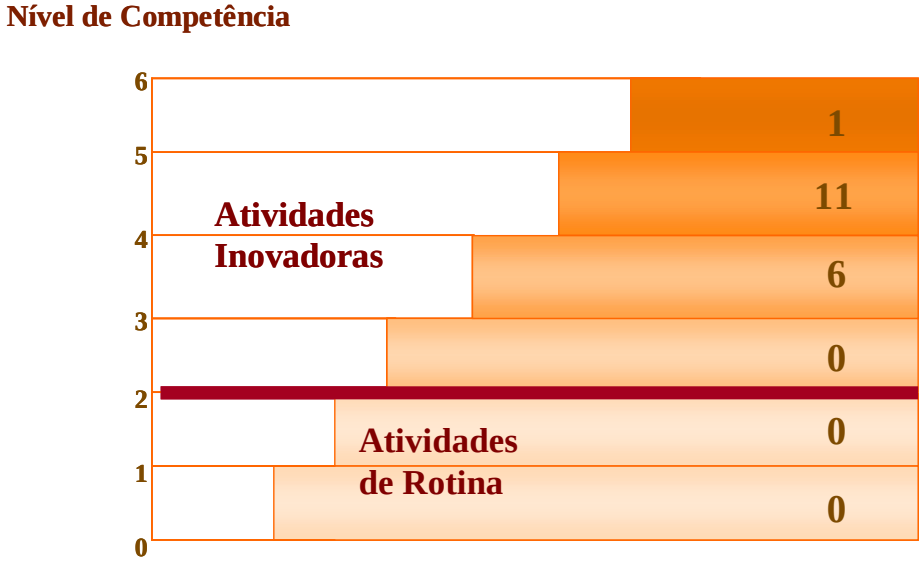
Figura 6.1: Gráfico dos níveis máximos de competências tecnológicas alcançados pelos institutos estudados (em números)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

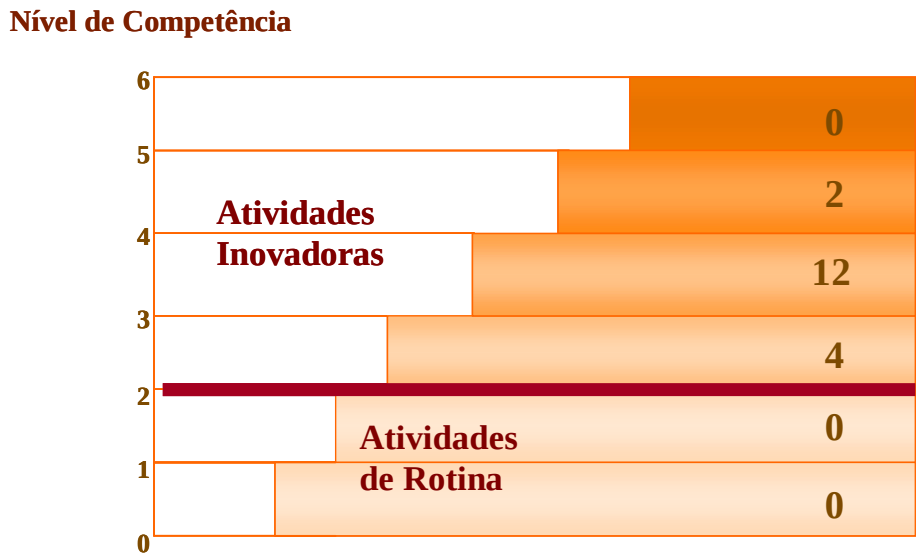
Conforme abordado anteriormente, no Capítulo 5, a estrutura em forma de escada (Figuras 6.2 a 6.5) tem como objetivo facilitar a visualização dos níveis em que os institutos da amostra encontram-se mais concentrados. Cada eixo (ou degrau) representa um nível de competência tecnológica, indo do Nível 1, Básico, ao Nível 6, Avançado. Pode-se observar que, nas quatro funções tecnológicas estudadas, não há institutos que estejam restritos às competências de rotina.

Figura 6.2: Níveis de competências tecnológicas em engenharia de *software*



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

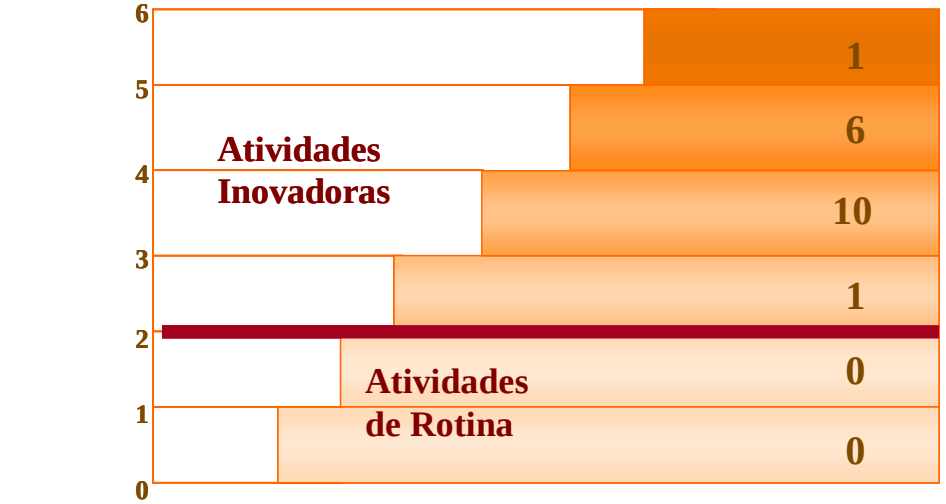
Figura 6.3: Níveis de competências tecnológicas em gestão de projetos



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

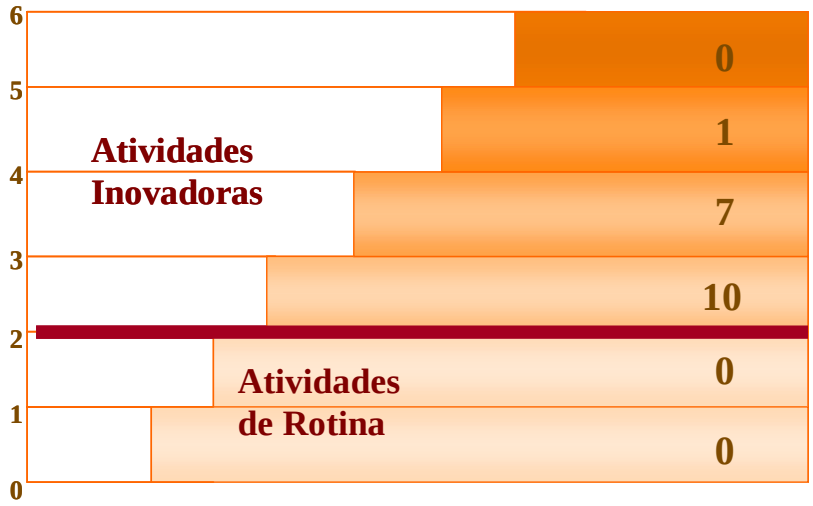
Na função engenharia de *software* (Figura 6.2), seis (33,33%) institutos estão concentrados no Nível 4, Intermediário; 11 (61,11%) no Nível 5, Intermediário-superior; e um (5,56%) no Nível 6, Avançado. Em termos de gestão de projetos (Figura 6.3), nenhum instituto alcançou o Nível Avançado; quatro (22,22%) institutos estão no Nível 3, Inovativo Básico; 12 (66,67%) no Nível 4, Intermediário; e dois (11,11%) estão no Nível 5, Intermediário-superior.

Figura 6.4: Níveis de competências tecnológicas em produtos e soluções



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Figura 6.5: Níveis de competências tecnológicas em ferramentas e processos



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em relação à função produtos e soluções (Figura 6.4), um (5,56%) instituto encontra-se no Nível 3, Inovativo Básico; dez (55,56%) no Nível 4, Intermediário; seis (33,33%) no Nível 5, Intermediário-superior; e apenas um (5,56%) no Nível 6, Avançado. Assim como na função gestão de projetos, nenhum instituto encontra-se no Nível 6, Avançado em ferramentas e processos. Conforme ilustrado na Figura 6.5, há dez (55,56%) institutos no Nível 3, Inovativo Básico; sete (38,89%) no Nível 4, Intermediário; e somente um (5,56%) no Nível 5, Intermediário-superior.

6.1.1 NÍVEIS BÁSICO E EXTRA BÁSICO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS - COMPETÊNCIAS DE ROTINA

As competências de rotina foram desenvolvidas pelos 18 (100,00%) institutos examinados nas quatro funções tecnológicas que compõem o modelo analítico: engenharia de *software*, gestão de projetos, produtos e soluções e ferramentas e processos.

6.1.1.1 NÍVEIS BÁSICO E EXTRA BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

No tocante à função engenharia de *software*, as evidências sugerem que os 18 (100,00%) institutos estudados, além de serem capazes de desenvolver *software* a partir de práticas básicas, possuem também a capacidade de utilizar e adaptar tecnológicas desenvolvidas

por terceiros, inclusive por organizações internacionais. As evidências sugerem que a engenharia de *software* pode ser descrita como uma atividade natural dos institutos examinados. Nesses institutos, o desenvolvimento de *software*, quando não é atividade fim de um projeto, acaba se tornando uma atividade meio, que viabiliza a realização de projetos e de atividades internas.

Os institutos ligados a empresas examinados foram constituídos nos Brasil a partir da segunda metade da década de 1990. Todos esses institutos, já no início de suas operações, lançam mão das técnicas e tecnologias utilizadas por suas matrizes, o que parece reduzir a instabilidade inicial que geralmente permeia a atividade de engenharia de *software*. No caso do Bell Labs, por exemplo, o processo de desenvolvimento adotado quando da criação do centro resulta da combinação das práticas da Lucent mundial com as práticas utilizadas pelas empresas[14] Batik e Zetax.

O contato com empresas também permeia parte dos institutos independentes examinados desde o início de suas atividades, uma vez que muitos desses institutos foram criados por empresas, a partir de incentivos da Lei de Informática. Dessa forma, tais institutos puderam ter acesso, desde sua criação, às práticas de engenharia de *software* adotadas por seus criadores. A Motorola, por exemplo, além de fundadora, foi também o primeiro cliente do Instituto Eldorado. A parceria com a empresa - de acordo com um dos gerentes entrevistados no instituto, "sempre muito rigorosa" - levou o Eldorado a buscar a formalização de suas práticas de engenharia de *software*.

Já no caso dos institutos ligados a universidades, as evidências indicam que, no início de suas operações, a atividade de engenharia de *software* é desenvolvida com objetivos internos e não mercadológicos. Esses institutos estavam voltados para a formação/capacitação de seus alunos e para a realização de pesquisas de seus professores; apesar da especialização dos mesmos, as evidências sugerem que a preocupação com a adoção de práticas de gestão era praticamente inexistente. A aproximação do contexto empresarial fez com que tais institutos passassem a buscar a formalização da atividade de engenharia de *software*, bem como o engajamento em atividades tanto de pesquisa quanto de desenvolvimento.

[14] Com a compra dessas duas empresas, a Lucent Technologies iniciou suas atividades no Brasil.

O CIn/UFPE, por exemplo, conforme apontam as evidências empíricas, está engajado em atividades de pesquisa básica e pesquisa aplicada desde sua criação. A partir da década de 1990, o instituto, por meio de incentivos da Lei de Informática, passa também a realizar projetos para empresas, o que fortaleceu suas atividades de desenvolvimento, direcionando as pesquisas realizadas para as necessidades do mercado.

No Inatel, a ênfase em telecomunicações e eletrônica (e no que posteriormente viria a ser denominado tecnologia da informação) está presente desde sua criação. Inicialmente, a atividade acadêmica era a única atividade desenvolvida pelo instituto. O ensino em engenharia era, então, complementado pelo desenvolvimento de pesquisas aplicadas, realizadas tanto por alunos quanto por professores. A orientação prática da atividade acadêmica acabou criando uma demanda empresarial pelo desenvolvimento de projetos. As entrevistas realizadas evidenciam também que o desenvolvimento de projetos para empresas levou ao engajamento do Inatel em pesquisa básica.

Além disso, o desenvolvimento de projetos empresariais levou o Inatel a formalizar as práticas básicas de engenharia de *software* utilizadas no desenvolvimento de projetos dessa natureza. Tal fato parece ter contribuído para a estruturação das práticas utilizadas nas atividades de pesquisa com fins acadêmicos.

6.1.1.2 NÍVEIS BÁSICO E EXTRA BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM GESTÃO DE PROJETOS

Quanto à função gestão de projetos, as evidências indicam que os 18 (100,00%) institutos estudados encontram-se capacitados para gerenciar os projetos desenvolvidos, não estando essa função necessariamente sob a responsabilidade de seus clientes, caso que acontece quando os institutos possuem apenas as competências do Nível 1, Básico.

Dessa forma, por terem desenvolvido os Níveis 1 e 2, Básico e Extra Básico, respectivamente, de capacitação tecnológica, os 18 (100,00%) institutos já construíram as competências que lhe permitem identificar e padronizar as fases básicas de um projeto - como planejamento, testes e desenvolvimento -, inclusive quando este é desenvolvido em conjunto com fornecedores e/ou subcontratados. Apesar das variações decorrentes da natureza do projeto a ser desenvolvido (*hardware* ou *software*, por exemplo), as etapas necessárias para sua execução acabam seguindo um padrão, geralmente estabelecido por

meio do contato com as práticas de seus clientes ou com suas matrizes (no caso de institutos ligados a empresas), como acontece com a atividade de engenharia de *software*.

Além disso, mesmo quando a gestão de projetos não segue uma metodologia fixa, variando de acordo com as práticas dos clientes, há aspectos que são gerenciados em todos os projetos, a saber: prazos, custos, recursos humanos.

No caso do CITS, por exemplo, os projetos inicialmente desenvolvidos não apenas seguiam as metodologias adotadas por seus clientes, como também eram gerenciados por eles. Este é o caso da Siemens. Ate hoje, mesmo os gerentes de projetos do CITS participando dos projetos desenvolvidos, a gerencia é de responsabilidade formal da empresa.

No CESAR, houve um projeto desenvolvido para a Itautec que, por falta de comunicação - proveniente de uma gestão inadequada -, foi marcado por falhas do início ao fim (do pré-venda à conclusão do projeto). Esse projeto chamou à atenção do CESAR para os erros que vinham sendo cometidos por conta da informalidade de práticas de gerenciamento, fortalecendo a preocupação interna com gestão de projetos e processos, bem como com a adoção de metodologias.

6.1.1.3 NÍVEIS BÁSICO E EXTRA BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

No que concerne à função produtos e soluções, as evidências indicam que, de maneira geral, os produtos e soluções inicialmente desenvolvidos pelos institutos independentes ou ligados a empresas são decorrentes de uma demanda empresarial imediata. As evidências indicam que as empresas, tendo em vista a incipiência dos institutos dessa natureza, solicitam projetos simples, que requeiram pequenas adaptações de tecnologias já existentes, determinando as especificações a serem seguidas pelos institutos. Dessa maneira, no Nível 1, Básico, de capacitação em produtos e soluções, esses institutos desempenham o papel de executores.

Até o ano de 2003, as tecnologias a serem desenvolvidas pela FITec, por exemplo, eram exclusivamente determinadas pela demanda empresarial. Mesmo quando novas aplicações para produtos existentes eram desenvolvidas, todo processo de adaptação era feito a partir

de técnicas e especificações determinadas por seus clientes. Os produtos e soluções eram gerados atentando-se para necessidades pontuais, imediatas.

A Ericsson pode ser mencionada como outro caso interessante no que se refere à função produtos e soluções. Apesar de estar presente no Brasil desde 1924, apenas no início de 1980 criou-se o centro de desenvolvimento no país, o qual tinha como foco o desenvolvimento de *software*. Apenas em 1995, entretanto, o centro deixa de ser um centro "adaptador" de tecnologia para o mercado nacional e passa a desenvolver produtos *standard*, isto é, tecnologia para o mercado global, integrando o *global group* da empresa. Em 2001, Há a criação do Centro de P&D em Indaiatuba, são Paulo. As atividades de pesquisa, então, passam também a ser desenvolvidas localmente. Atualmente, há apenas três *sites* da Ericsson responsáveis tanto por atividades de P&D quanto por atividades comerciais (isto é, de produção e de mercado), a saber: Suécia, China e Brasil.

Segundo informação obtida nas entrevistas, a existência e a manutenção de atividades dessa natureza no Brasil podem ser atribuídas aos incentivos concedidos pela Lei de Informática, bem como à qualificação dos recursos humanos nacionais. No entanto, as evidências indicam também os esforços deliberados por parte dos institutos ligados a empresas no sentido de construírem suas próprias competências tecnológicas e, assim, se engajarem em atividades mais sofisticadas de seus grupos globais e, concomitantemente, obterem autonomia.

A solicitação de projetos triviais, entretanto, acontece também quando os institutos já construíram níveis mais evoluídos de capacitação tecnológica. Segundo um dos entrevistados, "a demanda por projetos simples costuma acontecer nos primeiros projetos a serem desenvolvidos para uma empresa e funcionam como um quebra-gelo, para que, posteriormente, se estabeleça uma verdadeira parceria tecnológica, a partir da qual inovações são geradas".

Um bom exemplo é o caso da FUCAPI. Esse instituto firmou uma parceria tecnológica com a Nokia para o desenvolvimento de projetos. Segundo os entrevistados na FUCAPI, quando a parceria foi estabelecida, a empresa parecia desconfiar da capacidade inovadora do instituto, de maneira que se estabeleceu, inicialmente, que a propriedade intelectual (como possíveis patentes geradas) ficaria de posse do instituto e não da empresa.

Uma das soluções geradas pela FUCAPI a partir dessa parceria foi o desenvolvimento de um dispositivo que reduz o impacto da queda de telefones celulares. De acordo com um dos entrevistados, “a Nokia ficou tão surpresa com os resultados que quis tomá-los para si”. Hoje, há uma “briga” entre Nokia e FUCAPI pela patente do dispositivo. A Siemens, inclusive, já aguarda pelo produto, caso ele fique de posse da FUCAPI.

Hoje, os 18 (100,00%) institutos estudados estão engajados em atividades de engenharia e cópia, visando ao desenvolvimento de novas aplicações para tecnologias e produtos. O contato com as tecnologias, bem como com as necessidades dos clientes, parece ter contribuído para a construção das competências do Nível 2, Extra Básico, nos institutos pesquisados.

Adicionalmente, as evidências indicam que, hoje, nenhum dos institutos examinados encontra-se confinado no desenvolvimento de produtos e soluções simples, realizado a partir de imposições empresariais. O desenvolvimento de tecnologias inovadoras é, inclusive, parte da estratégia e dos objetivos dos institutos pesquisados.

6.1.1.4 NÍVEIS BÁSICO E EXTRA BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

Finalmente, no que se refere à função ferramentas e processos, as evidências apontam que as competências de rotina também foram construídas nos 18 (100,00%) institutos pesquisados.

A comunicação a partir de redes compartilhadas se faz presente em todos os institutos estudados, mesmo nos casos em que essa comunicação acontece informalmente. Em institutos com mais de uma unidade organizacional, como BRISA e FITec, a comunicação via redes compartilhadas acontece ininterruptamente. Com essa prática, busca-se não apenas garantir que as tarefas dos projetos sejam realizadas dentro dos limites estipulados - principalmente temporais e financeiros -, como também evitar a duplicidade de esforços para execução das mesmas.

Adicionalmente, as evidências indicam que, de maneira geral, quando são constituídos, os institutos não apresentam processos padronizados, tampouco técnicas de controle de

qualidade estruturadas. Inicialmente, as operações dos institutos estão baseadas na utilização de ferramentas básicas de engenharia e *software*.

As evidências sugerem que a não-formalização dos processos é mais crítica no caso dos institutos ligados a universidades. Nesses institutos, a preocupação com a formalização das práticas organizacionais e operacionais, inicialmente inexistente, emerge com o desenvolvimento de projetos para empresas, principalmente transnacionais.

No CCT/UFCG, por exemplo, a parceria firmada com a Motorola para o desenvolvimento de projetos, em 2003, levou à estruturação dos processos operacionais do instituto. Segundo um entrevistado, a Motorola, com seu rigor e com os desafios propostos, despertou no CCT/UFCG a preocupação com a adoção de metodologias e a padronização das atividades, gerando uma "consciência de otimização".

Já a Unidade de Engenharia de *Software* do LACTEC, constituída em março de 2003, vem interagindo com a Siemens desde sua criação. Dessa forma, além do conhecimento propiciado pela capacitação tecnológica do LACTEC como um todo, a unidade vem apoiando-se também nas práticas dessa empresa para estruturar processos operacionais próprios.

Na CERTI e no Inatel, a construção das competências em ferramentas e processos, além da relação com ETNs, contou também com a colaboração de agências de fomento internacionais. Na década de 1990, a CERTI firmou uma parceria com a *Physikalsich Tehnische Bundesanstalt* (PTB), órgão de fomento alemão, que, na época, injetou cerca de 2,1 milhões de marcos alemães no instituto. O investimento foi realizado visando ao fortalecimento das atividades de metrologia e controle da qualidade, o que acabou por fortalecer ferramentas e processos operacionais do instituto.

No caso do Inatel, a parceria também se deu com uma instituição alemã. No período de 1995 a 2003, a Agência de Cooperação Alemã (GTZ) orientou o Inatel a respeito de melhorias que poderiam ser implementadas em suas atividades (pesquisa, projetos, processos). As tecnologias necessárias para que as melhorias fossem implementadas, bem como a implementação dessas tecnologias e melhorias, deveriam ser alcançadas por

esforços deliberados do Inatel, ficando a GTZ responsável pela captação de recursos financeiros.

As evidências indicam que, hoje, os 18 (100,00%) institutos operam com base em processos estruturados, os quais incluem a coordenação de documentos operacionais e gerenciais, bem como de instruções técnicas para projetos. No CITS, por exemplo, todos os relatórios gerados seguem um padrão formalizado, contendo todo detalhamento do projeto, desde os termos técnicos utilizados à aplicação da tecnologia desenvolvida.

Em suma, as evidências indicam que todos os 18 (100,00%) institutos examinados construíram as competências de rotina nas funções tecnológicas estudadas. Além disso, não há nenhum instituto que esteja confinado nessas atividades isto é, que tenha desenvolvido apenas a capacidade de utilizar tecnologias existentes.

6.1.2 NÍVEL INOVATIVO BÁSICO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Assim como no caso das competências de rotina, as competências do Nível 3, Inovativo Básico, foram desenvolvidas pelos 18 (100,00%) institutos estudados, nas quatro funções tecnológicas que compõem o modelo analítico utilizado.

6.1.2.1 NÍVEL INOVATIVO BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

Em se tratando da função engenharia de *software*, as evidências indicam que em 18 (100,00%) institutos examinados, a engenharia de *software* acontece a partir de processos estruturados e padronizados. Adicionalmente, as evidências apontam que a interação com clientes e parceiros passa a visar à geração de novas tecnologias, tendo, assim, implicações diretas sobre a função tecnológica produtos e soluções.

Em 1972, o CETUC/PUC-Rio estabeleceu um convênio de cooperação tecnológica com o Sistema Nacional de Telecomunicações - mais especificamente, com o CPqD -, o qual perdurou até meados da década de 1990. A interação entre essas duas instituições levou o Grupo de Propagação do CETUC/PUC-Rio a, inicialmente, voltar-se para o atendimento das necessidades do Sistema Telebras.

Nos últimos anos, o grupo tem procurado dar forma de produto a seus resultados de pesquisa aplicada e desenvolvimento, com o objetivo de aumentar sua interação com empresas que atuam na área de telecomunicações. Em conseqüência, além dos projetos para o CPqD, uma gama de projetos passou a ser desenvolvida para empresas como Equitel, Alcatel e Iridium. Esses projetos, de maneira geral, envolvem o desenvolvimento de métodos e ferramentas de suporte (*software*) para o dimensionamento de enlaces rádio e a realização de medidas de efeitos de propagação em enlaces terrestres e via satélite nas bandas C e Ku[15].

Finalmente, cabe ainda destacar que, em termos de engenharia de *software*, conforme sugerem as evidências, os 18 (100,00%) institutos estudados encontram-se pelo menos um nível acima do Nível 3, Inovativo Básico, conforme será visto na Subseção 6.1.3.1.

6.1.2.2 NÍVEL INOVATIVO BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM GESTÃO DE PROJETOS

No que se refere às competências em gestão de projetos, no Nível 3, Inovativo Básico, os institutos são capazes de planejar e coordenar formalmente projetos simples. Tal capacidade de gerenciamento encontra-se sedimentada na performance de projetos desenvolvidos anteriormente.

No caso dos institutos examinados, as evidências sugerem que a busca por resultados inovadores faz emergir a preocupação com a organização formal de práticas de gestão de projetos. Mais ainda, no caso de institutos ligados a universidades, essa preocupação é fortalecida com o surgimento de uma orientação das atividades de P&D para o mercado. Inicialmente, há a formalização da atividade de gestão de projetos, a qual é acompanhada pela utilização de sistemas de controle de documentação de projetos.

Dessa maneira, pode-se dizer que, a partir do Nível 3, Inovativo Básico, a gestão de projetos passa a ser encarada como um processo crítico para os 18 (100,00%) institutos examinados, os quais passam, inclusive, a viabilizar programas de treinamento para seus gerentes de projetos. Em 14 (77,78%) institutos, inclusive, os colaboradores passam por capacitações na metodologia de gerenciamento proposta pelo *Project Management Institute*.

[15] Informação obtida em documentos internos do instituto.

No Instituto Atlântico, por exemplo, apesar de não haver colaboradores oficialmente certificados pelo PMI, os gerentes de projetos, além de atenderem a capacitações sobre a metodologia de gestão de projetos do PMI, também passam por treinamento com foco em liderança e *mentoring*, pois a gestão de recursos humanos é descrita como um fator crítico para o sucesso de seus projetos. O instituto, entretanto, nem sempre fica encarregado da gestão dos projetos, podendo tal responsabilidade ser repassada para seus clientes e parceiros ou mesmo para profissionais contratados temporariamente, por conta de seu *know-how* na área do projeto.

No Genius, outro instituto onde ainda não há colaboradores com o titulo de *Project Management Professionals*, os gerentes de projetos passam por cursos de *coaching* e liderança situacional. A meta desse instituto é buscar a obtenção dessa certificação após a aquisição do CMM2, o qual o Genius planeja obter ainda no primeiro semestre de 2005.

6.1.2.3 NÍVEL INOVATIVO BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

Quanto à capacitação em produtos e soluções, o desenvolvimento de competências no Nível 3, Inovativo Básico, por todos os 18 (100,00%) institutos estudados faz com que a identificação das necessidades de seus clientes deixem de ser apontadas pelos mesmos e passem a fazer parte do processo de desenvolvimento de produtos e soluções.

Ao construírem as competências do nível em questão, os institutos passam, então, a apresentar uma postura mais pró-ativa, deixando de seguir apenas as determinações de seus clientes e passando a ter maior interação com os mesmos, desempenhando papel significativo na busca por soluções. Dessa maneira, as evidências sugerem que a análise, a definição e a especificação de requisitos passam a ser realizadas pelos 18 (100,00%) institutos estudados.

Nas entrevistas realizadas, gestores dos institutos destacaram que o desenvolvimento de soluções personalizadas é facilitado pela continuidade da relação entre institutos e empresas. As evidências sugerem que, a partir da estreita relação com seus clientes e do entendimento do negócio dos mesmos, os institutos vêm identificando as necessidades empresariais. Essa relação mais próxima parece contribuir para a geração de produtos e soluções ainda mais complexos e completos do que os requeridos por seus clientes.

Este é, por exemplo, o caso do CITS, que tem como estratégia o desenvolvimento de projetos que resultem em produtos e/ou soluções inovadores. Para tanto, é necessário que o CITS tenha perfeito entendimento do que vem a ser o negócio de seus clientes. Tal entendimento, por sua vez, é viabilizado a partir do *know-how*, da capacitação e do treinamento de seus colaboradores, conforme destacado posteriormente. Esse entendimento do *business* de seus clientes permite que o instituto identifique as necessidades dos mesmos com mais facilidade. A partir da estreita relação com a Embraer, por exemplo, o CITS desenvolveu um sistema para comunicação automática, o qual integrou treze sistemas de comunicação antes separados.

Dentre os institutos examinados, o Instituto Atlântico é o único que apresenta Nível 3, Inovativo Básico, como nível máximo alcançado em produtos e soluções. Nesse instituto, o desenvolvimento de produtos e soluções é feito basicamente a partir da demanda empresarial, que fornece os recursos financeiros para que suas necessidades sejam atendidas. Ao identificar as necessidades de seus clientes, o Atlântico propõe soluções e cria produtos para solucionar esses problemas específicos. Esse instituto, ainda, ambiciona desenvolver produtos próprios, com a marca Atlântico. Espera-se que, para tanto, fortaleça-se o desenvolvimento de tecnologias inovadoras voltadas para um mercado em potencial.

6.1.2.4 NÍVEL INOVATIVO BÁSICO DE COMPETÊNCIAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

Finalmente, no que se refere à função ferramentas e processos, as evidências indicam que os 18 (100,00%) institutos pesquisados possuem as competências do Nível 3, Inovativo Básico.

Além da padronização do processo de desenvolvimento de *software*, os institutos estudados passam a utilizar canais de comunicação e sistemas que viabilizem uma comunicação mais efetiva entre seus colaboradores, de maneira a evitar perda de informações, bem como duplicidade de esforços, no desenvolvimento de projetos. Para tanto, além de lançarem mão de redes internas de comunicação, os institutos examinados utilizam também sistemas de integração de informações, como, por exemplo, bases de projetos. Tais mecanismos se fazem presentes em todos os 18 (100,00%) institutos pesquisados, independente de sua natureza, isto é, sejam eles institutos independentes ou ligados a empresas ou institutos ligados a universidades.

Além disso, as evidências apontam o engajamento dos institutos estudados em programas de capacitação em metodologias para gestão de processos - principalmente processos de desenvolvimento de *software*. Em paralelo, as evidências sugerem também que mesmo os institutos estudados que não possuem oficialmente o CMM2 buscam orientar suas práticas e seus processos em direção aos pré-requisitos e especificações propostos nesse nível da certificação.

No caso dos institutos já certificados oficialmente, as evidências sugerem o fortalecimento das práticas consolidadas, bem como a busca por níveis CMM mais elevados. O Centro de P&D da Ericsson, por exemplo, foi a segunda[16] organização a obter o CMM3 no Brasil, em 1999. Já no caso dos institutos que ainda não possuem oficialmente a certificação CMM, as evidências apontam tanto o atendimento de pré-requisitos do CMM2 quanto o anseio em obtê-la brevemente. Conforme observado nas entrevistas, dentre esses institutos, que somam 12, apenas dois não ambicionam certificarem-se oficialmente, muito embora estejam atentos às especificações da certificação.

Os laboratórios do Departamento de Ciência da Computação do CCT/UFCG, por exemplo, embora não certificados, estão estruturados nos padrões CMM2. O CITS, primeira instituição paranaense a aplicar as diretrizes de qualidade para a produção de *software*, formou, em 2003, uma equipe dedicada ao Projeto CMM2, a qual vem estudando a metodologia CMM[17] para que os aprimoramentos dos processos do CITS possam ser realizados de forma a atender os pré-requisitos da certificação. A FPF iniciou, em 2001, um processo de adoção de práticas CMM, atentando para as especificações dos níveis 2 e 3. Quando as entrevistas foram realizadas, o instituto, inclusive, aguardava pela certificação CMM2. Além disso, ressaltou-se a ambição de se obter o CMM3 ainda em 2005.

[16] A primeira organização a obter o CMM3 no Brasil foi a Xerox.
[17] Apesar de constituído em cinco níveis, apenas a partir do CMM2 a organização precisa se submeter ao processo de certificação formal.

6.1.3 NÍVEL INTERMEDIÁRIO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

6.1.3.1 NÍVEL INTERMEDIÁRIO DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

Na Tabela 6.1, pode-se observar que, no tocante à função engenharia de *software*, as competências do Nível 4, Intermediário, foram desenvolvidas pelos 18 (100,00%) institutos estudados. As evidências sugerem que esses institutos são capazes de desenvolver tecnologias inovadoras com base na integração de suas ferramentas com as ferramentas utilizadas por seus clientes e parceiros, o que evita a duplicidade de esforços e reduz a probabilidade de insucesso dos projetos. Há, além disso, a complementaridade das atividades de P&D para viabilizar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras.

No caso dos institutos ligados a universidades, por exemplo, o desenvolvimento de projetos para atender a demanda empresarial acabou por fortalecer a atividade de pesquisa. Mesmo nos casos em que institutos dessa natureza já estavam engajados em pesquisa básica (em determinada tecnologia ou área de especialização), o engajamento em pesquisa aplicada acabou sendo intensificado pela realização de projetos de desenvolvimento para empresas. Segundo os entrevistados, os conhecimentos adquiridos com a realização dos projetos, bem como os recursos financeiros obtidos por meio dos mesmos, têm incentivado o engajamento tanto em atividades de pesquisa quanto em atividades de desenvolvimento, com o objetivo de se desenvolver tecnologias inovadoras.

O caso do CCT/UFCG pode ser novamente mencionado como exemplo. O Laboratório de Sistemas Distribuídos (LSD) desse instituto tem como foco as seguintes áreas de especialização: *grid computing* (grades computacionais), tolerância a falhas e gestão da tecnologia da informação. A capacitação na área de *grid computing* acabou levando ao estabelecimento de uma parceria tecnológica com a empresa HP, estabelecida em 2003. As atividades principais no Projeto HP são o desenvolvimento de *software* e a realização de pesquisa básica. Há, ainda, o desenvolvimento pesquisa aplicada que, por conta da busca pelo desenvolvimento de soluções, acaba resultando em atividades de desenvolvimento.

Outro instituto que pode ser tomado como exemplo é o CIn/UFPE. Nesse instituto, todos os projetos realizados para empresas devem ser de P&D. Desde que o instituto passou a

desenvolver Projetos de Cooperação[18], faz-se uma seleção dos projetos de desenvolvimento, pois o instituto tem como política engajar-se apenas em projetos de desenvolvimento desafiadores, os quais devem sempre ter a pesquisa como elemento norteador. Dessa maneira, o CIn/UFPE não desenvolve projetos exclusivamente de desenvolvimento. Conforme complementa um dos entrevistados no instituto, "a pesquisa básica não pode ser deixada de lado".

A partir do estreitamento da relação com universidade - e com institutos ligados a universidades -, os institutos independentes e ligados a empresas também acabaram fortalecendo internamente suas atividades de pesquisa. Esse é o caso, por exemplo, de institutos como CESAR, Ericsson, FUCAPI, Genius.

Segundo um gestor entrevistado na Ericsson, o engajamento em atividades mais complexas no Brasil, em especial pesquisa aplicada, foi incentivado por dois fatores básicos. Em primeiro lugar, havia um desconforto diante do isolamento da empresa. "Antes do engajamento em atividades de pesquisa, a Ericsson era uma 'ilha', não interagia com o meio acadêmico", complementa o entrevistado. Em segundo lugar, destacam-se os incentivos concedidos pela Lei de Informática, os quais devem ser desagregados em dois períodos.

O primeiro, de 1997 a 2000, é marcado pela interação com universidades locais para a realização de cursos, treinamentos, capacitações. O segundo período, iniciado em 2000, caracteriza-se pela interação com universidades para o desenvolvimento de projetos. Hoje, o objetivo da área de pesquisa da Ericsson é identificar as competências tecnológicas das universidades e firmar parcerias que visam ao desenvolvimento de pesquisa aplicada, buscando a geração de soluções inovadoras para a empresa.

O Genius, por sua vez, vem buscando consolidar uma estrutura de Consórcio Tecnológico, representada pela união de esforços do Genius com universidades e empresas. Em um primeiro momento, o Genius mapeou as competências das universidades nacionais. Posteriormente, o instituto estabeleceu parcerias com as universidades consideradas

[18] O CIn/UFPE distingue Projetos de Pesquisa (financiados por órgãos nacionais - CNPq, CAPES, FINEP) e Projetos de Cooperação (desenvolvidos com ou para empresas, com recursos advindos de Fundos Setoriais ou da Lei de Informática).

relevantes, com base na especialização tecnológica das mesmas, para que elas ficassem responsáveis pela atividade de pesquisa. O Genius estimula suas universidades parceiras a desenvolverem programas de pesquisa para investigar tecnologias e soluções futuras - o que vem sendo feito na área de computação ubíqua[19], por exemplo.

Nesse consórcio, cabe às empresas a demanda por projetos, cujo desenvolvimento fica sob responsabilidade do Genius. A partir da demanda empresarial, o instituto contacta as universidades parceiras e complementa suas competências, somando o conhecimento transmitido pelas universidades. O novo karaokê da Gradiente, por exemplo, foi desenvolvido pelo Genius nos moldes do Consórcio Tecnológico, a partir de parceria estabelecida com COPPE/UFRJ e Gradiente.

6.1.3.2 NÍVEL INTERMEDIÁRIO DE COMPETÊNCIAS EM GESTÃO DE PROJETOS

No que se refere à função gestão de projetos, 14 (77,78%) institutos da amostra alcançaram o Nível 4, Intermediário, de capacitação tecnológica. As evidências apontam que tais institutos, além de gerirem projetos complexos, marcados pela integração de áreas de especialização complementares, possuem uma base de projetos, onde todas as etapas que compõem o projeto são documentadas. As evidências sugerem, ainda, que, embora nem todos esses 14 institutos possuam certificações oficiais, como o PMI, a adoção de padrões para a gestão de projetos é prática comum entre todos eles.

O Instituto Eldorado, por exemplo, quando iniciou suas atividades, em 1999, desenvolvia apenas partes de projetos. Hoje, os projetos não apenas são de inteira responsabilidade do instituto, como também requerem equipes maiores, multidisciplinares, e prazos mais longos - em geral, doze meses - do que os projetos iniciais. Embora organizados em torno de seis áreas de especialização, os colaboradores são também alocados com base em projetos e, apesar do instituto ainda não possuir colaboradores certificados oficialmente, a metodologia de gestão de projetos criada pelo Eldorado baseia-se nas práticas do PMI.

Na FPF, a gestão de projetos também segue as práticas do PMI, apesar de ainda não haver profissionais certificados. Todos os projetos, a despeito de suas especificidades, são divididos em fases-padrão, as quais guiam sua execução. Além disso, há, no instituto, a

[19] Na computação ubíqua, utiliza-se um mesmo componente em diversas aplicações.

avaliação formal de performance em projetos, bem como o gerenciamento de risco - competências do Nível 5, Intermediário-superior, presentes no laboratório da área social[20].

Ainda em relação à função gestão de projetos, cabe destacar a interação entre os gerentes de projeto dos institutos e os gerentes de projetos dos clientes, a qual se faz presente em todos os 18 (100,00%) institutos examinados, inclusive naqueles que ainda não consolidaram todas as competências do Nível 4, Intermediário.

Por fim cabe abordar os quatro institutos pesquisados que ainda não consolidaram todas as competências do Nível 4, Intermediário, em gestão de projetos. Dentre esses institutos, não há institutos ligados a empresas: dois são ligados a universidades e dois são institutos independentes. No caso dos dois institutos ligados a universidades, embora os projetos sejam gerenciados por seus colaboradores, a documentação das atividades de projetos em bases de dados não é uma atividade formalizada. No caso dos dois institutos independentes, as evidências sugerem que a realização de projetos envolvendo áreas tecnológicas complementares não ocorre freqüentemente, muito embora também não seja ausente.

6.1.3.3 NÍVEL INTERMEDIÁRIO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

Em termos de produtos e soluções, a Tabela 6.1 aponta que 17 (94,44%) institutos estudados desenvolveram as competências do Nível 4, Intermediário.

As evidências indicam que há apenas um instituto onde o desenvolvimento de tecnologias inovadoras ainda não se dá em vias de atender ao mercado em potencial, sendo feito apenas a partir da demanda empresarial. As evidências sugerem, no entanto, que esse instituto, assim como os demais, é capaz de desenvolver soluções complexas, a partir da integração de áreas de especialização. É interessante destacar que, embora os 18 (100,00%) institutos sejam capazes de desenvolver soluções integradas, as evidências sugerem que a capacidade de gerir projetos que envolvam áreas de especialização complementares foi desenvolvida por 14 (77,78%) institutos - conforme apontado na subseção anterior.

[20] Esse laboratório desenvolve projetos para deficientes físicos.

No LACTEC, por exemplo, projetos são desenvolvidos a partir da integração de suas unidades tecnológicas (como engenharia elétrica, meio-ambiente, engenharia de *software*). Este é o caso, por exemplo, da célula a combustível desenvolvida pelo instituto. Essa célula transforma álcool em hidrogênio. Por conta desse projeto, o LACTEC já foi, inclusive, procurado pelo governo norte-americano, que tem interesse em copiar a tecnologia.

O Instituto BRISA pode ser mencionado como um outro exemplo. As evidências indicam que, hoje, nesse instituto, o desenvolvimento de tecnologias não é feito apenas para atender a solicitações imediatas das empresas como também está orientado para o mercado em potencial. Na área de comunicação móvel, por exemplo, há treinamento dos profissionais em desenvolvimento e aplicações de celular, com o intuito de capacitá-los a identificarem soluções que ainda hão de ser requeridas pelo mercado. Os produtos e soluções da BRISA, entretanto, têm sido voltados basicamente para o mercado nacional. Em 2004, o instituto desenvolveu um *software* para celular (tecnologia BREW[21]) que ainda não havia sido desenvolvido localmente. O celular que contem o *software* desenvolvido pelo instituto foi lançado no mercado brasileiro em julho de 2004.

Na CERTI, produtos e soluções também vêm sendo gerados visando ao mercado em potencial, muito embora essa busca por tecnologias inovadoras venha sendo financiada por empresas. O instituto está engajado no desenvolvimento da tecnologia nacional para TV digital, atividade que vem sendo, em parte, subsidiada pela Philips. Já o Inatel desenvolveu um sistema de comando de voz para carros, o qual está em vias de ser implementado pela Fiat.

É interessante destacar aqui os produtos e soluções que vêm sendo gerados pelo laboratório da área social da FPF. Esse laboratório desenvolveu o *Mouse* Ocular, um sistema de *hardware* e *software* capaz de converter o movimento dos músculos que estão ao redor do globo ocular em sinais elétricos, para auxiliar na comunicação de pacientes com paralisias crônicas. O aparelho poderá ser usado também como opção para mouses convencionais e microcomputadores, proporcionando o conhecimento da tecnologia em

[21] *Binary Runtime Environment for Wireless* (BREW) é uma plataforma de desenvolvimento de aplicações para aparelhos sem-fio equipados com tecnologia CDMA. A tecnologia CDMA, por sua vez, refere-se aos protocolos utilizados nas chamadas segunda e terceiras gerações de comunicação móvel (2G e 3G, respectivamente). Essa tecnologia permite que sinais variados ocupem um único canal de transmissão.

processamento de sinais, utilizando-se mão-de-obra local qualificada e permitindo, ainda, a disseminação da tecnologia entre profissionais de diversas áreas.

O projeto *Mouse* Ocular vem sendo subsidiado por empresas como Sweda, Olivetti, Philips e Thomson. Com o apoio dessas duas últimas, a FPF, em 2005, investirá mais de R$ 2 milhões no projeto, ano em o produto começará a ser produzido no Pólo Industrial de Manaus (PIM) pela CCE da Amazônia.

Além do *Mouse* Ocular, o laboratório vem desenvolvendo também o projeto Voz do Mundo, equipamento que interpreta a linguagem de sinais utilizada por surdos-mudos e a converte em texto e voz. A Voz do Mundo consiste em uma luva equipada com sensores que captam os movimentos da mão, convertendo-os em impulsos elétricos, os quais são interpretados por um programa de computador e convertidos em letras, formando frases na tela. Dessa forma, pessoas com essa deficiência poderão dispor de um tradutor instantâneo para a linguagem de sinais. O projeto, patrocinado pela Thomson, deverá ser concluído em dois anos. O resultado será um pequeno terminal acoplado à luva de sensores, que o usuário poderá levar para qualquer lugar.

6.1.3.4 NÍVEL INTERMEDIÁRIO DE COMPETÊNCIAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

Finalmente, as evidências apontam que a função ferramentas e processos é a que concentra o menor número de institutos com competências desenvolvidas no nível em questão. As competências do Nível 4, Intermediário, foram desenvolvidas por apenas oito (44,44%) institutos examinados, dos quais sete (38,89%) as têm como nível máximo alcançado.

As evidências indicam a criação[22], nesses institutos, de novas unidades organizacionais voltadas para a realização de projetos inovadores, com o objetivo de fomentar o processo de criação, auxiliando a gestão de processos e a gestão estratégica da qualidade. As estruturas organizacionais de tais institutos permitem ressaltar a ênfase dada à área de negócios dos mesmos. Esses institutos possuem áreas específicas responsáveis por gestão de negócios, havendo apenas diferença na nomenclatura utilizada: Superintendência de Negócios, Gerência de Negócios, Novos Negócios. Além disso, há institutos que criam também um Departamento de Inovação.

[22] Cabe destacar que há institutos que não consolidaram as demais competências em ferramentas e processos do Nível 4, Intermediário, mas nos quais se pode observar a criação de novas unidades organizacionais.

No CPqD, por exemplo, há uma Diretoria de Inovação Tecnológica. No CESAR, criou-se, no segundo semestre de 2003, uma Gerência de Inovação. O objetivo dessa nova gerência é promover a interconexão (ou alinhamento) dos projetos de inovação, além da ligação entre universidade e empresa, de forma que o "ciclo de vida" da inovação não se feche, ou seja, que as idéias efetivamente se transformem em inovações.

Além da solidificação das práticas de gerenciamento de projetos, os processos são coordenados via *web intranet*, por meio da formalização e da padronização das redes de comunicação, buscando facilitar o processo de comunicação.

Adicionalmente, as evidências indicam que a padronização das atividades organizacionais nesses institutos está orientada para a utilização de metodologias internacionais, bem como para a obtenção de certificações como ISSO e PMP-PMI. Muito embora em níveis anteriores os institutos utilizem as técnicas do PMI não-oficialmente, esse nível de capacitação refere-se à obtenção da certificação oficial, isto é, à presença de *Project Management Professionals* nos institutos. Em termos de desenvolvimento de *software*, as evidências apontam que esses institutos buscam se organizar em torno das especificações com CMM3, independente de possuírem ou não a certificação CMM2.

No caso de institutos ligados a universidades, a emergência da preocupação com questões relacionadas à padronização é conseqüência do desenvolvimento de projetos para empresas. Embora apenas um dos institutos ligados a universidades tenha consolidado todas as competências do nível em questão na função ferramentas e processos - a saber: o Inatel -, as evidências sugerem que a orientação em torno de práticas e certificações adotadas e reconhecidas internacionalmente tem sido estimulada por seus clientes, com o objetivo de otimizar a performance dos institutos e, assim, das tecnologias por eles desenvolvidas.

No Inatel, o desenvolvimento de projetos para empresas levou à criação de uma unidade que passou a concentrar as atividades com orientação mercadológica desenvolvidas pelo instituto: o Inatel *Competence Center* (ICC), criado em 2001. Hoje, todos os gerentes de projetos do ICC são certificados pelo PMI. Além disso, seus laboratórios possuem as certificações ISO 17025 e ISO 9000 (certificação da incubadora).

As evidências sugerem que a CERTI, por exemplo, instituto ligado à universidade, embora ainda não tenha consolidado todas as competências do Nível 4, Intermediário, possui competências desse nível. O instituto em questão passou por uma reestruturação organizacional, concentrando suas atividades em quatro centros de inovação. A partir da criação desses centros de inovação, indicadores de performance passaram a ser gerados, o que vem possibilitando a identificação de processos estratégicos a serem melhorados internamente.

As evidências indicam, no entanto, que entre os institutos dessa natureza, de maneira geral, a orientação para gestão de projetos formal e gestão estratégica pela qualidade é ainda recente, principalmente no que se refere à obtenção de certificações oficiais internacionais. Dessa maneira, embora a consciência de formalização esteja presente nesses institutos, as competências do Nível 4, Intermediário, ainda não puderam ser alcançadas pela maioria deles.

Diferente do que acontece nos institutos ligados a universidades, dentre os institutos independentes ou ligados a empresas - que no nível em questão somam nove - há apenas um que não possui certificações internacionais.

No caso específico dos institutos independentes, que representam seis (75,00%) dos institutos que alcançaram o Nível 4, Intermediário, as certificações internacionais acabam sendo vistas como facilitadores para atração de clientes, de maneira que a competição com outros institutos para deter clientes acaba por estimular a obtenção de tais certificações.

Por fim, no que se refere aos institutos ligados a empresas, cabe destacar que a obtenção dessas certificações é um pré-requisito para que os mesmos possam se engajar em projetos inovadores do grupo global. Há apenas um instituto ligado à empresa que não alcançou o Nível 4, Intermediário, estando situado no Nível 3, Inovativo Básico, muito embora apresente competências de níveis mais avançados.

O instituto em questão desenvolve projetos em conjunto com os demais centros de desenvolvimento da empresa a qual está ligado, atuando com base em processos globais e simultâneos - competência do Nível 5, Intermediário-superior. Segundo um gestor entrevistado nesse instituto, a padronização de processos é a base para que não haja falhas

na execução dos projetos. Houve um projeto em que, para a fabricação de uma placa nua, foi contratada uma empresa nos EUA, o que foi possível porque as práticas para confecção de placas e sistemas mecânicos (técnicas de EMI[23]) utilizadas pelo instituto permitem que elas sejam construídas em qualquer lugar do mundo.

6.1.4 NÍVEL INTERMEDIÁRIO-SUPERIOR DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

6.1.4.1 NÍVEL INTERMEDIÁRIO-SUPERIOR DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

As competências do Nível 5, Intermediário-superior, em engenharia de *software* foram desenvolvidas por 11 (61,11%) institutos examinados. O desenvolvimento de soluções inovadoras a partir de idéias próprias parece ser, assim, prática contínua na maior parte dos institutos pesquisados, o qual se dá a partir da interação de equipes multidisciplinares, altamente especializadas. Adicionalmente, as evidências indicam o desenvolvimento de *software* em conjunto com centros globais, destacando-se empresas transnacionais.

Como exemplo, cabe mencionar o caso da FITec. Nesse instituto, a partir das competências em engenharia de *software*, projetos vêm sendo realizados não apenas para empresas dos setores de tecnologia da informação e comunicação, mas também para o setor hospitalar. Além disso, a FITec vem desenvolvendo projetos de P&D com a empresa Lucent Technologies, não apenas com sua filial no Brasil, mas também com sua matriz, nos EUA. Em um dos projetos desenvolvidos em conjunto com essa empresa, colaboradores do instituto realizaram um intercâmbio, no qual ficaram alocados na matriz da Lucent durante 18 meses.

Além disso, vale ressaltar também o caso dos institutos ligados a universidades. As evidências sugerem que, nesses institutos, o engajamento na atividade de pesquisa contribui para a geração de tecnologias a partir de *insights* próprios, o que acaba despertando a atenção de empresas. Segundo um dos entrevistados no CIn/UFPE, "as empresas têm que entrar em uma 'fila de espera' para que possam ser atendidas, pois nem

[23] *Eletromagnetic interference* (EMI) é o rompimento das operações de um aparelho eletrônico quando este está próximo de um campo magnético, no espectro da radiofreqüência causado por outro aparelho eletrônico.

sempre o instituto possui número de colaboradores suficiente para desenvolver todos os projetos demandados pelo mercado".

No caso do LACTEC, a atividade de engenharia de *software* já estava presente no instituto antes da criação da unidade de engenharia de *software*. As demais unidades tecnológicas - com destaque para a unidade de eletrônica - tinham a engenharia de *software* como uma atividade meio, que buscava viabilizar as atividades internas e os projetos do instituto. Hoje, as atividades de TIC são focadas no mercado e o instituto busca gerar soluções integradas a partir de idéias próprias, por meio da junção de *expertise* das unidades tecnológicas.

A FPF é outro instituto onde soluções inovadoras em engenharia de *software* têm sido geradas. Por conta da parceria tecnológica estabelecida com a Siemens, há três equipes desenvolvendo projetos para a empresa, sendo uma de testes e duas de desenvolvimento (nas tecnologias C++ e Java). Os testes realizados são testes para aplicativos Siemens. Esses testes, denominados testes de caixa preta[24] (*black box*), buscam prever configurações de *hardware* e *software* que qualquer cliente dos celulares Siemens no mundo inteiro pode possuir - e que podem ocasionar incompatibilidade com o sistema. Mensalmente, são executados mais de 8.000 *test cases* pela equipe, incluindo telefones, sistemas operacionais e formas de conexão.

A equipe de C++[25] desenvolve projetos para a relação celular-usuário, onde este último poderá dispor de diversos recursos via computador próprio para configurar, armazenar e restaurar dados de seu telefone. Já a equipe Java[26] dá suporte aos desenvolvedores que usam a plataforma de celulares Siemens, sendo responsável pelo desenvolvimento de ferramentas auxiliares para os mesmos. A equipe de Java acabou se tornando referência mundial, estando entre os cinco laboratórios mundiais engajados em atividades de P&D nessa tecnologia.

Por fim, em relação aos seis (33,33%) institutos pesquisados que não alcançaram Nível 5, Intermediário-superior, em engenharia de *software*, um é ligado à universidade e os

[24] Os testes de caixa preta verificam o funcionamento do sistema sob a ótica do usuário final.
[25] C++ é uma linguagem de programação utilizada na criação de aplicações de larga escala.
[26] Java é uma linguagem de programação mais simples de ser usada do que C++, tendo sido elaborada para ser utilizada em ambientes de *internet*.

demais são independentes ou ligados a empresas. As evidências apontam que, em parte desses institutos, a rotatividade de equipes para realização de projetos é intermitente, ou seja, não acontece continuamente. As evidências apontam, ainda, que a geração pró-ativa de soluções engenharia de *software* também poderia ser fortalecida em parte desses institutos.

6.1.4.2 NÍVEL INTERMEDIÁRIO-SUPERIOR DE COMPETÊNCIAS EM GESTÃO DE PROJETOS

No tocante à função gestão de projetos, há uma diminuição relativamente significativa do número de institutos que alcançaram esse nível de capacitação tecnológica, o qual reduz para dois (11,11%) institutos - sendo eles independentes ou ligados a empresas. As evidências indicam que, nesses institutos, a gestão de risco é inerente ao gerenciamento de projetos. Além disso, há a avaliação de performance por meio de métricas quantitativas.

A capacitação em gestão de projetos nesses institutos aponta o desenvolvimento de competências de integração de grupos, a qual parece ser crucial para a coordenação e a integração de grupos diferentes e até mesmo de tarefas mundiais, bem como para que se alcance alta performance no desenvolvimento de produtos. Mesmo quando a duplicidade de esforços é inevitável, ela é entendida como positiva, pois, conforme complementado por um entrevistado: "é possível enxergar caminhos diferentes de se resolver um mesmo problema e você pode gerar (identificar) as melhores práticas no grupo".

6.1.4.3 NÍVEL INTERMEDIÁRIO-SUPERIOR DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

No que se refere à função produtos e soluções, a Tabela 6.1 destaca a existência de seis (33,33%) institutos no Nível 5, Intermediário-superior, muito embora as evidências indiquem que haja outros nove institutos com competências consolidadas no Nível 4, Intermediário, que vêm desenvolvendo as competências do presente nível. Tal fato parece apontar a orientação dos institutos para o mercado global, buscando desenvolver produtos e soluções inovadores. Este é o caso de institutos como CERTI, Genius e Inatel, que ainda não alcançaram o Nível 5, mas que vêm se engajando no desenvolvimento de tecnologia de TV digital, por exemplo.

O CPqD, hoje, tem buscado atuar como provedor de soluções estratégicas, estando seus produtos e serviços divididos em três linhas: serviços, suporte a operações e negócios e

produção industrial. Na primeira linha, o CPqD busca - por meio de consultorias, projetos, treinamentos e atividades laboratoriais - manter a inteligência nacional em tecnologia de telecomunicação. Na segunda, o instituto desenvolve sistemas de *software*, buscando competir globalmente como fornecedor de aplicativos de grande porte e complexidade para telecomunicações, bem como provocar externalidades que beneficiem as empresas nacionais ao longo da cadeia de serviços de *software*. Finalmente, na linha produção industrial, o instituto atua como provedor de tecnologias de equipamentos e sistemas de telecomunicações, transferindo tecnologia para a indústria e gerando *spin-offs* - competência do Nível 6, Avançado.

As evidências sugerem, assim, que, atualmente, as competências do CpqD em produtos e soluções encontram-se no Nível 5, Intermediário-superior - estando competências do Nível 6, Avançado, sendo construídas. Entre os produtos e soluções que o instituto vem desenvolvendo para o mercado internacional, destacam-se: criação de sistema de supervisão de redes ópticas para Espanha, criação de sistemas de cobrança (*billing*) para Bolívia e EUA, elaboração de sistemas de cartão telefônico e de gestão para as Ilhas Samoa.

6.1.4.4 NÍVEL INTERMEDIÁRIO-SUPERIOR DE COMPETÊNCIAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

Finalmente, no caso da função ferramentas e processos, as evidências indicam que os institutos têm buscado organizar suas atividades em torno de metodologias utilizadas internacionalmente. No entanto, embora parte significativa dos institutos esteja orientada para a organização de suas práticas em torno de padrões internacionais, as evidências sugerem que poucos são os institutos que, ao se organizarem e obterem certificações, voltaram-se para o desenvolvimento de práticas próprias e de processos adequados a suas especificidades.

Conforme apontado na Tabela 6.1, as competências do Nível 5, Intermediário-superior, em ferramentas e processos foram alcançadas somente por um (5,56%) instituto, muito embora o mesmo ainda não esteja orientado para obter oficialmente a certificação CMM4. Esse instituto é o CESAR.

No CESAR, observa-se o contínuo empenho na criação de processos próprios, adequados a suas especificidades. Além de profissionais certificados pelo PMI, o CESAR possui também as certificações ISO 9000 e ISO 9001:2000 (incubação), além do CMM2[27]. E, além da Gerência de Qualidade em sua estrutura organizacional, o CESAR possui tambem dois grupos de melhoria responsáveis pelo estabelecimento de um processo contínuo de garantia da qualidade. O *Software Engineering Process Group* (SEPG) atua diretamente na melhoria do processo padrão de software da organização, enquanto o *Software Improvement Process Group* (SIPG) é responsável por decisões estratégicas que estejam fora do escopo de autonomia do SEPG.

Adicionalmente, em 2000, o CESAR desenvolveu uma metodologia própria para gestão de processos e projetos, o Processo Padrão de Desenvolvimento de *Software* do CESAR (Prosces). O Prosces (Quadro 6.1) foi elaborado com o objetivo de padronizar o desenvolvimento de produtos de *software*, buscando aumentar o grau de produtividade das equipes de desenvolvedores e garantir qualidade nos produtos e serviços do CESAR. O Prosces baseia-se no *Rational Unified Process*[28] (RUP) da *Rational Unified Corporation*, tendo sido realizadas adições e adaptações, provenientes de especificações ISO e CMM.

[27] Quando as entrevistas foram realizadas, o CESAR estava orientado para obter a certificação CMM3 e atendia a especificações do CMM4.
[28] O *Rational Unified Process* (RUP) é uma metodologia de desenvolvimento de programas.

Quadro 6.1: Processo Padrão de Desenvolvimento de *Software* do CESAR (Prosces)

Cada projeto desenvolvido deve realizar uma configuração do processo, identificando os artefatos, ferramentas e atividades que se enquadram no desenvolvimento do projeto específico. Essa configuração é realizada com o apoio de engenheiro de processos e dos grupos de garantia da qualidade. Para garantir um padrão mínimo entre os projetos, existe um conjunto definido de artefatos críticos, os quais são recomendados para todos os projetos que passem por todas as fases de desenvolvimento. A elaboração dos artefatos é apoiada por padrões, guias e *templates*, a fim de garantir entendimento comum e geração padronizada por parte das equipes de desenvolvimento. Assim, a configuração do RUP é realizada no âmbito de cada projeto específico, por meio de uma avaliação crítica dos artefatos que serão adicionados ao conjunto mínimo. O Prosces conta também com verificações e validações em cada *milestone* definido no RUP, além de revisões adicionais conduzidas pelas equipes de qualidade e de apoio ao desenvolvimento do CESAR, as quais devem ser definidas juntamente com a equipe técnica de cada projeto. Para garantir o uso adequado do Prosces pelos projetos, o CESAR conta com um grupo de engenheiros de qualidade - *Software Quality Assurance Group* (SQAG) - que executam atividades de garantia da qualidade no ambito dos projetos. O SQAG apóia a atividade de planejamento do projeto, além de esclarecer dúvidas referentes ao conteúdo dos *templates* e padrões adotados, visando à garantia da conformidade do produto com as necessidades do cliente e com o processo de *software* estabelecido no plano do projeto.

Fonte: Documentos internos do CESAR.

6.1.5 NÍVEL AVANÇADO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Assim como ocorrido com as funções gestão de projetos e ferramentas e processos no nível anterior, há, no Nível 6, Avançado, a redução do número de institutos que alcançaram as competências das funções engenharia de *software* e produtos e soluções, conforme é apresentado a seguir.

6.1.5.1 NÍVEL AVANÇADO DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

Em termos de engenharia de *software*, as competências do Nível 6, Avançado, foram desenvolvidas por um (5,56%) instituto estudado. As evidências indicam, assim, a existência, dentre os 18 (100,00%) institutos pesquisados, de um centro mundial no desenvolvimento de novas tecnologias, o qual está engajado em atividades de P&D de alta complexidade, a saber: o CCT/UFCG.

A partir da parceria tecnológica com a HP do Brasil, o CCT/UFCG passou a desenvolver projetos na tecnologia de *grid computing* para a HP mundial. Antes de estabelecer a

parceria com o instituto, a HP não realizava investimentos nessa área. Hoje, o Projeto HP na área de grades computacionais representa o maior projeto da empresa no mundo em uma universidade fora dos EUA e o CCT/UFCG é centro de excelência mundial na tecnologia em questão.

Ainda em termos de engenharia de *software*, cabe destacar o caso do CESAR, embora as evidências indiquem que o instituto ainda não tenha alcançado todas as competências do Nível 6, Avançado. O CESAR é reconhecido internacionalmente por conta de sua especialização na área de *games*, destacando-se tecnologias como J2ME, SMS, MMS. Além de líder[29] no mercado brasileiro de jogos para celulares, a empresa incubada Meantime já ganhou prêmios nacionais e internacionais.

A tecnologia Java 2 *Plataform Micro Edition* (J2ME) permite a utilização de linguagem Java no desenvolvimento de programas para aparelhos de comunicação móvel. *Short Message Service* (SMS) é um serviço para envio de mensagens para celulares que usam tecnologia GSM. Por fim, a tecnologia *Multimedia Messaging Service* (MMS) permite a troca de comunicações multimídia entre celulares e outros aparelhos habilitados com a tecnologia - como as câmeras de celulares.

Além disso, o CESAR é o único centro *Open Environment* da Sun Microsystems da (*Sun ONE*) da América Latina. O *Sun ONE* representa um conjunto de produtos da Sun Microsystems, cujo objetivo é permitir que uma empresa disponibilize dados e aplicações em um *web browser* tanto para uso interno quanto para uso de seus consumidores. O CESAR foi também o primeiro laboratório de Kjava da Motorola, bem como um dos únicos centros de desenvolvimento em tecnologia TDMA fora da mesma. As evidências, assim, sugerem a construção de competências em engenharia de *software* do Nível 6, Avançado, no instituto em questão.

6.1.5.2 NÍVEL AVANÇADO DE COMPETÊNCIAS EM GESTÃO DE PROJETOS

No que se refere à função gestão de projetos, as competências do Nível 6, Avançado, ainda não foram alcançadas por nenhum (0%) instituto examinado. As evidências sugerem, entretanto, que um instituto parece estar construindo competências desse nível, a saber: o CESAR. No caso desse instituto, as evidências indicam, principalmente, esforços

[29] Informação obtida em documentos internos do instituto.

deliberados no sentido de transformar a prevenção em um processo formalizado, estruturado.

6.1.5.3 NÍVEL AVANÇADO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

Em relação à função produtos e soluções, as competências do Nível 6, Avançado, foram alcançadas por um (5,56%) instituto, sendo o mesmo ligado à universidade (CCT/UFCG).

As evidências apontam que o CTT/UFCG é capaz de desenvolver produtos e soluções de elevada complexidade, dotados de capacidade de personalização para atender necessidades ainda não identificadas. Além disso, há a geração de *spin-offs* por conta da complexidade e da especialização das atividades em que os institutos vêm se engajando. Nesse instituto, as atividades de P&D relacionadas a grades computacionais já eram realizadas antes do estabelecimento da parceria tecnológica com a HP, estando o CCT/UFCG voltado para a busca de novidades (engajando-se, assim, em pesquisa básica e pesquisa aplicada), as quais posteriormente poderiam vir a ser utilizadas para fins mercadológicos.

6.1.5.4 NÍVEL AVANÇADO DE COMPETÊNCIAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

Finalmente, na função ferramentas e processos, as evidências indicam que, assim como na função gestão de projetos, não há institutos que tenham consolidado as competências do Nível 6, Avançado.

As evidências indicam que, dentre os institutos estudados, não há institutos em que os processos operacionais sigam os pré-requisitos da certificação CMM5. Adicionalmente, as evidências sugerem a ausência de institutos que venham realizando o aprimoramento contínuo de processos e sistemas operacionais próprios, uma vez que muitos institutos nem mesmo ainda estruturaram por completo seus processos organizacionais e operacionais.

Este capítulo apresentou os tipos e níveis de competências tecnológicas encontrados nos institutos estudados. As evidências apontam que, nas quatro funções tecnológicas estudadas, nenhum instituto pesquisado encontra-se confinado nas competências de rotina. Além disso, há, inclusive, um instituto que construiu as competências do Nível 6, Avançado, nas funções Engenharia de *Software* e Produtos e Soluções. Por outro lado, as evidencias apontam que esse nível de capacitação ainda não foi consolidado por nenhum instituto estudado, no caso das funções Gestão de Projetos e Ferramentas e Processos.

CAPÍTULO 7

FONTES PARA CONSTRUÇÃO DAS COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NOS INSTITUTOS ESTUDADOS: OS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS

O presente capítulo está focado na descrição dos processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados pelos institutos estudados na construção das competências tecnológicas, descritas no Capítulo 6. Baseando-se no modelo analítico apresentado na Tabela 3.3, são descritos os processos de aquisição (externa e interna) e conversão (codificação e compartilhamento) de conhecimento utilizados pelos institutos da amostra em três fases: inicial, intermediária e atual.

7.1 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS NOS INSTITUTOS ESTUDADOS

Esta seção descreve as evidências empíricas referentes aos processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados pelos institutos estudados. Os processos de aprendizagem intra-organizacionais referem-se ao desenvolvimento de competências a partir de esforços deliberados pelo próprio instituto. Os processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados na fase inicial são descritos na Subseção 7.1.1. Em seguida, nas Subseções 7.1.2 e 7.1.3, são descritos os processos de aprendizagem presentes nas fases intermediária e atual. Finalmente, na Subseção 7.1.4, sumariam-se os processos utilizados nos institutos estudados em todas as fases.

7.1.1 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS: FASE INICIAL

7.1.1.1 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO: FASE INICIAL

A Tabela 7.1 apresenta os processos e mecanismos de aquisição externa de conhecimento utilizados pelos institutos estudados na fase inicial, isto é, no período em que tais institutos iniciam suas atividades. Pode-se observar que a realização de treinamentos conforme o levantamento de necessidades é o processo mais utilizado na fase em questão, estando presente em 14 (77,78%) institutos.

Em seguida, destacam-se a participação em congressos e seminários e a interação com parceiros nacionais para o desenvolvimento de projetos, ambos presentes em 13 (72,22%) institutos. O mecanismo publicação e apresentação de *papers*, entretanto, apresenta-se relativamente inferior, estando presente em apenas nove (50,00%) institutos. Os mecanismos que aparecem em terceiro lugar são a participação em palestras e cursos relacionados a TIC e desenvolvimento de *software*, bem como a consulta a legislação, normas e regulamentação, estando tais processos presentes em 12 (66,67%) institutos.

Novamente em termos de interação para desenvolvimento de projetos, pode-se observar uma maior incidência de interações com agentes nacionais. Enquanto a interação com clientes nacionais encontra-se presente em 11 (61,11%) institutos, no caso de clientes internacionais ela acontece em seis (33,33%) institutos. Em relação à interação com parceiros, as parcerias internacionais estão presentes em nove (50,00%) institutos, apresentando, assim, maior incidência que a interação com clientes internacionais. Essa diferença entre as interações nas esferas nacional e internacional também se verifica na realização de seminários de tecnologias com clientes. Em termos de clientes nacionais, esse processo é encontrado em nove (50,00%) institutos, enquanto que, em termos de clientes internacionais, ele está presente em quatro (22,22%) institutos apenas.

É interessante, destacar, no entanto, que as evidências sugerem a existência de uma preocupação maior em relação à aproximação de organizações internacionais em institutos criados mais recentemente. As evidências indicam que esses institutos têm buscado deliberadamente estreitar seus relacionamentos no exterior, tanto com parceiros quanto com clientes.

A FITec, por exemplo, desde sua criação[30], busca se relacionar com organizações internacionais. Segundo um dos entrevistados na FITec, as relações internacionais, inclusive, têm se mostrado mais relevantes para o instituto. Nas palavras do mesmo, "a abrangência de atuação e o nível tecnológico exigido no exterior permitem o desenvolvimento do instituto, bem como seu preparo para os desafios do mercado nacional". Hoje, a FITec desenvolve projetos para matrizes e outras filiais de TNCs. Recentemente, o instituto desenvolveu uma central telefônica para a Lucent Technologies que foi internacionalizada para mais de 20 países.

O LACTEC é outro instituto onde pode se observar essa aproximação. A Unidade Tecnológica de Engenharia de *Software* do instituto, criada em março de 2003, estabeleceu uma parceria tecnológica com a Siemens (mundial). Por meio dessa parceria, a unidade vem desenvolvendo projetos internacionais, tanto em *software* quanto em *hardware*. Para um dos entrevistados no LACTEC, as parcerias internacionais, por conta de sua estabilidade, têm sido mais relevantes, principalmente para essa nova unidade do instituto.

Além disso, pode-se observar que, na fase inicial, a contratação de especialistas para o desenvolvimento de capacitação em assistência técnica e engenharia é encontrada em dez (55,56%) institutos. O mesmo acontece com a contratação de consultores externos para certificações e desenvolvimento de sistemas operacionais e gerenciais. Tal fato parece sugerir que a preocupação com a adoção de padrões, bem como com a formalização de atividades, se faz presente em alguns institutos desde a constituição dos mesmos.

Por fim, cabe destacar os mecanismos de aquisição externa com incidência relativamente inferior na fase inicial. Um desses mecanismos é a aquisição de tecnologia desenvolvida por outras unidades dos institutos (sejam suas filiais, departamentos e laboratórios de universidades ou filiais de empresas às quais estão ligados). Na fase inicial, esse mecanismo encontra-se presente em cinco (27,78%) institutos. Já os programas de desenvolvimento de gerentes de projetos são encontrados em apenas quatro (22,22%) institutos.

[30] A FITec foi oficialmente constituída em 2001, muito embora desenvolva atividades desde 1994.

Tabela 7.1: Processos de aquisição externa de conhecimento: fase inicial

Processos e mecanismos de aquisição externa de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Contratação de especialistas	
Para desenvolvimento de capacitação em assistência técnica e engenharia	10 (55,56%)
2. Contratação de consultores externos	
Para certificações e desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais	9 (50,00%)
3. Treinamento externo	
Treinamentos externos em microinformática	8 (44,44%)
Treinamentos de longa duração no exterior	8 (44,44%)
Outros treinamentos conforme levantamento de necessidades	14 (77,78%)
Palestras e cursos relacionados a desenvolvimento de *software* e TIC	12 (66,67%)
Programa de desenvolvimento de gerentes de projeto	4 (22,22%)
Realização de cursos de idiomas a partir de incentivos do instituto	6 (33,33%)
Realização de cursos de graduação a partir de incentivos do instituto	5 (27,78%)
Realização de cursos de pós-graduação a partir de incentivos do instituto	8 (44,44%)
4. Congressos e seminários	
Participação em congressos e seminários	13 (72,22%)
Publicação e apresentação de *papers*	9 (50,00%)
5. Interação com clientes e parceiros	
Seminários de tecnologia com clientes (nacionais)	9 (50,00%)
Seminários de tecnologia com clientes (internacionais)	4 (22,22%)
Seminários de tecnologia com parceiros (nacionais)	9 (50,00%)
Seminários de tecnologia com parceiros (internacionais)	8 (44,44%)
Interação para desenvolvimento de projetos com clientes (nacionais)	11 (61,11%)
Interação para desenvolvimento de projetos com clientes (internacionais)	6 (33,33%)
Interação para desenvolvimento de projetos com parceiros (nacionais)	13 (72,22%)
Interação para desenvolvimento de projetos com parceiros (internacionais)	9 (50,00%)
6. Aquisição de tecnologia	
Aquisição de tecnologia desenvolvida por outras unidades (do instituto/da empresa/da universidade)	5 (35%)
Aquisição de tecnologia desenvolvida por terceiros	8 (50%)
7. Registros (consultas)	
Patentes	8 (44,44%)
Legislação, normas, regulamentação	12 (66,67%)
8. Outros mecanismos de aquisição externa de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.1.2 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO: FASE INICIAL

Os processos de aquisição interna de conhecimento utilizados pelos institutos na fase inicial são apresentados na Tabela 7.2. No que se refere às atividades internas de P&D, pode-se observar que as atividades de pesquisa são as menos incidentes entre os institutos da amostra. A pesquisa básica é inicialmente desenvolvida por três (15%) institutos, enquanto a pesquisa aplicada está presente em dez (55,56%) institutos. Já as atividades de *design* e desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia estão presentes em 13 (72,22%) institutos examinados.

Um instituto onde todas as atividades de P&D são desenvolvidas na fase inicial é o CPqD. Embora o desenvolvimento exploratório e as aplicações de engenharia se apresentem como atividade principal, o *design* e a pesquisa (tanto básica quanto aplicada) são desenvolvidos nesse instituto desde sua criação. Segundo um diretor entrevistado no CPqD, "a complementaridade das atividades de P&D acabou sendo buscada desde cedo por conta do papel do CPqD, que até 1990 tinha como objetivo capacitar a indústria nacional monopolista a inovar".

No tocante ao treinamento interno dos funcionários, na fase inicial, 12 (66,67%) institutos realizam treinamentos internos em desenvolvimento de *software*. Em dez (55,56%) institutos estudados há, inclusive, treinamentos liderados por especialistas estrangeiros. Há, ainda, o treinamento em *software* de projeto e processo, muito embora esse tipo de treinamento seja o de menor incidência na fase em questão, estando presente em oito (44,44%) institutos da amostra.

Os treinamentos liderados por especialistas estrangeiros, geralmente, estão relacionados a parcerias tecnológicas estabelecidas com empresas. No caso de institutos ligados a empresas, as evidências sugerem que esses treinamentos emergem da relação com o grupo global. Nos institutos ligados a universidades, além das parcerias tecnológicas com empresas, há também o contato com pesquisadores internacionais. As evidências sugerem que esse contato acaba resultando em treinamentos, mesmo que não previamente programados. De acordo com um colaborador de um instituto ligado à universidade, "toda vez que um pesquisador estrangeiro visita o instituto acaba havendo uma palestra não agendada para pequenos grupos".

Tabela 7.2: Processos de aquisição interna de conhecimento: fase inicial

Processos e mecanismos de aquisição interna de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Atividades de P&D	
Pesquisa Básica	3 (16,67%)
Pesquisa Aplicada	10 (55,56%)
Design	13 (72,22%)
Desenvolvimento Exploratório e Aplicações de Engenharia	13 (72,22%)
2. Treinamento interno dos funcionários	
Treinamentos liderados por especialistas estrangeiros	10 (55,56%)
Treinamentos em desenvolvimento de *software*	12 (66,67%)
Treinamentos em *software* de projeto e processo	8 (44,44%)
3. Atividades de rotina, mecanismos do tipo 'aprender-fazendo'	
Participação de engenheiros recém-formados em projetos	13 (72,22%)
Contratação e desenvolvimento de engenheiros *trainees*	11 (61,11%)
Participação de especialistas do instituto em projetos no exterior	6 (33,33%)
4. Aprendizagem por busca	
Desenvolvimento em engenharia de processos e projetos por meio de experimentação, comparação de dados interlaboratoriais	7 (38,89%)
5. Outros mecanismos de aquisição interna de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Adicionalmente, as evidências indicam a participação de engenheiros recém-formados em projetos em 13 (72,22%) institutos estudados. No CETUC/PUC-Rio, por exemplo, muitos alunos são contratados ao se graduarem. Além de terem livre acesso aos laboratórios do instituto, os estudantes de engenharia realizam intercâmbios com outras universidades, o que é uma prática comum no instituto. Segundo um pesquisador entrevistado no CETUC/PUC-Rio, "essa prática permite a aquisição de conhecimentos que acabam sendo disseminados internamente". A CERTI é outro instituto que busca contar com engenheiros recém-formados dentre seus colaboradores. Conforme complementa um dos entrevistados no instituto, a CERTI "busca contratar os talentos da universidade (UFSC)".

O mecanismo contratação e desenvolvimento de engenheiros *trainees*, na fase inicial, encontra-se presente em 11 (61,11%) institutos. A participação de especialistas do instituto em projetos no exterior apresenta-se relativamente inferior, estando presente em seis (33,33%) institutos. Na FITec, por exemplo, houve um projeto de desenvolvimento

conjunto com a matriz da Lucent Technologies, no qual os colaboradores do instituto ficaram 18 meses nos EUA.

Finalmente, cabe destacar a aprendizagem por busca, isto é, o desenvolvimento em engenharia de processos e projetos por meio de experimentação e comparação de dados interlaboratoriais. Na fase inicial, esse mecanismo está presente em sete (38,89%) institutos. No Bell Labs, por exemplo, o processo de desenvolvimento (de produtos) implementado em sua criação resulta de uma combinação das práticas das empresas Batik, Zetax e também da própria Lucent Technologies.

7.1.1.3 PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO: FASE INICIAL

A Tabela 7.3 apresenta os processos e mecanismos de compartilhamento de conhecimento utilizados pelos institutos estudados na fase inicial. Assim como no caso das interações para desenvolvimento de projetos, pode-se observar o predomínio das relações nacionais para a realização de intercâmbios. Intercâmbios com clientes e parceiros nacionais, na fase inicial, estão presentes em 13 (72,22%) institutos. Já os intercâmbios com agentes internacionais acontecem em oito (44,44%) institutos. As evidências indicam, ainda, que o mecanismo visitas a instituições no exterior está presente em 11 (61,11%) institutos.

No tocante à interação com sócio-fundadores (e também mantenedores), filiais ou matrizes, as evidências indicam que tal mecanismo está presente em nove (50,00%) institutos. O CITS pode ser citado como exemplo de instituto que mantém relacionamento contínuo com sócio-mantenedores. Desde sua criação, o instituto mantém-se vinculado a 39 organizações sócio-mantenedoras. Os membros dessas organizações ocupam, inclusive, os cargos de presidência, vice-presidência e conselhos fiscal e administrativo do instituto.

Quanto aos mecanismos utilizados para solução compartilhada de problemas, as evidências apontam que, na fase inicial, encontros de projetos são realizados nos próprios institutos em 15 (83,33%) casos. Além disso, dez (55,56%) institutos realizam encontros de projetos em seus clientes (ou em suas matrizes, no caso de institutos ligados a empresas). Na fase em questão, entretanto, comitês da qualidade são encontrados em seis (33,33%) institutos apenas, menos da metade do total de institutos estudados.

Tabela 7.3: Processos de compartilhamento de conhecimento: fase inicial

Processos e mecanismos de compartilhamento de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Desenvolvimento conjunto com clientes e parceiros	
Intercâmbio com clientes para o desenvolvimento de projetos (nacionais)	13 (72,22%)
Intercâmbio com clientes para o desenvolvimento de projetos (internacionais)	8 (44,44%)
Intercâmbio com parceiros para o desenvolvimento de projetos (nacionais)	13 (72,22%)
Intercâmbio com parceiros para o desenvolvimento de projetos (internacionais)	8 (72,22%)
Interação com matriz, filiais, sócio-fundadores	9 (50,00%)
2. Solução compartilhada de problemas	
Encontros de projeto no instituto	15 (83,33%)
Encontros de projeto na matriz e/ou no cliente	10 (55,56%)
Comitê da qualidade	6 (33,33%)
3. Visitas no exterior	
Visitas a instituições no exterior (empresas, universidades e institutos de P&D)	11 (61,11%)
4. Prototipagem	
Desenvolvimento de protótipos	10 (55,56%)
5. Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares, *task-forces*	
Times de trabalho multifuncionais e multidisciplinares	12 (66,67%)
Task-forces	11 (61,11%)
6. Sistemas próprios para disseminação da informação	
Compartilhamento de dados em rede interna	11 (61,11%)
Comunicação convencional (quadros de avisos, murais)	14 (77,78%)
Modalidades de comunicação dinâmica (*e-mail, Internet, Intranet*)	10 (55,56%)
7. Outros mecanismos de compartilhamento de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

No que se refere à adoção de práticas de gestão pela qualidade, na fase inicial, cabe destacar o exemplo da Ericsson. Quando da criação do centro de P&D de Indaiatuba, em 2000, a Ericsson já vinha desenvolvendo produtos para o mercado global (*standard products*). Dessa maneira, quando o centro é criado em Indaiatuba, a orientação para padrões de qualidade internacionais é estabelecida como parte das atividades a serem desempenhadas. As evidências indicam a presença de grupos focados no controle de qualidade desde a fase inicial do Centro de P&D da Ericsson.

Quanto à formação de equipes rotativas, as evidências apontam que, já na fase inicial, 12 (66,67%) institutos buscam organizar times de trabalho rotativos e, quando possível, multidisciplinares. Além disso, a formação de forças-tarefa está presente em 11 (61,11%) institutos da amostra.

Por fim, cabe descrever os sistemas próprios para disseminação da informação presentes nos institutos pesquisados na fase inicial. O compartilhamento de dados em rede é encontrado em 11 (61,11%) institutos e as modalidades de comunicação dinâmica (*e-mail*, *internet*, *intranet*) estão presentes em dez (55,56%) institutos. Os mecanismos de comunicação convencional (quadros de avisos, murais) estão presentes em 14 (77,78%) institutos.

7.1.1.4 PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO: FASE INICIAL

No tocante aos mecanismos de codificação de conhecimento utilizados na fase inicial, a Tabela 7.4 indica a presença de codificações e especificações em oito (44,44%) institutos, o que aponta a orientação de parte dos institutos para a adoção de códigos e padrões de engenharia, bem como para soluções modulares para projetos.

Em termos de procedimentos administrativos, normas e regulamentos internos são encontrados em 13 (72,22%) institutos. A elaboração de procedimentos e instruções técnicas operacionais está presente em 11 (61,11%) institutos. Paralelamente, as evidências apontam a presença dos mecanismos adoção de sistemas de controle e administração de contratos e utilização de instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos em 13 (72,22%) casos.

Em relação à adoção de instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos, o CESAR pode ser citado como exemplo. Desde sua criação, o instituto desenvolve projetos para Motorola, empresa associada mantenedora. Esses projetos iniciais têm como base instruções e ferramentas da Motorola. Mesmo hoje, tendo o CESAR já desenvolvido normas e instruções próprias, os projetos para a Motorola seguem os padrões da empresa.

Quanto às certificações, quatro (22,22%) institutos foram certificados pela ISO na fase inicial. Esses institutos são: CERTI (ISO 9000), Eldorado (ISO 9001:2000), Ericsson (ISO

9000) e FITec (ISO 9001:2000 e ISO 17025). O Instituto Eldorado, inclusive, durante a realização do trabalho de campo estava em processo de certificação pela ISO 17025.

Já a certificação CMM - CMM2, especificamente - é encontrada em dois (11,11%) institutos, não sendo nenhum deles ligado a universidades. Um é independente e outro é ligado à empresa. No caso de institutos ligados a empresas, as evidências indicam que em institutos dessa natureza a obtenção de certificações como o CMM acaba sendo um requisito para o engajamento em projetos globais, os quais, para terem bom andamento, requerem a padronização de atividades e processos.

Tabela 7.4: Processos de codificação de conhecimento: fase inicial

Processos e mecanismos de codificação de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Codificações e especificações	
Códigos e padrões de engenharia	8 (44,44%)
Soluções modulares para projetos	8 (44,44%)
2. Elaboração de procedimentos administrativos	
Normas e regulamentos (comunicações internas e memorandos)	13 (72,22%)
Elaboração de procedimentos e instruções técnicas	11 (61,11%)
3. Certificações	
Processo de certificação pela ISO (9000, 9001, 14000, 17025)	4 (22,22%)
Processo de certificação CMM	2 (11,11%)
Registros de treinamentos	8 (44,44%)
4. Sistemas de controle operacionais e gerenciais	
Sistemas de Controle de Documentos e Administração de Contratos	13 (72,22%)
Instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos	13 (72,22%)
5. Outros mecanismos de codificação de conhecimento	**1 (5,56%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.2 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANZACIONAIS: FASE INTERMEDIÁRIA

7.1.2.1 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO: FASE INTERMEDIÁRIA

Os processos de aquisição externa encontrados nos institutos estudados na fase intermediária são abordados na Tabela 7.5. Em tal fase, há três mecanismos de aprendizagem que são utilizados por 15 (83,33%) institutos. Tais mecanismos são: a realização de treinamentos conforme o levantamento de necessidades, a participação em congressos e seminários e a interação para desenvolvimento de projetos com parceiros nacionais.

Em termos de treinamento externo, as evidências indicam a realização de treinamentos externos em microinformática em 11 (61,11%) institutos. A realização de cursos relacionados a desenvolvimento de *software* e TIC está presente em 14 (77,78%) institutos. O mecanismo realização de programas de desenvolvimento de gerentes de projetos, antes presente em apenas quatro (22,22%) institutos, passa a ser utilizado, na fase intermediária, por oito (44,44%) institutos pesquisados.

O Centro de P&D da Ericsson, por exemplo, que já adotava internamente as práticas de gestão de projetos do PMI, institucionaliza, na fase intermediária, a realização de treinamento de gerentes de projetos. Assim, a partir da fase intermediária, os colaboradores do centro são submetidos a cursos formais, visando à capacitação dos mesmos em técnicas de gestão de projetos. Segundo informação obtida nas entrevistas com gestores do Centro de P&D da Ericsson, a metodologia PMI existia na Ericsson antes do mesmo disseminá-la internacionalmente. A FUCAPI é outro instituto que passa a oferecer programas de treinamento formalizados para gerentes de projetos na fase intermediária. Nesse instituto, os treinamentos são baseados nas técnicas do PMI e ministrados pela empresa Quality.

Por fim, cabe destacar o reembolso de cursos de pós-graduação, presente em 11 (61,11%) institutos pesquisados. A partir da fase intermediária, esse mecanismo passa a ser utilizado por institutos como BRISA, CITS e FITec. Segundo um dos entrevistados na FITec, essa prática passa a ser adotada tendo-se em vista “a necessidade de profissionais qualificados, capazes de desenvolverem soluções criativas a partir de tecnologias de última geração”.

No que se refere ao mecanismo congressos e seminários, cabe ressaltar que não há apenas o aumento do número de institutos que atendem a eventos dessa natureza - na fase inicial esse mecanismo esta presente em 13 (72,22%) institutos. As evidências apontam também um maior número de institutos que publicam e apresentam *papers*, que cresce para 12 (66,67%). O Eldorado e o CITS são exemplos de institutos independentes que passam a publicar *papers* em congressos a partir da fase intermediária.

Quanto à interação para desenvolvimento de projetos, na fase intermediária, a interação com clientes nacionais é encontrada em 14 (77,78%) institutos estudados, enquanto a interação com clientes internacionais acontece em dez (55,56%) casos. Em relação aos parceiros, as interações de âmbito nacional estão presentes em 15 (83,33%) institutos e as de âmbito internacional são encontradas em 12 (66,67%) casos.

Já o mecanismo realização de seminários de tecnologia com clientes está presente em 12 (76,67%) institutos, no caso de clientes nacionais, e em oito (44,44%) institutos, em se tratando de clientes internacionais. Quanto à realização de seminários com parceiros, quando a parceria é nacional, o mecanismo é encontrado em 13 (72,22%) institutos e, quando a parceria é internacional, o mecanismo passa a estar presente em nove (50,00%) institutos.

Dessa maneira, embora as interações de caráter nacional prevaleçam sobre as de caráter internacional, pode-se observar o aumento do número de institutos relacionando-se com agentes no exterior. As evidências indicam também o crescimento do número de institutos que se relacionam com outros agentes nacionais, sejam esses clientes ou parceiros. Tal fato parece sugerir a busca, por parte dos institutos pesquisados, por relações sinérgicas complementares, que possam contribuir para a geração de novos conhecimentos.

O Genius, por exemplo, ao mesmo tempo em que vem buscando estreitar seu relacionamento com ETNs, tem buscado também fortalecer seu relacionamento com agente nacionais, em especial universidades. Segundo entrevistados, a partir da criação do modelo de Consórcio Tecnológico, o Genius tem procurado integrar conhecimento interno com conhecimento adquirido externamente, tanto por meio de relacionamentos no âmbito nacional quanto internacional. Um entrevistado no instituto acrescenta que “os papéis são diferentes e complementares; todos os agentes têm sua importância. A relação com

universidades nacionais tem sido fundamental para que o Genius se mantenha na fronteira do conhecimento científico. A relação com empresas internacionais tem auxiliado na gestão de processos e adoção de metodologias, isto é, na formalização de nossas atividades".

No tocante à contratação de profissionais externos na fase intermediária, um número maior de institutos utiliza a contratação de especialistas para o desenvolvimento de capacitação em assistência técnica e engenharia. Na fase intermediária, o mecanismo está presente em 14 (77,78%) institutos, enquanto na fase inicial o mesmo é encontrado em 10 (55,56%) institutos. A contratação de consultores externos, entretanto, está presente em nove (50,00%) institutos, tanto na fase intermediária quanto na fase inicial.

É importante destacar, ainda, que esses nove institutos não são os mesmos nas duas fases. No CETUC/PUC-Rio, por exemplo, a contratação de consultores externos acontece somente na fase inicial. Já na FPF, o mecanismo em questão passa a ser utilizado na fase intermediária.

Tabela 7.5: Processos de aquisição externa de conhecimento: fase intermediária

Processos e mecanismos de aquisição externa de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Contratação de especialistas	
Para desenvolvimento de capacitação em assistência técnica e engenharia	14 (77,78%)
2. Contratação de consultores externos	
Para certificações e desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais	9 (50,00%)
3. Treinamento externo	
Treinamentos externos em microinformática	11 (61,11%)
Treinamentos de longa duração no exterior	9 (50,00%)
Outros treinamentos conforme levantamento de necessidades	15 (83,33%)
Palestras e cursos relacionados a desenvolvimento de *software* e TIC	14 (77,48%)
Programa de desenvolvimento de gerentes de projeto	8 (44,44%)
Realização de cursos de idiomas a partir de incentivos do instituto	8 (44,44%)
Realização de cursos de graduação a partir de incentivos do instituto	9 (50,00%)
Realização de cursos de pós-graduação a partir de incentivos do instituto	11 (61,11%)
4. Congressos e seminários	
Participação em congressos e seminários	15 (83,33%)
Publicação e apresentação de *papers*	12 (66,67%)
5. Interação com clientes e parceiros	
Seminários de tecnologia com clientes (nacionais)	12 (76,67%)
Seminários de tecnologia com clientes (internacionais)	8 (44,44%)
Seminários de tecnologia com parceiros (nacionais)	13 (72,22%)
Seminários de tecnologia com parceiros (internacionais)	9 (50,00%)
Interação para desenvolvimento de projetos com clientes (nacionais)	14 (87,48%)
Interação para desenvolvimento de projetos com clientes (internacionais)	11 (61,11%)
Interação para desenvolvimento de projetos com parceiros (nacionais)	15 (83,33%)
Interação para desenvolvimento de projetos com parceiros (internacionais)	12 (66,67%)
6. Aquisição de tecnologia	
Aquisição de tecnologia desenvolvida por outras unidades (do instituto/da empresa/da universidade)	7 (38,89%)
Aquisição de tecnologia desenvolvida por terceiros	11 (61,11%)
7. Registros (consultas)	
Patentes	9 (50,00%)
Legislação, normas, regulamentação	14 (77,78%)
8. Outros mecanismos de aquisição externa de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em termos de aquisição de tecnologia, a aquisição de tecnologia desenvolvida por terceiros está presente em 11 (61,11%) institutos pesquisados. As evidências sugerem que tal fato pode estar associado ao aumento da sinergia dos institutos pesquisados com seus clientes e parceiros, sejam estes nacionais ou internacionais.

Finalmente, em relação aos mecanismos e processos de aquisição externa encontrados na fase intermediária, cabe mencionar a consulta a registros. A consulta a patentes está presente em nove (50,00%) institutos e a consulta a legislação, normas e regulamentação é encontrada em 14 (77,78%) institutos.

7.1.2.2 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO: FASE INTERMEDIÁRIA

A Tabela 7.6 apresenta os processos de aquisição interna de conhecimento utilizados pelos institutos examinados na fase intermediária. No tocante às atividades de P&D, pode-se observar a presença de pesquisa básica em quatro (22,22%) institutos. Já a atividade de pesquisa aplicada é desenvolvida em 12 (66,67%) institutos, dois a mais do que na fase anterior. A atividade de *design*, por sua vez, é encontrada em 14 (77,78%) institutos. A atividade de desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia, por fim, está presente no mesmo número de institutos da fase inicial, a saber: 13 (72,22%). Esses institutos, inclusive, são os mesmos que já estavam engajados nessa atividade na fase anterior.

É a partir dessa fase que o CCT/UFCG, por exemplo, passa a engajar-se em pesquisa básica e *design*. O Eldorado e o CITS, por sua vez, passam a desenvolver internamente a atividade de pesquisa aplicada. É interessante destacar que o CITS, inclusive, já na fase inicial, engajava-se internamente em pesquisa básica.

No que se refere ao treinamento interno dos funcionários, os treinamentos liderados por especialistas estrangeiros estão presentes em 11 (61,11%) institutos da amostra. Os treinamentos em *software* de projetos e processos são encontrados em nove (55,00%) institutos. Já os treinamentos em desenvolvimento de *software* estão presentes em 12 (66,67%) institutos, assim como acontece na fase inicial.

Tabela 7.6: Processos de aquisição interna de conhecimento: fase intermediária

Processos e mecanismos de aquisição interna de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Atividades de P&D	
Pesquisa Básica	4 (222,22%)
Pesquisa Aplicada	12 (66,67%)
Design	14 (77,78%)
Desenvolvimento Exploratório e Aplicações de Engenharia	13 (72,22%)
2. Treinamento interno dos funcionários	
Treinamentos liderados por especialistas estrangeiros	11 (61,11%)
Treinamentos em desenvolvimento de *software*	12 (66,67%)
Treinamentos em *software* de projeto e processo	9 (50,00%)
3. Atividades de rotina, mecanismos do tipo 'aprender-fazendo'	
Participação de engenheiros recém-formados em projetos	13 (72,22%)
Contratação e desenvolvimento de engenheiros *trainees*	11 (61,11%)
Participação de especialistas do instituto em projetos no exterior	9 (50,00%)
4. Aprendizagem por busca	
Desenvolvimento em engenharia de processos e projetos por meio de experimentação, comparação de dados interlaboratoriais	11 (61,11%)
5. Outros mecanismos de aquisição interna de conhecimento	**2 (10%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em relação aos mecanismos do tipo ‘aprender-fazendo’, a Tabela 7.6 permite observar que a participação de especialistas do instituto em projetos no exterior acontece em nove (50,00%) casos. Além disso, o número de institutos que utilizam os processos participação de engenheiros recém-formados em projetos e contratação e desenvolvimento de engenheiros *trainees* permanece inalterado, a saber: 13 (72,22%) e 11 (61,11%) institutos, respectivamente.

O caso do Genius pode ser mencionado como exemplo de instituto onde está presente a participação de colaboradores em projetos no exterior. Por conta da parceria tecnológica estabelecida com a matriz da Siemens, na Alemanha, é comum a ida de colaboradores do instituto à matriz da empresa durante o desenvolvimento de projetos. Há, inclusive, casos de colaboradores do instituto que foram convidados para trabalhar na empresa. No caso dessa parceria entre Genius e Siemens, é interessante destacar, ainda, que a parceria com a

Siemens na Alemanha foi estabelecida antes de o Genius passar a interagir com a filial da empresa no Brasil.

Finalmente, quanto à aprendizagem por busca, na fase intermediária 11 (61,11%) institutos pesquisados utilizam o processo desenvolvimento em engenharia de processos e projetos por meio de experimentação e comparação de dados interlaboratoriais. Dessa maneira, tal processo passa a ser também utilizado pelos seguintes institutos: BRISA, CIn/UFPE, Ericsson e FPF.

7.1.2.3 PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO: FASE INTERMEDIÁRIA

Na Tabela 7.7 são apresentados os processos e mecanismos de compartilhamento de conhecimento utilizados pelos institutos examinados na fase intermediária. Muito embora prevaleçam os intercâmbios com clientes e parceiros nacionais, as evidências indicam o aumento do número de institutos em que são realizados intercâmbios internacionais com clientes e parceiros, que cresce de oito (44,44%) para 11 (61,11%).

Adicionalmente, pode-se observar a presença do mecanismo visitas a instituições no exterior em 12 (66,67%) casos. No Inatel, por exemplo, visitas (não relacionadas à realização de cursos de especialização ou participação em congressos) a instituições no exterior começam a ser realizadas na fase intermediária. As evidências sugerem que tal fato se dá por conta do desenvolvimento de projetos para empresas transnacionais, que acaba levando o instituto a orientar suas atividades também para o exterior.

Já em termos de interação continuada com matriz, filiais ou sócio-fundadores, as evidências apontam a presença desse processo de aprendizagem em dez (55,56%) institutos. Cabe aqui destacar o relacionamento do Eldorado com a Motorola, empresa fundadora do instituto. Segundo um gestor entrevistado no Instituto Eldorado, “além de encomendar os primeiros projetos desenvolvidos pelo Eldorado, a empresa sempre foi rigorosa com a questão da qualidade”. Devido a esse rigor, o Eldorado obteve certificações como ISO (o instituto possui ISO 9001:2000 e está em processo de certificação pela ISO 17025) e CMM (atualmente CMM2, estando o CMM3 em andamento).

Tabela 7.7: Processos de compartilhamento de conhecimento: fase intermediária

Processos e mecanismos de compartilhamento de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Desenvolvimento conjunto com clientes e parceiros	
Intercâmbio com clientes para o desenvolvimento de projetos (nacionais)	15 (83,33%)
Intercâmbio com clientes para o desenvolvimento de projetos (internacionais)	11 (61,11%)
Intercâmbio com parceiros para o desenvolvimento de projetos (nacionais)	15 (83,33%)
Intercâmbio com parceiros para o desenvolvimento de projetos (internacionais)	11 (61,11%)
Interação com matriz, filiais, sócio-fundadores	10 (55,56%)
2. Solução compartilhada de problemas	
Encontros de projeto no instituto	15 (83,33%)
Encontros de projeto na matriz e/ou no cliente	13 (72,22%)
Comitê da qualidade	8 (44,44%)
3. Visitas no exterior	
Visitas a instituições no exterior (empresas, universidades e institutos de P&D)	12 (66,67%)
4. Prototipagem	
Desenvolvimento de protótipos	10 (55,56%)
5. Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares, *task-forces*	
Times de trabalho multifuncionais e multidisciplinares	13 (72,22%)
Task-forces	13 (72,22%)
6. Sistemas próprios para disseminação da informação	
Compartilhamento de dados em rede interna	14 (77,78%)
Comunicação convencional (quadros de avisos, murais)	15 (83,33%)
Modalidades de comunicação dinâmica (*e-mail, Internet, Intranet*)	15 (83,33%)
7. Outros mecanismos de compartilhamento de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em relação aos mecanismos para solução compartilhada de problemas utilizados na fase intermediária, o número de institutos em que acontecem encontros em suas instalações próprias é o mesmo da fase inicial, a saber: 15 (83,33%). A realização de encontros de projetos em clientes e matrizes, entretanto, passa a acontecer em 13 (72,22%) casos. Por fim, comitês de qualidade estão presentes em oito (44,44%) institutos. No CITS, por exemplo, grupos orientados para questões de qualidade são criados nessa fase.

O processo desenvolvimento de protótipos está presente em 10 (55,56%) institutos. Dessa maneira, o número de institutos onde esse mecanismo pode ser encontrado na fase intermediaria é o mesmo da fase inicial. No tocante à formação de equipes rotativas, as evidências indicam a presença de times de trabalho multifuncionais e multidisciplinares em 13 (72,22%) institutos - acontecendo o mesmo com a formação de forças-tarefa. O Instituto Eldorado, por exemplo, desenvolveu uma estrutura temporária específica para projetos, composta por um gerente e três "unidades" de suporte: líder técnico, suporte de projetos e certificação de qualidade.

Finalmente, cabe descrever os processos sistemas próprios para disseminação da informação na fase intermediária. As modalidades de comunicação dinâmica, bem como os mecanismos de comunicação convencional são utilizados por 15 (83,33%) institutos. Já o compartilhamento de dados em rede está presente em 14 (77,78%) institutos.

7.1.2.4 PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO: FASE INTERMEDIÁRIA

Os processos de codificação de conhecimento presentes nos institutos estudados são descritos na Tabela 7.8. A adoção de normas e regulamentos e a utilização de sistemas de controle de documentos e administração de contratos são os processos de codificação de conhecimento presentes em maior número de institutos - 14 (77,78%) -, assim como acontece na fase inicial.

Em termos de codificações e especificações, pode-se observar que códigos e padrões de engenharia são utilizados em dez (55,56%) institutos da amostra e que soluções modulares para projetos estão presentes em 11 (61,11%) casos. Na BRISA, por exemplo, a utilização de soluções modulares para projetos tem início na fase intermediária. É nesse momento que o instituto passa a se engajar em prestação de serviços (consultoria e projetos) e em atividades de P&D.

No tocante aos procedimentos administrativos, pode-se observar a presença de normas e regulamentos internos em 14 (77,78%) institutos. Já a elaboração de procedimentos e instruções técnicas operacionais é encontrada em 12 (66,67%) institutos estudados, um a mais do que na fase anterior.

Tabela 7.8 Processos de codificação de conhecimento: fase intermediária

Processos e mecanismos de codificação de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Codificações e especificações	
Códigos e padrões de engenharia	10 (55,56%)
Soluções modulares para projetos	11 (61,11%)
2. Elaboração de procedimentos administrativos	
Normas e regulamentos (comunicações internas e memorandos)	14 (77,78%)
Elaboração de procedimentos e instruções técnicas	12 (66,67%)
3. Certificações	
Processo de certificação pela ISO (9000, 9001, 14000, 17025)	5 (27,78%)
Processo de certificação CMM	2 (11,11%)
Registros de treinamentos	10 (55,56%)
4. Sistemas de controle operacionais e gerenciais	
Sistemas de Controle de Documentos e Administração de Contratos	14 (77,78%)
Instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos	13 (72,22%)
5. Outros mecanismos de codificação de conhecimento	**1 (5,56%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em termos de certificações, a certificação ISO está presente em cinco (27,78%) institutos. Dessa maneira, na fase intermediária, tal certificação é encontrada em mais dois institutos pesquisados, a saber: o CPqD e a FUCAPI. Enquanto o CPqD possui a certificação ISO 9000, a FUCAPI possui ISO 9001:2000 e ISO 14000. Nessa fase, há um instituto, por outro lado, que perde a certificação ISO 9000. Por ter se juntado com outra instituição e ter mudado sua razão social, a certificação foi cancelada e readquirida posteriormente, na fase atual. Em relação à certificação CMM, ela ainda é encontrada em apenas dois (11,11%) institutos. Já os registros de treinamento são o processo mais utilizado dentre os processos voltados para certificação, estando presentes em dez (55,56%) institutos.

Finalmente, quanto aos sistemas de controle operacionais e gerenciais, cabe destacar a presença de instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos em 13 (72,22%) institutos. O CESAR pode, mais uma vez, ser citado como exemplo. Na fase intermediária, esse instituto desenvolve uma metodologia própria para gestão de projetos e processos operacionais e gerenciais, o Processo Padrão de Desenvolvimento de *Software* do CESAR (Prosces).

7.1.3 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS: FASE ATUAL

7.1.3.1 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO: FASE ATUAL

A Tabela 7.9 apresenta os processos de aquisição externa utilizados pelos institutos estudados na fase atual. Em relação à contratação de profissionais externos, pode-se observar a presença de especialistas para o desenvolvimento de capacitação em assistência técnica e engenharia em 15 (83,33%) institutos.

A contratação de consultores externos, que não sofre alterações da fase inicial para a intermediária, também pode ser encontrada, na fase atual, em 15 (83,33%) institutos. Tal fato parece estar relacionado à conscientização dos institutos em relação às questões de qualidade e padronização. As evidências indicam que, nessa fase, os institutos que ainda não possuem certificações buscam, ao menos, organizarem-se em torno de requisitos e especificações dessas certificações.

Este é o caso, por exemplo, da FPF. Com o objetivo de melhorar a qualidade dos produtos desenvolvidos, a Fundação Paulo Feitoza iniciou, em 2001, a adoção das práticas dos níveis 2 e 3 da certificação CMM. Além dessa norma, a FPF adota também práticas da ISO 9000:2000 e de outros comitês como o *Software Process Improvement and Capability dEtermination* (SPICE). Quando da realização do trabalho de campo, o instituto aguardava pelas certificações CMM2 e ISO 9000:2000. A FPF pretende, ainda, obter o CMM3 até o final de 2005. Adicionalmente, as evidências apontam também esforços deliberados de institutos oficialmente certificados pelo CMM no sentido de galgar níveis mais elevados da certificação.

Em relação ao mecanismo treinamento externo, treinamentos realizados conforme o levantamento de necessidades e cursos relacionados a desenvolvimento de *software* e TIC são mecanismos presentes nos 18 (100,00%) institutos estudados. Pode-se observar também que o número de institutos pesquisados em que o mecanismo realização de programas de desenvolvimento de gerentes de projetos está presente sobe de oito (44,44%), na fase intermediária, para 14 (77,78%), na fase atual. Adicionalmente, as evidências apontam a presença de treinamentos no exterior em 12 (66,67%) institutos. Cabe, por fim, ressaltar os treinamentos em microinformática e o reembolso de cursos de

pós-graduação, presentes, respectivamente, em 14 (77,78%) e 16 (88,89%) institutos examinados.

No tocante ao mecanismo congressos e seminários, as evidências indicam a participação dos 18 (100,00%) institutos estudados em congressos e seminários. Essa participação é acompanhada pela publicação e apresentação de *papers* em 16 (88,89%) casos. Dessa maneira, apenas dois (11,11%) institutos pesquisados não publicam ou apresentam artigos em congressos. As evidências indicam que, apesar de mais intensa em institutos ligados a universidades, a publicação de artigos não é ausente nos institutos independentes ou ligados a empresas - como Bell Labs, CITS, CPqD, Eldorado, FUCAPI.

Em termos de interação com clientes e parceiros, a realização de seminários de tecnologia com clientes está presente em 15 (83,33%) institutos, no caso de clientes nacionais, e em 14 (77,78%) institutos, no caso de clientes internacionais. Já no caso dos parceiros, quando estes são nacionais, a realização de seminários acontece em 16 (88,89%) institutos e, quando são internacionais, em 13 (72,22%) institutos.

No que se refere à interação para desenvolvimento de projetos, a interação com clientes e parceiros nacionais está presente em 18 (100,00%) institutos. A interação com clientes e parceiros internacionais, na fase atual, está presente em 15 (83,33%) institutos. Na fase intermediária, a interação com clientes internacionais é encontrada em dez (55,56%) casos e a interação com parceiros internacionais acontece em 12 (66,67%) casos. Entre as fases intermediária e atual, há, assim, o aumento do número de institutos que desenvolvem projetos para (ou com) agentes internacionais.

O CCT/UFCG, por exemplo, começa a desenvolver projetos para empresas a partir da fase intermediária. As evidências sugerem que é na fase atual, no entanto, que o instituto passa a desenvolver projetos para ETNs com maior freqüência.

Desde 2002, o CCT/UFCG vem estabelecendo parcerias tecnológicas com empresas transnacionais para o desenvolvimento de projetos de P&D. Dessa maneira, ETNs estão deixando de ser apenas clientes e tornando-se também parceiras. Este é o caso das empresas Motorola, Nokia e HP. Além de desenvolver projetos de P&D para essas empresas, o instituto desenvolve também seminários de tecnologia para as mesmas.

Adicionalmente, os colaboradores do instituto são também treinados por profissionais dessas transnacionais. A equipe alocada no Projeto Motorola, por exemplo, foi treinada por profissionais da Motorola em gestão de projetos, melhoria de processos, CMM e tecnologia iDEN[31].

Quanto ao mecanismo aquisição de tecnologia, a aquisição de tecnologia desenvolvida por outras unidades dos institutos é encontrada em 10 (55,56%) casos. Já o mecanismo aquisição de tecnologia desenvolvida por terceiros está presente em 15 (83,33%) institutos estudados. Por fim, cabe destacar a consulta a registros na fase atual. Pode-se observar que 14 (77,78%) institutos da amostra utilizam o mecanismo consulta a patentes. Já a consulta a legislação, normas e regulamentação está presente em todos os 18 (100,00%) instituto pesquisados.

[31] A tecnologia iDEN é um dispositivo celular mais avançado desenvolvido pela Motorola que funciona também como rádio e permite que aplicações que rodam em microcomputadores (como jogos e planilhas) sejam executadas no celular.

Tabela 7.9: Processos de aquisição externa de conhecimento: fase atual

Processos e mecanismos de aquisição externa de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Contratação de especialistas	
Para desenvolvimento de capacitação em assistência técnica e engenharia	15 (83,33%)
2. Contratação de consultores externos	
Para certificações e desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais	15 (83,33%)
3. Treinamento externo	
Treinamentos externos em microinformática	14 (77,78%)
Treinamentos de longa duração no exterior	12 (66,67%)
Outros treinamentos conforme levantamento de necessidades	18 (100,00%)
Palestras e cursos relacionados a desenvolvimento de *software* e TIC	18 (100,00%)
Programa de desenvolvimento de gerentes de projeto	14 (77,78%)
Realização de cursos de idiomas a partir de incentivos do instituto	11 (61,11%)
Realização de cursos de graduação a partir de incentivos do instituto	12 (66,67%)
Realização de cursos de pós-graduação a partir de incentivos do instituto	16 (88,89%)
4. Congressos e seminários	
Participação em congressos e seminários	18 (100,00%)
Publicação e apresentação de *papers*	16 (88,89%)
5. Interação com clientes e parceiros	
Seminários de tecnologia com clientes (nacionais)	15 (83,33%)
Seminários de tecnologia com clientes (internacionais)	14 (77,78%)
Seminários de tecnologia com parceiros (nacionais)	16 (88,89%)
Seminários de tecnologia com parceiros (internacionais)	13 (72,22%)
Interação para desenvolvimento de projetos com clientes (nacionais)	18 (100,00%)
Interação para desenvolvimento de projetos com clientes (internacionais)	15 (83,33%)
Interação para desenvolvimento de projetos com parceiros (nacionais)	18 (100,00%)
Interação para desenvolvimento de projetos com parceiros (internacionais)	15 (83,33%)
6. Aquisição de tecnologia	
Aquisição de tecnologia desenvolvida por outras unidades (do instituto/da empresa/da universidade)	12 (66,67%)
Aquisição de tecnologia desenvolvida por terceiros	17 (94,44%)
7. Registros (consultas)	
Patentes	14 (77,78%)
Legislação, normas, regulamentação	18 (100,00%)
8. Outros mecanismos de aquisição externa de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.3.2 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO: FASE ATUAL

Os processos de aquisição interna de conhecimento utilizados pelos institutos estudados na fase intermediária, apresentados na Tabela 7.11, são relatados nesta subseção. Em relação à realização de atividades internas de P&D, as evidências apontam a presença de pesquisa básica em seis (33,33%) institutos. A pesquisa aplicada, por sua vez, é encontrada em 16 (88,89%) institutos estudados, estando a atividade de *design* presente nesse mesmo número de institutos. Finalmente, a atividade de desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia está presente nos 18 (100,00%) institutos estudados.

O CCT/UFCG pode ser citado como um exemplo de instituto que, hoje, se engaja internamente em todas as atividades de P&D acima mencionadas. Na fase inicial, o instituto engajava-se nas atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia, sendo essa última sua atividade principal. Na fase intermediária, o instituto passa a engajar-se também nas atividades de pesquisa básica e *design*. A atividade de pesquisa básica, na fase intermediária, é, inclusive, desenvolvida com mais intensidade do que a pesquisa aplicada.

Na fase atual, a relação com empresas (por meio do desenvolvimento de projetos de P&D, incentivados pela Lei de Informática) acaba alterando a ênfase da atividade de pesquisa básica para pesquisa aplicada. Segundo um pesquisador entrevistado no CCT/UFCG, hoje, as atividades de pesquisa básica e aplicada encontram-se balanceadas. O mesmo complementa: “do total da atividade de pesquisa, 50% são pesquisa básica e 50% são pesquisa aplicada”.

Quanto ao treinamento interno dos funcionários, pode-se observar em 14 (77,78%) institutos pesquisados a presença de treinamentos liderados por especialistas estrangeiros, bem como de treinamentos em *software* de projeto e processo. As evidências sugerem que a realização de treinamentos dessa natureza, no caso de institutos ligados a universidades ou independentes, está relacionada ao desenvolvimento de projetos de P&D para ETNs. Essas empresas acabam fornecendo treinamento para os colaboradores dos institutos, principalmente quando são desenvolvidos projetos globais. Há, ainda, o treinamento em desenvolvimento de *software*, que, na fase atual, está presente em 15 (83,33%) institutos da amostra - mesmo número de institutos onde o processo de aprendizagem por busca é encontrado.

As evidências sugerem que o relacionamento com empresas transnacionais parece influenciar a participação de especialistas dos institutos estudados em projetos no exterior. Na fase atual, esse mecanismo está presente em 13 (72,22%) institutos pesquisados. Já a contratação de engenheiros *trainees* é encontrada em 14 (77,78%) casos, enquanto a participação de engenheiros recém-formados em projetos é utilizada por 17 (94,44%) institutos pesquisados.

Ainda em termos de qualificação interna, cabe também salientar a capacitação dos recursos humanos que compõem os institutos examinados, os quais contam com colaboradores especializados, geralmente com formação nas áreas de engenharia e computação. Em geral, constatou-se que os institutos são compostos por profissionais experientes e altamente qualificados. Os níveis que concentram maior número de colaboradores são graduação e pós-graduação - nos níveis de especialistas e mestres, mas não doutores.

Tabela 7.10: Concentração de mestres e doutores nos institutos estudados

Instituto / Colaboradores	Ligados a universidades	Independentes ou ligados a empresas	Total
Total de mestres	249 (,51,45%)	235 (48,55%)	484 (100,00%)
Total de doutores	306 (87,43%)	44 (12,57%)	350 (100,00%)
Total de colaboradores	1.452 (32,20%)	3.363 (67,80%)	4.510 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Conforme apresentado na Tabela 7.10, a concentração de doutores mostra-se mais elevada nos institutos ligados a universidades do que nos institutos independentes ou ligados a empresas. De um total de 4.510 colaboradores - estando 67,80% concentrados nos institutos independentes ou ligados a empresas -, há 350 doutores. Desses doutores, 306 (87,43%) são colaboradores de institutos ligados a universidades. Esse fato pode ser explicado pela própria natureza do ambiente acadêmico, uma vez que tal grau de qualificação é um requisito básico para o exercício da carreira acadêmica.

No CIn/UFPE, o número de doutores representa 56,00% do seu total de colaboradores. A qualificação dos recursos humanos do CIn/UFPE foi fundamental para que a Motorola decidisse implementar no instituto o Programa de Residência de *Software*, em 2002, com

base nos incentivos da Lei de Informática. O objetivo do programa é permitir que os alunos se familiarizem com o processo de desenvolvimento de *software*, vivenciando-o em um laboratório, onde eles trabalham fazendo testes em *software* de celulares Motorola de tecnologia TDMA. Devido ao sucesso do programa, a Motorola pretende replicar o modelo nos EUA.

Dos 447 profissionais do CCT/UFCG, 115 são mestres e 173 são doutores ou pós-doutores. Segundo os entrevistados nesse instituto, seus colaboradores são os verdadeiros responsáveis pela alta especialização e capacidade tecnológica organizacional, pois neles reside o conhecimento. O fato de ambos os institutos estarem situados no Nordeste do país torna a constatação ainda mais interessante, tendo em vista o baixo índice de desenvolvimento da região.

Por outro lado, o CPqD, maior instituto da amostra em termos de número de colaboradores, emprega 35 doutores. Esse número, entretanto, torna-se menos expressivo quando se considera o número de profissionais do instituto, que emprega 800 colaboradores apenas em sua área tecnológica.

A escassez de doutores nos institutos independentes ou ligados a empresas é justificada pelo caráter da atividade de desenvolvimento de *software*. Conforme salientado em entrevistas pontuais, recém-graduados tendem a responder de maneira mais criativa às atividades de desenvolvimento de *software*. No entanto, as evidências sugerem que, se esses institutos optarem por atividades de pesquisa mais complexas, particularmente envolvendo Níveis CMM 4 e 5 ou uma maior intensidade em pesquisa aplicada, é provável que eles tenham que contratar um número mais elevado de doutores.

As evidências indicam, entretanto, que essa conscientização acerca da qualificação de seus colaboradores não é ausente entre os institutos independentes e ligados a empresas. A FUCAPI, por exemplo, desde sua criação, apóia seus colaboradores a participarem de cursos de especialização e pós-graduação. Segundo um pesquisador da FUCAPI, os institutos da Região Norte têm duas vantagens sobre os institutos das outras regiões. A primeira é o intercâmbio com instituições internacionais: “existe uma abertura ao que vem de fora, pois há muitas empresas, com diversidade de engenharia de produção”. A

segunda, complementa, é que "o homem da região é interessado e briga por conhecimento".

Tabela 7.11: Processos de aquisição interna de conhecimento: fase atual

Processos e mecanismos de aquisição interna de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Atividades de P&D	
Pesquisa Básica	6 (33,33%)
Pesquisa Aplicada	16 (88,89%)
Design	16 (88,89%)
Desenvolvimento Exploratório e Aplicações de Engenharia	18 (100,00%)
2. Treinamento interno dos funcionários	
Treinamentos liderados por especialistas estrangeiros	14 (77,78%)
Treinamentos em desenvolvimento de *software*	15 (83,33%)
Treinamentos em *software* de projeto e processo	14 (77,78%)
3. Atividades de rotina, mecanismos do tipo 'aprender-fazendo'	
Participação de engenheiros recém-formados em projetos	17 (94,44%)
Contratação e desenvolvimento de engenheiros *trainees*	14 (77,78%)
Participação de especialistas do instituto em projetos no exterior	13 (72,22%)
4. Aprendizagem por busca	
Desenvolvimento em engenharia de processos e projetos por meio de experimentação, comparação de dados interlaboratoriais	15 (83,33%)
5. Outros mecanismos de aquisição interna de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.3.3 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO: FASE ATUAL

A Tabela 7.12 apresenta a presença dos processos de compartilhamento de conhecimento nos institutos pesquisados na fase atual. Nessa fase, novamente, há o predomínio dos intercâmbios para desenvolvimento de projetos realizados com clientes e parceiros nacionais - presentes em 17 (94,44%) institutos. A realização de intercâmbios com clientes e parceiros internacionais, por sua vez, está presente em 15 (83,33%) institutos. As evidências indicam, assim, que na fase em questão a diferença entre os âmbitos nacional e internacional é menos acentuada do que nas fases anteriores. Em paralelo, pode-se observar que visitas a instituições no exterior são realizadas por 16 (88,89%) institutos. A

FPF pode ser citada como um exemplo de instituto que começa a realizar visitas a instituições no exterior na fase atual.

Quanto à interação com matriz, filiais ou sócio-fundadores, pode-se observar que, na fase atual, esse processo é utilizado por 14 (77,78%) institutos pesquisados. No caso dos institutos ligados a empresas, as evidências sugerem que essa interação é acompanhada pelo engajamento desses institutos em projetos inovadores em âmbito global.

No tocante aos mecanismos para solução compartilhada de problemas, na fase atual, os 18 (100,00%) institutos da amostra realizam encontros de projetos tanto em suas instalações quanto em seus clientes ou matrizes. O mecanismo comitês de qualidade, entretanto, é encontrado em 12 (66,67%) institutos. Ele representa o processo de compartilhamento de conhecimento de menor incidência nos institutos pesquisados, não apenas na fase atual, como também nas fases intermediária e inicial.

Em termos de prototipagem, pode-se observar que o desenvolvimento de protótipos está presente em 17 (94,44%) institutos. Nas fases intermediária e inicial, esse processo é encontrado em dez (55,56%) institutos.

Quanto à rotação no trabalho, na fase atual, 16 (88,89%) institutos pesquisados contam com times de trabalho multifuncionais e multidisciplinares. Já a formação de grupos de força-tarefa está presente em 17 (94,44%) institutos. Há, assim, dentre os institutos examinados, apenas um instituto onde não são formadas *task-forces* para resolução de problemas.

Finalmente, em termos de sistemas próprios para disseminação da informação utilizados na fase atual, a Tabela 7.12 permite observar a presença desses mecanismos em todos os institutos pesquisados. Sendo assim, compartilhamento de dados em rede, meios de comunicação convencional e modalidades de comunicação dinâmica são mecanismos que estão presentes nos 18 (100,00%) institutos estudados.

Tabela 7.12: Processos de compartilhamento de conhecimento: fase atual

Processos e mecanismos de compartilhamento de conhecimento	No de institutos (%)
1. Desenvolvimento conjunto com clientes e parceiros	
Intercâmbio com clientes para o desenvolvimento de projetos (nacionais)	17 (94,44%)
Intercâmbio com clientes para o desenvolvimento de projetos (internacionais)	15 (83,33%)
Intercâmbio com parceiros para o desenvolvimento de projetos (nacionais)	17 (94,44%)
Intercâmbio com parceiros para o desenvolvimento de projetos (internacionais)	15 (83,33%)
Interação com matriz, filiais, sócio-fundadores	14 (77,78%)
2. Solução compartilhada de problemas	
Encontros de projeto no instituto	18 (100,00%)
Encontros de projeto na matriz e/ou no cliente	18 (100,00%)
Comitê da qualidade	12 (66,67%)
3. Visitas no exterior	
Visitas a instituições no exterior (empresas, universidades e institutos de P&D)	16 (88,89%)
4. Prototipagem	
Desenvolvimento de protótipos	17 (94,44%)
5. Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares, *task-forces*	
Times de trabalho multifuncionais e multidisciplinares	16 (88,89%)
Task-forces	17 (94,44%)
6. Sistemas próprios para disseminação da informação	
Compartilhamento de dados em rede interna	18 (100,00%)
Comunicação convencional (quadros de avisos, murais)	18 (100,00%)
Modalidades de comunicação dinâmica (*e-mail, Internet, Intranet*)	18 (100,00%)
7. Outros mecanismos de compartilhamento de conhecimento	**3 (16,67%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.3.4 PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO: FASE ATUAL

Na Tabela 7.13 são apresentados os processos de codificação de conhecimento encontrados nos institutos pesquisados na fase atual. Pode-se observar que a adoção de normas e regulamentos internos é o único mecanismo de codificação utilizado pelos 18 (100,00%) institutos pesquisados, como acontece nas demais fases. Em seguida, destacam-se a elaboração de procedimentos e instruções técnicas operacionais e os sistemas de controle de documentos e administração de contratos, processos presentes em 17 (94,44%) institutos da amostra.

No tocante aos processos de codificação e especificação, códigos e padrões de engenharia estão presentes em 14 (77,78%) institutos. Já as soluções modulares para projetos, na fase atual, são utilizadas por 16 (88,89%) institutos. Dentre os institutos ligados a universidades, três passam a utilizar soluções modulares para projetos na fase atual, a saber: CCT/UFCG, CIn/UFPE e Inatel. Além disso, é também nessa fase que CCT/UFCG e Inatel passam a utilizar códigos e padrões de engenharia - ainda ausentes no CIn/UFPE. Segundo entrevistados nos três institutos, a preocupação com questões de padronização e codificação de processos foi incentivada pelo relacionamento com empresas - principalmente transnacionais.

Em relação às certificações presentes nos institutos estudados, a Tabela 7.12 permite observar o aumento do número em que o mecanismo em questão está presente. Na fase atual, os registros de treinamento são encontrados em 14 (77,78%) institutos. Já a certificação pela ISO pode está presente em dez (55,56%) institutos, dobro de institutos em que ela é encontrada na fase intermediária.

Em termos de certificação CMM, na fase atual, há seis (33,33%) institutos oficialmente certificados. Desses institutos, um possui CMM3 - Centro de P&D da Ericsson - e cinco são CMM2, a saber: Atlântico, CESAR, CPqD, Eldorado e Inatel. Pode se, assim, observar a presença da certificação CMM em apenas um instituto ligado à universidade.

Uma possível explicação para essa performance, confirmada por entrevistas, é que, estando ligados a universidades, esses institutos esperam pela demanda de empresas privadas, eles não competem entre si nem com institutos independentes ou ligados a empresas. Dessa forma, a certificação CMM, descrita por seus detentores como um diferencial competitivo na busca por clientes, não desperta o interesse dos institutos ligados a universidades.

Entre os institutos independentes ou ligados a empresas, esforços são deliberados para que Níveis CMM mais altos sejam atingidos. Nessa categoria de institutos, a certificação CMM é delineada como um facilitador na atração de novos clientes. No caso especial de institutos relacionados a empresas transnacionais, a obtenção de tal certificação mostra-se como um pré-requisito para que eles possam se engajar em projetos inovadores do grupo global de que participam, conforme já mencionado anteriormente.

Adicionalmente, cabe destacar que praticamente todos esses institutos estão se preparando para obter certificação de níveis superiores. A única exceção é a Ericsson, justamente o instituto da amostra com o nível CMM mais elevado. Segundo um dos entrevistados no centro de P&D da Ericsson, "o centro não tem interesse em obter o CMM4 atualmente, até porque o nível 3 é o mais elevado dentre todas as unidades da Ericsson". Curiosamente, a Ericsson foi a segunda organização no Brasil a obter o CMM3 - a primeira foi a Xerox.

Por último, em relação ao mecanismo sistemas de controle operacionais e gerenciais, cabe destacar que, na fase atual, instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos estão presentes em 15 (83,33%) institutos.

Tabela 7.13: Variedade dos processos de codificação de conhecimento: fase atual

Processos e mecanismos de codificação de conhecimento	Nº de institutos (%)
1. Codificações e especificações	
Códigos e padrões de engenharia	14 (77,78%)
Soluções modulares para projetos	16 (88,89%)
2. Elaboração de procedimentos administrativos	
Normas e regulamentos (comunicações internas e memorandos)	18 (100,00%)
Elaboração de procedimentos e instruções técnicas	17 (94,44%)
3. Certificações	
Processo de certificação pela ISO (9000, 9001, 14000, 17025)	10 (55,56%)
Processo de certificação CMM	6 (33,33%)
Registros de treinamentos	14 (77,78%)
4. Sistemas de controle operacionais e gerenciais	
Sistemas de Controle de Documentos e Administração de Contratos	17 (94,44%)
Instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos	15 (83,33%)
5. Outros mecanismos de codificação de conhecimento	**2 (11,11%)**

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.4 SUMÁRIO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM UTILIZADOS PELOS INSTITUTOS ESTUDADOS

7.1.4.1 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO

Na fase inicial, destaca-se, como mecanismo mais utilizado pelos institutos estudados, a realização de treinamentos conforme a identificação das necessidades dos institutos. Com exceção de cursos relacionados ao desenvolvimento de *software*, os demais tipos de treinamento não são encontrados em mais de nove (50,00%) institutos examinados. As evidências sugerem que, na fase inicial, os programas de treinamentos realizados externamente não seguem uma programação formal, sendo realizados no momento em que se identifica uma demanda ou deficiência do instituto.

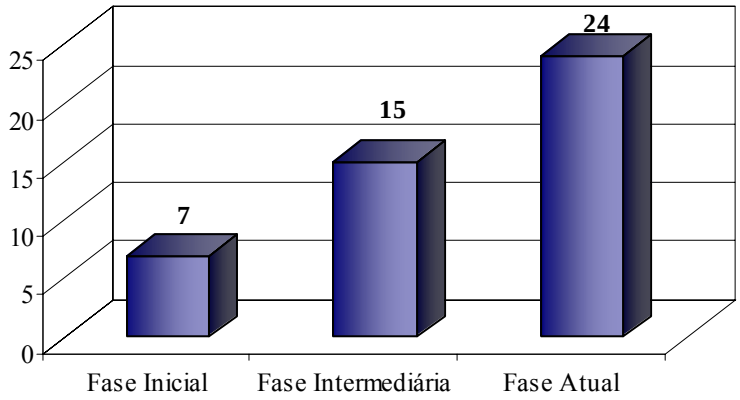
Ainda nessa fase, a interação para desenvolvimento de projetos acontece com maior freqüência com parceiros nacionais, estando presente em 13 (72,22%) institutos. Quando a interação acontece no âmbito internacional, seja com parceiros ou com clientes, há uma redução no número de institutos em que este mecanismo está presente. O mesmo acontece com o mecanismo seminários de tecnologia. Os seminários realizados com clientes internacionais, por exemplo, estão presentes em apenas seis (33,33%) institutos.

Já na fase intermediária, os processos de aquisição externa mais incidentes são a realização de treinamentos conforme levantamento de necessidades, a participação em congressos e seminários e a interação com parceiros nacionais. Esses mecanismos estão presentes em 15 (83,33%) institutos.

Por fim, na fase atual, os três mecanismos predominantes na fase intermediária são encontrados nos 18 (100%) institutos estudados. Em paralelo, a consulta a legislação, normas e regulamentação, a interação com clientes nacionais e a participação em palestras e cursos relacionados a TIC também estão presentes em todos os institutos examinados.

Para proporcionar melhor visualização da variedade dos processos de aprendizagem utilizados pelos institutos pesquisados, a Figura 7.1 apresenta o número de processos de aquisição externa utilizados por mais de nove, ou seja, mais de 50,00%, dos institutos examinados.

Figura 7.1: Gráfico da evolução dos processos de aquisição externa de conhecimento (n° de processos de aquisição externa presentes em mais de nove institutos estudados)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Para um total de 25 processos e mecanismos de aquisição externa (destacados nas Tabelas 7.1, 7.5 e 7.9), na fase inicial sete são utilizados por mais da metade dos institutos pesquisados. Na fase intermediaria, esse número cresce para 15. Finalmente, na fase atual, 24 processos e mecanismos de aquisição externa são encontrados em mais de nove (50,00%) institutos estudados. Cabe destacar que outros mecanismos de aquisição externa respondem por um dos 25 processos de aquisição externa, mesmo quando presentes em mais de um instituto.

7.1.4.2 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO

Dentre os três processos de aquisição interna mais utilizados pelos institutos estudados na fase inicial, dois são referentes a atividades internas de P&D, a saber: *design* e desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia. O outro mecanismo é a participação de engenheiros recém-formados em projetos. Esses processos estão presentes em 13 (72,22%) institutos.

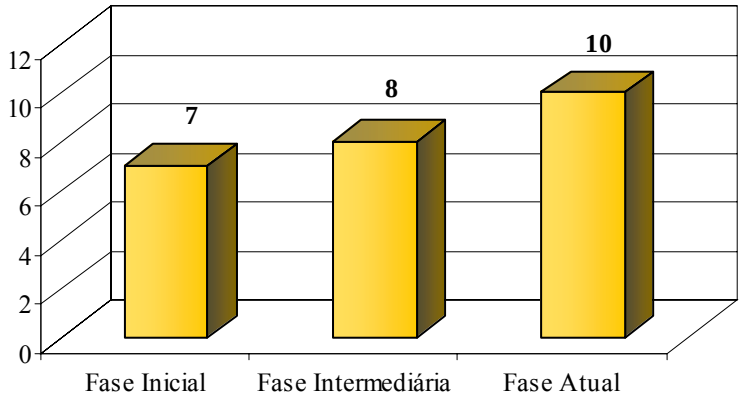
Na fase intermediária, a atividade *design* continua sendo o mecanismo mais utilizado pelos institutos estudados, estando presente em 14 (77,78%) institutos. Já a atividade desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia e a participação de engenheiros recém-formados em projetos continuam sendo utilizadas pelo mesmo número de institutos da fase inicial. O mecanismo que apresenta maior crescimento (em termos de número de

institutos que o utilizam) é a aprendizagem por busca. Antes presente em sete (38,89%) institutos, na fase intermediária o mecanismo é encontrado em 11 (61,11%) institutos.

Finalmente, os processos de aquisição interna mais utilizados na fase atual são os mesmos da fase inicial, muito embora apenas a atividade de desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia esteja presente nos 18 (100,00%) institutos estudados. Cabe destacar, ainda, a atividade de pesquisa aplicada, que na fase atual está presente em 16 (88,89%) institutos, enquanto eram encontrados em dez (55,56%) institutos na fase inicial.

Na Figura 7.2, ilustra-se o total de processos de aquisição interna de conhecimento presentes em mais de dez institutos estudados. Assim como no caso dos processos de aquisição externa, outros mecanismos de aquisição interna respondem por um dos 12 processos de aquisição interna utilizados pelos institutos da amostra, mesmo quando presentes em mais de um instituto. Na fase inicial, sete processos estão presentes em mais de dez institutos. Na fase intermediária, oito processos passam a ser encontrados em mais de 50,00% dos institutos pesquisados - número que sobe para dez na fase atual.

Figura 7.2: Gráfico da evolução dos processos de aquisição interna de conhecimento (n° de processos de aquisição interna presentes em mais de nove institutos estudados)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.4.3 PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO

Na fase inicial, os processos de compartilhamento de conhecimento, de maneira geral, são os mais utilizados por mais da metade dos institutos estudados. Na fase em questão, a realização de encontros de projetos nos institutos é o mecanismo de compartilhamento de

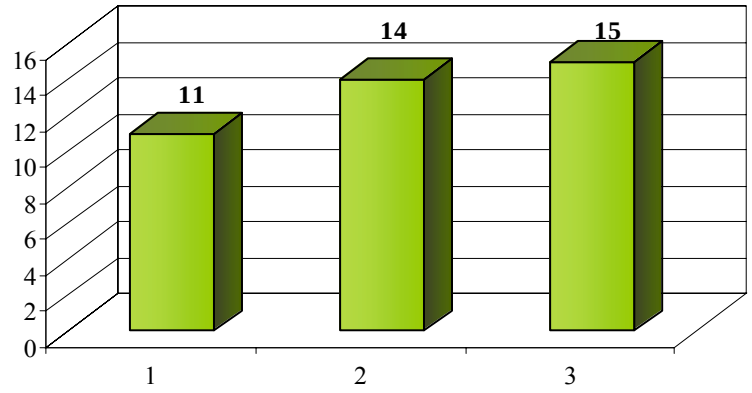
conhecimento mais utilizado, estando presente em 15 (83,33%) institutos. Em seguida, destacam-se os meios de comunicação convencional, utilizados por 14 (77,78%) institutos. Ainda na fase inicial, cabe destacar a realização de intercâmbios com clientes e parceiros nacionais para a realização de projetos, presente em 13 (72,22%) institutos da amostra.

Na fase intermediária, as modalidades de comunicação dinâmica - antes encontradas em dez (55,56%) institutos - passam a ser utilizadas por 17 (94,44%) institutos estudados. O intercâmbio com clientes e parceiros nacionais passa a estar presente em 15 (83,33%) institutos. Cabe também destacar o aumento do número de institutos em que esses intercâmbios acontecem com agentes internacionais, que sobe de oito (44,44%), na fase inicial, para 11 (61,11%), na fase em questão.

Já na fase atual, os intercâmbios com clientes e parceiros nacionais passam a estar presentes em 17 (94,44%) institutos. Além disso, 15 (83,33%) institutos passam a realizar intercâmbios com clientes e parceiros internacionais. Ainda nessa fase, a realização de projetos no instituto e em sua matriz ou em seus clientes está presente em todos os 18 (100,00%) institutos estudados. Já o mecanismo comitês de qualidade é encontrado em 12 (72,22%) institutos, enquanto na fase inicial está presente em oito (40%) institutos. Finalmente, cabe destacar os sistemas próprios para disseminação da informação, processos que, na fase atual, são utilizados pelos 18 (100,00%) institutos pesquisados.

A Figura 7.3, abaixo, permite a observação dos processos de compartilhamento de conhecimento presentes em mais de dez institutos estudados nas fases inicial, intermediária e atual. Aqui, novamente, outros mecanismos de compartilhamento de conhecimento respondem por um processo de compartilhamento, mesmo quando presentes em mais de um instituto. Para um total de 16 processos de compartilhamento, na fase inicial, 11 são utilizados por mais de nove institutos. Na fase intermediária, esse número passa para 14. Atualmente, 15 processos estão presentes em mais da metade dos institutos estudados - sendo outros processos ou mecanismos de compartilhamento encontrados em três institutos.

Figura 7.3: Gráfico da evolução dos processos de compartilhamento de conhecimento (n° de processos de compartilhamento presentes em mais de nove institutos estudados)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

7.1.4.4 PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO

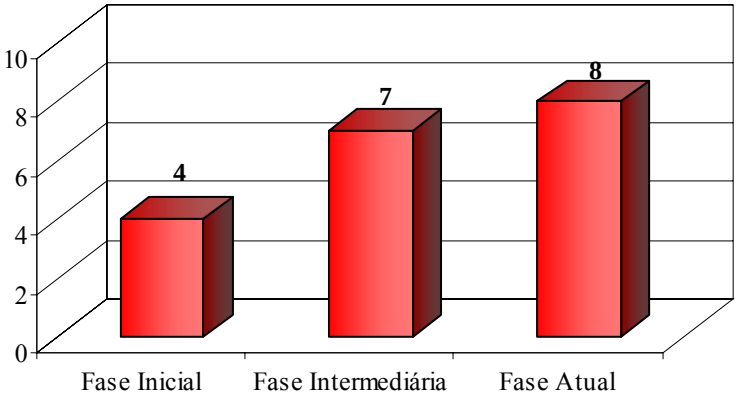
A elaboração de normas e regulamentos internos é o mecanismo de codificação de conhecimento mais utilizado pelos institutos examinados em todas as fases. O processo em questão é encontrado em 13 (72,22%), 14 (77,78%) e 18 (100,00%) institutos, nas fases inicial, intermediária e atual, respectivamente. Por outro lado, as certificações ISO e CMM são os mecanismos de menor incidência nas três fases. Inicialmente presente em quatro (22,22%) institutos, a certificação ISO é encontrada em cinco (27,78%) institutos, na fase intermediária, e em dez (55,56%) institutos na fase atual.

Já a certificação CMM ainda não é encontrada na metade dos institutos examinados. Há, entretanto, institutos que, mesmo não certificados oficialmente, seguem as especificações da certificação - principalmente dos níveis 1 e 2. Na fase atual, há seis (33,33%) institutos oficialmente certificados pelo CMM, todos nos níveis CMM2 ou CMM3.

Os processos de codificação de conhecimento presentes em mais de nove (50,00%) institutos examinados são ilustrados na Figura 7.4, abaixo, para cada uma das três fases estudadas. Pode-se observar que, de um total de dez processos, onde outros mecanismos de codificação de conhecimento respondem por um dos dez processos de codificação, apenas quatro são utilizados por mais da metade dos institutos pesquisados, na fase inicial. Na

fase intermediária, esse número sobe para sete e, na fase atual, passa a ser o dobro da fase inicial, isto é, oito.

Figura 7.4: Gráfico da evolução dos processos de codificação de conhecimento (n° de processos de codificação presentes em mais de dez institutos estudados)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

CAPÍTULO 8

FONTES PARA CONSTRUÇÃO DAS COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NOS INSTITUTOS ESTUDADOS: AS LIGAÇÕES COM INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA E EMPRESAS

O presente capítulo, assim como o Capítulo 7, descreve fontes utilizadas pelos institutos estudados na construção de suas competências tecnológicas. Este capítulo, no entanto, está exclusivamente focado na descrição das fontes externas, isto é, das ligações dos institutos examinados com empresas e componentes da infra-estrutura tecnológica. São descritos também freqüência, resultados e benefícios que emergem dessas ligações.

8.1 LIGAÇÕES ESTABELECIDAS PELOS INSTITUTOS ESTUDADOS COM EMPRESAS E INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA

As ligações dos institutos com empresas e outros componentes da infra-estrutura tecnológica são um elemento relevante para o fortalecimento das competências tecnológicas dos institutos. Esta seção está focada no exame dessas ligações, bem como no exame de aspectos que as permeiam, a saber: tipo, freqüência, resultados e benefícios alcançados.

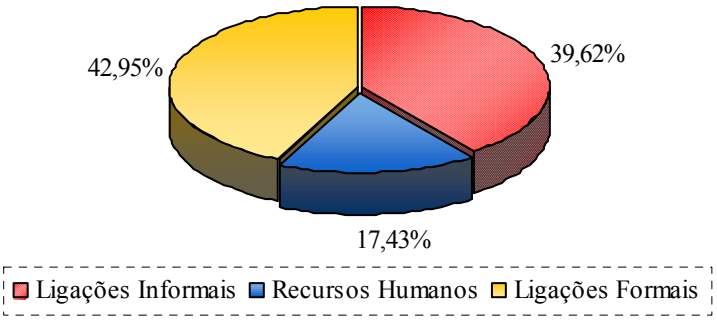
Conforme mencionado no Capítulo 3, as ligações informais são os contatos e relações estabelecidos sem a existência de um contrato formal entre os parceiros, mesmo quando pequenos pagamentos estão envolvidos. As ligações de recursos humanos envolvem aprimoramento, treinamento e recrutamento e/ou alocação de força de trabalho qualificada. Finalmente, as ligações que se dão via contratos formais entre os parceiros, com o

comprometimento de ambas as partes e realização de pagamentos previamente acordados são classificadas como formais.

8.1.1 NATUREZA DAS LIGAÇÕES ESTABELECIDAS PELOS INSTITUTOS ESTUDADOS

A Figura 8.1, abaixo, ilustra a incidência dos três grupos de ligações para um total de 1.767 *links* estabelecidos pelos institutos pesquisados. As ligações informais e as ligações formais são as que apresentam maior incidência, respondendo, respectivamente, por 700 (39,62%) e 759 (42,95%) do total de ligações estabelecidas. Quanto às ligações de recursos humanos, elas correspondem a 308 (17,43%) do total de ligações existentes.

Figura 8.1: Gráfico de incidência dos tipos de ligações



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

No que se refere à localização das ligações estabelecidas pelos institutos estudados, apresentada na Tabela 8.1, do total de 1.767 ligações estabelecidas, 1.359 (76,91%) se dão na esfera nacional, enquanto apenas 408 (23,09%) acontecem com instituições no âmbito internacional. Observa-se o predomínio de empresas e componentes da infra-estrutura tecnológica nacionais para o estabelecimento das ligações informais (74,00%) e de recursos humanos (79,22%), bem como de ligações formais (78,66%), muito embora as ligações com instituições internacionais não devam ser negligenciadas.

Segundo os entrevistados, as interações nacionais e internacionais desempenham papéis complementares, sendo ambas relevantes para as atividades dos institutos pesquisados. O esforço deliberado, por parte dos institutos examinados, em estreitar ligações com entidades localizadas no exterior parece refletir a busca pelo aprimoramento contínuo de

seus conhecimentos e também um aumento do fluxo de informações e resultados dos trabalhos executados em conjunto.

Tabela 8.1: Tipos de ligações *versus* localização

Tipo de Ligação	Localização		Total
	Nacional	Internacional	
Ligações Informais	518 (74,00%)	182 (26,00%)	700 (100,00%)
Recursos Humanos	244 (79,22%)	64 (20,78%)	308 (100,00%)
Ligações Formais	597 (78,66%)	162 (21,34%)	759 (100,00%)
Total	1.359 (76,91%)	408 (23,09%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

A natureza das ligações que os institutos pesquisados mantêm com outras instituições é apresentada na Tabela 8.2. No total, as ligações estabelecidas com outros institutos de pesquisa representam 19,13% dos casos, enquanto as ligações estabelecidas com universidades e empresas respondem, respectivamente, por 35,65% e 39,73% do total de *links* estabelecidos.

No que se refere às ligações estabelecidas com órgãos do governo, no total, são constituídas 68 ligações, sendo a maior parte delas estabelecidas com as seguintes instituições: SEBRAE (18 ligações), SUFRAMA (16 ligações), FINEP (10 ligações) e CNPq (oito ligações). Além disso, há, ainda, ligações que são constituídas com outros[32] agentes, como agências internacionais de fomento (GTZ, PTB) e incubadoras de empresas, as quais correspondem a 1,64% do total de ligações estabelecidas.

As evidências apontam que a maior parte das ligações informais e de recursos humanos foi estabelecida com universidades - 42,57% e 46,75%, respectivamente. De acordo com um dos entrevistados: "As universidades são centros de excelência, que, por conta de suas atividades (ensino e pesquisa), costumam estar em sintonia com o desenvolvimento tecnológico mundial e até mesmo à frente do que as empresas vêm desenvolvendo". No caso dos institutos pesquisados, a relação com universidades é enxergada como uma

[32] A designação "outros" refere-se a certos tipos de ligações, a resultados que delas emergem e também a tipos de instituições não especificados na classificação e terminologia apresentados nas Tabelas 3.3 e 3.4. Optou-se por manter essa designação, pois ela contempla ligações e resultados pontuais e que ainda se encontram em fase de desenvolvimento.

maneira de tais institutos manterem seus conhecimentos direta e indiretamente atualizados - seja pelo contato com pesquisadores, pela participação em seminários e conferências, pelo recrutamento de profissionais qualificados.

No que se refere às ligações formais, as empresas aparecem como os parceiros preferenciais, sendo responsáveis por 51,78% das ligações dessa natureza. As evidências indicam que tal fato se dá, em grande medida, por conta dos projetos de P&D desenvolvidos pelos institutos para solucionar problemas empresariais. As evidências apontam, ainda, que o desenvolvimento de projetos para empresas, por sua vez, vem sendo impulsionado pelos incentivos concedidos pela Lei de Informática, a qual vem beneficiando em torno de 80% dos institutos examinados.

Tabela 8.2: Tipos de ligações *versus* tipo de instituição

Tipo de Ligação	Tipo de Instituição					Total
	Instituto de Pesquisa	Universidade	Empresa	Órgãos do Governo	Outros	
Ligações Informais	149 (21,29%)	298 (42,57%)	204 (29,14%)	29 (4,14%)	20 (2,86%)	700 (100,00%)
Recursos Humanos	48 (15,59%)	144 (46,75%)	105 (34,09%)	8 (2,60%)	3 (0,97%)	308 (100,00%)
Ligações Formais	141 (18,58%)	188 (24,77%)	393 (51,78%)	31 (4,08%)	6 (0,79%)	759 (100,00%)
Total	338 (19,13%)	630 (35,65%)	702 (39,73%)	68 (3,85%)	29 (1,64%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

O modelo de Consórcio Tecnológico implementado pelo Genius pode ser utilizado como um exemplo da relação que os institutos vêm buscando estabelecer tanto com universidades quanto com empresas. A estrutura de Consórcio Tecnológico é representada pela união de esforços do Genius com universidades e empresas (Consórcio Tecnológico = Universidades + Genius + Empresas). Nessa estrutura, cabe às empresas a demanda por projetos, enquanto o Genius fica responsável pelo desenvolvimento dos mesmos. A partir da demanda empresarial, o Genius contacta as universidades parceiras, com o objetivo de fortalecer e complementar suas competências tecnológicas, somando os conhecimentos repassados pelas universidades.

Ainda em termos de tipos de instituições com as quais as ligações são estabelecidas, cabe ressaltar o baixo número de ligações estabelecidas pelos institutos pesquisados com institutos de pesquisa. Seria interessante que os institutos estudados buscassem fortalecer

suas interações tanto entre si quanto com outros institutos de P&D, visando à execução de tarefas conjuntas complementares e à otimização dos recursos existentes (em termos humanos, financeiros, materiais). De acordo com um pesquisador entrevistado em um dos institutos da amostra, a expectativa é de que a interação ente os institutos de pesquisa fosse mais intensa, pois "a parceria com outros institutos é sempre enriquecedora".

É importante destacar, entretanto, que baixa incidência de relações não necessariamente significa que os resultados e/ou os benefícios provenientes das ligações sejam fracos. Os institutos independentes, inclusive, vêm realizando encontros mensais, onde procuram traçar seus objetivos comuns, unindo esforços para pleiteá-los conjuntamente em entidades governamentais como MCT e FINEP, por exemplo. Nas palavras de um dos entrevistados: "a união dos institutos nos dá maior representatividade junto ao governo e, assim, facilita que nossos interesses sejam ouvidos e atendidos".

8.1.1.1 LIGAÇÕES INFORMAIS

A Tabela 8.3 apresenta o estabelecimento de ligações informais de forma desagregada, considerando-se o número total de ligações informais estabelecidas, a saber, 700. Dentre as ligações de natureza informal, os *links* com maior incidência são: contatos informais com pesquisadores e empresários (22,43%) e participação em seminários e conferências (19,00%). Já o *link* informal com menor incidência é o acesso à literatura especializada, que corresponde a apenas 12,57% dos casos.

Tabela 8.3: Ligações Informais

Ligações Informais	Incidência das ligações informais (em n^{os} e %)
Contatos informais com pesquisadores / empresários	157 (22,43%)
Acesso à literatura especializada	88 (12,57%)
Acessos à pesquisa de departamentos específicos	101 (14,43%)
Participação em seminários e conferências	133 (19,00%)
Acessos a equipamentos da universidade e/ou dos institutos de pesquisa e/ou das empresas	97 (13,86%)
Participação em programas específicos	117 (16,71%)
Outras ligações informais	7 (1,00%)
Total	700 (100%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

A ligação contatos informais com pesquisadores e empresários, à primeira vista, pode parecer irrelevante dada a sua simplicidade. Entretanto, é importante salientar que é a partir de contatos informais que todos os outros tipos de ligação têm a possibilidade de ocorrer. Esse *link* significa, antes de qualquer coisa, uma primeira abordagem, uma identificação inicial, das competências e necessidades de cada parceiro no processo de interação.

A Tabela 8.4 refere-se aos tipos de instituições com as quais os institutos examinados estabelecem suas interações informais. As ligações informais que são estabelecidas com universidades representam 42,43% do total de ligações dessa natureza, sendo seguidas pelas ligações estabelecidas com empresas (29,14%), com outros institutos de pesquisa (21,29%) e, por fim, com órgãos do governo (4,29%).

É também interessante observar que, dos seis *links* que compõem esse grupo de ligações, quatro prevalecem com universidades, enquanto os demais - a saber, acesso a equipamentos e participação em programas específicos - prevalecem entre as interações com empresas. Cabe ainda destacar, no caso das ligações com outros institutos de pesquisa, o percentual dos *links* acesso a pesquisas de departamentos específicos (16,83%) e acesso a equipamentos (16,49%), os quais podem ser considerados relativamente baixos, considerando-se a incidência dos mesmos em ligações com universidades (46,53% e 39,18%) e empresas (31,68% e 43,30%). As ligações estabelecidas com órgãos do governo são inferiores a 6% no caso de todos os *links* informais.

Tabela 8.4: Ligações Informais *versus* tipo de instituição

Tipo de Ligação	Tipo de Instituição					Total
	Instituto de Pesquisa	Universidade	Empresa	Órgãos do Governo	Outros	
Contatos informais com pesquisadores / empresários	36 (22,93%)	73 (46,50%)	34 (21,66%)	8 (5,10%)	6 (3,81%)	157 (100,00%)
Acesso à literatura especializada	17 (19,32%)	43 (48,86%)	19 (21,59%)	5 (5,68%)	4 (4,55%)	88 (100,00%)
Acessos à pesquisa de departamentos específicos	17 (16,83%)	47 (46,53%)	32 (31,68%)	4 (3,97%)	1 (0,99%)	101 (100,00%)
Participação em seminários e conferências	31 (23,31%)	59 (44,36%)	32 (24,06%)	6 (4,51%)	5 (3,76%)	133 (100,00%)
Acessos a equipamentos da universidade e/ou dos institutos de pesquisa e/ou das empresas	16 (16,49%)	38 (39,18%)	42 (43,30%)	1 (1,03%)	0 (0,00%)	97 (100,00%)
Participação em programas específicos	26 (22,22%)	37 (31,62%)	45 (38,46%)	6 (5,14%)	3 (2,56%)	117 (100,00%)
Outras ligações informais	6 (85,71%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	7 (100,00%)
Total	149 (21,29%)	297 (42,43%)	204 (29,14%)	30 (4,29%)	20 (2,85%)	700 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

8.1.1.2 LIGAÇÕES DE RECURSOS HUMANOS

As ligações de recursos humanos constituídas pelos institutos estudados são apresentadas a seguir, na Tabela 8.5. Dentre as ligações de recursos humanos, há o predomínio do *link* programas de treinamento formalmente organizados, que responde por 30,84% dos casos. Em seguida, destacam-se os *links* envolvimento de estudantes em projetos industriais (23,70%) e recrutamento de recém-graduados (23,05%). De acordo com um entrevistado em um dos institutos da amostra, "profissionais recém-graduados tendem a responder de maneira muito criativa às atividades de desenvolvimento de *software*".

Em termos de outras ligações de recursos humanos, cabe destacar a realização de intercâmbios de estudantes de mestrado e doutorado. Essa relação acontece nos institutos ligados a universidades, sendo realizada em parceria com universidades internacionais. Tal ligação corresponde a nove (60,00%) das 15 (4,88%) relações de recursos humanos classificadas como outras ou, ainda, a 2,92% do total de ligações de recursos humanos estabelecidas.

Tabela 8.5: Ligações de Recursos Humanos

Recursos Humanos	Incidência das ligações de recursos humanos (em n^{os} e %)
Envolvimento de estudantes em projetos	73 (23,70%)
Recrutamento de recém-graduados	71 (23,05%)
Recrutamento de cientistas e engenheiros mais experientes	54 (17,53%)
Programas de treinamento formalmente organizados	95 (30,84%)
Ouras ligações de recursos humanos	15 (4,88%)
Total	308 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Ainda em relação às ligações de recursos humanos, chama a atenção o fato de o recrutamento de cientistas e engenheiros mais experientes ser a ligação de menor incidência (17,53%). É importante salientar que tal fato não necessariamente significa a ausência de atividades mais sofisticadas nesses institutos. Entretanto, uma atitude mais pró-ativa dos institutos estudados (principalmente os institutos independentes ou ligados a empresas, onde é baixo o número de doutores) em relação ao recrutamento de pessoal mais

qualificado pode ser garantia de um desenvolvimento independente e auto-sustentado no futuro.

Em termos de instituições com as quais os institutos examinados estabelecem as relações de recursos humanos, cabe novamente destacar as parcerias com universidades, tipo de instituição responsável por 46,75% dos *link*s de recursos humanos estabelecidos. No entanto, o *link* de maior incidência - programas de treinamento formalmente organizados -, acontece 46,43% das vezes com empresas e não com universidades, conforme apontado na Tabela 8.6.

Ainda no caso do *link* programas de treinamento formalmente organizados, cabe frisar que o papel dos institutos, de maneira geral, se dá por duas vertentes: capacitados e capacitadores.

Na posição de capacitados, os institutos recebem treinamento direto das empresas, o que costuma acontecer antes do desenvolvimento de projetos para atender a demanda empresarial. No CCT/UFCG, por exemplo, os colaboradores alocados nos projetos para a Motorola passaram por um período de treinamento, realizado por profissionais da empresa, em gerência de projetos, melhoria de processos, CMM e tecnologia iDEN. Por outro lado, enquanto capacitadores, os institutos ficam responsáveis pela execução prática de programas de treinamento inicialmente concebidos por empresas.

Este é o caso, por exemplo, do Instituto Eldorado, que, durante quatro anos, participou do Programa de Capacitação Tecnológica (PCT), desenvolvido também pela Motorola, ministrando aulas em 15 universidades brasileiras. O PCT foi implementado pela Motorola visando a suprir as deficiências na formação dos recursos humanos no Brasil em processos e *software*. Inicialmente, foram selecionadas as áreas-chave para empresa (processos, protocolo, *wireless* e *embedded software*). Em seguida, foram mapeadas as universidades que desenvolviam atividades relevantes nessas áreas, tendo a Motorola firmado uma parceria com as mesmas, oferecendo cursos de capacitação nessas instituições. Paralelamente, a Motorola estimulou essas universidades a imprimirem mudanças em seus currículos, nem sempre adequados para formar profissionais completos e qualificados para o mercado de trabalho.

Tabela 8.6: Ligações de Recursos Humanos *versus* tipo de instituição

Tipo de Ligação	Tipo de Instituição					Total
	Instituto de Pesquisa	Universidade	Empresa	Órgãos do Governo	Outros	
Envolvimento de estudantes em projetos	10 (13,70%)	37 (50,68%)	25 (34,25%)	1 (1,37%)	0 (0,00%)	73 (100,00%)
Recrutamento de recém-graduados	6 (8,45%)	42 (59,15%)	22 (30,99%)	1 (1,41%)	0 (0,00%)	71 (100,00%)
Recrutamento de cientistas e engenheiros mais experientes	7 (12,96%)	31 (57,41%)	15 (27,78%)	1 (1,85%)	0 (0,00%)	54 (100,00%)
Programas de treinamento formalmente organizados	22 (23,16%)	24 (25,26%)	43 (45,26%)	3 (3,16%)	3 (3,16%)	95 (100,00%)
Ouras ligações de recursos humanos	3 (20,00%)	9 (60,00%)	0 (0,00%)	3 (20,00%)	0 (0,00%)	15 (100,00%)
Total	48 (15,58%)	143 (46,43%)	105 (34,09%)	9 (2,93%)	3 (0,97%)	308 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

8.1.1.3 LIGAÇÕES FORMAIS

As ligações formais representam o grupo de ligações com maior incidência (759 casos) dentre as ligações estabelecidas pelos institutos pesquisados. Em termos dos *links* que compõem esse grupo de ligações, abordados na Tabela 8.7, os de maior incidência são o estabelecimento de contratos de pesquisa e de pesquisa conjunta, que, somados, correspondem a quase 50% das respostas. Em terceiro, aparece o *link* consultoria (16,86%). Os serviços de atualização de acervo representam apenas 4,74% das ligações formais estabelecidas.

As evidências indicam que os projetos de pesquisa desenvolvidos com ou para empresas, em um primeiro momento, são projetos simples. Segundo um entrevistado, os primeiros projetos "funcionam como um quebra-gelo e ajudam a estabelecer a confiança da empresa no instituto". Estabelecida essa relação de confiança, os desafios lançados pelas empresas tornam-se crescentes.

Há casos, no entanto, em que projetos desafiadores são estabelecidos desde o início do relacionamento. Como exemplo, pode-se mencionar o Instituto Eldorado, onde os primeiros projetos foram desenvolvidos para a Motorola e, nas palavras de um colaborador do instituto, "não houve nada de trivial".

Tabela 8.7: Ligações Formais

Ligações Formais	Incidência das ligações formais (em nos e %)
Consultoria desenvolvida por pesquisadores ou consultores	128 (16,86%)
Análises e testes	100 (13,18%)
Serviços de atualização de acervo	36 (4,74%)
Respostas técnicas	97 (12,78%)
Estabelecimento de contratos de pesquisa	200 (26,35%)
Estabelecimento de pesquisa conjunta	174 (22,93%)
Outras ligações formais	24 (3,16%)
Total	759 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Tabela 8.8: Ligações Formais *versus* tipo de instituição

Tipo de Ligação	Tipo de Instituição					Total
	Instituto de Pesquisa	Universidade	Empresa	Órgãos do Governo	Outros	
Consultoria desenvolvida por pesquisadores ou consultores	27 (21,09%)	25 (19,53%)	70 (54,69%)	5 (3,91%)	1 (0,78%)	128 (100,00%)
Análises e testes	18 (18,00%)	13 (13,00%)	67 (67,00%)	2 (2,00%)	0 (0,00%)	100 (100,00%)
Serviços de atualização de acervo	14 (38,89%)	4 (11,11%)	13 (36,11%)	4 (11,11%)	1 (2,78%)	36 (100,00%)
Respostas técnicas	17 (17,53%)	10 (10,31%)	67 (69,07%)	3 (3,09%)	0 (0,00%)	97 (100,00%)
Estabelecimento de contratos de pesquisa	33 (16,50%)	51 (25,50%)	105 (52,50%)	11 (5,50%)	0 (0,00%)	200 (10,00%)
Estabelecimento de pesquisa conjunta	28 (16,09%)	83 (47,70%)	54 (31,03%)	6 (3,46%)	3 (1,72%)	174 (100,00%)
Outras ligações formais	4 (16,67%)	2 (8,33%)	17 (70,83%)	0 (0,00%)	1 (4,17%)	24 (100,00%)
Total	141 (18,58%)	188 (24,77%)	393 (51,78%)	31 (4,08%)	6 (0,79%)	759 (100,00%)

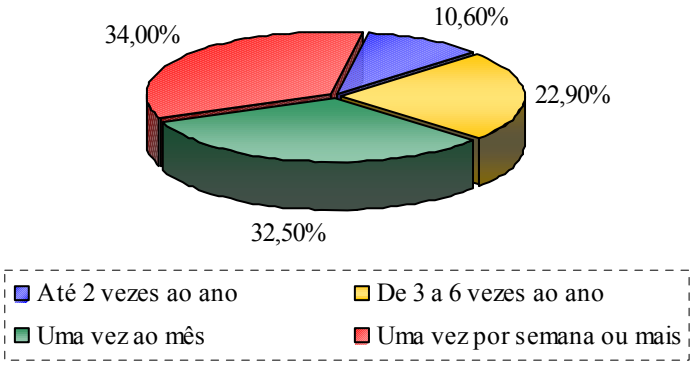
Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em termos de tipos de instituições parceiras, a Tabela 8.8, acima, aponta que a maioria das interações formais acontece com empresas, instituições com as quais os institutos da amostra estabelecem 51,78% das ligações dessa natureza. Há, entretanto, *links* que são estabelecidos em maior proporção com universidades (pesquisa conjunta - 47,70%) e institutos de pesquisa (serviços de atualização de acervo - 38,89%). Curiosamente, esse último *link* é estabelecido na mesma proporção com universidades e órgãos do governo (11,11%).

8.1.2 FREQÜÊNCIA DAS LIGAÇÕES ESTABELECIDAS PELOS INSTITUTOS ESTUDADOS

No que se refere à freqüência das relações, a maior parte das ligações estabelecidas pelos institutos examinados ocorre, no mínimo, uma vez por semana (34,00%). Além disso, 32,50% das relações acontecem com periodicidade mensal, enquanto 10,60% ocorrem duas vezes ao ano, conforme ilustrado na Figura 8.2. Dessa forma, de maneira geral, a freqüência das relações estabelecidas pelos institutos examinados com empresas e com outros componentes da infra-estrutura tecnológica pode ser considerada elevada.

Figura 8.2: Gráfico de incidência das freqüências das ligações



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

A Tabela 8.9 confronta a freqüência das ligações com a natureza das mesmas. Pode-se observar que os *links* informais destacam-se entre as ligações que ocorrem até duas vezes ao ano (59,36%), bem como de três a seis vezes ao ano (52,10%). No caso das relações que acontecem com periodicidade mensal ou mesmo uma vez por semana ou mais, há uma maior incidência das interações formais - 49,13% e 46,59%, respectivamente. A maior

freqüência para as ligações formais pode ser atribuída ao fato de que essas ligações requerem, por sua própria natureza, um contato maior entre os parceiros.

Tabela 8.9: Freqüência *versus* tipo de ligação

Freqüência das Ligações	Natureza da Ligação			Total
	Ligações Informais	Recursos Humanos	Ligações Formais	
Até 2 vezes ao ano	111 (59,36%)	19 (10,16%)	57 (30,48%)	187 (100,00%)
De 3 a 6 vezes ao ano	211 (52,10%)	54 (13,33%)	140 (34,57%)	405 (100,00%)
Uma vez ao mês	167 (29,09%)	125 (21,78%)	282 (49,13%)	574 (100,00%)
Uma vez por semana ou mais	211 (35,11%)	110 (18,30%)	280 (46,59%)	601 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

No que concerne à localização das ligações, abordada na Tabela 8.10, pode-se observar que as de âmbito internacional prevalecem apenas no caso das relações que se dão em até duas vezes ao ano, representado 57,22% dos casos. Nos demais casos, as ligações são majoritariamente estabelecidas em esfera nacional.

Tabela 8.10: Freqüência *versus* localização

Freqüência das Ligações	Localização		Total
	Nacional	Internacional	
Até 2 vezes ao ano	80 (42,78%)	107 (57,22%)	187 (100,00%)
De 3 a 6 vezes ao ano	294 (72,59%)	111 (27,41%)	405 (100,00%)
Uma vez ao mês	497 (86,59%)	77 (13,41%)	574 (100,00%)
Uma vez por semana ou mais	488 (76,91%)	113 (23,09%)	601 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Chamam a atenção os casos dos institutos que firmaram parceria com filiais de ETNs e, posteriormente passaram desenvolver projetos para outras filiais, bem como para a matriz dessas empresas - como acontecido com FITec e Lucent; FUCAPI, FPF, LACTEC, CITS e Siemens; Eldorado, CESAR, CIn/UFPE e Motorola. Também são interessantes os casos em que as primeiras relações se deram no âmbito internacional e, em um segundo momento, passaram a se dar também nacionalmente, como acontecido na parceria entre CCT/UFCG e HP e Genius e Siemens, que se iniciaram com o desenvolvimento de projetos para as matrizes dessas empresas.

Tabela 8.11: Freqüência *versus* tipo de instituição

Frequência	Tipo de Instituição					
	Instituto de Pesquisa	Universidade	Empresa	Órgãos do Governo	Outros	Total
Até 2 vezes ao ano	64 (34,23%)	85 (45,45%)	37 (19,79%)	1 (0,53%)	0 (0,00%)	187 (100,00%)
De 3 a 6 vezes ao ano	71 (17,53%)	142 (35,06%)	144 (35,56%)	23 (5,68%)	25 (6,17%)	405 (100,00%)
Uma vez ao mês	155 (27,00%)	161 (28,05%)	249 (43,38%)	9 (1,57%)	2 (0,35%)	574 (100,00%)
Uma vez por semana ou mais	48 (7,99%)	242 (40,27%)	272 (45,26%)	37 (6,16%)	2 (0,33%)	601 (100,00%)
Total	338 (19,13%)	630 (35,65%)	702 (39,73%)	70 (3,96%)	29 (1,64%)	1767 (100,00%)

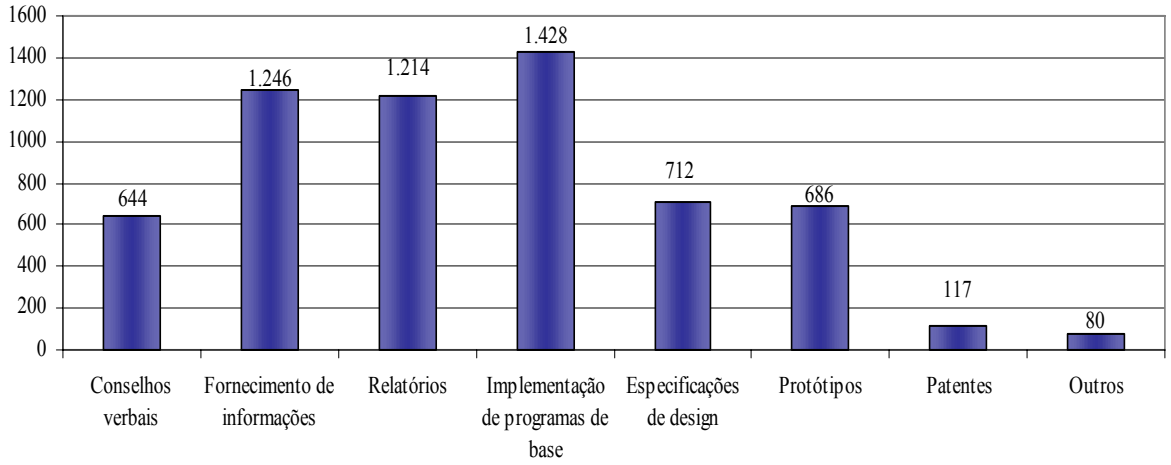
Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Por fim, ao se cruzar a freqüência das ligações com o tipo de instituição com as quais as mesmas são firmadas (Tabela 8.11), pode-se observar que as ligações estabelecidas com empresas são responsáveis por 45,26% das interações que acontecem uma vez por semana ou mais e por 43,38% das ligações que se dão mensalmente, o que pode ser associado ao fato de que as relações que acontecem com esses intervalos de tempo são predominantemente formais.

8.1.3 RESULTADOS DAS LIGAÇÕES ESTABELECIDAS PELOS INSTITUTOS ESTUDADOS

Os resultados que emergem das ligações que os institutos da amostra estabelecem com outros componentes da infra-estrutura tecnológica são ilustrados, em números absolutos, na Figura 8.3, a seguir. Cabe frisar que uma ligação pode apresentar mais de um resultado, de maneira que o número de resultados alcançados (6.127) é maior do que o número de ligações estabelecidas (1.767).

Figura 8.3: Gráfico de incidência dos resultados das ligações



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

A Tabela 8.12 apresenta a incidência percentual dos resultados que emergem das ligações. As evidências apontam que, na maioria dos casos, os seguintes resultados costumam ser obtidos com as ligações estabelecidas entre os institutos da amostra e seus parceiros: fornecimento de informações, presente em 1.246 (70,51%) relações; relatórios, gerados em 1.214 (68,70%) do total de ligações estabelecidas; e implementação de programas de base[33], que acontece em 1.428 (80,81%) casos.

Tabela 8.12: Incidência dos resultados das ligações

Resultados obtidos com as ligações	Incidência dos resultados (em %)
Conselhos verbais	36,45%
Fornecimento de informações	70,51%
Relatórios	68,70%
Implementação de programas de base de recursos humanos, técnicos e organizacionais	80,81%
Especificações de *design*	40,29%
Protótipos	38,82%
Patentes	6,62%
Outros	4,53%

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Além dos resultados especificados, há, ainda, outros resultados obtidos com as ligações, os quais correspondem a 80 (4,53%) dos casos. As relações estabelecidas pelos institutos

[33] Os programas de base de recursos humanos, técnicos e organizacionais, aqui, representam a criação de programas de capacitação de recursos humanos (como cursos de mestrado), além da criação de novas linhas de pesquisa e áreas de especialização nos institutos estudados.

estudados também resultam em: certificações, doação de equipamentos e laboratórios, organização de congressos e seminários, publicação de artigos, realização de intercâmbios.

Ainda sobre os resultados obtidos com as ligações, as evidências sugerem a geração de resultados expressivos, com exceção do item patentes. A inferioridade dos resultados em termos de patentes pode ser reflexo do tipo de atividade atualmente desenvolvida pelos institutos examinados - o desenvolvimento de *software*. Cabe ainda ressaltar que o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), órgão nacional responsável pelo registro de patentes, vem enfrentando graves dificuldades operacionais. Outro fator que também pode explicar a baixa incidência de patentes como resultado são os elevados custos de registro e manutenção de patentes. Tais custos fazem com que muitos institutos não considerem o registro e a manutenção de patentes como prioridade.

Tabela 8.13: Resultados *versus* tipo de ligação

Resultados obtidos com as ligações	Natureza da Ligação			Total
	Ligações Informais	Recursos Humanos	Ligações Formais	
Conselhos verbais	280 (43,48%)	140 (21,74%)	224 (34,78%)	644 (100,00%)
Fornecimento de informações	523 (41,97%)	222 (17,82%)	501 (40,21%)	1246 (100,00%)
Relatórios	434 (35,75%)	243 (20,02%)	537 (44,23%)	1.214 (100,00%)
Implementação de programas de base de recursos humanos, técnicos e organizacionais	568 (39,78%)	261 (18,28%)	599 (41,94%)	1.428 (100,00%)
Especificações de *design*	304 (42,70%)	127 (17,83%)	281 (39,47%)	712 (100,00%)
Protótipos	264 (38,48%)	104 (15,16%)	318 (46,36%)	686 (100,00%)
Patentes	48 (41,03%)	21 (17,94%)	48 (41,03%)	117 (100,00%)
Outros	37 (46,25%)	14 (17,50%)	29 (36,25%)	80 (100,00%)
Total	2.458 (40,12%)	1.132 (18,48%)	2.537 (41,41%)	6.127 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

A Tabela 8.13 apresenta os resultados que emergem das ligações de acordo com a natureza das mesmas. As ligações informais geram 2.458 (40,12%) resultados, enquanto as ligações formais respondem por 2.537 (41,41%) dos 6.127 resultados obtidos. Já das ligações de

recursos humanos, emergem 1.132 (18,48%) resultados, número que pode ser considerado relativamente inferior.

Pode-se observar que os seguintes resultados emergem, em sua maior parte, das ligações informais: conselhos verbais (43,48%); fornecimento de informações (41,97%); e especificações de *design* (42,70%). Já as ligações formais respondem por 44,23% das relações que geram relatórios e por 41,94% das que resultam na implementação de programas de base, além de 46,36% das ligações que geram protótipos - estando também o fornecimento de informações entre os resultados de maior incidência. Por fim, é interessante mencionar que as ligações informais e formais apresentam a mesma participação na geração de patentes: das 117 patentes geradas, 48 (41,03%) são provenientes de relações informais e outras 48 (41,03%) emergem de relações formais, cabendo as 21 (17,94%) restantes às ligações de recursos humanos.

Tabela 8.14: Resultados *versus* localização

Resultados obtidos com as ligações	Localização		Total
	Nacional	Internacional	
Conselhos verbais	570 (88,51%)	74 (11,49%)	644 (100,00%)
Fornecimento de informações	962 (77,21%)	284 (22,79%)	1.246 (100,00%)
Relatórios	990 (81,55%)	224 (18,45%)	1.214 (100,00%)
Implementação de programas de base de recursos humanos, técnicos e organizacionais	1.062 (74,37%)	366 (25,63%)	1.428 (100,00%)
Especificações de *design*	553 (77,67%)	159 (22,33%)	712 (100,00%)
Protótipos	580 (84,55%)	106 (15,45%)	686 (100,00%)
Patentes	92 (78,63%)	25 (21,37%)	117 (100,00%)
Outros	43 (53,75%)	37 (46,25%)	80 (100,00%)
Total	4.852 (79,19%)	1.275 (20,81%)	6.127 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em termos de localização, pode-se observar, na Tabela 8.14, acima, que a maioria dos resultados provem de ligações nacionais (79,23%), o que está associado ao fato de que 76,91% das ligações são estabelecidas na esfera local. Além disso, é interessante mencionar que os resultados de maior incidência são os mesmos, independendo da localização das interações, a saber: fornecimento de informações, relatórios e implementação de programas de base.

Finalmente, cabe confrontar os resultados alcançados com o tipo de instituição com que as ligações são estabelecidas, conforme a Tabela 8.15. Os resultados que emergem das relações com empresas somam 2.729 (44,54%), enquanto 1.879 (30,67%) são gerados a partir da sinergia com universidades e 1.214 (19,81%) a partir das ligações constituídas com outros institutos de pesquisa. Há, ainda, 257 (3,94%) resultados obtidos por meio de ligações com órgãos do governo, além de 64 (1,04%) obtidos por meio de ligações com outros agentes.

Tabela 8.15: Resultados *versus* tipo de instituição

Resultados obtidos com as ligações	Tipo de Instituição					Total
	Instituto de Pesquisa	Universidade	Empresa	Órgãos do Governo	Outros	
Conselhos verbais	109 (16,93%)	263 (40,84%)	246 (38,20%)	24 (3,73%)	2 (0,31%)	644 (100,00%)
Fornecimento de informações	229 (18,38%)	354 (28,41%)	593 (47,59%)	44 (3,53%)	28 (2,25%)	1.246 (100,00%)
Relatórios	252 (20,76%)	371 (30,56%)	529 (43,57%)	49 (4,04%)	13 (1,07%)	1.214 (100,00%)
Implementação de programas de base de recursos humanos, técnicos e organizacionais	279 (19,54%)	491 (34,38%)	577 (40,41%)	65 (4,55%)	16 (1,12%)	1.428 (100,00%)
Especificações de *design*	129 (18,12%)	161 (22,61%)	383 (53,79%)	34 (4,78%)	5 (0,70%)	712 (100,00%)
Protótipos	135 (19,68%)	225 (32,80%)	316 (46,06%)	10 (1,46%)	0 (0,00%)	686 (100,00%)
Patentes	49 (41,88%)	14 (11,97%)	39 (33,33%)	15 (12,82%)	0 (0,00%)	117 (100,00%)
Outros	32 (40,00%)	2 (2,50%)	46 (57,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	80 (100,00%)
Total	1.214 (19,81%)	1.879 (30,67%)	2.729 (44,54%)	257 (3,94%)	64 (1,04%)	6.127 (100,00%)

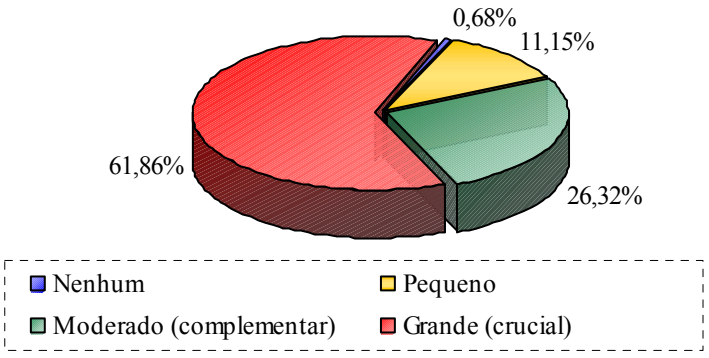
Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

O fornecimento de informações, a geração de relatórios, a implementação de programas de base, as especificações de *design* e o desenvolvimento de protótipos são resultados mais emergentes das relações dos institutos examinados com empresas, enquanto o aconselhamento verbal costuma dar-se com maior freqüência a partir da interação com universidades. Em relação à interação com outros institutos de pesquisa, as evidências indicam que a geração de patentes resulta, na maior parte dos casos, dessa interação, que responde por 41,88% das patentes geradas. Tal fato sugere a capacidade, bem como o potencial, das relações entre os institutos de pesquisa, os quais parecem estar se engajando deliberadamente no fortalecimento dessa interatividade.

8.1.4 BENEFÍCIOS DAS LIGAÇÕES ESTABELECIDAS PELOS INSTITUTOS ESTUDADOS

Os benefícios alcançados pelos institutos a partir das ligações estabelecidas com empresas e componentes da infra-estrutura tecnológica são apresentados na Figura 8.4. Pode-se observar que, para quase 62,00% dos casos, a ligação estabelecida trouxe benefícios cruciais para os institutos, enquanto que em 26,32% dos casos o benefício alcançado foi moderado. Dessa maneira, pode-se dizer que em torno de 88,00% dos *links* estabelecidos pelos institutos geraram benefícios relevantes. Apenas em 0,68% dos casos as ligações não originaram nenhum benefício para os institutos examinados. As evidências, assim, parecem indicar que a relação com empresas e infra-estrutura tecnológica vem contribuindo substancialmente para o fortalecimento das competências tecnológicas de tais institutos.

Figura 8.4: Gráfico de incidência dos benefícios das ligações



Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Em termos de benefícios alcançados por tipo de ligação, a Tabela 8.16 permite observar que as ligações formais representam 42,95% das ligações que geraram benefícios cruciais para os institutos, sendo seguidas pelas ligações informais (39,62%) de recursos humanos (17,43%).

Tabela 8.16: Benefícios *versus* tipo de ligação

Benefícios	Natureza da Ligação			Total
	Ligações Informais	Recursos Humanos	Ligações Formais	
Nenhum	6 (50,00%)	1 (8,33%)	5 (41,67%)	12 (100,00%)
Pequeno	80 (40,61%)	59 (29,95%)	58 (29,44%)	197 (100,00%)
Moderado (complementar)	184 (39,57%)	72 (15,48%)	209 (44,95%)	465 (100,00%)
Grande (crucial)	430 (39,34%)	176 (16,10%)	487 (44,56%)	1.093 (100,00%)
Total	700 (39,62%)	308 (17,43%)	759 (42,95%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

É interessante destacar que os benefícios gerados a partir de uma ligação acabam gerando externalidades, beneficiando, assim, outras ligações, que podem ou não ser da mesma natureza. Conforme verificado nas entrevistas, o estabelecimento de ligações com empresas e infra-estrutura tecnológica tem contribuído de maneira relevante para o incremento dos conhecimentos acerca do mercado de atuação dos institutos. Tal conhecimento colabora, por exemplo, com a absorção de estudantes por empresas que estabelecem parcerias com universidades.

Adicionalmente, há um *feedback* do processo ensino-aprendizagem, bem como aperfeiçoamento de laboratórios, bolsas para estudantes (especialmente para MBA e cursos de curta duração) e aprimoramento dos pesquisadores. De acordo com um dos entrevistados, o estabelecimento de relações com empresas possibilitou o engajamento de professores antes desmotivados em atividades de pesquisa, restaurando a motivação dos mesmos.

Ao se confrontar os resultados alcançados com a localidade onde são estabelecidas as relações (Tabela 8.17), pode-se, novamente, observar o domínio das ligações de esfera nacional. Contudo, é interessante destacar a ausência de ligações internacionais que

tenham implicado benefício nulo pra os institutos, sendo a maioria dessas interações apontada como crucial, ou seja, geradora de grandes benefícios.

As evidências sugerem que a relação dos institutos examinados com ETNs tem contribuído para o aprendizado dos mesmos. No CCT/UFCG, por exemplo, a parceria com empresas como Motorola, Nokia e HP levou o instituto a organizar suas atividades, buscando padronizá-las com base em certificações de reconhecimento internacional, como ISO, PMI e CMM. Segundo um dos entrevistados no CCT/UFCG, "a relação com o mercado requer organização, não apenas das atividades tecnológicas, mas também financeiras, administrativas e operacionais".

Tabela 8.17: Benefícios *versus* localização

Benefícios	Localização		Total
	Nacional	Internacional	
Nenhum	12 (100,00%)	0 (0,00%)	12 (100,00%)
Pequeno	179 (90,86%)	18 (9,14%)	197 (100,00%)
Moderado (complementar)	357 (76,77%)	108 (23,23%)	465 (100,00%)
Grande (crucial)	811 (74,20%)	282 (25,80%)	1093 (100,00%)
Total	1.359 (76,91%)	408 (23,09%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Finalmente, cabe confrontar os resultados alcançados com o tipo de instituições com as quais as ligações são estabelecidas, conforme apresentado na Tabela 8.18.

No tocante às relações não geradoras de benefício, que totalizam 12, cinco são oriundas de institutos de pesquisa e cinco provêm de universidades, enquanto apenas uma refere-se à relação estabelecida com empresa e outra com órgãos governamentais. As relações com esses dois tipos de instituição também respondem majoritariamente[34] pelos benefícios pequenos atingidos. Já no que se refere às categorias moderado e grande, prevalecem as ligações estabelecidas com empresas, que respondem por 181 (38,92%) e 505 (46,20%) dos casos, respectivamente.

[34] Excluindo-se as relações pontuais com outros agentes, que correspondem a dez (5,08%) relações geradoras de pequenos benefícios.

Tabela 8.18: Benefícios *versus* tipo de instituição

Benefícios	Tipo de Instituição					Total
	Instituto de Pesquisa	Universidade	Empresa	Órgãos do Governo	Outros	
Nenhum	5 (41,67%)	5 (41,67%)	1 (8,33%)	1 (8,33%)	0 (0,00%)	12 (100,00%)
Pequeno	81 (41,12%)	87 (44,16%)	15 (7,61%)	4 (2,03%)	10 (5,08%)	197 (100,00%)
Moderado (complementar)	122 (26,24%)	139 (29,89%)	181 (38,92%)	13 (2,80%)	10 (2,15%)	465 (100,00%)
Grande (crucial)	130 (11,89%)	397 (36,33%)	505 (46,20%)	52 (4,76%)	9 (0,82%)	1093 (100,00%)
Total	338 (19,13%)	628 (35,54%)	702 (39,73%)	70 (3,96%)	29 (1,64%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Este capítulo examinou as ligações estabelecidas pelos institutos estudados com infra-estrutura tecnológica e empresas. As evidências apontam que, no total, 1.767 ligações são estabelecidas pelos institutos estudados. As ligações informais e as ligações formais são as que apresentam maior incidência, respondendo, respectivamente, por 700 (39,62%) e 759 (42,95%) do total de ligações estabelecidas. Quanto às ligações de recursos humanos, elas correspondem a 308 (17,43%) ligações do total de ligações existentes. De maneira geral, as ligações informais e de recursos humanos são estabelecidas, em sua maioria, com universidades. Já as ligações formais são majoritariamente firmadas com empresas. Em termos de freqüência, 601 (34,00%) das ligações ocorrem uma vez por semana ou mais. Em relação aos resultados alcançados, a maior incidência está relacionada à implementação de programas de base, fornecimento de informações, geração de relatórios. Por fim, quanto aos benefícios, pode-se dizer que em torno de 1.558 (88,18%) dos vínculos estabelecidos pelos institutos estudados geraram benefícios relevantes.

CAPÍTULO 9

ANÁLISE E DISCUSSÕES

Este capítulo analisa as evidências empíricas descritas anteriormente nos Capítulos 6 a 8. Busca-se examinar o relacionamento entre o desenvolvimento de competências tecnológicas, os processos de aprendizagem intra-organizacionais e as ligações estabelecidas com empresas e infra-estrutura tecnológica.

As implicações dos processos de aprendizagem intra-organizacionais e das ligações estabelecidas pelos institutos pesquisados para o desenvolvimento de competências tecnológicas são examinadas para as quatro funções estudadas, a saber: Engenharia de *Software* (Seção 9.1), Gestão de Projetos (Seção 9.2), Produtos e Soluções (Seção 9.3) e Ferramentas e Processos (Seção 9.4).

9.1 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

Conforme descrito no Capítulo 6, a função tecnológica engenharia de *software* é a que concentra o maior número de institutos nos Níveis Intermediário-superior e Avançado. Embora apenas um (5,56%) instituto tenha alcançado as competências do Nível 6, Avançado, as competências do Nível 5, Intermediário-superior representam o nível máximo de capacitação de 11 (61,11%) institutos estudados. As competências do Nível 4, Intermediário, por sua vez, representam o nível máximo de capacitação de seis (33,33%) institutos pesquisados na função engenharia de *software*. Nas Subseções a seguir, busca-se analisar a influência dos processos de aprendizagem intra-organizacionais, bem como das ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas, no desenvolvimento de competências em engenharia de *software*.

9.1.1 IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

Conforme elucidado no Capítulo 5, para se analisar as implicações dos processos de aprendizagem intra-organizacionais para o desenvolvimento de competências tecnológicas, os institutos da amostra foram agrupados de acordo com seu nível máximo de capacitação tecnológica em cada uma das funções tecnológicas estudadas. Em seguida, calculou-se o número médio de cada tipo de processo de aprendizagem utilizado por cada um desses grupos de institutos nas suas fases inicial, intermediária e atual. Por fim, classificou-se a variedade dos tipos de processos utilizados por esses grupos de institutos em ausente, limitada, moderada ou diversa.

Nesta subseção, apresenta-se a variedade dos processos de aprendizagem (Tabelas 9.1 a 9.4) nos institutos pesquisados, agrupados de acordo com seu nível máximo de capacitação na função engenharia de *software*.

9.1.1.1 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO

Como pode se observar na Tabela 9.1, o total da média de processos e mecanismos de aquisição externa utilizados pelos institutos estudados é maior dentre os institutos que alcançaram o Nível 6, Avançado apenas na fase inicial. Observa-se, ainda, que a variedade desses mecanismos apresenta evolução semelhante nos três níveis de capacitação tecnológica. Nas fases inicial e intermediária, a variedade apresenta-se como moderada, passando, na fase atual, a ser classificada como diversa. Esse movimento é o mesmo nos três níveis de capacitação mencionados.

Adicionalmente, atentando-se para as médias, observa-se que, entre as fases inicial e intermediária, os processos de aquisição externa utilizados pelos institutos pesquisados crescem a uma taxa mais elevada nos Níveis Intermediário e Intermediário-superior. Na fase intermediária, inclusive, o número médio de processos de aprendizagem utilizados pelos institutos do Nível 6, Avançado, torna-se inferior ao dos outros níveis. Tal fato parece sugerir a importância da utilização de processos de aquisição externa variados na fase inicial para a capacitação em engenharia de *software*, uma vez que, nessa fase, os institutos não possuem uma base de conhecimentos anterior.

Durante a fase inicial, a coordenação de esforços deliberados em processos de aquisição externa é relativamente baixa nos institutos dos Níveis 4, Intermediário, e 5, Intermediário-superior. Nos institutos do Nível Intermediário, essa coordenação mantém-se baixa também na fase intermediária.

Por outro lado, o instituto que hoje se encontram no Nível Avançado de capacitação em engenharia de *software*, já na fase inicial, utiliza processos de aquisição externa praticamente ausentes nos outros institutos. Este é o caso, por exemplo, da realização de treinamentos no exterior, do engajamento em cursos de desenvolvimento de *software* e da interação com parceiros internacionais para o desenvolvimento de projetos, processos que já na fase inicial estão presentes nesse instituto. Além disso, o engajamento coordenado, na fase inicial, em cursos e programas de treinamento, combinado com a interação com clientes e parceiros - notadamente em âmbito internacional - facilitam a estruturação da atividade de desenvolvimento de *software*, uma vez que os conhecimentos desse instituto são aprimorados não apenas no campo teórico, como também no campo prático.

Já no caso dos institutos do Nível Intermediário-superior, há, desde a fase inicial, elevado engajamento em cursos de desenvolvimento de *software*. Esse processo parece contribuir para o desenvolvimento de competências tecnológicas, principalmente ao ser combinado, a partir da fase intermediária, com a maior sinergia com clientes e parceiros, marcada pela realização de seminários tecnológicos e pelo desenvolvimento de projetos conjuntos.

Nos institutos do Nível Intermediário, entretanto, esses processos ganham força apenas na fase atual. Hoje, a realização de cursos de desenvolvimento de *software*, bem como de treinamentos no exterior, é parte da estratégia de negócios desses institutos e acontece de maneira programada. Nas fases anteriores, esses esforços são pontuais e desestruturados. Da mesma forma, observa-se, hoje, uma contratação de especialistas relativamente mais elevada, visando ao desenvolvimento de competências em engenharia, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de novas (e próprias) tecnologias.

Tabela 9.1: Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição externa	Nível máximo de competência em engenharia de *software* alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 4 Intermediário (6 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (11 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	10,50 Moderada	12,18 Moderada	13,00 Moderada
Fase Intermediária	13,50 Moderada	16,18 Moderada	15,00 Moderada
Fase Atual	20,33 Diversa	20,09 Diversa	20,00 Diversa
Total	44,33	48,05	48,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.1.1.2 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO

A Tabela 9.2 apresenta a variedade dos processos de aquisição interna de conhecimento nos institutos estudados. Pode se observar que, embora o número de processos de aquisição interna utilizados pelo instituto que se encontra no Nível Avançado, não seja o mais elevado na fase inicial, o somatório das médias de processos que esse instituto utiliza nas três fases é relativamente superior.

É interessante destacar que, na fase atual, enquanto os institutos do Nível Intermediário, assim como os do Nível Avançado, passam a apresentar variedade diversa, nos institutos do Nível Intermediário-superior, a variedade dos processos de aquisição interna permanece moderada. Na fase atual, os institutos que se encontram no Nível Intermediário passam a buscar o fortalecimento de suas atividades internas como uma forma de consolidarem seu desenvolvimento e atingirem maior maturidade tecnológica. Nessa fase, todos os institutos desse nível passam a estar internamente engajados em atividades de *design* e desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia (o que ainda não acontece nos institutos do Nível Intermediário-superior). Em paralelo, aumentam, nesses institutos, a contratação e o desenvolvimento de engenheiros *trainees* e a participação de engenheiros recém-formados em projetos (que na fase inicial já se faziam presentes no instituto do Nível Avançado).

Dentre os institutos do Nível Intermediário-superior, entretanto, apesar do engajamento em

atividades de P&D - geralmente desenvolvidas de maneira complementar -, não há aumento significativo do número de institutos que adotam programas internos de formação de *trainees*. Há, por outro lado, a participação intensa de engenheiros recém-formados, e também de graduandos, em projetos de P&D, principalmente de desenvolvimento de *software*.

A contratação de recursos humanos qualificados e a constante capacitação dos mesmos (mencionada na subseção anterior) parecem contribuir conjuntamente para a construção de competências tecnológicas em engenharia de *software*, uma vez que estes são processos enfatizados nos institutos do Nível Avançado desde a fase inicial.

O fato de os institutos do Nível Intermediário apresentarem, atualmente, mais processos de aquisição interna do que os do Nível Intermediário-superior sugere que os efeitos dos processos de aprendizagem sobre o desenvolvimento de competências tecnológicas não são imediatos. Ou seja, faz-se necessário determinado período de tempo para que os institutos alcancem níveis mais elevados de capacitação tecnológica. Por exemplo: a contratação de engenheiros *trainees* não acontece isoladamente. Um verdadeiro programa de *trainees* requer um período de treinamento (como sugerido pelo nome), o qual deve ser não apenas teórico como também empírico, i.e., treinamento específico no trabalho.

Além disso, como destacado em Figueiredo (2003), a variedade dos processos de aprendizagem por si só não é condição suficiente para que organizações construam competências tecnológicas mais avançadas.

Tabela 9.2: Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição interna	Nível máximo de competência em engenharia de *software* alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 4 Intermediário (6 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (11 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	5,33 Moderada	6,36 Moderada	6,00 Moderada
Fase Intermediária	6,00 Moderada	7,00 Moderada	8,00 Moderada
Fase Atual	9,00 Diversa	8,55 Moderada	11,00 Diversa
Total	20,33	21,91	25,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.1.1.3 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO

A variedade dos processos de compartilhamento utilizados pelos institutos pesquisados, agrupados de acordo com seu nível de capacitação tecnológica em engenharia de *software*, é apresentada na Tabela 9.3. Observa-se que a soma do número médio dos processos utilizados nas três fases é menor no instituto do Nível Avançado.

Na fase inicial, os institutos dos três níveis abordados apresentam variedade moderada. Além disso, os institutos do Nível Intermediário-superior apresentam a maior média de processos utilizados nessa fase. Nesses institutos, destacam-se, na fase inicial, a formação de equipes de trabalhos multifuncionais e multidisciplinares (de acordo com a natureza dos projetos a serem desenvolvidos) e a formação de forças-tarefas para resolução de problemas e imprevistos. Esses mecanismos contribuíram para a disseminação de conhecimentos entre os colaboradores nos institutos, principalmente durante o desenvolvimento de projetos, e parecem ter influenciado a consolidação de seu atual nível de capacitação em engenharia de *software*.

Na fase intermediária, embora os instituto do Nível Intermediário-superior ainda representem o grupo de institutos que apresenta a média mais elevada de processos de compartilhamento, observa-se o crescimento considerável dos processos desse tipo utilizados pelo instituto que se encontra no Nível 6, Avançado. O aumento dos processos dessa natureza está basicamente relacionado à realização de intercâmbios para o

desenvolvimento de projetos com clientes e parceiros, tanto nacionais quanto internacionais. O contato profissional direto com as tecnologias de outras organizações para a realização de projetos conjuntos parece ter contribuído para geração e disseminação de novos conhecimentos, principalmente à medida que esses intercâmbios são transformados em programas institucionais formalizados, utilizados continuamente.

Na fase atual, entretanto, os institutos do Nível Intermediário são os que apresentam número de processos utilizados mais elevado (embora pouco superior ao do Nível Avançado). Na fase em questão, crescem nesses institutos os casos de intercâmbio para a realização de projetos. Tal fato acaba por elevar a média de processos utilizados, mesmo que, na maioria das situações, esses intercâmbios sejam intermitentes - tendo, por vezes, acontecido apenas uma vez.

Dessa maneira, pode-se observar que a descontinuidade estratégica dos processos utilizados pelos institutos em seus respectivos níveis de capacitação sugere que somente a adoção de um número maior de processos de compartilhamento de conhecimentos não é condição suficiente para que os institutos construam competências tecnológicas em engenharia de *software*. Importam também a continuidade desses processos e o modo como eles operam ao longo do tempo, assim como as outras fontes que contribuem para o desenvolvimento de competências tecnológicas. O instituto que se encontra no Nível Avançado, embora não apresente a maior variedade de processos de compartilhamento de conhecimento, busca engajar-se deliberadamente em processos dessa natureza, gerindo-os de maneira estratégica, em especial a partir da fase intermediária.

Tabela 9.3: Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento	Nível máximo de competência em engenharia de *software* alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 4 Intermediário (6 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (11 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	8,33 Moderada	9,82 Moderada	5,00 Moderada
Fase Intermediária	9,33 Moderada	11,55 Moderada	11,00 Moderada
Fase Atual	14,17 Diversa	13,64 Diversa	14,00 Diversa
Total	31,83	35,01	30,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.1.1.4 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO

Finalmente, a variedade dos processos de codificação de conhecimento dos institutos estudados é apresentada na Tabela 9.4. Os processos de codificação de conhecimento são os de menor incidência dentre os institutos pesquisados. No total, o maior número de processos desse tipo é utilizado por institutos que construíram as competências do Nível Intermediário-superior em engenhara de *software*, assim como ocorrido com os processos de compartilhamento de conhecimento. A escassez de processos de codificação de conhecimento pode ser observada por meio da classificação de sua variedade, a qual permanece moderada nas três fases examinadas.

Muito embora o instituto do Nível Avançado seja o que apresente a menor incidência de processos de codificação de conhecimento na fase inicial, observam-se, nesse instituto, esforços deliberados estrategicamente em torno da criação de códigos e padrões de engenharia, visando ao fortalecimento da atividade de engenharia de *software* internamente. Esses esforços são paralelamente acompanhados pelo registro formal dos treinamentos realizados (visto como um facilitador da disseminação, no âmbito organizacional, do conhecimento adquirido em cursos e capacitações, principalmente externos). Além disso, nesses institutos, não há apenas o registro por escrito do que foi aprendido no treinamento. Freqüentemente, são proferidas palestras para os colaboradores de áreas relacionadas ao assunto abordado.

Na fase intermediária, não há grandes alterações nos processos de codificação utilizados pelos institutos estudados, independente do seu nível de capacitação. Na fase atual, o crescimento desses processos apresenta-se relativamente superior nos institutos que se encontram no Níveis Intermediário e Avançado. Apenas na fase atual os institutos do Nível Intermediário voltam-se para a sistematização dos treinamentos realizados. Adicionalmente, é também nessa fase que ganha força o processo de certificação pela ISO, em torno dos quais os institutos dos níveis superiores já vinham buscando se organizar - mesmo os que só vieram a obter a certificação oficial atualmente.

Assim como ocorre com os processos de aquisição interna, e também com os de compartilhamento, o recente aumento relativo do número de processos de codificação nos institutos do Nível Intermediário não os torna imediatamente mais capacitados do que outros institutos (o mesmo valendo para o instituto do Nível Avançado). Esses processos, no entanto, representam os esforços desempenhados pelos próprios institutos na construção de competências tecnológicas mais complexas - que podem vir a ser alcançadas, dependendo também da maneira como esses processos serão utilizados ao longo do tempo e também combinados com outros tipos de processos, como vem sendo feito pelo instituto que alcançou as competências do Nível Avançado em engenharia de *software*.

Tabela 9.4: Variedade dos processos de codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de codificação de conhecimento	**Nível máximo de competência em engenharia de *software* alcançado atualmente (n° de institutos)**		
	Nível 4 Intermediário (6 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (11 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	3,67 Moderada	5,09 Moderada	4,00 Moderada
Fase Intermediária	4,00 Moderada	5,91 Moderada	4,00 Moderada
Fase Atual	6,67 Moderada	6,18 Moderada	7,00 Moderada
Total	14,33	17,18	15,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.1.2 IMPLICAÇÕES DAS LIGAÇÕES ESTABALECIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA DE *SOFTWARE*

Nesta dissertação, além dos processos de aprendizagem intra-organizacionais, as ligações atualmente estabelecidas com outros componentes da infra-estrutura tecnológica e empresas são também examinadas como fontes utilizadas no desenvolvimento de competências tecnológicas. Como descrito no Capítulo 5, as ligações são analisadas a partir do total de ligações estabelecidas por cada grupo de instituto, reunidos de acordo com o nível máximo de capacitação tecnológica alcançado em cada uma das quatro funções tecnológicas estudadas. Examinam-se as implicações da natureza das ligações e também dos tipos de instituições com as quais elas são estabelecidas.

Tabela 9.5: Natureza das ligações *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo

Tipo de Ligação	Nível máximo de competência em engenharia de *software* alcançado atualmente (n° de institutos)			Total
	Nível 4 Intermediário (6 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (11 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)	
Ligações Informais	168 (46,41%)	412 (35,70%)	120 (47,81%)	700 (39,62%)
Recursos Humanos	59 (16,30%)	212 (18,37%)	37 (14,74%)	308 (17,43%)
Ligações Formais	135 (37,29%)	530 (45,93%)	94 (37,45%)	759 (42,95%)
Total	362 (100,00%)	1.154 (100,00%)	251 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Conforme pode se observar na Tabela 9.5, acima, as ligações estabelecidas pelos institutos do Nível Intermediário são, em sua maioria, de natureza informal, muito embora o percentual de ligações formais também seja elevado. O mesmo acontece com os institutos do Nível Avançado. Nos institutos do Nível Intermediário-superior, predominam as relações formais.

Muito embora a natureza das ligações revele-se similar nos Níveis Intermediário e Avançado, o exame do tipo de instituições com as quais essas ligações são estabelecidas (Tabela 9.6) apresenta diferenças que parecem ser relevantes para o desenvolvimento de

competências tecnológicas.

Nos institutos que alcançaram o Nível Intermediário como nível máximo da capacitação em engenharia de *software*, há o predomínio das ligações com empresas, seguidas pelas relações com universidades, sendo baixo o número de ligações estabelecidas com institutos de pesquisa. No nível subseqüente, pode se observar o aumento das relações com universidades (que quase dobram) e a redução relativa das relações com empresas. Há, ainda, um maior percentual de ligações estabelecidas com institutos de pesquisa.

No caso do instituto que construiu as competências do Nível 6, Avançado, em engenharia de *software*, também prevalecem as ligações estabelecidas com empresas (que respondem por mais de 50% das ligações estabelecidas), podendo se observar uma redução das relações com universidades em relação ao nível anterior, embora sejam mais elevadas do que no Nível Intermediário. Por fim, no instituto localizado no Nível Avançado, observa-se também o aumento da sinergia com institutos de pesquisa. Dessa maneira, a relação com instituições desse tipo segue um aumento percentual gradual de um nível para o outro, o que sugere sua relevância para a construção de competências mais complexas na função engenharia de *software*.

Cabe, então, voltar à questão da natureza das ligações. Enquanto no Nível Intermediário o predomínio das ligações informais está associado à aproximação de empresas, funcionando como uma "porta de entrada" para o estabelecimento de outras relações, no Nível Avançado, o caráter informal das ligações reflete também o relacionamento mais intenso com outros institutos de pesquisa. Entre institutos tecnológicos, muitas vezes, as parcerias não são formalizadas, mesmo quando o relacionamento acontece de forma sistemática. O fortalecimento das relações estabelecidas entre institutos de pesquisa, assim, cuja necessidade foi enfatizada no Capítulo 8, parece ter implicações diretas para o desenvolvimento de competências tecnológicas em engenharia de *software*.

Tabela 9.6: Tipo de instituição *versus* níveis de competências em engenharia de *software* no momento da pesquisa de campo

Tipo de Instituição	Nível máximo de competência em engenharia de *software* alcançado atualmente (n° de institutos)			Total
	Nível 4 Intermediário (6 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (11 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)	
Institutos de Pesquisa	55 (15,20%)	221 (19,15%)	62 (24,70%)	338 (19,13%)
Universidades	74 (20,44%)	497 (43,07%)	57 (22,71%)	628 (35,54%)
Empresas	202 (55,80%)	368 (31,89%)	132 (52,59%)	702 (39,73%)
Órgãos do Governo	16 (4,42%)	54 (4,68%)	0 (0,00%)	70 (3,96%)
Outros	15 (4,14%)	14 (1,21%)	0 (0,00%)	29 (1,64%)
Total	362 (100,00%)	1.154 (100,00%)	251 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.2 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS

Seguindo o procedimento descrito no Capítulo 5, as implicações das fontes utilizadas pelos institutos estudados para o desenvolvimento de competências tecnológicas são analisadas a partir de valores agregados. Primeiramente, os institutos são reunidos de acordo com seu nível máximo de capacitação em cada função tecnológica estudada. Posteriormente, calculam-se, para cada grupo de institutos, os valores agregados referentes às fontes utilizadas para construção de suas competências tecnológicas. No caso dos processos de aprendizagem, utiliza-se o número médio de processos utilizados por cada grupo de institutos. No caso dos *links*, é utilizado o total de ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas.

No tocante à capacitação dos institutos estudados na função gestão de projetos, o Nível 4, Intermediário, é o que concentra maior número de institutos, de maneira que 12 (66,67%) institutos o têm como nível máximo alcançado. O Nível 3, Inovativo Básico, representa o nível máximo alcançado por 4 (22,22%) institutos. Por fim, o Nível 5, Intermediário-

superior, representa o nível máximo de capacitação em gestão de projetos de 2 (11,11%) institutos estudados. Esta seção analisa o papel das fontes estudadas na construção de competências tecnológicas na função gestão de projetos.

9.2.1 IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM GESTÃO DE PROJETOS

Nas Tabelas 9.7 a 9.10, a seguir, examina-se a variedade dos processos de aprendizagem utilizados pelos institutos estudados, buscando-se analisar a influência dos processos de aprendizagem intra-organizacionais - de acordo com seu tipo - no desenvolvimento de competências tecnológicas em gestão de projetos nos institutos pesquisados.

9.2.1.1 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO

A variedade dos processos de aquisição externa de conhecimento, abordada na Tabela 9.7, permite observar que o somatório dos processos de aquisição externa utilizados nas três fases apresenta-se relativamente mais elevado nos institutos que se encontram no Nível 4, Intermediário, de capacitação em gestão de projetos.

Na fase inicial, os institutos dos três níveis apresentam variedade moderada, muito embora a média de processos dos institutos do Nível Intermediário-superior seja mais elevada. De maneira geral, esses institutos já estavam orientados para o desenvolvimento de projetos, buscando estruturar o processo de gestão de projetos por meio da adoção de metodologias internacionais. Dessa maneira, a formação de gerentes de projetos é parte da estratégia desses institutos desde sua criação. Além disso, observa-se, nesses institutos, a freqüente interação com parceiros e clientes para o desenvolvimento de projetos, não apenas no âmbito local (nacional) como também internacional. Tal fato é, em certa medida, reflexo da natureza desses institutos - um deles é independente e o outro é ligado à empresa.

Já nos institutos que alcançaram o Nível Intermediário como nível máximo de capacitação em gestão de projetos, na fase inicial, a criação de práticas internas de gestão de projetos não é abordada como prioridade. Dessa maneira, os treinamentos para formação de gerentes de projetos, quando acontecem, se dão de maneira intermitente - nesse período, na maioria dos casos, a gestão de projetos fica sob responsabilidade formal do demandante. O

mesmo acontece com os institutos do Nível Inovativo Básico, onde a aquisição de conhecimentos externamente apresenta-se pouco relacionada à atividade de gestão de projetos. Nesses institutos, programas de desenvolvimento de gerentes de projetos são praticamente ausentes - apenas um utiliza esse tipo de mecanismo e, mesmo assim, já no final da fase inicial.

Na fase intermediária, a preocupação formal com a gestão de projetos emerge nos institutos que hoje se encontram no Nível Intermediário de capacitação em gestão de projetos. Tais institutos, de maneira geral, incluem entre suas prioridades estratégicas a formação de gerentes de projetos (antes de seus clientes) e passam, inclusive, a ansiar a certificação de *Project Management Professionals*. Também cresce nesses institutos a contratação de consultores para o desenvolvimento de sistemas gerenciais, que, dentre seus objetivos, visa à estruturação interna das práticas de gestão de projetos.

Nos institutos que alcançaram o Nível Inovativo Básico como nível máximo de capacitação em gestão de projetos, observa-se, de maneira geral, a busca institucionalizada por maior número de parceiros e clientes, que é acompanhada pelo aumento da interação com clientes e parceiros para o desenvolvimento de projetos. Essa maior interação leva tais institutos a desempenharem esforços no sentido de fomentar suas práticas internas de gestão de projetos, embora não com a mesma intensidade. Apesar de presentes, as capacitações para formação de gerentes de projetos ainda acontecem de maneira desprogramada, pois não há um programa estruturado visando à formação de gerentes de projetos - ao contrário do que acontece atualmente.

Na fase atual, então, os institutos localizados no Nível Inovativo Básico passam a realizar (externamente) cursos para gerentes de projetos. Além disso, contratam especialistas temporários para que os projetos possam ficar sob sua responsabilidade, e não mais a cargo exclusivo de seus clientes, e também para que se possa ter aprendizado prático por meio do contato com esses profissionais (treinamento no trabalho). Pode-se observar, inclusive, que a média de processos utilizados é superior à média dos institutos que alcançaram o Nível Intermediário-superior de capacitação em gestão de projetos. Como esses processos de aprendizagem são ainda relativamente recentes, espera-se que, com o tempo (e também com o bom funcionamento e continuidade dos mesmos) esses institutos consigam desenvolver competências mais complexas em gestão de projetos.

Nos institutos do Nível Intermediário, cuja média de processos é a mais elevada da fase atual, observa-se o fortalecimento dos mecanismos que passaram a ser utilizados na fase anterior. Paralelamente, na fase atual, esses institutos passam a interagir com mais intensidade com seus clientes e parceiros no desenvolvimento de projetos. Assim, os esforços deliberados por esses institutos a partir da fase intermediária acabam gerando maior fluxo de conhecimento, o que acaba contribuindo para o desenvolvimento de competências em gestão de projetos - permitindo-lhes estar no seu atual nível de capacitação em gestão de projetos.

A acumulação de competências tecnológicas, entretanto, não é influenciada apenas pelos processos de aquisição externa, de maneira que deve se examinar também os esforços que vêm sendo depreendidos em outros tipos de processos de aprendizagem. Além disso, a continuidade e a maneira como operam os processos de aquisição externa ao longo do tempo podem influenciar a construção de competências mais complexas.

A influência do fator temporal sobre as implicações dos processos de aprendizagem pode ser vista nos institutos do Nível Intermediário-superior. Muito embora esses institutos, atualmente, apresentem média de processos de aquisição externa de conhecimento inferior à média dos demais institutos, o número de processos de aquisição externa nas fases anteriores é relativamente elevado. Além disso, o modo como esses processos são geridos nos institutos que alcançaram o Nível Intermediário-superior também parecem estar influenciando a capacitação inovadora em gestão de projetos. Entretanto, esses institutos devem atentar para não se limitarem aos processos que, em média, vêm sendo utilizados desde a fase inicial, buscando diversificá-los cada vez mais.

Tabela 9.7: Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição externa	Nível máximo de competência em gestão de projetos alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 3 Inovativo Básico (4 institutos)	Nível 4 Intermediário (12 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (2 institutos)
Fase Inicial	12,00 Moderada	11,33 Moderada	13,00 Moderada
Fase Intermediária	13,25 Moderada	15,75 Moderada	16,00 Moderada
Fase Atual	19,00 Diversa	20,83 Diversa	18,50 Moderada
Total	44,25	47,91	47,50

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.2.1.2 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO

A Tabela 9.8 apresenta a média dos processos de aquisição interna utilizados pelos três grupos de institutos nas fases estudadas. Quanto à soma dos processos utilizados por cada um dos grupos de institutos, observa-se, novamente, o predomínio dos institutos que alcançaram o Nível Intermediário-superior de capacitação em gestão de projetos. Além disso, esses institutos também são os únicos a apresentarem variedade diversa dos processos de aquisição de conhecimento na fase atual. Os institutos dos Níveis Inovativo Básico e Intermediário, por sua vez, apresentam números parecidos, embora o somatório dos processos encontrados nos institutos que se encontram no Nível Intermediário seja um pouco superior.

Curiosamente, os institutos que construíram as competências do Nível 5, Intermediário-superior, em gestão de projetos, são os que apresentam a menor média de processos de aquisição interna na fase inicial. Entretanto, apesar dessa menor incidência, os institutos que construíram as competências do Nível Intermediário-superior em gestão de projetos, de maneira geral, já realizam internamente programas de treinamento em *software* de processos e projetos. Assim, a conscientização acerca da importância da estruturação e da formalização de práticas de gestão de projetos já na fase inicial contribui para a acumulação de competências tecnológicas ao longo do tempo.

Observa-se também a orientação para a qualificação de seu capital humano. Todos os

institutos desse nível buscam fomentar a capacitação de seus colaboradores, não apenas teórica, como também empiricamente. Esse processo de capacitação empírica acontece, inclusive, por meio da participação contínua de colaboradores em projetos no exterior - o que contribui para o contato com novas tecnologias, inclusive técnicas de gestão de projetos. A elevada participação desses institutos em projetos no exterior, por sua vez, está ligada à natureza desses institutos - sendo um deles independente e o outro ligado à empresa.

No caso dos institutos cujo nível máximo de capacitação na função gestão de projetos é o Nível Intermediário, os esforços de aquisição interna de conhecimento parecem mais orientados para a diversificação de suas atividades de P&D, não estando diretamente voltados para a gestão de projetos. Na fase em questão, a capacitação interna em gestão de projetos acontece por meio da interação com gerentes de projetos das empresas para as quais são desenvolvidos projetos de P&D. A capacitação em ferramentas de gestão de projetos, entretanto, acontece em casos pontuais - o que compromete também o desenvolvimento de competências mais complexas em ferramentas e processos.

Nos institutos que alcançaram o Nível Inovativo Básico como nível máximo de capacitação em gestão de projetos, assim como ocorrido com os processos de aquisição externa, observa-se a carência de esforços deliberados em processos de aquisição interna que contribuam para a construção de competências na referida função tecnológica. Nesses institutos, a realização de treinamentos internos se dá de maneira intermitente. Além disso, não há aprendizagem por busca; esses institutos não buscam conhecer metodologias de gestão de projetos utilizadas em outras organizações para desenvolverem suas práticas internas de gerenciamento de projetos. Essa situação começa a ser invertida no final da fase intermediária, quando esses institutos passam a atentar para o estudo de metodologias de gestão de projetos existentes (o que, na verdade, se consolida apenas na fase atual). Além disso, passam a haver também treinamentos internos ministrados por especialistas estrangeiros e uma interação mais pró-ativa com seus clientes.

Nos institutos do Nível Intermediário, por sua vez, as práticas de gestão de projetos começam a ser abordadas com maior força e também de maneira mais abrangente. O assunto passa a ser abordado mesmo no treinamento de recém-contratados, ou recém-formados, com o objetivo de fomentar internamente uma cultura de gerenciamento de

projetos. Já os institutos do Nível Intermediário-superior permanecem continuamente engajados nos processos destacados na fase anterior. Além disso, esses institutos passam a buscar o desenvolvimento de metodologias próprias, adequadas a suas especificidades.

Finalmente, na fase atual, os institutos que alcançaram as competências do Nível Intermediário-superior em gestão de projetos passam a apresentar variedade diversa. Há o fortalecimento das atividades internas de P&D realizadas nesses institutos. Esses institutos não apenas se engajam com mais intensidade em atividades que já desempenhavam anteriormente, como também passam a desenvolver novas atividades. A intensidade das atividades de P&D acaba levando ao desenvolvimento de projetos mais complexos, influenciando, assim, as competências em gestão de projetos.

Nos institutos localizados nos Níveis Intermediário e Inovativo Básico há o crescimento relativamente expressivo do número de processos utilizados. Tal fato é conseqüência da postura estratégica desses institutos na fase anterior. O empenho desses institutos na capacitação em gerenciamento de projetos acaba, em certa medida, se materializando em processos de aquisição interna na fase atual. Dessa forma, há o aumento do número de institutos que realizam treinamentos internos em programas de gestão de projetos, os quais acontecem de maneira programada, i.e., contínua. Além disso, nos institutos do Nível Intermediário, há a formalização de programas de *trainees*, onde, os colaboradores recém-contratados estudam, dentre outros aspectos, metodologias de desenvolvimento de projetos.

As evidências parecem sugerir que os processos de aquisição interna de conhecimento influenciam o desenvolvimento de competências em gestão de projetos. Entretanto, embora os institutos de todos os níveis estudados apresentem evolução crescente - e também fortalecimento - dos processos dessa natureza, esses processos poderiam ser ainda mais variados. Dessa maneira, o maior engajamento em processos de aquisição parece ser um dos fatores que poderiam contribuir para a construção de competências mais complexas em gestão de projetos em todos os institutos estudados.

Tabela 9.8: Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição interna	Nível máximo de competência em gestão de projetos alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 3 Inovativo Básico (4 institutos)	Nível 4 Intermediário (12 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (2 institutos)
Fase Inicial	5,75 Moderada	5,83 Moderada	7,50 Moderada
Fase Intermediária	6,50 Moderada	6,50 Moderada	8,75 Moderada
Fase Atual	8,50 Moderada	8,83 Moderada	9,50 Diversa
Total	20,75	21,17	25,75

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.2.1.3 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO

A variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento utilizados pelos institutos estudados é abordada a seguir, na Tabela 9.9. Pode-se observar que os institutos do Nível Intermediário-superior utilizam o maior número de processos, aqui não apenas no total, como também nas três fases.

Na fase inicial, os três grupos de institutos apresentam variedade moderada, muito embora o número médio de processos de compartilhamento encontrados nos institutos do Nível Intermediário-superior seja mais elevado. A criação desses institutos é acompanhada pela criação de sistemas próprios para disseminação da informação, visando ao fluxo contínuo de informação não apenas internamente como também com suas outras unidades operacionais (inclusive internacionais, no caso dos institutos ligados a ETNs), além de seus clientes e parceiros.

Paralelamente, a formação de equipes de força-tarefa é encontrada em todos os institutos desse nível, o que facilita a difusão de informações durante o desenvolvimento de projetos. Por outro lado, esses mecanismos não são tão incidentes nos institutos dos Níveis Intermediário e Inovativo Básico. Os mecanismos de compartilhamento mais utilizados por esses institutos na fase inicial são encontros de projetos (tanto interna, quanto nos clientes). Tais mecanismos por si só, entretanto, não parecem ser suficientes para garantir a construção de competências tecnológicas mais complexas (uma vez que, em muitos casos,

essas reuniões são encaradas como procedimentos de rotina).

Na fase intermediária, os processos de compartilhamento de conhecimento continuam a ser coordenados estrategicamente nos institutos do Nível Intermediário-superior. A variedade passa a ser classificada como diversa. Nessa fase, grupos focados no gerenciamento pela qualidade passam a estar presentes em todos esses institutos. A criação desses grupos está voltada para a estruturação e padronização das atividades dos institutos.

Nos institutos do Nível Intermediário, além da presença de times de trabalho multidisciplinares, há o aumento dos intercâmbios realizados com clientes e parceiros para o desenvolvimento de projetos - reflexo dos esforços deliberados na aproximação de seus clientes e parceiros. No entanto, esses institutos, de maneira geral, somente deliberam esforços estratégicos no sentido de converter o conhecimento para o âmbito organizacional a partir da fase atual. Na fase atual (de variedade diversa), a gestão estratégica pela qualidade, por exemplo, passa a ser foco da maior parte desses institutos.

Nos institutos que alcançaram o Nível Inovativo Básico como nível máximo de capacitação em gestão de projetos, times de trabalho começam a ser formados intermitentemente na fase intermediária. Além disso, observa-se também a realização de intercâmbios com clientes e parceiros por todos os institutos. Por outro lado, a preocupação formal com questões relacionadas à qualidade, de maneira geral, permanece muito baixa. Dessa forma, mesmo com variedade diversa, a construção de competências mais complexas em gestão de projetos parece ser limitada, até porque não é apenas influenciada por processos dessa natureza.

Finalmente, nos institutos que construíram as competências do Nível Intermediário-superior em gestão de projetos, observa-se a formalização da formação de times de trabalho multidisciplinares. Adicionalmente, na fase atual, os grupos de qualidade passam a ser coordenados conjuntamente com processos de codificação de conhecimento (para certificações ISO e CMM). Isso acaba tendo implicações sobre a construção de competências tecnológicas - não apenas em gestão de projetos com também em ferramentas e processos, muito embora menos institutos atinjam o Nível Intermediário-superior nessa função.

Tabela 9.9: Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento	Nível máximo de competência em gestão de projetos alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 3 Inovativo Básico (4 institutos)	Nível 4 Intermediário (12 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (2 institutos)
Fase Inicial	8,50 Moderada	8,92 Moderada	11,00 Moderada
Fase Intermediária	9,25 Moderada	10,92 Moderada	13,00 Diversa
Fase Atual	13,75 Diversa	13,75 Diversa	14,50 Diversa
Total	31,25	33,58	38,50

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.2.1.4 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO

Por último, a Tabela 9.10 apresenta a variedade de processos de codificação de conhecimento, a partir do o número médio de processos desse tipo utilizados pelos institutos estudados, de acordo com o nível de capacitação dos mesmos. Novamente, o número de processos aumenta de acordo com o nível de capacitação dos institutos e também ao longo do tempo. Dessa forma, o maior número de processos, em média, é utilizado pelos institutos do Nível Intermediário-superior, na fase atual - que representa a única situação em que a variedade é classificada como diversa.

Na fase inicial, um dos institutos que alcançaram as competências do Nível Intermediário-superior em gestão de projetos já utiliza soluções modulares para projetos. Como esse instituto é ligado a uma empresa transnacional, ou seja, é parte de um grupo global, ele acaba utilizando soluções modulares do grupo mundial no desenvolvimento de projetos ou, de outra forma, nos projetos de desenvolvimento. Paralelamente, observa-se nos dois (11,11%) institutos que se encontram nesse nível a elaboração de procedimentos e instruções técnicas para projetos.

Além disso, na fase inicial, os processos de certificação CMM e ISO também são encontrados nesse instituto ligado à empresa que se encontra no Nível Intermediário-superior. Nessa fase, de maneira geral, os institutos do Nível Intermediário não estão orientados para a obtenção oficial dessas certificações. Há casos, no entanto, de institutos

que obtêm certificação ISO e também de um instituto que se torna CMM2. Esse único instituto CMM2 representa menos de 10% dos institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação em gestão de projetos. Tal fato aponta, em certa medida, o baixo direcionamento de esforços para a padronização de suas práticas operacionais e gerenciais (não apenas em projetos, mas também em outros processos). Nos institutos do Nível Inovativo Básico, essa situação é ainda mais crítica, uma vez que, na fase inicial, nenhum deles possui as referidas certificações. Além disso, o número de processos de codificação utilizados na fase inicial é muito reduzido.

Na fase intermediária, o número de institutos do Nível Intermediário-superior certificados oficialmente pela ISO e pelo CMM permanece o mesmo. No entanto, há uma organização das práticas desses institutos em torno dos pré-requisitos dessas certificações, mesmo sem possuí-las oficialmente. Em paralelo, fortalece-se também a orientação para a metodologia PMI, fomentando nesses institutos a padronização das bases de dados (de gerenciamento) utilizadas nos projetos. Há, ainda, a disseminação de códigos e padrões de engenharia, que acabam por facilitar as atividades (de engenharia de *software*) realizadas nos projetos executados por esses institutos.

A criação de códigos e padrões de engenharia também começa a acontecer com maior freqüência nos institutos localizados no Nível Intermediário de capacitação em gestão de projetos. Quanto à organização em torno de certificações internacionais, não há alterações significativas nas estratégias desses institutos. O número de institutos com cerificação CMM permanece o mesmo. A certificação ISO (9000) é obtida por mais um instituto, muito embora o percentual de institutos do Nível Intermediário certificados permaneça baixo (cerca de 30%). Já a preocupação com a metodologia do PMI parece emergir nos institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação em gestão de projetos apenas no final da fase intermediária (consolidando-se realmente na fase atual).

Os processos de codificação utilizados pelos institutos do Nível Inovativo Básico na fase intermediária também não apresentam variações significativas, pois poucos esforços são direcionados para esses processos. Os processos de certificação continuam ausentes, o que prejudica a padronização da atividade de gestão de projetos nesses institutos.

Finalmente, na fase atual, os institutos do Nível Intermediário-superior fortalecem o

processo de certificação pela ISO, de maneira que todos são certificados oficialmente. A certificação CMM2 é obtida por mais um instituto, enquanto o instituto já certificado alcança um nível mais elevado. Nos institutos do Nível Intermediário, começa a haver o empenho estratégico em estruturar suas atividades em torno de padrões internacionais.

Também há o aumento de institutos do Nível Intermediário certificados oficialmente. Importante destacar que todos os institutos desse nível passam organizar suas atividades em torno das especificações do CMM e também do PMI, independente de possuir ou não a certificação oficial. Esses esforços organizacionais vêm contribuindo para a construção de competências tecnológicas complexas.

Nos institutos localizados no Nível Inovativo Básico em gestão de projetos, soluções modulares para projetos passam finalmente a ser utilizadas. Além disso, esses institutos passam a se empenhar na padronização de suas práticas de gestão de projetos. A obtenção de certificações internacionais, então, passa a fazer parte da estratégia desses institutos. Há, inclusive, um instituto com a certificação CMM2 e dois certificados pela ISO. O empenho recente desses institutos em diversificar seus processos de codificação pode ser observado pelo aumento significativo do número de processos utilizados.

Muito embora os processos de codificação de conhecimento tenham apresentado crescimento de uma fase para a outra, o número de processos utilizados ainda é muito baixo, principalmente se comparado aos processos de aquisição externa. Isso é valido também para os institutos do Nível Intermediário-superior. O baixo número de processos desse tipo pode ser um dos fatores que vêm restringindo o desenvolvimento de competências tecnológicas mais complexas em gestão de projetos, uma vez que nenhum instituto consolidou as competências do Nível Avançado.

Tabela 9.10: Variedade dos processos de codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de codificação de conhecimento	Nível máximo de competência em gestão de projetos alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 3 Inovativo Básico (4 institutos)	Nível 4 Intermediário (12 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (2 institutos)
Fase Inicial	3,25 Moderada	4,83 Moderada	5,50 Moderada
Fase Intermediária	4,00 Moderada	5,17 Moderada	7,50 Moderada
Fase Atual	6,75 Moderada	7,25 Moderada	8,50 Diversa
Total	14,00	17,25	21,50

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.2.2 IMPLICAÇÕES DAS LIGAÇÕES ESTABALECIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM GESTÃO DE PROJETOS

Conforme pode se observar na Tabela 9.11, os percentuais das ligações estabelecidas pelos institutos dos Níveis Inovativo Básico e Intermediário-superior são relativamente semelhantes. Nos institutos localizados no Nível Intermediário-superior, entretanto, observa-se um aumento tímido das relações de recursos humanos. Já nos institutos do Nível Intermediário, as ligações informais e formais apresentam os percentuais inversos. Nesses institutos, prevalecem as ligações formais, embora o percentual de ligações informais não seja baixo.

Dessa maneira, assim como ocorre na função engenharia de *software*, a natureza das ligações estabelecidas, quando tomada isoladamente, não é suficiente para o exame do desenvolvimento de competências tecnológicas. Deve-se, então, atentar para o tipo de instituições com as quais essas ligações são estabelecidas, conforme destaca a Tabela 9.12.

Tabela 9.11: Natureza das ligações *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo

Tipo de Ligação	Nível máximo de competência em gestão de projetos alcançado atualmente (n° de institutos)			Total
	Nível 3 Inovativo Básico (4 institutos)	Nível 4 Intermediário (12 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (2 institutos)	
Ligações Informais	126 (44,68%)	522 (38,24%)	52 (43,33%)	700 (39,62%)
Recursos Humanos	49 (17,38%)	236 (17,29%)	23 (19,17%)	308 (17,43%)
Ligações Formais	107 (37,94%)	607 (44,47%)	45 (37,50%)	759 (42,95%)
Total	282 (100,00%)	1.365 (100,00%)	120 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Observa-se que a maior parte das ligações dos institutos do Nível Inovativo Básico é estabelecida com universidades. No caso desses institutos, essa aproximação de centros universitários relaciona-se à contratação de engenheiros recém-formados para participação em projetos. Há também um bom percentual de ligações estabelecidas com empresas, que se dão de maneira formal e informal. As relações informais são reflexo do empenho desses institutos em se aproximarem do ambiente empresarial para, em um segundo momento, firmarem novas parcerias tecnológicas (formais).

As relações formais referem-se basicamente ao desenvolvimento de projetos para empresas, atividade que fortalece nesses institutos a preocupação com as práticas internas de gestão de projetos. Dessa maneira, a relação estabelecida com empresas e também a busca por novas parcerias tecnológicas levam esses institutos a terem como estratégia a formalização de suas práticas de gestão de projetos e a organização em torno de certificações como PMI e até mesmo CMM.

Tal fato ressalta também a importância dos esforços internos desempenhados por esses institutos, expondo a complementaridade das fontes externas e internas. Mesmo quando influenciados por agentes externos, é importante que esforços internos se materializem (sobre a forma de processos de aprendizagem intra-organizacionais) para que competências tecnológicas sejam desenvolvidas.

Entre os institutos localizados no Nível Intermediário, observa-se o predomínio das relações com empresas, notadamente de natureza formal. Em paralelo, pode se observar o elevado percentual das relações com institutos de pesquisa. As relações com universidades, por outro lado, são relativamente inferiores às estabelecidas pelos institutos dos outros níveis. O predomínio das relações com empresas está associado ao desenvolvimento de projetos.

Nesses institutos é grande o número de parcerias tecnológicas formalizadas, de maneira que os projetos não são desenvolvidos apenas para atender a demandas pontuais. Tal fato contribui para que esses institutos interajam continuamente com (e pratiquem) as técnicas e tecnologias utilizadas por seus clientes. Além de fomentar a formalização das práticas internas desses institutos, tal convivência, ao gerar maior conhecimento sobre gestão de projetos, permite o desenvolvimento de novos conhecimentos na referida função. Institutos ligados a universidades, por exemplo, vêm se empenhando no fortalecimento de suas práticas de gestão de projetos por conta do relacionamento com empresas transnacionais.

Já a relação com universidades está relacionada à busca por recursos humanos de alta qualificação e também ao desenvolvimento de projetos conjuntos - principalmente os que envolvam atividades de pesquisa. O elevado número de ligações com institutos de P&D também parece estar ligado ao desenvolvimento de projetos conjuntos específicos. Dessa forma, apesar de numerosos, a maneira como essas ligações são estabelecidas não parece estar fomentando o desenvolvimento de competências em gestão de projetos, uma vez que são exclusivamente voltadas para o atendimento da demanda empresarial e, por vezes, a interação não é intensa.

Os institutos do Nível Intermediário podem estar depositando sua capacitação em gestão de projetos com muita intensidade na relação com empresas. Seria interessante que eles se engajassem ainda mais intensamente na construção de competências internamente, ou seja, deliberassem esforços ainda mais fortes em processos de aprendizagem intra-organizacionais - notadamente os de aquisição interna e de conversão de conhecimento.

As relações com institutos de pesquisa são pouco incidentes nos institutos do Nível Intermediário-superior. As parcerias estabelecidas, entretanto, são focadas no atendimento de demandas diretas das duas partes envolvidas (e não de um terceiro agente), de modo

que a interação durante o desenvolvimento dos projetos é contínua, o que contribui para o fortalecimento de competências em gestão de projetos. Já o predomínio das relações com universidades reflete a busca por recursos humanos qualificados e de parceiros para o desenvolvimento de projetos de P&D. Nesse nível, no entanto, as parcerias com universidades se dão de forma contínua. Geralmente, universidades não adotam práticas formais de gestão de projetos, o que leva esses institutos a fornecerem capacitações para suas universidades parceiras. Mesmo estando voltadas para o desenvolvimento de competências em gestão de projetos nas universidades, a realização dessas capacitações fortalece a capacidade dos próprios institutos, que têm a oportunidade de aprimorar suas metodologias.

Observa-se também o bom percentual de relações com empresas. A maior parte das interações com empresas representa parcerias tecnológicas estáveis, já firmadas há determinado tempo. Isso se dá, inclusive, por conta da natureza desses institutos, que, em sua maioria, são ligados a transnacionais. A continuidade dessas parcerias com empresas faz com que esses institutos estejam estrategicamente orientados para o aprimoramento de suas práticas de gestão de projetos. Parece necessário, contudo, que esse estímulo contínuo gerado pelas fontes externas seja acompanhado pela diversificação e intensificação de seus processos de aprendizagem intra-organizacionais - o que pode contribuir para a construção de competências do Nível Avançado.

Tabela 9.12: Tipo de instituição *versus* níveis de competências em gestão de projetos no momento da pesquisa de campo

Tipo de Instituição	**Nível máximo de competência em gestão de projetos alcançado atualmente (n° de institutos)**			**Total**
	Nível 3 Inovativo Básico (4 institutos)	Nível 4 Intermediário (12 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (2 institutos)	
Institutos de Pesquisa	39 (13,83%)	291 (21,32%)	8 (6,67%)	338 (19,13%)
Universidades	162 (57,45%)	391 (28,65%)	75 (62,50%)	628 (35,54%)
Empresas	78 (27,66%)	589 (43,15%)	35 (29,17%)	702 (39,73%)
Órgãos do Governo	2 (0,71%)	68 (4,98%)	0 (0,00%)	70 (3,96%)
Outros	1 (0,35%)	26 (1,90%)	2 (1,66%)	29 (1,64%)
Total	282 (100,00%)	1.365 (100,00%)	120 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.3 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

Esta seção busca examinar o papel desempenhado pelas fontes estudadas no desenvolvimento de competências na função tecnológica produtos e soluções, a partir do critério de análise exposto anteriormente, no Capítulo 5. Das funções tecnológicas analisadas, a função produtos e soluções é a única em que os institutos estão distribuídos em torno de quatro níveis de especialização máxima, estando apenas um (5,56%) instituto esteja restrito ao Nível Inovativo Básico. O Nível Intermediário concentra dez (55,56%) institutos. Os Níveis Intermediário-superior e Avançado representam o nível máximo alcançado por seis (33,33%) e um (5,56%) instituto, respectivamente.

9.3.1 IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

As subseções a seguir analisam a variedade dos processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados pelos quatro grupos de institutos, conforme abordado nas Tabelas 9.13 a 9.16. É importante destacar a ausência de mecanismos no instituto do Nível Inovativo Básico nas fases inicial e intermediária. Na verdade, esse instituto é de criação recente, de maneira que a sua fase de constituição (representada como a fase inicial nos outros institutos), para fins comparativos, sobrepõe-se à fase atual dos outros institutos.

9.3.1.1 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO

A Tabela 9.13 apresenta os processos de aquisição externa utilizados pelos institutos nas fases inicial, intermediária e atual. Pode-se observar que a soma dos processos de aquisição externa encontrados nos institutos pesquisados ao longo do tempo é maior nos institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação em produtos e soluções.

Na fase inicial - à exceção do instituto do Nível Inovativo Básico - os institutos apresentam variedade moderada, destacando-se o instituto que construiu as competências do Nível Avançado. Nesse instituto, observa-se a interação com clientes e parceiros para o desenvolvimento de projetos, tanto nas esferas nacional quanto internacional. Essa

interação acontece de maneira contínua, o que fomenta a geração pró-ativa de soluções, muitas vezes voltadas para atender a problemas identificados pelos institutos e não pelos clientes. Paralelamente, os colaboradores desse instituto realizam treinamentos no exterior, tanto de curta quanto de longa duração - como cursos de doutorado, no caso do instituto ligado à universidade.

Nos institutos localizados nos Níveis Intermediário-superior e Intermediário, de maneira geral, a interação com clientes e parceiros para o desenvolvimento de processos, apesar de presente, não acontece continuamente, em especial no caso de clientes e parceiros internacionais. Retirando-se os institutos ligados a empresas, a relação com o âmbito internacional acontece em momentos pontuais para atender a demandas levantadas pelos clientes. Além disso, a realização de treinamentos no exterior é relativamente inferior nesses institutos, principalmente nos intermediários, onde o processo em questão é encontrado em apenas três institutos.

Na fase intermediária, observa-se o aumento significativo do número de processos de aquisição externa utilizados nos institutos do Nível Intermediário, o qual, inclusive, supera o número de processos desse tipo presentes no instituto que alcançou o Nível 6, Avançado, em produtos e soluções. Nos institutos do Nível Intermediário-superior, há o aumento da realização de seminários de tecnologias com clientes e parceiros, com destaque para os parceiros nacionais. Esse processo acaba por aprofundar os conhecimentos desses institutos não apenas em determinadas tecnologias, como também no *business* de seus clientes, o que facilita a criação de tecnologias inovadoras, voltadas para o mercado global.

A realização de seminários de tecnologia também se torna mais incidente nos institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação em produtos e soluções. Nesses institutos, a interação para o desenvolvimento de projetos passa a estar presente com maior incidência, inclusive no âmbito internacional. No entanto, é apenas no final da fase intermediária que esses institutos, de maneira geral, passam a focar o desenvolvimento de produtos e soluções que estejam além das demandas de seus clientes, atentando para mercados em potencial.

Por fim, na fase atual, apesar do aumento do número médio de processos de aquisição externa utilizados em todos os níveis, não há grandes mudanças nos processos de maior

incidência. Os seminários de tecnologia e a interação para o desenvolvimento de projetos acontecem continuamente no instituto do Nível Avançado com clientes e parceiros nacionais e internacionais. A coordenação desses processos desde o início de suas atividades parece ter sido um dos aspectos relevantes para o desenvolvimento de competências complexas em produtos e soluções.

Dentre os institutos do Nível Intermediário-superior, a coordenação estratégica dos processos de aquisição externa, a partir da fase intermediária, leva ao engajamento no desenvolvimento de tecnologias de última geração para o mercado global, o que contribui para a consolidação de seu atual nível de capacitação em produtos e soluções. Os institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação em produtos e soluções, por sua vez, ainda precisam fortalecer a coordenação estratégica de seus processos de aquisição externa, de maneira que se possa firmar sua continuidade.

Já o recém-criado instituto que se encontra no Nível Inovativo Básico de capacitação em produtos e soluções é o que utiliza maior número de processos de aquisição externa. Nesse instituto, estão presentes a interação com clientes e parceiros no desenvolvimento de projetos e a realização de seminários com os mesmos. A relação com parceiros internacionais, entretanto, ainda é ausente nesse instituto. Nos institutos de criação recente, a aproximação de empresas transnacionais já no momento de sua constituição é encarada como estratégica para a aceleração do processo de desenvolvimento de competências tecnológicas mais complexas.

O fato de esse ser o único instituto restrito ao Nível Inovativo Básico de capacitação em produtos e soluções parece ressaltar dois aspectos importantes. Um é que é necessário um período de tempo para que os processos intra-organizacionais influenciem o desenvolvimento de competências tecnológicas. O outro é que não é apenas a variedade de mecanismos de aquisição externa de conhecimento que determina o nível de capacitação de um instituto.

Tabela 9.13: Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição externa	Nível máximo de competência em produtos e soluções alcançado atualmente (n° de institutos)			
	Nível 3 Inovativo Básico (1 instituto)	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (6 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	0,00 Ausente	12,00 Moderada	12,83 Moderada	13,00 Moderada
Fase Intermediária	0,00 Ausente	16,80 Moderada	15,17 Moderada	15,00 Moderada
Fase Atual	22,00 Diversa	20,20 Diversa	19,83 Diversa	20,00 Diversa
Total	22,00	49,00	47,83	48,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.3.1.2 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO

A variedade dos processos de aquisição interna utilizados pelos institutos estudados é abordada na Tabela 9.14. Apesar de haver o aumento médio dos processos de aquisição interna de conhecimento utilizados de uma fase para outra, a variedade dos processos de aquisição interna passa a ser diversa apenas na fase atual - e, mesmo assim, somente nos institutos que se encontram nos Níveis Intermediário-superior e Avançado de capacitação na função produtos e soluções.

Na fase inicial, os institutos dos Níveis Avançado e Intermediário-superior dão direção similar a seus processos de aquisição interna de conhecimento – apesar de estarem presentes no instituto do Nível Avançado o mesmo número de processos encontrados nos institutos do Nível Intermediário. Além da realização de atividades internas de P&D (sendo a pesquisa, inclusive, mais incidente nos institutos do Nível Intermediário-superior), há a realização de treinamentos com especialistas estrangeiros e o treinamento em desenvolvimento de *software*. Há, ainda, a participação de engenheiros recém-formados em projetos.

Há, entretanto, uma diferença significativa. Nos institutos que alcançaram o Nível Avançado, esses esforços são formalmente coordenados e acontecem de maneira programada - mesmo o número de processos de aquisição interna encontrados sendo

relativamente menor. Por outro lado, nos institutos do Nível Intermediário-superior, os processos não seguem uma orientação estratégica, com exceção das atividades de P&D.

Já nos institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação na função produtos e soluções, o processo de aquisição interna mais utilizado é a atividade de *design*, por conta dos projetos demandados por empresas, os quais acabam por orientar as atividades de P&D desses institutos. As atividades internas de P&D, entretanto, inicialmente não são coordenadas em conjunto com outros processos de aquisição interna. A aprendizagem por busca, por exemplo, acontece em menos da metade desses institutos. Já o treinamento em desenvolvimento de *software*, quando acontece, é por conta do desenvolvimento de projetos.

Na fase intermediária, o instituto que construiu as competências do Nível Avançado na função produtos e soluções intensifica suas atividades de P&D, de maneira que fortalece o desenvolvimento de soluções integradas e a geração de novas tecnologias proativamente. O desenvolvimento de atividades de P&D complexas, em associação com os contínuos treinamentos internos (inclusive de formação de *trainees*), parece contribuir para o desenvolvimento de competências em produtos e soluções, principalmente por conta dos esforços deliberados estrategicamente já na fase inicial.

O fortalecimento das atividades de P&D também acontece nos institutos do Nível Intermediário-superior. Além do crescimento de institutos engajados na atividade de pesquisa aplicada, há, de maneira geral, o engajamento mais ativo nas atividades de desenvolvimento. Paralelamente, esses institutos iniciam uma busca pró-ativa por projetos que combinem atividades de pesquisa e desenvolvimento e não sejam projetos puramente comerciais. Esses esforços parecem contribuir para o desenvolvimento de competências inovadoras mais complexas em produtos e soluções.

Já nos institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação em produtos e soluções, os esforços deliberados nos processos de aquisição interna continuam sendo conseqüência de uma demanda empresarial externa. De maneira geral, não há coordenação estratégica desses processos. Na fase atual, entretanto, essa situação se reverte e os institutos do Nível Intermediário passam a se empenhar não apenas na maior diversificação como também no fortalecimento de suas atividades de P&D.

Também na fase atual, aumenta o número de institutos engajados em atividades tanto de pesquisa quanto de desenvolvimento. Ainda mais importante que isso, é que o engajamento interno nessas atividades passa a ser visto como crucial para o desenvolvimento de novas tecnologias. Pode-se observar que o aumento do número de processos na fase atual é relativamente maior ao ocorrido nos institutos de outros níveis - reflexo do crescimento do empenho desses institutos em processos dessa natureza.

Nos institutos do Nível Intermediário-superior, a coordenação estratégica dos processos de aquisição interna, iniciada na fase anterior, parece contribuir para que as tecnologias desenvolvidas sejam orientadas para o mercado global. Intensificam-se, nesses institutos, processos como participação de colaboradores em projetos no exterior, aprendizagem por busca e treinamento (contínuo) em desenvolvimento de *software*. Esses dois últimos processos, inclusive, passam a estar presentes em todos os institutos que alcançaram o Nível Intermediário-superior como nível máximo de capacitação na função produtos e soluções.

O mecanismo aprendizagem por busca também passa a ser mais incidente no instituto que alcançou as competências do Nível Avançado de capacitação em produtos e soluções. Nesse instituto, a continuidade, ao longo do tempo, dos esforços deliberados já na fase inicial parece ter sido um fator-chave para a construção de competências complexas em produtos e soluções. Tal fato parece ser reforçado pelo caso do instituto do Nível Inovativo Básico. Apesar de utilizar o mesmo número médio de processos que o instituto do Nível Intermediário-superior utilizou na fase intermediária, esse instituto, recém-criado, ainda se encontra no primeiro nível de capacitação inovadora.

Tabela 9.14: Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição interna	Nível máximo de competência em produtos e soluções alcançado atualmente (n° de institutos)			
	Nível 3 Inovativo Básico (1 instituto)	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (6 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	0,00 Ausente	6,00 Moderada	7,00 Moderada	6,00 Moderada
Fase Intermediária	0,00 Ausente	6,60 Moderada	7,83 Moderada	8,00 Moderada
Fase Atual	8,00 Moderada	8,40 Moderada	9,33 Diversa	11,00 Diversa
Total	8,00	21,00	24,16	25,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.3.1.3 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO

A Tabela 9.15 apresenta os processos de compartilhamento utilizados pelos institutos, de acordo com seu nível de capacitação, nas três fases estudadas. Observa-se que o institutos que se encontra no Nível Avançado de capacitação na função produtos e soluções não responde pela maior incidência de processos de compartilhamento de conhecimento em nenhuma das fases estudadas. A variedade dos processos de compartilhamento torna-se diversa apenas na fase atual, em todos os níveis de capacitação na função produtos e soluções.

Na fase inicial, os institutos do Nível Intermediário-superior são os que respondem pelo maior número de processos desse tipo. Já na fase atual, o instituto que se encontra no Nível Inovativo Básico é o que utiliza maior número de processos de compartilhamento.

Na fase inicial, os intercâmbios com clientes e parceiros nacionais são mecanismos utilizados de maneira coordenada pelo instituto do Nível Avançado. Esforços são desempenhados para que, durante o desenvolvimento de projetos conjuntos, colaboradores possam permanecer temporariamente em seus clientes e parceiros. O conhecimento gerado pelo contato com outras tecnologias contribui para a geração própria de novas idéias. Nos institutos dos Níveis Intermediário-superior e Intermediário, esses intercâmbios não acontecem de maneira coordenada, sendo, muitas vezes, experiências pontuais. Isso

também acontece com outros processos de compartilhamento utilizados na fase inicial, como, por exemplo, visitas a instituições no exterior. De maneira geral, os mecanismos de compartilhamento, apesar de mais incidentes nesses institutos, não são empregados continuamente, sendo utilizados simplesmente porque há necessidade de utilizá-los em determinado momento.

Na fase intermediária, fortalece-se no instituto que se encontra no Nível Avançado a formação de equipes de força-tarefa para solução de problemas e "emergências" em projetos. Em paralelo, a formação de times de trabalho internos multidisciplinares passa a acontecer com mais freqüência (de modo não-intermitente), gerando maior interação interna e fomentando a disseminação de conhecimentos internamente. Isso também acontece nos institutos do Nível Intermediário-superior, que passam, então, a institucionalizar mecanismos como o intercâmbio com parceiros e clientes e grupos de qualidade. Nos institutos que se encontram no Nível Intermediário de capacitação em produtos e soluções, de maneira geral, os processos continuam sendo utilizados de maneira desprogramada, à medida que pareçam necessários ou surja oportunidade de utilizá-los.

Há, no entanto, mecanismos que parecem contribuir para o desenvolvimento de competências em produtos e soluções que se fortalecem nos institutos desses três níveis. Um deles é o desenvolvimento de protótipos, que passa a acontecer com freqüência, nem sempre relacionado ao desenvolvimento de projetos para atenderem demandas empresariais imediatas. Os outros mecanismos são os sistemas de disseminação da informação, que ganham força com o advento da *internet*.

Finalmente, na fase atual, os institutos do Nível Intermediário passam a atentar para o empenho deliberado em processos de compartilhamento de conhecimento. Inicia-se, então, um processo de coordenação estratégica desses mecanismos, baseado, principalmente, na interação interna (equipes multidisciplinares e forças-tarefa) e externa (com colaboradores de seus clientes e parceiros) de seus colaboradores.

Quanto ao instituto que se encontra no Nível Inovativo Básico de capacitação na função produtos e soluções, observa-se a utilização de quinze mecanismos de compartilhamento. Assim como acontecido com os processos de aquisição externa, esse instituto, na fase atual, é o que utiliza maior número de processos de compartilhamento. Nele, os processos

de compartilhamento, por ainda serem recentes, apresentam-se incipientes. Dessa forma, é necessário um período de tempo para que os processos intra-organizacionais influenciem o desenvolvimento de competências tecnológicas.

Além de indicar a importância do fator tempo na relação entre processos de aprendizagem e competências tecnológicas, a análise dos processos de compartilhamento parece sugerir que sua variedade, tomada isoladamente, não é suficiente para explicar a capacitação dos institutos estudados na função produtos e soluções. Tal fato pode ser ressaltado pelo baixo número de processos encontrado no instituto do Nível Avançado na fase inicial. Assim, os processos de compartilhamento são também influenciados por outros tipos de processos de aprendizagem intra-organizacionais. Dessa forma, deve-se atentar para o modo como eles operam ao longo do tempo e para sua interação com os outros tipos de processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados.

Tabela 9.15: Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento	**Nível máximo de competência em produtos e soluções alcançado atualmente (n° de institutos)**			
	Nível 3 Inovativo Básico (1 instituto)	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (6 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	0,00 Ausente	9,70 Moderada	10,17 Moderada	5,00 Moderada
Fase Intermediária	0,00 Ausente	11,50 Moderada	11,33 Moderada	11,00 Moderada
Fase Atual	15,00 Diversa	13,70 Diversa	13,83 Diversa	14,00 Diversa
Total	15,00	34,90	35,33	30,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.3.1.4 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE CODIFIÇÃO DE CONHECIMENTO

Na Tabela 9.16 são abordados os processos de codificação de conhecimento utilizados pelos institutos estudados, reunidos conforme seu nível máximo de capacitação na função produtos e soluções. Observa-se que os institutos que se encontram no Nível Intermediário-superior respondem pelo grupo que utiliza o maior número médio de processos de codificação nas três fases estudadas. Esses institutos, inclusive, são os únicos

a apresentarem variedade diversa dos mecanismos de codificação de conhecimento, na fase atual.

De maneira geral, os processos de codificação de conhecimento são os menos incidentes nos institutos pesquisados. Na fase inicial, os mecanismos mais encontrados no instituto que construiu as competências do Nível Avançado são os registros de treinamento, as normas e regulamentos internos e os sistemas de controle operacionais. Esses dois últimos mecanismos são também os mais incidentes nos institutos dos Níveis Intermediário-superiores e Intermediários, muito embora sejam utilizados de maneira intermitente nos institutos do Nível Intermediário. Interessante destacar a falta de mobilização do instituto do Nível Avançado em relação às certificações ISO e CMM. Já na fase inicial, essas certificações são encontradas em institutos do Nível Intermediário-superior. Além disso, dois institutos que se encontram no Nível Intermediário obtêm a certificação ISO. A obtenção das certificações ISO e, principalmente, CMM, parece ter contribuído para o desenvolvimento de competências na função produtos e soluções nos institutos do Nível Intermediário-superior.

A organização das atividades internas em torno de especificações dessas certificações começa a ganhar força nos institutos que se encontra no Nível Avançado apenas na fase intermediária. Mesmo não buscando a certificação oficial, esses institutos passam a estruturar suas atividades com base nos pré-requisitos dessas certificações, especialmente o CMM. Esse processo de organização em torno de pré-requisitos e especificações CMM é intensificado na fase atual.

Ainda na fase intermediária, fortalece-se nos institutos de todos os grupos a utilização de códigos comuns e padrões de engenharia (de *software*) internos. Em paralelo, aumenta o número de institutos dos Níveis Intermediário e Intermediário-superior que utilizam soluções modulares para projetos. Os institutos do Nível Avançado, por sua vez, fortalecem também o uso de instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos, o que parece facilitar a criação de produtos e soluções inovadores a partir da interação de seus colaboradores, tanto interna quanto externamente - com seus clientes e parceiros. Essa coordenação interprocessos de aprendizagem não é estrategicamente organizada nos institutos dos demais níveis, onde há maior incidência de processos de codificação.

Por fim, atualmente, intensifica-se, no instituto que se localiza no Nível Avançado de capacitação em produtos e soluções, a utilização de soluções modulares em projetos de desenvolvimento. Além disso, a elaboração de procedimentos e instruções técnicas passa a estar presente nos dois institutos desse grupo. Nos institutos que se encontram no Nível Intermediário-superior, há o aumento do número de institutos certificados oficialmente pelo CMM, o que também acontece nos institutos que se encontram no Nível Intermediário. No entanto, os processos de codificação desses institutos permanecem pouco coordenados em conjunto com os demais processos.

Cabe ainda destacar o caso do instituto que alcançou o Nível Inovativo Básico como nível máximo de capacitação na função produtos e soluções, cujo número médio de processos chega a ser maior do que os utilizados pelos institutos que se encontram no Nível Intermediário e similar ao do instituto que se encontra no Nível Avançado. Embora esse instituto utilize número de processos de codificação relativamente significativo, ele ainda requer tempo para fortalecê-los. Para tanto, seria interessante o direcionamento de esforços no sentido de promover maior interação entre os processos de codificação e também de outra natureza.

Tabela 9.16: Variedade dos processos de codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de codificação de conhecimento	**Nível máximo de competência em produtos e soluções alcançado atualmente (n° de institutos)**			
	Nível 3 Inovativo Básico (1 instituto)	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (6 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)
Fase Inicial	0,00 Ausente	4,60 Moderada	5,33 Moderada	4,00 Moderada
Fase Intermediária	0,00 Ausente	5,20 Moderada	6,17 Moderada	4,00 Moderada
Fase Atual	7,00 Moderada	6,60 Moderada	8,50 Diversa	7,00 Moderada
Total	7,00	16,40	20,00	15,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

A diversidade dos processos de codificação de conhecimento parece ter sido importante,

mas não suficiente, para o desenvolvimento de competências na função produtos e soluções. Os institutos do Nível Intermediário-superior, por exemplo, são os que utilizam maior número de processos de codificação em todas as fases. No entanto, esses processos, de maneira geral, não são coordenados com processos de outra natureza, o que pode ter restringido o desenvolvimento de competências mais complexas na referida função. Dessa forma, é preciso atentar para o modo como a codificação de conhecimento é influenciada por outros tipos de processos. Embora a interação dos processos de aprendizagem não seja o foco de análise do estudo, é preciso maior empenho desses institutos visando à interligação dos processos utilizados, para que eles, conjuntamente, possam contribuir para a construção de competências tecnológicas.

9.3.2 IMPLICAÇÕES DAS LIGAÇÕES ESTABALECIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS E SOLUÇÕES

A Tabela 9.17 apresenta a natureza das ligações estabelecidas atualmente pelos quatro grupos de institutos. Pode-se observar que metade das ligações estabelecidas pelo instituto que se encontra no Nível Inovativo Básico são de natureza informal. As ligações de recursos humanos e formais apresentam percentuais próximos. Nos institutos do Nível Intermediário, há o predomínio das ligações formais. Em geral, essas ligações são estabelecidas com empresas, para o desenvolvimento de projetos. O percentual de ligações informais também se mostra elevado, ao contrário das relações de recursos humanos.

Nos institutos que se encontram no Nível Intermediário-superior de capacitação em produtos e soluções, há o equilíbrio das ligações formais e informais, que apresentam incidência similar. Observa-se também a maior incidência relativa de ligações de recursos humanos. Por fim, nos institutos que construíram as competências do Nível Avançado na função produtos e soluções, prevalecem as ligações informais. Há, ainda, elevado percentual de ligações formais.

Conforme feito nas demais funções tecnológicas, deve-se atentar também para os tipos de instituições com as quais as ligações são estabelecidas (Tabela 9.18), uma vez que a natureza das ligações estabelecidas, tomada isoladamente, não é suficiente para explicar o desenvolvimento de competências tecnológicas em produtos e soluções.

Tabela 9.17: Natureza das ligações *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo

Tipo de Ligação	Nível máximo de competência em produtos e soluções alcançado atualmente (n° de institutos)				Total
	Nível 3 Inovativo Básico (1 instituto)	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (6 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)	
Ligações Informais	19 (50,00%)	353 (38,00%)	208 (37,89%)	120 (47,81%)	700 (37,89%)
Recursos Humanos	9 (23,68%)	128 (13,78%)	134 (24,41%)	37 (14,74%)	308 (24,41%)
Ligações Formais	10 (26,32%)	448 (48,22%)	207 (37,70%)	94 (37,45%)	759 (37,70%)
Total	38 (100,00%)	929 (100,00%)	549 (100,00%)	251 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Pode-se observar que as ligações estabelecidas pelo instituto do Nível Inovativo Básico concentram-se em universidades e empresas. As ligações com institutos de pesquisa, no entanto, são de baixa incidência. As relações com empresas refletem não apenas o desenvolvimento de projetos (relações formais), como também a busca por novos parceiros tecnológicos (relações informais). Essa busca por parceiros tecnológicos também acontece junto a universidades. Para esse instituto, a relação com universidades permite que seus colaboradores tenham contato com tecnologias inovadoras, muitas vezes ainda não utilizadas pelo instituto. Esse contato parece estar estimulando a geração interna de produtos e soluções, pois o instituto busca aplicar os conhecimentos adquiridos nas universidades parceiras em seus projetos.

Já nos institutos que se encontram no Nível Intermediário, predominam as ligações estabelecidas com empresas, podendo se observar também a maior incidência de relações com institutos de pesquisa. Há, ainda, a redução relativa das ligações com universidades (o que reflete o menor número de ligações de recursos humanos). As relações com empresas, baseadas no desenvolvimento de projetos, têm fomentado o processo criativo desses institutos. A relação com universidades, embora em menor número, também é estimulada pelo desenvolvimento de projetos empresarias. Esses institutos buscam nas universidades competências complementares - o que deveria acontecer mais intensamente também com outros institutos de pesquisa.

Além disso, a elevada incidência de relações com órgãos do governo, de natureza formal, é basicamente explicada pela busca por financiamento para suas atividades. Esses financiamentos têm possibilitado aos institutos do Nível Intermediário fortalecer suas atividades internas de P&D, o que parece contribuir para a construção de competências na função produtos e soluções. Desse modo, essas ligações têm se mostrado relevantes principalmente por conta dos impulsos internos que por elas têm sido gerados.

Nos institutos do Nível Intermediário-superior, as relações com universidade respondem por 60% das ligações estabelecidas. Tal fato está associado à busca por recursos humanos capacitados, principalmente engenheiros recém-formados, e associa-se também à realização de projetos conjuntos. Esses projetos estão voltados para o desenvolvimento de produtos e soluções em tecnologias de última geração, uma vez que as universidades são vistas como centros de excelência e geradoras de tecnologias. Essas parcerias, no entanto, estão muito focadas em universidades, quando também deveriam acontecer com mais intensidade com outros institutos de pesquisa.

Outro fator curioso é o baixo percentual relativo das relações com empresas. Embora seja importante que o desenvolvimento de competências tecnológicas não esteja exclusivamente baseado na relação com empresas, o relacionamento com novos parceiros empresariais poderia representar o contato com tecnologias ainda não utilizadas internamente. A combinação da multiplicidade de relações externas com o engajamento estratégico em processos de aprendizagem intra-organizacionais poderia contribuir para que esses institutos construíssem as competências do Nível Avançado.

No instituto que alcançou as competências do Nível Avançado de capacitação em produtos e soluções, observa-se que as ligações com empresas respondem por mais da metade das relações estabelecidas. As relações com universidade e institutos de pesquisa, entretanto, não são pouco incidentes e apresentam percentuais parecidos. Pode-se observar, inclusive, que a participação relativa das relações com institutos de pesquisa é maior no instituto do Nível Avançado. As relações com universidades e institutos estão relacionadas ao desenvolvimento de projetos de P&D conjuntos. Esses projetos, no entanto, não estão voltados para o atendimento de demandas empresariais imediatas e, muitas vezes, buscam gerar produtos e soluções ainda não existentes.

Assim, a partir da relação com empresas, o instituto que se encontra no Nível Avançado tem procurado fomentar suas sinergias com outros agentes, buscando a geração de novas tecnologias. Além disso, esses institutos têm coordenado esforços no sentido de fortalecer e diversificar seus processos de aprendizagem intra-organizacionais ao longo do tempo. Desse modo, o instituto que alcançou o Nível Avançado de capacitação em produtos e soluções parece ser aquele capaze de combinar ligações e esforços internos, materializados sob a forma de processos de aprendizagem intra-organizacionais, não restringindo a construção de suas competências às interações com um único agente, independente do tipo de instituição ou da natureza da ligação estabelecida.

Tabela 9.18: Tipo de instituição *versus* níveis de competências em produtos e soluções no momento da pesquisa de campo

Tipo de Instituição	**Nível de Competência em Produtos e Soluções**				**Total**
	Nível 3 Inovativo Básico (1 instituto)	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (7 institutos)	Nível 6 Avançado (2 institutos)	
Institutos de Pesquisa	4 (10,53%)	185 (19,91%)	87 (15,85%)	62 (24,70%)	338 (19,13%)
Universidades	18 (47,36%)	222 (23,90%)	331 (60,29%)	57 (22,71%)	628 (35,54%)
Empresas	16 (42,11%)	425 (45,75%)	129 (23,50%)	132 (52,59%)	702 (39,73%)
Órgãos do Governo	0 (0,00%)	70 (7,53%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	70 (3,96%)
Outros	0 (0,00%)	27 (2,91%)	2 (0,36%)	0 (0,00%)	29 (1,64%)
Total	38 (100,00%)	929 (100,00%)	549 (100,00%)	251 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.4 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

Nesta seção, busca-se analisar as implicações dos processos de aprendizagem intra-organizacionais e das ligações estabelecidas com agentes externos no desenvolvimento de competências tecnológicas em ferramentas e processos. Para tanto, os institutos estudados são agrupados de acordo com seu nível máximo de capacitação em ferramentas e

processos. Posteriormente, calcula-se o número médio de processos de aprendizagem intra-organizacionais e o total de ligações encontrados em cada grupo de institutos, conforme feito com as demais funções tecnológicas estudadas.

Os institutos estudados encontram-se agrupados em três níveis de capacitação nessa função: dez (55,56%) no Nível Inovativo Básico; sete (38,89%) no Nível Intermediário; e um (5,56%) no Nível Intermediário-superior. Dentre os institutos que se encontram no Nível Intermediário-superior, não há institutos ligados a universidades; dois são ligados a empresas e um é independente. Conforme destacado no Capítulo 6, não há institutos que tenham consolidado as competências do Nível 6, Avançado, na função ferramentas e processos.

9.4.1 IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

As Tabelas 9.19 a 9.22 apresentam a média dos processos de aprendizagem (de acordo com seu tipo) utilizados pelos institutos estudados, agrupados de acordo com seus níveis máximos de capacitação em ferramentas e processos. A partir dessa média, realiza-se a classificação da característica variedade nas três fases estudadas.

9.4.1.1 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO

A variedade dos processos de aquisição externa utilizados pelos institutos estudados, de acordo com seu nível de capacitação na função ferramentas e processos, é apresentada na Tabela 9.19. Conforme se pode observar, o instituto que se encontra no Nível Intermediário-superior representa o grupo que, no total, utiliza maior quantidade de processos de aquisição externa.

Na fase inicial, todos os institutos apresentam variedade moderada. No entanto, o número médio de processos de aquisição externa utilizados pelo instituto do Nível Intermediário-superior é relativamente mais elevado. Nesse instituto, há, já na fase inicial, a preocupação com a organização formal e com a padronização de suas atividades. O instituto em questão, de natureza independente, foi criado também com o objetivo de suprir as deficiências estruturais de um de seus parceiros, um instituto ligado à universidade. Esse

instituto emerge, então, não apenas orientado para o desenvolvimento de projetos inovadores, como também com a preocupação de se estruturar internamente. Tal fato faz com que esforços sejam estrategicamente deliberados por esse instituto, já na fase inicial, no sentido de fortalecer sua capacitação tecnológica em ferramentas e processos - uma vez que, segundo um gerente entrevistado nesse instituto, "a existência de processos sólidos e bem-organizados é crucial para se obter credibilidade e confiança de seus clientes e parceiros".

Observa-se, nos institutos do Nível Intermediário-superior, a contratação de consultores externos para auxiliá-los no desenvolvimento de seus processos internos. Além disso, há a interação com clientes e parceiros para o desenvolvimento de projetos, a qual é acompanhada pela realização de seminários de tecnologia com os mesmo. É importante destacar que esses mecanismos são utilizados de maneira contínua.

Já nos institutos do Nível Intermediário, os esforços estão direcionados para a busca de clientes e para o desenvolvimento de projetos para atender a demanda empresarial. Apesar do empenho em se aproximar do ambiente empresarial, esses esforços não são acompanhados pelo empenho deliberado em processos de aquisição externa que possam contribuir para o fortalecimento de suas práticas internas. O mesmo acontece com os institutos do Nível Inovativo Básico, onde a incidência de processos de aquisição externa é ainda menor. De maneira geral, os treinamentos externos são realizados em situações pontuais ou emergenciais, não havendo planejamento. Por exemplo: apenas um instituto que se encontra no Nível Inovativo Básico utiliza o mecanismo programas de desenvolvimento de gerente de projetos.

Na fase intermediária, entretanto, os institutos que se encontram no Nível Intermediário parecem desenvolver uma consciência de otimização. Esse processo de conscientização emerge da relação desses institutos com empresas transnacionais. O contínuo desenvolvimento de projetos para ETNs, por meio de parcerias tecnológicas, leva essas empresas a exigirem dos institutos parceiros a padronização de suas atividades internas. Esse estímulo externo é acompanhado por esforços deliberados para a aquisição externa de conhecimento - principalmente a contratação de especialistas, para auxiliar na estruturação formal de seus processos e sistemas operacionais e gerenciais.

Quanto aos institutos que alcançaram o Nível Inovativo Básico como nível máximo da capacitação em ferramentas e processos, na fase intermediária, os esforços referentes aos processos de aquisição externa parecem direcionados para a formação de novas parcerias tecnológicas. Nessa fase, esses institutos ainda não estão estrategicamente orientados para a estruturação formal de suas práticas e processos, apesar de, em muitos, a atividade de desenvolvimento de *software* já se encontrar estruturada.

O instituto do Nível Intermediário-superior, por outro lado, continua empenhado na padronização de seus processos e busca complementar a contratação de especialistas externos com a realização de cursos e treinamentos externos por parte de seus colaboradores. Paralelamente, a ininterrupta interação com clientes e parceiros, bem como a realização de seminários com os mesmos, desenvolvem nesses institutos uma visão crítica, que facilita a criação de padrões próprios e específicos, e não apenas a estruturação em torno de padrões internacionais. Essa orientação se estende à fase atual, o que, combinado com outros fatores - como as ligações estabelecidas e os processos de aprendizagem de outra natureza -, permite que esse instituto esteja no Nível Intermediário-superior de capacitação na função ferramentas e processos.

Como conseqüência da orientação para a estruturação e a padronização de seus processos, há o aumento do número de processos de aquisição externa utilizados pelos institutos do Nível Intermediário na fase atual. Nessa fase, inclusive, esses institutos são os que utilizam maior número de processos de aquisição externa. É também nessa fase que os institutos do Nível Inovativo Básico passam a coordenar esforços no sentido de estruturar e formalizar suas atividades internas. O número médio de processos de aquisição externa utilizados por esses institutos é o que apresenta maior crescimento relativo em relação à fase anterior.

O aumento do número de processos utilizados pelos institutos dos Níveis Inovativo Básico e Intermediário, no entanto, não é suficiente para lhes tornar mais capacitados (ou tão capacitados quanto) o instituto do Nível Intermediário-superior. Além de serem recentes, os processos de aquisição externa, por si só, não parecem ser suficientes para que os institutos construam níveis de competências mais complexos na função ferramentas e processos.

Tabela 9.19: Variedade dos processos de aquisição externa *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição externa	Nível máximo de competência em ferramentas e processos alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 3 Inovativo Básico (10 institutos)	Nível 4 Intermediário (7 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (1 instituto)
Fase Inicial	10,00 Moderada	13,57 Moderada	15,00 Moderada
Fase Intermediária	13,40 Moderada	17,57 Moderada	17,00 Moderada
Fase Atual	19,60 Diversa	20,71 Diversa	22,00 Diversa
Total	43,00	51,86	54,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.4.1.2 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO

A Tabela 9.20 aborda os processos de aquisição interna utilizados pelos institutos estudados nas fases inicial, intermediária e atual. Diferente do ocorrido com os processos de aquisição externa, os institutos que se encontram no Nível Intermediário-superior não são os que, no total, utilizam maior número de processos de aquisição interna.

Inicialmente, apesar dos institutos dos três níveis apresentarem variedade moderada, apenas o instituto que se encontra no Nível Intermediário-superior coordena seus processos de aquisição interna de modo estratégico, i.e., visando à criação de padrões para suas práticas internas. Além das atividades internas de P&D (em especial, as atividades de desenvolvimento), esses institutos realizam um conjunto de treinamentos internos em áreas críticas, como, por exemplo, desenvolvimento de *software*, gestão de projetos e processos. Há, inclusive, treinamentos dessa natureza liderados por especialistas estrangeiros - de maneira geral, empresários.

Nos institutos que se encontram no Nível Intermediário de competências em ferramentas e processos, há uma preocupação com as atividades de P&D que são desenvolvidas internamente. A contratação de engenheiros recém-formados e a aprendizagem por busca, por exemplo, são mecanismos utilizados com o objetivo de fomentar as atividades de P&D. No entanto, não há esforços diretamente deliberados na solidificação das práticas que dão sustentação às demais atividades desses institutos. Nos institutos do Nível

Inovativo Básico, a situação é ainda mais crítica. Nesses institutos, apesar da diversidade das atividades internas de P&D, os treinamentos internos são de baixa incidência. A realização de treinamentos em projetos e processos, por exemplo, acontece em apenas três institutos. Além disso, esses treinamentos acontecem em momentos pontuais, não havendo constância em sua realização.

Na fase intermediária, o instituto que alcançou o Nível Intermediário-superior de capacitação em ferramentas e processos intensifica a realização de treinamentos em *software* relacionados à gestão de projetos e processos. É também nessa fase que os institutos que se encontram no Nível Intermediário percebem a necessidade de sedimentarem suas práticas operacionais e gerenciais. Dessa maneira, embora não haja mudança significativa no número médio de processos de aquisição interna utilizados por esses institutos, a preocupação com seus processos internos passa a estar presente nos institutos que se encontram no Nível Intermediário. Tal preocupação é intensificada na fase atual, na qual esses institutos passam, inclusive, a utilizar mais processos de aquisição interna do que os institutos que alcançaram o Nível Intermediário-superior de capacitação em ferramentas e processos. A realização de cursos voltados para aprimoramento de processos e gestão de projetos passa a acontecer de maneira contínua e programada. Em muitos casos, inclusive, a formação de parcerias tecnológicas é acompanhada pela realização de treinamentos em metodologias internacionais, como o CMM.

Essa coordenação estratégica de esforços para aquisição interna de conhecimento é ainda mais recente nos institutos do Nível Inovativo Básico. Na fase intermediária, a maior incidência de processos de aquisição interna não é acompanhada pelo uso contínuo desses processos. Os treinamentos em técnicas de gestão de processos, por exemplo, acontecem de modo intermitente. Essa situação é revertida apenas na fase atual, momento em que esses institutos se voltam para a estruturação formal de seus processos. Há, então, a orientação para a realização de atividades de P&D internamente, além da realização contínua de treinamentos focados na estruturação formal de seus processos.

Tabela 9.20: Variedade dos processos de aquisição interna *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de aquisição interna	Nível máximo de competência em ferramentas e processos alcançado atualmente (n° de institutos)		
	Nível 3 Inovativo Básico (10 institutos)	Nível 4 Intermediário (7 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (1 instituto)
Fase Inicial	5,20 Moderada	7,00 Moderada	7,00 Moderada
Fase Intermediária	6,00 Moderada	7,57 Moderada	8,00 Moderada
Fase Atual	8,20 Moderada	9,71 Diversa	9,00 Diversa
Total	19,40	24,29	24,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

No tocante ao instituto que se encontra no Nível Intermediário-superior, a condução estratégica dos processos de aquisição interna desde a fase inicial parece ter beneficiado o desenvolvimento de competências em ferramentas e processos. O modo como esses processos vêm operando ao longo do tempo parece ter facilitado a construção de competências complexas. No entanto, seria interessante que novos processos de aquisição interna fossem introduzidos nesse instituto, os quais, caso geridos da mesma forma que os já existentes, poderiam contribuir para o desenvolvimento de competências do Nível 6, Avançado.

9.4.1.3 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO

Na Tabela 9.21 apresenta-se a variedade dos processos de compartilhamento, a partir da média de processos dessa natureza utilizados pelos institutos pesquisados, agrupados de acordo com seu nível de capacitação tecnológica na função ferramentas e processos.

Pode-se observar que, no total, os institutos que se encontram no Nível Intermediário utilizam o maior número de processos de compartilhamento de conhecimento. Na fase intermediária, inclusive, a variedade dos processos de compartilhamento desse grupo de institutos passa a ser classificada como diversa. Nos outros dois grupos de institutos, a variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento apresenta-se diversa apenas na fase atual. Nessa fase, os institutos que se encontram no Nível Inovativo Básico respondem pelo maior número médio de processos de compartilhamento de conhecimento.

O instituto que alcançou o Nível Intermediário-superior não responde pelo maior número de processos de compartilhamento em nenhuma das fases examinadas. Entretanto, há diferenças na maneira como esses processos foram geridos pelos três grupos de institutos, as quais parecem ter implicações relevantes para a capacitação inovadora dessas instituições. A orientação estratégica dos processos de compartilhamento - combinada com processos de outra natureza e com outras fontes de capacitação - parece ter beneficiado o instituto do Nível Intermediário-superior.

Já na sua criação, o instituto do Nível Intermediário-superior forma grupos de qualidade, visando a facilitar a padronização de suas atividades. Além disso, o uso formal de sistemas próprios de disseminação da informação parece facilitar a conversão do conhecimento para o âmbito organizacional. Esses mecanismos, apesar de encontrados na maior parte dos institutos do Nível Intermediário, são formalizados apenas na fase intermediária. É em tal fase que esses institutos passam a realizar, com freqüência, intercâmbios com seus clientes e parceiros, o que contribui para o contato (prático) com as técnicas dos mesmos, fortalecendo a busca por padrões internos.

Ainda em relação à fase inicial, cabe destacar a situação dos institutos que alcançaram o Nível Inovativo Básico como nível máximo de capacitação em ferramentas e processos. Nesses institutos, a socialização de conhecimento acontecia basicamente por meio de práticas informais, sendo a comunicação convencional o mecanismo de socialização mais comum nesses institutos. Na fase intermediária, há uma diversificação maior dos processos de compartilhamento utilizados por esses institutos. Essa diversificação, no entanto, acontece de maneira solta, desprogramada, não sendo coordenada com outros tipos de processos de aprendizagem intra-organizacionais.

É apenas na fase atual, com o desenvolvimento da preocupação com suas práticas internas, que os institutos do Nível Inovativo Básico passam a utilizar os processos de compartilhamento de conhecimento de forma coordenada. Esses esforços, no entanto, ainda são muito recentes. Grupos internos voltados para a gestão pela qualidade, por exemplo, ainda hoje, são encontrados em apenas metade dos institutos que se encontram nesse nível de capacitação, o que assinala a juventude desses processos, que ainda precisam se solidificar - o que requer tempo.

Na fase atual, os institutos que se encontram no Nível Intermediário buscam o fortalecimento dos processos de compartilhamento utilizados anteriormente. Em paralelo, esses institutos buscam também coordenar esses processos com os processos de codificação de conhecimento - principalmente o processo de certificação CMM. Já os institutos que se encontram no Nível Intermediário-superior buscam intensificar as parcerias e os intercâmbios com instituições estrangeiras, visando à maior interação com as mesmas. Essa interação é vista como fonte de capacitação formal e informal, pois quando não acontecem treinamentos programados, o contato com as práticas de seus parceiros possibilita a geração de novos conhecimentos - que orientam a criação de normas e padrões próprios, particulares.

Tabela 9.21: Variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de compartilhamento de conhecimento	**Nível máximo de competência em ferramentas e processos alcançado atualmente (n° de institutos)**		
	Nível 3 Inovativo Básico (10 institutos)	Nível 4 Intermediário (7 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (1 instituto)
Fase Inicial	7,50 Moderada	11,14 Moderada	10,00 Moderada
Fase Intermediária	9,20 Moderada	13,00 Diversa	11,00 Moderada
Fase Atual	14,10 Diversa	13,43 Diversa	14,00 Diversa
Total	30,80	37,57	35,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.4.1.4 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE CODIFIÇÃO DE CONHECIMENTO

A variedade dos processos de codificação de conhecimento utilizados pelos institutos estudados, de acordo com seu grau de capacitação em ferramentas e processos, é apresentada na Tabela 9.22. Pode-se observar que os institutos que se encontram no Nível Intermediário são os que, no total, utilizam maior número de processos de codificação. Esses institutos são também os que apresentam maior número médio de processos de codificação nas fases inicial. Na fase atual, os institutos que se encontram nos Níveis Intermediário e Intermediário-superior passam a apresentar variedade diversa.

Na fase inicial, o instituto que construiu as competências do Nível Intermediário-superior em ferramentas e processos busca criar instruções técnicas próprias para projetos, bem como sistemas de controle de documentação. Há, ainda, a utilização de códigos e padrões de engenharia, o que acaba contribuindo com a atividade de desenvolvimento de *software*. Já nessa fase, esse instituto busca coordenar os processos de codificação com processos de outra natureza, como os de aquisição externa, por exemplo. Entretanto, apesar da utilização deliberada de mecanismos de codificação de conhecimento, o número médio de processos de codificação de conhecimento presentes no instituto do Nível Intermediário-superior é baixo.

Nos institutos que se encontram no Nível Intermediário, apesar da maior incidência de processos de codificação de conhecimento, a presença de processos desse tipo, de maneira geral, está mais associada à adoção de práticas e instruções de seus clientes e não à criação de padrões internos próprios. O desenvolvimento de projetos para empresas e o convívio inicial com as técnicas de seus clientes estimulam esses institutos a, na fase intermediária, se organizarem em torno da obtenção de certificações internacionais e direcionarem esforços para obtenção oficial das mesmas. Na fase intermediária, três institutos desse nível são certificados pela ISO e dois obtém CMM2.

Nos institutos que se encontram no Nível Inovativo Básico de capacitação na função ferramentas e processos, por outro lado, os mecanismos de codificação são pouco incidentes. Na fase inicial, os processos operacionais e gerenciais desses institutos são coordenados com base em práticas não-padronizadas. Apenas na fase atual (por conta da sinergia com o ambiente empresarial) é que esses institutos passam a coordenar esforços no sentido de solidificarem seus processos internos. Para tanto, eles passam a se basear nas especificações da certificação CMM. Esses institutos passam a buscar também a certificação pela ISO, que passa a ser encontrada em metade desses institutos. O direcionamento para essas certificações internacionais leva à criação de padrões próprios, que, aos poucos, vêm sendo implementados por esses institutos.

Os esforços deliberados pelos institutos que se encontram no Nível Intermediário, a partir da fase intermediária, na obtenção de certificações internacionais levam ao aumento do número de processos de codificação utilizados por esses institutos na fase atual. Esses institutos, entretanto, ainda precisam fortalecer a criação de práticas operacionais próprias,

específicas a suas necessidades e não apenas voltadas para o atendimento de pré-requisitos de especificações internacionais.

Na fase atual, os processos de certificação também se fortalecem no instituto do Nível Intermediário-superior. Nesse instituto, inclusive, são formados grupos voltados para o estudo das especificações dessas metodologias. Esses grupos, no entanto, não se voltam apenas para a adequação de práticas internas aos pré-requisitos das especificações. Eles voltam-se também para o redesenho dos processos críticos e para a criação de novos processos nesse instituto. Assim, esses grupos permitem o desenvolvimento de competências complexas em ferramentas e processos.

O caso do instituto que alcançou o Nível Intermediário-superior de capacitação na função ferramentas e processos parece ressaltar que há outros aspectos, além da variedade dos processos de codificação, que contribuem para o desenvolvimento de competências tecnológicas mais complexas. No caso desse instituto, a coordenação de esforços estratégicos voltados para o uso contínuo de diferentes tipos de processos de aprendizagem ao longo do tempo parece ter sido crucial para o desenvolvimento de competências complexas em ferramentas e processos. No entanto, como os processos de codificação são os processos de menor incidência, uma variedade maior desses processos poderia contribuir para o desenvolvimento das competências do Nível 6, Avançado, principalmente se combinada com os processos de aquisição (interna e externa) e de compartilhamento.

Tabela 9.22: Variedade dos processos de codificação de conhecimento *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo

Evolução da variedade dos processos de codificação de conhecimento	**Nível máximo de competência em ferramentas e processos alcançado atualmente (n° de institutos)**		
	Nível 3 Inovativo Básico (10 institutos)	Nível 4 Intermediário (7 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (1 instituto)
Fase Inicial	3,40 Moderada	6,43 Moderada	3,00 Moderada
Fase Intermediária	4,00 Moderada	6,57 Moderada	7,00 Moderada
Fase Atual	6,40 Moderada	8,29 Diversa	9,00 Diversa
Total	13,80	21,29	19,00

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

9.4.2 IMPLICAÇÕES DAS LIGAÇÕES ESTABALECIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EM FERRAMENTAS E PROCESSOS

A natureza das ligações atualmente estabelecidas pelos institutos é apresentada na Tabela 9.23, de acordo com o nível de capacitação dos mesmos. No caso dos institutos do Nível Inovativo Básico, as relações informais e formais apresentam percentuais semelhantes. As relações de recursos humanos, no entanto, são de incidência relativamente inferior. Nos institutos que se encontram no Nível Intermediário, prevalecem as ligações formais, muito embora também seja elevado o percentual de ligações informais. Pode-se observar, ainda, a maior participação percentual das ligações de recursos humanos. Por fim, no instituto que construiu as competências do Nível Intermediário-superior na função ferramentas e processos, prevalecem as ligações formais, seguidas pelas ligações de recursos humanos e informais.

A participação percentual de cada tipo de ligação no total de ligações estabelecidas por cada grupo de institutos permite observar que a formalidade das ligações parece facilitar o desenvolvimento de competências em ferramentas e processos. A sinergia com empresas, por meio do desenvolvimento de projetos de P&D, por exemplo, fomenta o desenvolvimento de competências em ferramentas e processos. A construção de competências tecnológicas, entretanto, não é possível sem que haja o engajamento deliberado em processos de aprendizagem intra-organizacionais. Esses esforços internos, associados às relações com agentes externos, contribuem para maior capacitação dos institutos, o que, por sua vez, acaba fazendo com que mais relações formais sejam firmadas.

Ainda em relação à natureza das ligações, pode-se observar que as ligações de recursos humanos também evoluem percentualmente, conforme o nível de capacitação tecnológica dos institutos estudados. No instituto que alcançou as competências do Nível Intermediário-superior em ferramentas e processos, essas ligações tornam-se, inclusive, mais elevadas do que as ligações informais. Tal fato indica a maior preocupação interna com a qualificação de seus colaboradores, uma vez que, em muitos casos, os programas de treinamento são organizados para complementar seus conhecimentos em áreas críticas, como, por exemplo, processos e projetos. As ligações de recursos humanos, assim,

parecem contribuir para o desenvolvimento de competências em ferramentas e processos.

Tabela 9.23: Natureza das ligações *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo

Tipo de Ligação	Nível máximo de competência em ferramentas e processos alcançado atualmente (n° de institutos)			Total
	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (7 institutos)	Nível 6 Avançado (1 instituto)	
Ligações Informais	416 (42,93%)	266 (36,84%)	18 (23,68%)	700 (39,62%)
Recursos Humanos	154 (15,89%)	131 (18,14%)	23 (30,26%)	308 (17,43%)
Ligações Formais	399 (41,18%)	325 (45,01%)	35 (46,05%)	759 (42,95%)
Total	969 (100,00%)	722 (100,00%)	76 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Para analisar as implicações das ligações estabelecidas pelos institutos para a construção de competências tecnológicas na função ferramentas e processos, é interessante atentar não somente para a natureza das ligações, como também para os tipos de instituição com as quais elas são estabelecidas - conforme apresentado na Tabela 9.24.

Observa-se, nos institutos que se encontram no Nível Inovativo Básico de capacitação em ferramentas e processos, o predomínio das ligações estabelecidas com empresas. Parte dessas ligações com empresas são ligações informais, i.e., relações que estão se iniciando e representam uma "porta de entrada" para as ligações formais. Já as ligações de natureza formal estabelecidas com empresas têm direcionado os esforços internos desses institutos no sentido de consolidar seus processos operacionais e organizacionais. Essas empresas, inclusive, vêm realizando capacitações para os colaboradores desses institutos, o que tem auxiliado o desenvolvimento de competências inovadoras em ferramentas e processos.

Nos institutos que alcançaram o Nível Intermediário como nível máximo de capacitação na função ferramentas e processos, também prevalecem as ligações estabelecidas com empresas. Pode-se observar também uma maior participação relativa das ligações com universidades, o que está relacionado ao aumento percentual das ligações de recursos humanos e ao empenho na qualificação de seus colaboradores. Paralelamente, observa-se a

menor participação relativa das ligações estabelecidas com institutos de pesquisa. A incidência de relações com institutos de pesquisa é ainda menor no instituto que construiu as competências do Nível Intermediário-superior em ferramentas e processos. Por outro lado, nesse nível, as ligações estabelecidas com empresas e universidades tornam-se ainda mais incidentes.

A redução das ligações estabelecidas com institutos de pesquisa parece ser não apenas um indicador de que as relações com universidade e empresas são cruciais para o desenvolvimento de competências complexas na função ferramentas e processos. Tal redução parece indicar também a capacitação limitada dos institutos tecnológicos na referida função tecnológica.

Tabela 9.24: Tipo de instituição ligações *versus* níveis de competências em ferramentas e processos no momento da pesquisa de campo

Tipo de Instituição	**Nível máximo de competência em ferramentas e processos alcançado atualmente (n° de institutos)**			Total
	Nível 4 Intermediário (10 institutos)	Nível 5 Intermediário-superior (7 institutos)	Nível 6 Avançado (3 institutos)	
Institutos de Pesquisa	211 (21,78%)	121 (16,76%)	6 (7,89%)	338 (19,13%)
Universidades	311 (32,09%)	284 (39,34%)	33 (43,42%)	628 (35,54%)
Empresas	380 (39,22%)	287 (39,75%)	35 (46,05%)	702 (39,73%)
Órgãos do Governo	56 (5,78%)	14 (1,94%)	0 (0,00%)	70 (3,96%)
Outros	11 (1,14%)	16 (2,22%)	2 (2,63%)	29 (1,64%)
Total	969 (100,00%)	722 (100,00%)	76 (100,00%)	1.767 (100,00%)

Fonte: Derivado da pesquisa de campo.

Este capítulo buscou examinar o papel desempenhado pelos processos de aprendizagem intra-organizacionais e pelas ligações estabelecidas pelos institutos estudados com outros agentes no desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras. A análise das evidências parece sugerir que o engajamento deliberado em processos de aprendizagem intra-organizacionais variados associa-se ao desenvolvimento de competências tecnológicas complexas. Além disso, sugere também a importância de outras

características dos processos de aprendizagem na construção dessas competências. Em termos de ligações estabelecidas com o ambiente externo, o estudo sugere que é importante atentar não apenas para a natureza das ligações que são estabelecidas, mas também para o tipo de instituições com as quais se estabelecem as ligações.

CAPÍTULO 10

CONCLUSÃO

Esta dissertação analisou a globalização de atividades inovadoras no setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Para tanto, examinaram-se as competências tecnológicas de 20 institutos de P&D do setor em questão, bem como fontes internas e externas utilizadas por esses institutos na construção de suas competências.

O presente capítulo está dividido em sete seções. Na Seção 10.1, retomam-se as questões da dissertação, as quais são revistas nas seções 10.2, 10.3 e 10.4. A Seção 10.5 aborda outros fatores que contribuíram para a acumulação de competências tecnológicas nos institutos estudados. A Seção 10.6 apresenta as principais contribuições e implicações deste estudo para organizações do setor de tecnologia da informação e comunicação. Finalmente, na Seção 10.7, são feitas sugestões de temas para dissertações futuras.

10.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO

O estudo buscou examinar as seguintes questões:

(1) Até que ponto há, no Brasil, evidências de globalização de atividades inovadoras no setor de tecnologia de informação e comunicação?

(2) Mais especificamente, quais são as competências tecnológicas dos institutos de P&D pesquisados e as principais fontes para construí-las, ao longo de sua existência?

(3) À luz de (1) e (2), quais são as implicações para a literatura existente e para a formulação de políticas e de estratégias de gestão? Em outras palavras, quais as recomendações para apoiar políticas e estratégias que emergem a partir deste estudo?

10.2 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

A partir das evidências apresentadas no Capítulo 6 e à luz do modelo analítico apresentado no Capítulo 3, descreveram-se, de maneira agregada, as competências alcançadas pelos institutos estudados em cada uma das quatro funções tecnológicas examinadas. Pode-se, então, apontar a aplicabilidade dessa estrutura para a indústria de tecnologia da informação e comunicação.

De maneira geral, as competências tecnológicas acumuladas pelos institutos estudados apresentaram trajetórias distintas em cada uma das funções tecnológicas. Muito embora todos os institutos da amostra tenham acumulado as competências de rotina, os níveis máximos de capacitação alcançados pelos institutos, bem como a concentração de institutos nesses níveis, variam de uma função para a outra. A diversidade de trajetórias, em certa medida, pode ser relacionada à variedade dos processos de aprendizagem intra-organizacionais utilizados pelos institutos ao longo do tempo e às ligações estabelecidas pelos institutos com empresas e componentes da infra-estrutura tecnológica, tanto em âmbito nacional quanto em âmbito internacional.

No que se refere à capacitação em engenharia de *software*, as competências tecnológicas do Nível 1, Básico, ao Nível 4, Intermediário, foram acumuladas por todos os institutos pesquisados. A engenharia de *software* é a função que apresenta o maior número de institutos com competências desenvolvidas nos níveis mais elevados no modelo analítico. O Nível 5, Intermediário-superior, foi alcançado por 12 (66,67%) institutos estudados. Dos seis institutos ligados a universidades, apenas um não construiu as competências desse nível em engenharia de *software*. As competências do Nível 6, Avançado, inclusive, foram construídas por um (5,56%) instituto pesquisado, o qual é ligado à universidade.

Em termos de gestão de projetos, os 18 (100,00%) institutos estudados acumularam, além das competências de rotina, as competências do Nível 3, Inovativo Básico. As competências do Nível 4, Intermediário, foram alcançadas por 14 (77,78%) institutos estudados, enquanto dois (11,11%) institutos construíram as competências do Nível 5, Intermediário-superior - não sendo nenhum deles ligados a universidades. Adicionalmente, nenhum (0%) dos institutos estudados construiu as competências do Nível 6, Avançado,

em gestão de projetos. No caso dos institutos ligados a universidades, a preocupação com gestão formal de projetos apresenta-se recente, emergindo do relacionamento desses institutos com empresas.

Nos institutos dessa natureza, o desenvolvimento de projetos para atender a demanda empresarial e o estabelecimento de parcerias tecnológicas cresceram a partir da segunda metade da década de 1990, incentivados pelos Fundos Setoriais e pela Lei de Informática. Esse relacionamento mais estreito com empresas - não apenas nos institutos ligados a universidades, como também nos institutos independentes - vem contribuindo para a adoção de metodologias de gestão de projetos (como a do PMI) e também para a realização de programas de capacitação de gerentes de projetos. Esse processo de aprendizagem intra-organizacional, inicialmente utilizado por quatro (22,22%) institutos, é atualmente encontrado em 14 (77,78%) institutos estudados.

No tocante à função produtos e soluções, as competências do Nível 1, Básico, ao Nível 3, Inovativo Básico, foram desenvolvidas pelos 18 (100,00%) institutos pesquisados. As competências do Nível 4, Intermediário, foram desenvolvidas por 17 (94,44%) institutos, enquanto as competências do Nível 5, Intermediário-superior, foram alcançadas por 7 (38,89%) institutos. Apenas um (5,56%) instituto alcançou as competências do Nível 6, Avançado, sendo o mesmo ligado à universidade.

A função ferramentas e processos concentra o menor número de institutos nos níveis mais complexos de competências inovadoras. As competências do Nível 4, Intermediário, foram alcançadas por oito (44,44%) institutos pesquisados, sendo apenas um deles ligado à universidade. Apenas um (5,56%) instituto construiu as competências do Nível 5, Intermediário-superior, sendo o mesmo de natureza independente. Assim como na função gestão de projetos, nenhum (0,00%) instituto alcançou as competências do Nível 6, Avançado, em ferramentas e processos.

No caso dos institutos ligados a universidades, a orientação em torno da estruturação e da formalização de seus processos apresenta-se relativamente recente, por conta do relacionamento com empresas, em especial transnacionais. Assim como no caso da gestão de projetos, é a partir da interação com o ambiente empresarial que esses institutos

desenvolvem uma consciência de otimização e passam a buscar a estruturação e a coordenação formal de seus processos.

Por conta da relação com ETNs, os institutos ligados a universidades passaram a atentar para metodologias de padronização de desenvolvimento de *software*, como o CMM. Mesmo não possuindo oficialmente a certificação, esses institutos operam com base nos seus pré-requisitos e especificações, principalmente CMM2 e CMM3.

Os esforços realizados internamente pelos institutos em vias de solidificar seus processos operacionais e organizacionais também são ilustrados pelos processos de codificação de conhecimento, que, ao longo do tempo, passam a ser utilizados por mais institutos.

Os processos de certificação CMM, por exemplo, nas fases inicial e intermediária, estiveram presentes em dois (11,11%) institutos, enquanto que, na fase atual, foi encontrado em seis (33,33%) institutos. Desse total, um é ligado à universidade, quatro são independentes e outro é ligado à empresa.

Desse modo, as evidências empíricas obtidas na pesquisa de campo referentes aos tipos e níveis de competências tecnológicas construídas pelos institutos estudados sugerem a disseminação de atividades inovadoras, uma vez que não há institutos que tenham desenvolvido apenas as competências de rotina. No entanto, as evidências apontam que os institutos pesquisados estão basicamente concentrados no Nível 4, Intermediário, fazendo-se necessários esforços deliberados no sentido de acumular competências ainda mais avançadas. Para tanto, é importante que esses institutos atentem para os processos de aquisição interna e de codificação de conhecimento (principalmente os processos de obtenção de certificações) e para a interação interinstitutos, que deveria ocorrer com maior freqüência, tendo em vista seus resultados positivos - como patentes, por exemplo.

Dessa maneira, as evidências empíricas examinadas na dissertação parecem indicar a importância dos processos de aprendizagem intra-organizacionais para o desenvolvimento de competências tecnológicas, como em Bell (1984), Kim (1997, 1997), Dutrénit (2000), Figueiredo (2001). Além disso, a análise empírica indica também a relevância das ligações que são estabelecidas com agentes externos, a saber, componentes da infra-estrutura

tecnológica e empresas, alinhando-se a estudos como os de Ariffin (2000) e Figueiredo *et al*. (2003).

Desse modo, este estudo contribui com evidências empíricas que permitem contra-argumentar com as três linhas de debate abordadas no Capítulo 2. Na primeira linha de debate, as discussões envolvem a ocorrência, ou não, da globalização de competências tecnológicas inovadoras em organizações que operam em economias emergentes. A segunda linha envolve discussões referentes ao relacionamento entre o desenvolvimento de competências tecnológicas e seu relacionamento com os processos de aprendizagem intra-organizacionais subjacentes. A terceira linha de debate abordada engloba o debate sobre inovação industrial em países emergentes a partir da década de 1990, predominando o argumento de que não há capacitação inovadora na infra-estrutura tecnológica dessas economias.

Em relação à primeira linha de debate, pôde-se se observar o desenvolvimento de competências inovadoras em todos os institutos de P&D estudados, nas quatro funções tecnológicas examinadas. Desse modo, a globalização (ou disseminação) de atividades inovadoras é encontrada em todos os institutos pesquisados, uma vez que nenhum deles restringe suas competências a competências de rotina. Em paralelo, pôde-se observar que o desenvolvimento de competências tecnológicas não é caracteristicamente linear, variando de uma função tecnológica para outra, ao contrário do sugerido em Amsden & Tschang (2003).

As implicações para as outras duas linhas de debate apresentadas que emergem a partir deste estudo são apresentadas a seguir, nas Seções 10.3 e 10.4. Essas seções abordam, respectivamente, as implicações dos processos de aprendizagem intra-organizacionais e das ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica e empresas para o desenvolvimento de competências tecnológicas.

10.3 IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

As evidências empíricas apresentadas sugerem que o desenvolvimento de competências tecnológicas em engenharia de *software*, gestão de projetos, produtos e soluções e ferramentas e processos é influenciado pelo engajamento deliberado dos institutos estudados em processos de aprendizagem intra-organizacionais.

No caso desses institutos, apresentam-se como particularmente relevantes os processos de aquisição interna e de codificação de conhecimento. A elevada qualificação dos recursos humanos foi, desde a fase inicial, um mecanismo de grande relevância para o desenvolvimento das competências tecnológicas nos institutos estudados. Na indústria em questão, a diversidade e a especialização dos recursos humanos são fundamentais para atividade criativa de desenvolvimento de *software*. Em paralelo, a realização de atividades de P&D internamente fortaleceu a capacitação tecnológica dos institutos pesquisados, possibilitando a construção de competências tecnológicas de níveis inovadores mais avançados.

Em termos de atividades internas de pesquisa e desenvolvimento, cabe, ainda, ressaltar a não-linearidade dessas atividades. As evidências empíricas sugerem que as atividades de P&D em que os institutos se engajam internamente não seguem uma seqüência linear de complexidade - por exemplo, de desenvolvimento exploratório em direção à pesquisa ou vice-versa -, ao contrário do sugerido em Amsden & Tschang (2003, 2004). Há institutos estudados que, já no início de suas operações, estavam engajados na atividade de pesquisa básica. Em outros institutos, o engajamento em pesquisa aplicada já acontecia antes do engajamento em atividades desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia. Além disso, em muitos casos, as atividades de P&D são complementares, isto é, pesquisa aplicada e desenvolvimento exploratório são realizados conjuntamente.

Em relação aos processos e mecanismos de codificação de conhecimento, observou-se a evolução relativa do número de processos utilizados pelos institutos, muito embora eles sejam os processos de menor incidência nas três fases examinadas. É interessante destacar,

aqui, o desenvolvimento de competências em gestão de projetos e ferramentas e processos nos institutos ligados a universidades. Nos institutos dessa natureza, embora a orientação para formalização e padronização de atividades tenha emergido das relações com ETNs, o desenvolvimento de competências inovadoras não teria sido possível sem os esforços deliberados interna e proativamente, materializados sob a forma de processos de codificação de conhecimento - no caso específico dessas duas funções.

Ao se confrontar os processos de aprendizagem utilizados pelos institutos estudados, agrupados de acordo com seu nível máximo de capacitação em cada uma das quatro funções tecnológicas, observa-se o aumento do número de processos utilizados de uma fase para a outra. Paralelamente, o fato de os institutos localizados no nível mais complexo nem sempre responderem pelo grupo que utiliza maior número de processos de aprendizagem em determinada fase chama a atenção para três aspectos. O primeiro é a importância do fator tempo na construção de competências tecnológicas, como apontado em Ariffin (2000) e Figueiredo (2001). O segundo é a relevância da intensidade com que os processos são utilizados e também do modo como eles operam (ao longo do tempo). O terceiro, por fim, é a importância do papel desempenhado por outros fatores no desenvolvimento de competências tecnológicas, dentre outros, as ligações estabelecidas com outros componentes da infra-estrutura tecnológica e empresas.

10.4 IMPLICAÇÕES DAS LIGAÇÕES COM INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA E EMPRESAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

As evidências empíricas deste estudo sugerem que as ligações estabelecidas pelos institutos pesquisados com componentes da infra-estrutura tecnológica e empresas, sejam no âmbito nacional ou internacional, contribuem para a construção de competências tecnológicas mais complexas.

A análise das ligações estabelecidas pelos institutos estudados permite observar os estímulos gerados por agentes externos para o desenvolvimento de competências tecnológicas próprias. A relação com empresas, por exemplo, vem fomentando em muitos

institutos a estruturação formal e a padronização de suas práticas internas, auxiliando, assim, a construção de competências tecnológicas mais complexas em ferramentas e processos.

As ligações com universidade também têm sido encaradas de maneira estratégica pelos institutos estudados. A partir do relacionamento com universidades-parceiras, os institutos buscam captar recursos humanos de alta qualificação, além de complementar seus conhecimentos por meio das pesquisas feitas nesses centros de excelência.

Além disso, a análise empírica aponta a baixa incidência das relações interinstitutos tecnológicos, apesar de sua relevância para o desenvolvimento de competências tecnológicas. Seria interessante que os institutos estudados fortalecessem a confiança em outros institutos da mesma natureza e consolidassem parcerias tecnológicas formais com maior freqüência. O fortalecimento das interações entre institutos de pesquisa poderia contribuir para o desenvolvimento de competências tecnológicas mais complexas, agregando valor para os institutos parceiros.

Dessa maneira, as evidências empíricas deste trabalho contrariam generalizações comuns e também estudos recentes que vêm atribuindo à infra-estrutura tecnológica um papel passivo, onde não há capacitação para inovar, sob o argumento de que as atividades de P&D estão cada vez mais concentradas em países industrializados (Cassiolato e Lastres, 2000; Viotti, 2000; Cassiolato *et al*., 2001; Cimoli e Katz, 2003; Katz, 2004). As análises desta dissertação indicam a capacitação inovadora dos institutos de P&D examinados e a importância das ligações estabelecidas com infra-estrutura tecnológica nesse processo de capacitação. Esses institutos não apenas vêm desenvolvendo suas próprias competências tecnológicas inovadoras (em parte influenciados pela sinergia com agentes externos), como também vêm auxiliando agentes externos a desenvolverem suas competências.

10.5 OUTROS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Muito embora não sejam foco desta dissertação, há outros fatores internos e externos que parecem influenciar o desenvolvimento de competências tecnológicas nos institutos estudados.

Deve-se ressaltar o refere-se ao papel desempenhado por fatores internos como valores e liderança. A liderança desempenha papel chave na definição das estratégias coorporativas a serem adotadas pelos institutos estudados, as quais podem influenciar o desenvolvimento de competências tecnológicas. Há institutos onde, por exemplo, a orientação para a contínua capacitação tecnológica faz com que esforços deliberados estrategicamente se materializem sob a forma de processos de aprendizagem intra-organizacionais, fomentando, assim, o processo de construção de competências tecnológicas.

A liderança desses institutos também se revela importante no sentido de orientar as relações estabelecidas com agentes externos, principalmente empresas transnacionais. À medida que crescem as parcerias estabelecidas com empresas dessa natureza, os institutos têm buscado fomentar suas práticas internas a partir do conhecimento gerado pela sinergia com empresas dessa natureza. Para tanto, tem sido crucial uma liderança pró-ativa nesses institutos.

Por fim, o desenvolvimento de competências no setor de TIC foi também influenciado por fatores externos, como políticas governamentais macroeconômicas, em especial pela concessão de incentivos fiscais. Além disso, cabe também destacar políticas como a Lei de Informática e os Fundos Setoriais. A partir de fundos como CT-INFO e Funttel, os institutos pesquisados têm buscado acessar mais recursos direcionados para projetos de P&D inovadores.

Já a Lei de Informática apresenta-se como uma das principais fontes de financiamento desses institutos. A partir de incentivos provenientes da LI, empresas transnacionais passaram a buscar mais parcerias com institutos tecnológicos nacionais. Por meio desse relacionamento, esses institutos, por sua vez, não apenas vêm desenvolvendo mais projetos

de P&D (e obtendo mais recursos para tal), como também estão fortalecendo suas competências internas, principalmente no que se refere às funções gestão de projetos e ferramentas e processos.

10.6 IMPLICAÇÕES PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS E PARA A GESTÃO DE INSTITUTOS DE P&D DO SETOR DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO BRASIL

O Brasil, como um típico país em industrialização, ainda apresenta problemas estruturais como falta de convergências das políticas públicas. A vontade política do governo brasileiro é crucial para a sustentação do desenvolvimento da indústria de TIC nacional, o que requer a elaboração de políticas transparentes e estáveis voltadas para os aspectos (além da falta de estabilidade política) que parecem estar restringindo o desenvolvimento da indústria de TIC nacional. Atualmente, esforços significativos têm sido feitos com o intuito de superar os entraves ao desenvolvimento de uma performance mais dinâmica do país.

Exemplos desses esforços são a construção e o fortalecimento de uma robusta infra-estrutura tecnológica nas últimas décadas, particularmente em termos de desenvolvimento de recursos humanos, em associação com a busca por leis de financiamento e regulação mais estáveis, como os Fundos Setoriais e a Lei de Informática. Paralelamente implementa-se pelo atual governo, em 2003, a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), a qual considera a indústria de *software* um setor estratégico.

Dentre as medidas da PITCE, cabe destacar a criação da Lei de Inovação, vigorada em 03 de dezembro de 2004. Esta nova lei está organizada em torno de três eixos: a constituição de ambiente propício a parcerias estratégicas entre universidades, institutos tecnológicos e empresas; o estímulo à participação de instituições científicas e tecnológicas no processo de inovação; e o incentivo à inovação na empresa. Com a Lei de Inovação, o governo federal espera intensificar o processo de inovação no país, promovendo capacitação profissional e desenvolvimento científico-tecnológico a partir de instrumentos legais - de

natureza fiscal e não fiscal. Entretanto, ainda é muito cedo para avaliar os efeitos e resultados práticos dessa lei.

Os institutos pesquisados, relacionados à indústria de tecnologia da informação e comunicação, refletem, de certa forma, os esforços depreendidos no sentido de fortalecer a infra-estrutura tecnológica nacional. As evidências empíricas indicam a forte interação desses institutos com outros componentes da infra-estrutura tecnológica e empresas para realização de atividades inovadoras, além dos esforços deliberados internamente, na busca por maior capacitação tecnológica.

Desse modo, as evidências empíricas obtidas na pesquisa de campo sugerem que a globalização de competências inovadoras vem ocorrendo nos setores em questão. Essa disseminação vem acontecendo por meio do envolvimento significativo de ETNs em atividades de P&D, seja individualmente ou em parceria com a infra-estrutura tecnológica nacional, em particular com os institutos tecnológicos.

Há fatores que podem ser apontados como os maiores responsáveis por essa aproximação entre as ETNs e empresas locais: a dimensão e diversidade dos mercados locais e regionais, que requerem produtos específicos; a necessidade de suporte técnico para operações comerciais locais apresentada pelas ETNs. A infra-estrutura tecnológica brasileira - com destaque para os institutos de P&D - tem contribuído significativamente com o processo de implementação e disseminação de suas atividades de P&D localmente. Para os institutos de P&D, essa relação com ETNs vem contribuído com a estruturação e a formalização das práticas internas desses institutos e também com o alcance global de seus projetos, fatores que, por sua vez, vêm apoiando a obtenção de certificações internacionais.

Evidências obtidas sugerem, ainda, que há no Brasil um ambiente positivo para que as ETNs desenvolvam aqui suas atividades inovadoras em termos de P&D, sem comprometer o que vem sendo desenvolvido em seu país de origem. A interação com universidades e centros de pesquisa locais e seus pesquisadores tem contribuído para um envolvimento ativo com o desenvolvimento tecnológico mundial. Adicionalmente, a disponibilidade de recursos humanos de alta qualificação (por vezes sub-utilizados), aliados aos incentivos e subsídios oferecidos pelo governo brasileiro (como redução de taxas por meio da Lei de Informática), tem estimulado o engajamento de ETNs em parcerias para P&D no Brasil.

Os institutos de P&D com maior desenvolvimento são aqueles que vêm sendo capazes de interagir com a infra-estrutura tecnológica de forma a gerar demanda não somente por recursos humanos, como também por pesquisa conjunta com instituições nacionais, em especial institutos de P&D. No caso dos institutos ligados a empresas transnacionais, é importante que eles não se restrinjam às ligações com sua matriz. Tais institutos devem buscar ampliar suas relações institucionais e de mercado, construindo uma sólida reputação como organização independente, a fim de atrair clientes.

Finalmente, deve-se dar atenção a pontos específicos a serem trabalhados para acentuar o desenvolvimento tecnológico da indústria em questão, a saber: empecilhos burocráticos às atividades de P&D, controle firme do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) sobre projetos de P&D, escassez de técnicos no MCT com perspectiva de longo prazo, redução de taxas para importação de componentes eletrônicos e maior disponibilidade de consultoria para os processos de CMM.

Além dos tópicos abordados, há outros aspectos para os quais os gestores públicos e privados devem atentar. Primeiramente, deve-se solidificar uma estratégia de *marketing* e vendas, o que deve ser feito tanto por esforços públicos quanto privados. É preciso solidificar a "Marca Brasil" em TIC, pois a imagem do país no exterior não é associada à inovação, uma vez que ainda há desconfiança e preconceito. A indústria de *software* nacional, assim, apesar de sua evolução nos últimos anos, ainda carece de reconhecimento internacional - diferente do que acontece com a Índia, por exemplo.

Para tanto, é necessário solidificar as condições internas do país (políticas, econômicas, sociais) e expor o Brasil no exterior. Essa exposição externa pode acontecer tanto pela participação em eventos (como feiras, congressos e concursos internacionais), quanto pelo fortalecimento da relação Governo-Governo. Um exemplo é a criação do Programa TecOut, fomentado pela SOFTEX da Paraíba, cujo objetivo é fortalecer as relações (da indústria de *software*) entre a Paraíba e a China. Além disso, é necessário se estabelecer um modelo de "referência" para o país - como, por exemplo, a Índia em serviços, a China em *hardware*, a Irlanda em localização. Entre as possibilidades, pode-se destacar a capacitação crescente no setor financeiro (contexto histórico) e em governança eletrônica.

Em segundo lugar, prevalece, na indústria nacional, o foco em produtos, em detrimento da orientação para processos - sejam estes operacionais, organizacionais ou gerenciais. Os gestores privados, no entanto, deveriam fortalecer as atividades de certificação, em especial CMM, conferindo maior competitividade internacional à indústria de TIC.

Em terceiro lugar, cabe destacar a questão dos recursos financeiros, visto que uma das maiores dificuldades dos institutos reside obtenção de financiamento. As restrições financeiras, em muitos casos, limitam o desenvolvimento de atividades inovadoras, em especial quando essas atividades requerem a importação de equipamentos e materiais, esbarrando em custos elevados e procedimentos burocráticos. O governo deveria atentar para o Custo Brasil, pois o valor dos juros, das cargas tributárias, da importação de equipamentos acaba restringindo o engajamento em atividades inovadoras nos institutos estudados, sejam eles ligados a universidades, a empresas ou independentes. É preciso criar uma estrutura de tributos adequada em termos de importação, exportação e até mesmo relações de trabalho.

Em paralelo, os recursos públicos parecem mais orientados para organizações públicas, mesmo quando concedidos por meio de editais. O governo, então, deveria atentar mais para a concessão de recursos financeiros para institutos privados (cujo objetivo também é dar suporte a atividades de inovação).

Conforme destacado previamente, a Lei de Informática e os Fundos Setoriais representam fontes de financiamento cruciais para os institutos estudados. Esses mecanismos de financiamento, entretanto, requerem uma série de ajustes. No que se refere à Lei de Informática, deveria ser criado um índice de mensuração de resultados, composto por métricas quantitativas e qualitativas, para se avaliar como os recursos provenientes da LI estão sendo empregados. Tal fato poderia dar fim à discussão entre universidades e empresas, referente à destinação dos recursos e ao desenvolvimento (ou não) de atividades inovadoras em institutos de determinada natureza. No caso dos Fundos Setoriais, mecanismo de financiamento relativamente recente, espera-se que possam ser geridos de forma transparente. Tal fato permitiria maior participação de diversos segmentos no processo de tomada de decisão, gestão, planejamento, definição e monitoramento conjuntos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Além disso, as políticas governamentais de financiamento do setor deveriam ir além dos FS e da LI, por meio da qual recursos são obtidos com o desenvolvimento de projetos para atender a demanda empresarial - em geral, orientada para o curto prazo. Essas políticas deveriam estar orientadas para investimentos consistentes e contínuos ao longo de vários anos, i.e., horizonte de longo prazo - o que requer estabilidade do investimento. Tal necessidade mostra-se ainda mais relevante quando se considera que o setor de TIC é caracterizado pela geração de produtos e soluções intangíveis, o que acaba por restringir a capacidade de dar garantias tangíveis (reais) a investidores.

Desse modo, a indústria como um todo (e não apenas o governo) deveria se aproximar proativamente dos investidores de risco para cultivar a realização de investimentos dessa natureza no setor. Para tanto, poderiam ser realizados eventos direcionados para esses investidores, como apresentações, palestras e *workshops*. Além disso, o governo poderia fomentar a criação de redes de investimento e até mesmo de fundos de capital de risco, os quais poderiam ficar sob responsabilidade conjunta dos setores público e privado para, assim, obter maior transparência e legitimidade.

Os recursos humanos são o terceiro aspecto a ser mais bem trabalhado pelo setor em questão. Em termos de legislação, o governo deveria atentar para a abordagem dada às questões trabalhistas, inadequada à realidade dos institutos de P&D - intensivos em recursos humanos. O alto uso de capital intelectual requer leis mais flexíveis, o que deveria ser revisto pelo governo. Em relação à capacitação de recursos humanos, além de maiores investimentos em capital humano, deveria haver, nos cursos superiores, a reformulação das grades curriculares, dotando-as de maior orientação prática (mercadológica). Deveria haver também o estímulo a ações empreendedoras, como a criação de novas empresas, ou mesmo produtos e soluções, por alunos de graduação e pós-graduação.

O governo, além de investir maior volume de recursos em capital humano, fomentando a formação de mais mestres e doutores, poderia desenvolver programas de fixação de doutores em empresas. O setor privado (inclusive os institutos de P&D), por sua vez, deveria "provocar" essa revisão curricular nas universidades e desenvolver programas de capacitação (empírica) nas áreas de deficiência dos recursos humanos nacionais (como em processos, por exemplo).

O quarto aspecto a ser destacado é a participação de micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) na indústria de *software* nacional. As MPMEs, apesar de numerosas, são pequenas e continuam se multiplicando nesse porte. Além disso, muitas dessas empresas são *spin-offs* e poucas realizam atividades de P&D internamente. Pode acontecer de tais empresas acabarem se concentrando em determinados produtos, ao invés de migrarem também para outros nichos tecnológicos. Dessa maneira, deveria haver maior estímulo às atividades de P&D nessas empresas de menor porte.

O governo deveria promover mais e melhores condições de financiamento, atraindo o interesse de capital de risco. Além disso, para suprir os gargalos estruturais das MPMEs brasileiras, deveria haver maior interação com empresas (de outros portes e nacionalidades/localidades), governo, universidades e institutos de P&D. Além disso, deveria haver a promoção de incentivos para o aumento da escala das empresas, os quais seriam acompanhados de capacitação em modelos de negócios (e também em processos), para viabilizar a realização das mudanças organizacionais.

O quinto e último aspecto que poderia contribuir para a solidificação do setor de tecnologia da informação e comunicação nacional é a criação de parques tecnológicos e sistemas produtivos e inovativos locais (SPILs), os quais, possivelmente, gerariam maior impacto no desenvolvimento regional/nacional. Além de fortalecer os institutos tecnológicos nacionais e atrair ETNs, a partir da formação de SPILs, as MPMEs brasileiras poderiam se consolidar interna e externamente. Esse contexto não apenas estimula a emergência de *spin-offs*, como também promove condições que viabilizam a sustentação dos mesmos, dando sustentação à competitividade internacional do setor de tecnologia da informação e comunicação nacional.

10.7 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

As conclusões obtidas nesta dissertação abrem espaço para sugestões para possíveis estudos futuros, voltados setor de tecnologia da informação e comunicação, sobre competências tecnológicas e suas fontes de acumulação.

Em primeiro lugar, sugere-se o aprofundamento do estudo realizado, buscando-se examinar as implicações das demais características-chave dos processos de aprendizagem intra-organizacionais - intensidade, funcionamento e interação - sobre a acumulação de competências tecnológicas. Sugere-se também a mensuração da velocidade de acumulação das competências, i.e., o tempo requerido para que os institutos avançassem de um nível para outro. Paralelamente, seria interessante analisar o relacionamento entre a acumulação de competências tecnológicas e a performance operacional dos institutos de P&D vocacionados para o setor de TIC.

Outra sugestão para estudos futuros é a extensão da análise para empresas do setor de TIC, uma vez que, nesta dissertação, ela está restrita a institutos de P&D. Seria interessante um estudo comparativo da trajetória de acumulação de competências tecnológicas em institutos de P&D e empresas.

Sugere-se, ainda, a análise das competências tecnológicas de institutos de P&D vocacionados para o setor de TIC localizados em outros países, tanto emergentes como industrializados, a fim de se comparar o nível de capacitação desses institutos. Finalmente, seria interessante examinar, pela ótica de ETNs, até que ponto institutos de P&D são relevantes para o desenvolvimento de suas atividades tecnológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIFFIN, N. **The internationalisation of innovative capabilities: the Malaysian electronics industry**. DPhil Thesis. SPRU University of Sussex, Brighton, UK, 2000.

ARIFFIN, N & BELL, M. Patterns of subsidiary–parent linkages and technological capability building in electronics TNC subsidiaries in Malaysia. In: JOMO, K.S. & FELKER, G. (eds.), **Industrial Technology Development in Malaysia**. Routledge, 1999, pp. 150-90.

AUTIO, E. & LAAMANEN, T. Measurement and evaluation of technology transfer: review of technology transfer mechanisms and indicators. In: **International Journal of Technology Management**, v. 10, n^{os} 7/8, 1995, pp. 643-64.

BELL, M. Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. In: KING, K. & FRANSMAN, M. (eds.), **Technological capability in the third world**. Londres: Macmillan, 1984.

_____. **Integrating R&D with industrial production & technical change: strengthening linkages & changing structures**, United Nations Economic and Social Council, 1993, E/ESCWA/NR/1993WG.2/16.

BELL, M. & PAVITT, K. Tecnological acumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries**.** In: **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n° 2, 1993.

_____. The development of technological capabilities. In: HAQUE, I.U. (ed.), **Trade, Technology and International Competitiveness**. Washington: The World Bank, 1995, pp. 69-101.

BELL, M., SCOTT-KEMMIS, D. & SATYARAKWIT, W. Limited learning in infant industry: a case study. In: STEWART, F. & JAMES, J. (eds.), **The Economics of New Technology In Developing Countries**. London: Francis Pinter, 1982.

BEN, F. **Acumulação de competências tecnológicas e suas implicações para a performance corporativa: um estudo comparativo entre duas empresas da indústria moveleira em Bento Gonçalves - RS**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: EBAPE Fundação Getulio Vargas, 2001.

CANTWELL, J. The globalisation of technology: what remains of the product cycle?. In: Cambridge Journal of Economics, v. 19, 1995, pp. 155-74.

_____. From the early internationalisation of corporate technology to global technology sourcing. In: **Transnational Corporations**, v. 8, n° 2, 1999, pp. 71-92.

CASSIOLATO, J. & LASTRES, H.M.M. Local systems of innovation in Mercosur countries. In: **Industry and Innovation**, v. 7, Issue 1, 2000, pp. 33-55.

CASSIOLATO, J., LASTRES, H.M.M., SZAFIRO, M. & VARGAS, M. **Local systems of innovation in Brazil, development and transnational corporations: a preliminary assessment based on empirical results of a research project**. Conference Paper for DRUID's Nelson-Winter Conference. Copenhagen, Dinamarca, Junho, 2001.

CIMOLI, M. & KATZ, J. Structural reforms, technological gaps and economic development: a Latin American perspective. In: **Industrial and Corporate Change**, v. 12, Issue 2, 2003, pp. 387-407.

DAHLMAN, C. & FONSECA, F.V. **From technological dependence to technological development: the case of the USIMINAS steel plant in Brazil**. Buenos Aires: Ecla/IDB/IDRC/UNDP Research Programme on Scientific and Technological Development in Latin America, Working Paper, n° 21, 1978.

DANIELS, P.L. National technology gaps and trade - an empirical study of the influence of globalisation. In: **Research Policy**, v. 25, 1997, pp. 1.189-207.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. & SOETE, L. (eds.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, 1988.

DUNNING, J. H. Re-evaluating the benefits of foreign direct investment. In: **Transnational Corporations**, v. 3, n° 1, 1994a, pp. 23-51.

_____. Multinational enterprises and globalization of innovatory capacity. In: Research Policy, v. 23, 1994b, pp. 67-88.

DUTRÉNIT, G. **Learning and knowledge management in the firm - from knowledge accumulation to strategic capabilities**. Cheltenham: Edward Elgar, 2000.

EUROPEAN COMISSION. **Cooperation between the research system and industry to promote innovative firms**. Innovation/SMEs Programme, Fifth Framework Programme, 2002.

FIGUEIREDO, P. N. **Technological learning and competitive performance**. Cheltenham, UK, & Northampton, USA: Edward Elgar, 2001.

_____. Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. In: Revista Brasileira de Inovação, v. 3, n° 2, Jul/Dez, 2004, pp. 323-61.

FIGUEIREDO, P., VEDOVELLO, C., MARINS, L & MELO, M. **Globalisation of innovative capabilities and the role of local technological infrastructures: evidence from research & development institutes in Brazil**. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: EBAPE Fundação Getulio Vargas, 2003. Acesso restrito.

FIGUEIREDO, P., VEDOVELLO, C., FERIGOTTI, C., MELO, M., RODRIGUES, M.C., COHEN, M., VERÍSSIMO, J.R. & MICHEL, R. **Expansion of the software industry in Brazil**. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: EBAPE Fundação Getulio Vargas, 2004. Acesso restrito.

FLEURY, A.C.C. **The technological behaviour of state-owned enterprises in Brazil**. Working Paper, ILO, World Employment Programme Research, 1985.

GRANSTAND, O., HAKANSON L. & SJOLANDER, S. Internationalisation of R&D - a survey of some recent research. In: **Research Policy**, v. 22, 1993, pp. 413-30.

HOBDAY, M. **Innovation in East Asia: the challenge to Japan**. Aldershot: Edward Elgar, 1995.

HOFFMAN, K. **Technological advance and organizational innovation in the engineering industries**. In: World Bank IED Working Papers, Industry Series Paper, n°4. Washington: The World Bank, 1989.

HWANG, H-R. **Organisational capabilities and organisational rigidities of Korean chaebol: case studies of semiconductors (Draw) and personal computer (PC) products**. DPhil Thesis. SPRU University of Sussex, Brighton, 1998.

JUSTMAN, M. & TEUBAL, M. Foreword and Introduction. In: TEUBAL, M., FORAY, D., JUSTMAN, M. & ZUSCOVITCH, E. (eds.), **Technological infrastructure policy: an international perspective**. The Jerusalem Institute for Israel Studies, Jerusalém: Kluwer Academic, 1996.

KANDEL, N. Infrastructure in Europe: analytical survey. In: **CEC, The future of research and technology organizations in Europe**. RTOs, 1994, EUR 15458 EN.

KATZ, J. **Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente**. Buenos Aires: Instituto Torcuato Di Tella Centro de Investigaciones Económicas Superí 1502, 1972.

_____. Domestic technology generation in LDCs: a review of research findings. In: KATZ, J. (ed.) **Technology generation in Latin American manufacturing industries**. New York: St. Martin, 1987.

_____. **The limits of the prevailing orthodoxy: technology and education as restrictions to productivity growth and international competitiveness in Latin America**. Conference Paper for DRUID's Summer Conference on Industrial Dynamics, Innovation and Development. Elsinore, Dinamarca, 14-16 de Junho, 2004.

KATZ, J., GUTKOWSKI, M., RODRIGUES, M. & GOITY, G. **Productivity, technology and domestic efforts in research and development**. Buenos Aires: Ecla/IDB/IDRC/UNDP Research Programme on Scientific and Technological Development in Latin America, Working Paper, n° 14, 1978.

KIM, L. **Crises construction and organisational learning: capability building in catching-up at Hyundai Motor**. Hitosubashi-Organisation Science Conference. Tokyo, Outubro, 1995.

_____. The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. In: **California Management Review**, v.39, n° 3, 1997, pp. 86-100.

LALL, S. Technological learning in the Third World: some implications of technology exports. In: STEWART, F. & JAMES, J. (eds.). **The economics of new technology in developing countries**. Londres: Frances Pinter, 1982.

_____. **Learning to industrialise: the acquisition of technological capability by India**. Londres: MacMillan, 1987.

_____. Technological capabilities and industrialization. In: **World Development**, v. 20, n° 2, 1992, pp. 165-86.

LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do saber: criando e sustentando as fontes de inovação**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1998.

MANSFIELD, E. & ROMEO, A. "Reverse" transfer of technology from overseas subsidiaries to American firms. In: **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 31, n° 3, 1984, pp. 122-27.

MANSFIELD, E., TEECE D. & ROMEO, A. Overseas research and development by US-based firms. In: **Economica**, v. 46, 1979, pp. 187-96.

_____. Overseas research and development by US-based firms. In: **Economica**, v. 46, 2001, pp. 187-96.

MARQUES, H.M., RAMOS, R. & SILVA, I.G.L. **Adaptação de um processo de desenvolvimento para fábricas de software distribuídas**. Arequipa-Peru: VII Workshop Iberoamericano de Ingeneria de Requisitos y Desarrolo de Ambientes de Software (IDEA), 2004.

MILES, M. B. & HUBERMAN, M. A. **Qualitative data analysis: a source of new methods**. Sage: London: Sage, 1984.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Setor de tecnologias da informação: resultados da Lei nº 8248/91**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/Temas/info/Default.htm>. Acesso em novembro de 2004.

_____. **Livro branco**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

MODY, A., SURI, R. & SANDERS, J. Keeping pace with change: organisational and technological imperatives. In: **World Development**, v.20, n° 12, 1992, pp. 1.797-816.

MUKDAPITAK, Y. **The technology strategies of Thai firms**. PhD Thesis, SPRU, University of Sussex, Brighton, UK, 1994.

NELSON, R. & ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (ed.), **National innovation systems: a comparative analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R. & WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University, 1982.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Science, technology and industry scoreboard**. Disponível em: <http://www1.oecd.org/publications/e-book/92-2003-04-1-7294/>. Acesso em novembro de 2004.

PATEL, P. Localised production of technology for global markets. In: **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, 1995, pp. 141-53.

PATEL, P. & VEGA, M. Patterns of internationalisation of corporate technology: location versus home country advantage. In: **Research Policy**, v. 28, 1999, pp. 145-55.

PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods**. 2. ed. Newbury Park, Califórnia: Sage, 1990.

PAULK, M., CURTIS, B., CHRISSIS, M. & WEBER, C. **Capability maturity model, version 1.1**. Pittsburgh, Pennsylvania: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996.

PAVITT, K. & PATEL, P. Technological strategies of the world's largest companies. In: **Science and Public Policy**, v. 18, n° 6, 1991, pp. 363-68.

PICCININI, M. **Technical change and energy efficiency: a case study in the iron and steel industry in Brazil**. PhD Thesis, SPRU, University of Sussex, Brighton, UK, 1995.

REDDY, P. New trends in globalization of corporate R&D and implications for innovation capability in host countries: a survey from India. In: **World Development**, v. 25, n°11, 1997, pp. 1821-37.

RUSH, H., HOBDAY, M., BESSANT, J. & ARNOLD, E. Strategies for best practice in research and technology institutes: an overview of a benchmarking exercise. In: **R&D Management**, v. 25, n° 1, 1995, pp.17-31.

SCOTT-KEMMIS, D. **Learning and the accumulation of technological capacity in the Brazilian pulp and paper firms**. World Employment Programme Research, Working Paper, n° 187, 1988, pp. 2-22.

SOCIEDADE SOFTEX (SOFTEX). **A indústria de software no Brasil 2002: fortalendo a economia do conhecimento**. Campinas: SOFTEX, 2002.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Rio de Janeiro: Prentice Hall Brasil, 2000.

STROUPE: <http://www.d.umn.edu/~cstroupe/>. Acesso em novembro de 2004.

SUTZ, J. & AROCENA, R. **Emerging neoperipheral structures and gardening policies**. Conference Paper for DRUID's Summer Conference on Industrial Dynamics, Innovation and Development. Elsinore, Dinamarca, 14-16 de Junho, 2004.

TACLA, C. **Acumulação de competência tecnológica e os processos subjacentes de aprendizagem na indústria de bens de capital: o caso da Kvaerner Pulping no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: EBAPE Fundação Getulio Vargas, 2002.

TREMBLAY, P. **Comparative analysis of technological capability and productivity growth in industrialized/industrializing countries**. DPhil Thesis. SPRU University of Sussex, Brighton, UK, 1994.

VEDOVELLO, C. **Science parks and the university-industry links: a case study of the Surrey Research Park**. PhD Thesis, SPRU, University of Sussex, Brighton, UK, 1995.

_____. Perspectivas e limites da interação entre universidades e MPME's de base tecnológica localizadas em incubadoras de empresas. *In: Revista do BNDES*, v. 8, 2001, pp. 281-316.

VEDOVELLO, C. & GODINHO, M. Business incubator as a technological infrastructure for supporting small innovative firms' activities. In: **International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management**, v. 3, n^{os} 1-2, 2003, pp. 4-21.

VERNON, R. International investment and international trade in the product cycle. In: **Quarterly Journal of Economics**, v. 80, n°. 2, 1966, pp. 190-207.

VIOTTI, E. B. **Passive and active national learning systems: a framework to understand technical change in late industrializing economies and some evidences from a comparative study of Brazil and South Korea**. PhD Thesis, The New School University, New York, 1997.

_____. **Passive and active national learning systems: a framework to understand technical change in late industrializing economies and some evidences from a comparative study of Brazil and South Korea**. 4th International Conference on Technology Policy and Innovation, Curitiba, 28-31 de Agosto, 2000.

WORLD BANK INSTITUTE, THE GLOCAL FORUM & CERFE GROUP. **Glocalization: research study and policy recommendations**. CERFE, 2003.

ZANDER, I. **The tortoise of the multinational corporation - foreign technological activity in Swedish multinational firms 1890-1990**. Institute of International Business (IIB), Stockholm School of Economics, Suécia, 1994.

_____. Technological diversification in the multinational corporation - historical evolution and future prospects. In: **Research Policy**, v. 26, 1997, pp. 209-27.

ZOUAIN, D. **Gestão de instituições de pesquisa**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2001.