



F U N D A Ç Ã O
GETULIO VARGAS

ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

**ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS
TECNOLÓGICAS E OS PROCESSOS
SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM NA
INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL: O
CASO DA KVAERNER PULPING NO
BRASIL**

CELSO LUIZ TACLA

RIO DE JANEIRO - BRASIL

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA
CURSO DE MESTRADO EXECUTIVO**

**ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS
TECNOLÓGICAS E OS PROCESSOS
SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM NA
INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL: O
CASO DA KVAERNER PULPING NO
BRASIL**

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

CELSO LUIZ TACLA

Rio de Janeiro 2002

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
EBAP - ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E DE PESQUISA
CURSO DE MESTRADO EXECUTIVO

TÍTULO

ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS E OS PROCESSOS
SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM NA INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL:
O CASO DA KVAERNER PULPING NO BRASIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR
CELSO LUIZ TACLA

E

APROVADA EM 20 DE FEVEREIRO DE 2002
PELA COMISSÃO EXAMINADORA

PAULO CESAR NEGREIROS DE FIGUEIREDO
DOUTOR (Ph.D.) EM GESTÃO DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO

PAULO EMÍLIO MATOS MARTINS
DOUTOR EM ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

JOSÉ EDUARDO CASSIOLATO
DOUTOR (Ph.D.) EM POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E INDUSTRIALIZAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar minha gratidão às pessoas que colaboraram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho. De forma especial, gostaria de manifestar o meu reconhecimento às seguintes pessoas.

Ao professor Paulo Negreiros Figueiredo, pelo seu empenho, dedicação e amparo contínuo dispensados como orientador deste trabalho.

Aos funcionários e ex-funcionários da Kvaerner Pulping, pela cooperação e o tempo dedicado em prestar informações sem as quais este trabalho não poderia ser realizado. Meu reconhecimento sincero a Aristides Labigalini, por acreditar e incentivar o desenvolvimento das pessoas.

Aos meus pais, Monir e Eclair, que sempre me encorajaram a dar este passo.

À minha esposa Rosangela e minhas filhas Julianna e Alessandra, pelo companheirismo, paciência e apoio incondicional.

RESUMO

Esta dissertação estuda as implicações dos processos de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas no nível das firmas. Este relacionamento foi examinado na empresa Kvaerner Pulping ao longo do período compreendido entre 1980 e 2000. A empresa está localizada em Curitiba/PR e fornece equipamentos e sistemas (bens de capital) para a produção de celulose. Em outras palavras, esta dissertação examina as implicações dos processos de aprendizagem para a construção e acumulação de competências tecnológicas por meio de um estudo de caso individual.

A acumulação de competências tecnológicas para adaptar, modificar ou criar novas tecnologias é essencial para a sobrevivência e o desempenho competitivo das firmas. Para descrever o modo e a velocidade de acumulação de competências tecnológicas na firma estudada, foram utilizadas estruturas analíticas existentes na literatura; entretanto tais estruturas foram adaptadas especificamente para a indústria de bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose. A acumulação de competências foi estudada para três funções tecnológicas: ‘atividades de engenharia e gestão de projetos’; ‘processos e práticas operacionais’; e ‘equipamentos de processo’. Os processos de aprendizagem foram examinados à luz de quatro características-chaves: variedade, intensidade, funcionamento e interação.

Durante as décadas de 1980 e 1990, a empresa construiu e acumulou diferentes níveis de competências tecnológicas nas funções estudadas. Quando a empresa passou a coordenar sistematicamente os esforços para adquirir e converter conhecimentos do nível individual para o nível organizacional, a partir de meados da década de 90, a construção de capacitação tecnológica foi acelerada. No final da década de 1990, a empresa foi capaz de acumular competências inovadoras em todas as funções estudadas. Assim como em estudos anteriores, realizados em outros tipos de indústria, a conclusão desta dissertação sugere que o modo e a velocidade com que a firma acumulou capacitação tecnológica podem ser explicados pelos

processos de aprendizagem e as características de como estes foram utilizados pela empresa ao longo do tempo.

ABSTRACT

This dissertation is concerned with the implications of the learning processes for the technological capability accumulation at the firm level. This relationship was examined in Kvaerner Pulping over the period from 1980 to 2000. The firm is located in Curitiba/PR and supplies equipment and complete plants (capital goods) for pulp mills. In other words, based on an individual case study, this dissertation examines how the learning processes influence the building and accumulation of technological capability.

The accumulation of technological capabilities is crucial for the survival and the competitive performance of the firms. An analytical framework already available in the literature was used to describe the paths (way and speed) of technological capability accumulation in the firm studied. However, the framework was adapted specifically for the capital goods industry for the pulp & paper sector. The paths of technological capability accumulation are analysed for three different technological functions: 'engineering activities and project management', 'operational processes and practices' and 'process equipment'. The learning mechanisms were examined in the light of four key features: variety, intensity, functioning and interaction.

During the 1980s and 1990s the firm accumulated different levels of technological capability in the technological functions studied. It was only when the firm started to coordinate systematically the efforts to acquire and convert the knowledge from the individual to the organizational level, at the mid 1990s, that the accumulation of technological capability was accelerated. By the end of this decade the firm was able to accumulate innovative capabilities in all the functions analysed. Similarly to previous studies that investigated other types of firms, the conclusion of this dissertation suggests that the way and rate by which the firm accumulates technological capability can be explained by the learning process and its key features over time.

ÍNDICE

Agradecimentos..... III

Resumo IV

Abstract..... V

Índice..... VI

Lista de Quadros..... XI

Lista de Tabelas XII

Lista de Figuras..... XIV

Lista de Abreviaturas.....XV

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO..... 1

1.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO 3

1.2 METODOLOGIA 3

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 4

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES NA LITERATURA: UMA BREVE REVISÃO 6

2.1 ESTUDOS EMPÍRICOS SOBRE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS E OS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM 6

CAPÍTULO 3. ESTRUTURAS CONCEITUAIS E ANALÍTICAS..... 13

3.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS..... 13

3.1.1 DISTINÇÃO ENTRE ‘COMPETÊNCIAS DE ROTINA’ E ‘COMPETÊNCIAS INOVADORAS’ 14

3.2 ESTRUTURA PARA DESCREVER A TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS 15

3.3 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA PARA AS FUNÇÕES TECNOLÓGICAS..... 16

3.3.1 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM ENGENHARIA DE SISTEMAS20

3.3.2 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM GESTÃO DE PROJETOS.....21

3.3.3	NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS.....	23
3.3.4	NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO.....	24
3.4	OS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM À TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS.....	26
3.4.1	ESTRUTURA PARA DESCRIÇÃO DE PROCESSOS DE APRENDIZAGEM.....	26

CAPÍTULO 4. A KVAERNER E O MERCADO DE BENS DE CAPITAL PARA A INDÚSTRIA DE CELULOSE NO BRASIL 31

4.1	A ATUAÇÃO DA KVAERNER NO MUNDO	31
4.2	A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL NO BRASIL.....	33
4.3	A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL NO BRASIL.....	37
4.4	A KVAERNER PULPING NO BRASIL.....	39
4.5	RELEVÂNCIA DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS PARA A KVAERNER PULPING NO BRASIL	42

CAPÍTULO 5. DESENHO E MÉTODOS DA DISSERTAÇÃO 44

5.1	ELEMENTOS DO DESENHO DA DISSERTAÇÃO	44
5.2	ESTRUTURA DESCRITIVA DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS	45
5.3	TIPOS E FONTES DE DADOS	45
5.3.1	ENTREVISTAS	46
5.3.2	DOCUMENTAÇÃO DA EMPRESA	49
5.3.3	OBSERVAÇÃO DIRETA.....	49
5.4	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS	49
5.4.1	CARACTERÍSTICAS-CHAVES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM.....	50

CAPÍTULO 6. ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA KVAERNER PULPING (1980 - 2000) 53

6.1	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS: 1980 - 1990.....	53
6.1.1	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS: 1980 - 1990	55

6.1.2	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS: 1980 - 1990	59
6.1.3	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS: 1980 - 1990	62
6.1.4	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO: 1980 – 1990	64
6.2	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS: 1991 - 1995.....	66
6.2.1	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS: 1991 - 1995	68
6.2.2	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS: 1991 - 1995	72
6.2.3	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS: 1991 - 1995	76
6.2.4	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO: 1991 - 1995.....	79
6.3	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS: 1996 - 2000.....	81
6.3.1	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS: 1996 - 2000	81
6.3.2	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS: 1996 - 2000	83
6.3.3	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS: 1996 - 2000	86
6.3.4	ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO: 1996 - 2000.....	87
6.4	SUMÁRIO SOBRE A ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA KVAERNER PULPING (1980 - 2000)	88

CAPÍTULO 7. OS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA	
KVAERNER PULPING.....	91
7.1	PROCESSOS DE AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO 91
7.1.1	PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO 91
7.1.2	PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO..... 106

7.2	PROCESSOS DE CONVERSÃO DE CONHECIMENTO	119
7.2.1	PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO	119
7.2.2	PROCESSOS DE SOCIALIZAÇÃO DE CONHECIMENTO	127
7.3	SUMÁRIO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM UTILIZADOS NA KVAERNER PULPING ENTRE 1980 E 2000.....	140

CAPÍTULO 8. ANÁLISES E DISCUSSÕES..... 142

8.1	TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS.....	142
8.1.1	TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS	144
8.1.2	TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS.....	145
8.1.3	TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS	147
8.1.4	TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO	148
8.1.5	VELOCIDADE DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS	149
8.2	PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA KVAERNER PULPING.....	153
8.3	CARACTERÍSTICAS-CHAVES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM.....	155
8.3.1	VARIEDADE DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM.....	155
8.3.2	INTENSIDADE DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM	161
8.3.3	FUNCIONAMENTO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM.....	163
8.3.4	INTERAÇÃO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM	166
8.4	IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS	171

CAPÍTULO 9. CONCLUSÕES..... 176

9.1	QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO.....	176
9.2	TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS.....	177
9.3	IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM PARA A CONSTRUÇÃO DA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA	178

9.4	OUTROS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS.....	179
9.5	CONTRIBUIÇÕES E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO DE EMPRESAS DE BENS DE CAPITAL	182
9.6	SUGESTÕES PARA DISSERTAÇÕES FUTURAS	183
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	185

**APÊNDICE A: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS-CHAVES DOS
PROCESSOS DE APRENDIZAGEM**

APÊNDICE B: ROTEIRO DE ENTREVISTAS

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1: Atividades de engenharia em projetos desenvolvidos em meados da década de 80: o nível de competências renovado	57
Quadro 6.2: Atividades de rotina de nível básico em ‘Gestão de Projetos’	59
Quadro 6.3: A modernização dos canais de comunicação: a criação de uma rede de computadores	63
Quadro 7.1: Mecanismos de aprendizagem para a implantação do PDMS	100
Quadro 7.2: Aquisição interna e externa de conhecimento no início dos anos 80	107
Quadro 7.3: O programa de qualidade total	110
Quadro 7.4: O desenvolvimento de soluções modulares para projetos	125
Quadro 7.5: Codificação de conhecimentos pela área de tecnologia e processos	127
Quadro 7.6: Visita a fábrica de Joutseno, na Finlândia e o desenvolvimento de soluções inovadoras em ‘Gestão de Projetos’	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Estrutura descritiva de competências tecnológicas	18
Tabela 3.2: Processos de aprendizagem em empresas em industrialização	28
Tabela 4.1: Faturamento do grupo Kvaerner por área de negócios (2000)	31
Tabela 4.2: Evolução da produção de celulose no Brasil (1950-2000)	33
Tabela 4.3: Produção de pastas celulósicas no Brasil (2000)	34
Tabela 4.4: Vendas de celulose nos mercados interno e externo, por empresa (1999)	34
Tabela 4.5: Volume total de celulose e pastas de mercado comercializado no mundo (1997-1999).....	35
Tabela 4.6: Evolução da produção de papel no Brasil (1950-2000).....	35
Tabela 4.7: Principais indústrias de papel instaladas no Brasil (1998).....	36
Tabela 4.8: Produção e consumo de bens de capital mecânicos no Brasil (1975-2000).....	38
Tabela 4.9: Principais produtos da Kvaerner Pulping.....	42
Tabela 5.1: Fontes de dados para coleta de evidências na empresa	46
Tabela 5.2: Relação dos participantes das entrevistas	47
Tabela 5.3: Projetos incluídos no estudo de caso	48
Tabela 5.4: Critério para avaliação da variedade de processos de aprendizagem	50
Tabela 5.5: Critério para avaliação da intensidade dos processos de aprendizagem	51
Tabela 5.6: Critério para avaliação da interação dos processos de aprendizagem	52
Tabela 6.1: Ganhos de produtividade em engenharia de instalações com o uso do PDMS em projetos realizados entre 1991 e 1995.....	78
Tabela 7.1: Contratação de especialistas para a área de engenharia de instalações.....	94
Tabela 7.2: Contratação de especialistas para engenharia de processo e os mecanismos utilizados para integração de conhecimento (1991-95).....	97
Tabela 7.3: Contratação de especialistas para assistência técnica e os mecanismos utilizados para integração de conhecimento (1990-95).....	98
Tabela 7.4: Objetivos estratégicos de gestão de recursos humanos (1995).....	111
Tabela 7.5: Integração entre processos de aprendizagem e o TQM	112
Tabela 7.6: Horas despendidas em treinamento (1992).....	114
Tabela 7.7: Visitas a fábricas no exterior.....	137

Tabela 7.8: Codificação e socialização de informações pela Intranet.....	139
Tabela 8.1: Velocidades de acumulação de competências tecnológicas na Kvaerner Pulp entre 1980 e 2000.....	143
Tabela 8.2: Principais processos de aprendizagem utilizados pela empresa (1980-2000).....	158
Tabela 8.3: Características-chaves dos processos de aprendizagem - variedade.....	160
Tabela 8.4: Características-chaves dos processos de aprendizagem - intensidade.....	162
Tabela 8.5: Características-chaves dos processos de aprendizagem - funcionamento.....	164
Tabela 8.6: Características-chaves dos processos de aprendizagem - interação ‘entre’ os processos.....	167
Tabela 8.7: Características-chaves dos processos de aprendizagem - interação ‘dentro’ dos processos.....	169

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Estrutura analítica da dissertação.....	29
Figura 4.1: Tecnologias da Kvaerner Pulping para fábricas de celulose.....	32
Figura 4.2: Instalações da Kvaerner no Brasil.....	41
Figura 6.1: Estrutura organizacional simplificada da Kamyr do Brasil (1985).....	54
Figura 6.2: Estrutura organizacional da divisão de engenharia no final da década de 80.....	58
Figura 6.3: Estrutura organizacional da empresa (1991)	67
Figura 6.4: Estrutura organizacional da empresa (1993)	68
Figura 6.5: Estrutura organizacional da diretoria técnica (1993).....	69
Figura 6.6: Estrutura da diretoria de administração de projetos da empresa (1993).....	72
Figura 6.7: Estrutura organizacional da empresa (1995)	75
Figura 6.8: Estrutura organizacional da empresa (1999)	82
Figura 7.1: Ferramentas modernas de engenharia para modelagem e experimentação	117
Figura 7.2: Soluções modulares para projetos - módulo de prensa lavadora	126
Figura 8.1: Acumulação de competências tecnológicas em ‘Engenharia de Sistemas’	145
Figura 8.2: Acumulação de competências tecnológicas em ‘Gestão de Projetos’	146
Figura 8.3: Acumulação de competências tecnológicas em ‘Processos e Práticas Operacionais’	147
Figura 8.4: Acumulação de competências tecnológicas em ‘Equipamentos de Processo’	148
Figura 8.5: Tempo (anos) de permanência em cada nível de competência tecnológica.....	149
Figura 8.6: Trajetórias de acumulação de competências tecnológicas (1980 a 2000).....	150
Figura 8.7: Síntese dos principais processos de aprendizagem utilizados pela empresa ao longo do tempo	154
Figura 8.8: Evolução da variedade de mecanismos de aprendizagem (1980 a 2000)	160
Figura 8.9: Exemplos de interações dos processos de aprendizagem com o mecanismo de contratação de especialistas	168
Figura 8.10: Número de interações ‘entre’ os processos de aprendizagem nos diferentes períodos	170
Figura 8.11: Número de interações ‘dentro’ dos processos de aprendizagem nos diferentes períodos	170

LISTA DE ABREVIATURAS

ASME	American Society of Mechanical Engineers
Bombas MC	Bombas para Média Consistência
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAC	Centro de Assistência ao Cliente
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CCQ's	Círculos de Controle de Qualidade
CQ	Controle de Qualidade
DCS	Document Control System
ECF	Elemental Chlorine Free
EPC	Engineering, Procurement and Construction
E&I	Elétrica e Instrumentação
ERP	Enterprise Resource Planning
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
JIT	Just in Time
KOP	Kvaerner Oilfield Products
LEI	Literatura de Empresas em Industrialização
LETF	Literatura de Empresas de Tecnologia de Fronteira
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MRP	Materials Requirement Planning
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PCS	Project Control System
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PDMS	3D Plant Design Management System
PEGS	Project Engineering System
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído
TCF	Total Chlorine Free
TQM	Total Quality Management
TIG	Technical Instruction Guidelines

SAC Sistema de Administração de Contratos

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Esta dissertação estuda a trajetória de acumulação de competências tecnológicas e o relacionamento entre a acumulação de competências e os processos subjacentes de aprendizagem. Este relacionamento foi examinado na empresa Kvaerner Pulping, em Curitiba/PR, no período compreendido entre 1980 e 2000. A empresa produz bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose.

Assim, por meio de um estudo de caso individual, procurou-se examinar as implicações dos processos de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas na empresa estudada. A importância deste tipo de estudo está relacionada ao fato de que é pela acumulação de competências tecnológicas que as firmas adquirem capacitação para desempenhar atividades inovadoras. Estas inovações podem variar desde adaptações e melhorias incrementais em processos e produtos existentes até o desenvolvimento de novos produtos, novos processos produtivos ou novas tecnologias que permitem a empresa explorar melhor mercados existentes ou novos mercados.

Num contexto de integração global, a acumulação de ‘competências’ ou ‘capacidades’ para selecionar, adaptar e/ou desenvolver tecnologias é fator crucial para o alcance e sustentação da posição competitiva das empresas (Figueiredo, 2001). Para manter-se competitivas, as empresas devem inovar continuamente (Nelson, 1991; Bell & Pavitt, 1995). As diferenças no desempenho das firmas podem ser interpretadas como uma implicação das diferenças na acumulação de competências tecnológicas (Dosi, 1988). Nesta dissertação, a trajetória de acumulação de competências tecnológicas na Kvaerner Pulping foi examinada à luz da estrutura proposta por Figueiredo (2001), adaptada de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995). Os processos de aprendizagem utilizados na empresa foram avaliados conforme a estrutura analítica desenvolvida em Figueiredo (2001). Esta estrutura discrimina os processos de aprendizagem em processos de aquisição e de conversão de conhecimento. A estrutura

permite ainda avaliar os processos de aprendizagem a partir das suas características-chaves (variedade, intensidade, funcionamento e interação) e suas implicações para a acumulação de competências tecnológicas.

Mediante a análise sistemática das evidências empíricas, utilizando-se as estruturas mencionadas acima, esta dissertação encontrou que a acumulação das competências pode ser associada aos esforços e investimentos implementados por meio de estratégias corporativas para a construção e acumulação do conhecimento em nível organizacional. Por outro lado, é necessário apontar que o desenvolvimento de capacitação inovadora da firma não resulta unicamente de seus esforços e investimentos: o desenvolvimento de capacitação tecnológica e o desempenho competitivo dependem de ampla gama de fatores internos e externos à firma (Lall, 1990; Kim, 1995, 1997; Figueiredo, 2001).

As questões sobre acumulação de competências tecnológicas e os processos de aprendizagem têm sido abordadas em duas tradições de pesquisa (Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001). A primeira delas, a literatura de empresas de tecnologia de fronteira, enfoca as empresas que operam em economias avançadas. O segundo corpo de literatura é aquele que trata das empresas atuantes em países de industrialização recente ou em desenvolvimento, a literatura de empresas em industrialização. Nas empresas de tecnologia de fronteira as competências inovadoras já existem; devem, portanto, ser renovadas ou mantidas. Por outro lado, as empresas 'em industrialização' entram em novos negócios baseados em tecnologias adquiridas de outros países e devem construir sua base tecnológica (Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001).

Na literatura de empresas em industrialização (LEI), a maioria dos estudos enfocou a descrição das trajetórias de acumulação, mas não o relacionamento entre estas e os processos de aprendizagem (Figueiredo, 2001). Exceções são os trabalhos de Kim (1995; 1997), Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001). Além disso, são poucos os trabalhos que sistematizam evidências sobre as dimensões organizacionais das competências tecnológicas e dos processos subjacentes de aprendizagem em empresas industriais no Brasil (Figueiredo, 2000). Ainda mais escassos são os trabalhos que versam especificamente sobre empresas do setor de bens de capital. Este trabalho pretende contribuir para o preenchimento destas duas lacunas.

1.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO

O tema desta dissertação será investigado a partir das seguintes questões:

- (i) Como se desenvolveu a trajetória de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping no Brasil, durante o período de 1980 a 2000, relativas às atividades para o desenvolvimento, execução e implantação de projetos industriais para a indústria de celulose?
- (ii) Até que ponto os processos de aprendizagem influenciaram o modo e a velocidade de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping durante o período acima?

1.2 METODOLOGIA

O método utilizado foi o de estudo de caso individual. Este método é apontado como o mais apropriado para estudos centrados em questões do tipo ‘como’ e ‘porque’. Estas questões explanatórias tratam de aspectos operacionais que devem ser descritos ao longo do tempo, e não tratados como meras freqüências ou incidências (Yin, 1994).

A unidade de análise do estudo de caso é a trajetória de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping, localizada em Curitiba/PR. A empresa produz bens de capital sob encomenda para fábricas de celulose, e está instalada e em operação no Brasil desde a década de 70. O mercado para o qual a empresa fornece seus equipamentos e sistemas é formado por poucas empresas, notadamente as grandes produtoras de celulose instaladas no Brasil. Seu foco principal de negócios é o fornecimento de plantas industriais para as fábricas de celulose em regime EPC (*Engineering, Procurement, Construction*), ou seja, o desenvolvimento e implantação de projetos industriais desde a fase da engenharia conceitual até a partida da planta. Suas principais concorrentes são empresas multinacionais.

A escolha da Kvaerner para esta dissertação relaciona-se primeiramente ao ambiente dinâmico em que a indústria opera. Isto significa que a capacidade em inovar e desenvolver soluções específicas para cada projeto tem importância decisiva para a sobrevivência e o desempenho competitivo da empresa. Desta forma, a empresa proporciona grande leque de informações e evidências empíricas, que podem ser examinadas e interpretadas nesta dissertação. Outra razão que influenciou esta escolha refere-se à relevância sócio-econômica e ao potencial de crescimento do setor de celulose e papel no Brasil: com uma produção de aproximadamente 7,5 milhões de toneladas por ano, o Brasil ocupava em 2000 a 7ª posição mundial na produção de celulose, segundo dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA).

Além disso, a seleção desta empresa para o estudo de caso individual contribui para a expansão da generalização analítica da teoria de que esta dissertação faz uso, uma vez que, para este tipo de empresa, são poucos os estudos desta natureza na literatura e as estruturas analíticas de competências tecnológicas e de processos de aprendizagem aqui utilizadas ainda não foram testadas.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em 8 capítulos, além deste Capítulo 1, introdutório.

Capítulo 2 – Antecedentes na Literatura: Uma Breve Revisão. O objetivo deste capítulo é o de posicionar e contextualizar este estudo quanto à literatura que versa sobre o mesmo tema ou assuntos correlatos.

Capítulo 3 – Estruturas Conceituais e Analíticas. Este capítulo apresenta os conceitos básicos da dissertação, esclarecendo por que estes conceitos (termos, definições) são usados. Além disto, o capítulo explica a razão ou a importância de dissertar sobre o relacionamento entre as questões da dissertação, ou seja, por que os processos de aprendizagem são importantes para a acumulação de competências tecnológicas. São ainda apresentadas as estruturas analíticas utilizadas para o estudo de caso.

Capítulo 4 – A Kvaerner Pulping e o Mercado de Bens de Capital para a Indústria de Celulose no Brasil. O capítulo faz inicialmente uma breve caracterização do grupo Kvaerner e de suas áreas de atuação no mundo. A seguir, apresenta-se o mercado de atuação da empresa e, na parte final do capítulo, apontam-se aspectos relacionados à atuação da empresa no Brasil, como seus principais produtos e concorrentes.

Capítulo 5 – Desenho e Métodos da Dissertação. Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para a realização desta dissertação. Em outras palavras, explicita-se a lógica que liga as informações coletadas (e os procedimentos de análise destas informações) às questões iniciais do estudo.

Capítulo 6 – Acumulação de Competências Tecnológicas na Kvaerner Pulping (1980 – 2000). Descreve a trajetória de acumulação de competências para as diferentes funções examinadas nesta dissertação. As evidências empíricas são organizadas sistematicamente à luz da ferramenta metodológica usada nesta dissertação: a estrutura para descrição das competências tecnológicas.

Capítulo 7 – Os Processos de Aprendizagem na Kvaerner Pulping. Neste capítulo são examinados os processos de aprendizagem utilizados na empresa, subjacentes à trajetória de acumulação de competências tecnológicas.

Capítulo 8 – Análise e Discussões. Análise dos dados e verificação da implicação dos processos de aprendizagem na trajetória e na taxa de acumulação de competências tecnológicas.

Capítulo 9 – Conclusão. Apresentação dos resultados finais e contribuições desta pesquisa. São ainda discutidas as implicações desta pesquisa para a gestão de empresas de bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose e apresentadas sugestões para dissertações futuras.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES NA LITERATURA: UMA BREVE REVISÃO

Este capítulo apresenta uma breve revisão dos estudos empíricos referentes à acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem, principalmente aqueles relativos à indústria de bens de capital. Estudos desenvolvidos a partir da década de 1990, como os de Kim (1995, 1997), Dutrénit (2000), Ariffin (2000) e Figueiredo (2001), buscaram explicar como os processos de aprendizagem influenciam as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas no nível das firmas.

Especificamente no Brasil, a grande maioria dos estudos produzidos sobre capacitação tecnológica e inovação industrial utilizou tratamentos metodológicos distintos do utilizado nesta dissertação. Um conjunto de estudos é aquele que analisa a construção de competências e a gestão da inovação baseada na abordagem dos sistemas de inovação, que se preocupa principalmente com as interações e cooperação entre empresas e instituições para o aprendizado e inovação. Entre estes se encontram aqueles desenvolvidos pelo Grupo de Economia da Inovação (GEI/UFRJ), pelo Núcleo de Economia Industrial e de Tecnologia (NEIT/UNICAMP) e outras instituições de pesquisa (por exemplo, Villaschi Filho, 1998; Souza e Garcia, 1998; Scatolin et al., 1999; Cassiolato, Lastres e Szapiro, 2000). Trabalhos produzidos pelo Núcleo de Política e Gestão Tecnológica (PGT/USP) examinaram a construção de capacitação tecnológica associada a estrutura de mercado e a perspectiva da organização da produção (Vermulm, 1993; Abraham, 1999; Terra, 1999; Passos, 2001).

2.1 ESTUDOS EMPÍRICOS SOBRE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS E OS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM

Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001) apontam que dois grandes projetos formaram a base para a evolução dos estudos na literatura das empresas em industrialização. O primeiro deles foi o programa de pesquisa em ciência e tecnologia do IDB/ECLA/UNDP/IDRC, que incluiu

estudos em seis países da América Latina parcialmente sumariados em Katz (1987). O segundo foi o programa de pesquisa em ‘Aquisição de Capacitação Tecnológica’, financiado pelo Banco Mundial e dirigido por Dahlman e Westphal, incluiu uma série de estudos realizados em empresas da Índia, Coréia do Sul, Brasil e México.

A partir da década de 80, as empresas da América Latina passaram por um processo de reestruturação do trabalho e dos processos de produção (Katz, 1994). Com a gradual desregulamentação dos mercados e o fim da política de substituição de importações, as empresas da América Latina começaram a enfrentar maior competição externa. Neste contexto emergiu uma nova categoria de estudos produzidos sob a ‘perspectiva da organização da produção’ (Figueiredo, 2001). Estes trabalhos, voltados à implantação e à utilização de princípios e técnicas organizacionais como o *Just-in-Time* (JIT) o *Total Quality Control and Management* (TQC/M), exploraram apenas um ponto no tempo, abordando as técnicas organizacionais como técnicas ‘dadas’ (Figueiredo, 2001).

Foi somente a partir de meados da década de 1990 que surgiram novos estudos que consideram uma perspectiva ampla de competências tecnológicas. Estes trabalhos enfocaram as dimensões organizacionais e gerenciais das competências tecnológicas e as implicações dos processos de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas e no desempenho das firmas. Dentro desta perspectiva Tremblay (1997, 1998), por exemplo, estudou empresas produtoras de celulose e papel do Canadá e da Índia, encontrando forte correlação entre o crescimento da produtividade das firmas e a capacitação tecnológica incorporada em sistemas organizacionais. Deste modo, as perspectivas que definiam a acumulação de competências nas firmas de modo restrito, ou seja, incorporada apenas nos indivíduos e não nos sistemas organizacionais, como em Pack (1987) e Enos (1991), foram definitivamente superadas.

Os estudos de Kim (1995, 1997), Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001) também consideraram esta perspectiva abrangente da acumulação de competências tecnológica. Kim (1995, 1997) desenvolveu estudos de caso, retratando experiências bem sucedidas na indústria automobilística e eletrônica da Coréia do Sul. Kim explorou também o papel da liderança na construção do conhecimento através da construção de crises, úteis para a intensificação dos

esforços de aprendizagem. Kim (2000) propôs uma estrutura para a análise do desenvolvimento de capacitação tecnológica e ressaltou a importância de políticas governamentais para a aceleração da aprendizagem tecnológica nos países em desenvolvimento.

Dutrénit (2000) reconstruiu a trajetória de acumulação de competências tecnológicas em uma indústria de vidro do México. Neste trabalho foram enfocados principalmente os problemas encontrados pela empresa para desenvolver uma base de conhecimentos que possibilitasse a construção e a acumulação de competências tecnológicas a longo prazo. As principais razões que limitaram o desenvolvimento da capacitação da empresa para ela pudesse atingir a fronteira tecnológica foram relacionadas a (i) limitada conversão de conhecimento individual em organizacional devido ao fraco processo de codificação e compartilhamento de informação; (ii) falta de coordenação dos processos de aprendizagem; (iii) dificuldades para integrar o conhecimento internamente, através das fronteiras organizacionais e (iv) instabilidade do processo de criação do conhecimento. Em outras palavras, Dutrénit sugere que os processos de aprendizagem intrafirma tiveram um papel crucial na trajetória de acumulação de competências tecnológicas na empresa.

Figueiredo (2001) reconstruiu as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas e analisou os processos subjacentes de aprendizagem em um estudo de caso comparativo em duas empresas de aço do Brasil. Ao explorar as razões em *como e por que* as firmas diferem no modo e velocidade em que acumulam competências tecnológicas, o estudo demonstrou que a diferença nas trajetórias de acumulação de competências tecnológicas das duas empresas estava fortemente associada às características dos processos subjacentes de aprendizagem e que a taxa de acumulação de competências tecnológicas desempenha papel fundamental para o desempenho operacional das firmas. Este estudo difere de estudos anteriores, como os de Kim (1995, 1997) e Dutrénit (2000), pois estes foram baseados em estudos de caso individuais. Além do mais, Kim (1997a) parece ter dado maior importância às condições externas do que aos processos de aprendizagem intrafirma (Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001).

Questões sobre a acumulação de competências tecnológicas na indústria de bens de capital têm sido abordadas em vários estudos, que adotaram diferentes perspectivas. Nakaoka (1993) descreveu casos de sucesso de firmas de bens de capital que adquiriram capacitação em ‘saltos tecnológicos’ na Coreia, Japão e Tailândia. O desenvolvimento da indústria de bens de capital no Japão notadamente para a indústria têxtil e a transferência tecnológica (diversificação) para a indústria automobilística ainda emergente naquele país no início do século XX foram analisados por Nakaoka (1994) e Mass & Robertson (1996). Estes estudos enfatizam o papel do mercado doméstico e das estratégias relacionadas à inserção das empresas no mercado global nos processos de aprendizagem e acumulação de capacitação tecnológica. Em contraste com os estudos de Kim (1995, 1997), Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001), estes trabalhos focalizaram a acumulação de ‘estoques’ de conhecimento tecnológico, dando pouca atenção aos aspectos organizacionais que contribuem para os processos de aprendizagem e de capacitação tecnológica. Mohan Babu (1999) também adotou uma perspectiva ampla para estudar grande número de empresas do setor de bens de capital da Índia. Neste trabalho, o desempenho tecnológico das firmas foi desagregado em quatro componentes: aquisição, implementação, utilização e criação de tecnologia. O autor então analisou e identificou o relacionamento entre diversas variáveis do ambiente interno e externo às firmas e os diferentes componentes do desempenho tecnológico; entretanto este trabalho não reconstruiu as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas das firmas estudadas.

Vale lembrar que os trabalhos de Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001) também analisaram a indústria de bens de capital, como uma das funções tecnológicas incorporadas em seus trabalhos. Dutrénit, por exemplo, descreveu a formação e o desenvolvimento da divisão de bens de capital (FAMA) da Vitro Glass Containers (VGG). A instabilidade do processo de criação e acumulação de conhecimento na VCG estava relacionada à dualidade de estratégias para o desenvolvimento de tecnologia na divisão de bens de capital grupo, que variou entre a independência tecnológica ou de *fast follower*. Figueiredo estudou a acumulação de capacitação tecnológica na USIMEC e na COBRAPI, empresas de bens de capital criadas pelas siderúrgicas USIMINAS e CSN, respectivamente. Esta dissertação utiliza a mesma abordagem destes autores, ou seja, examina a trajetória de acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem dentro de uma perspectiva ampla.

Teubal (1987) procurou explicar a evolução das exportações brasileiras de bens de capital entre 1970 e 1980 em termos de duas variáveis: (i) a acumulação de capacitação tecnológica e (ii) fatores externos (os subsídios governamentais). Teubal concluiu que a expansão das exportações não poderia ser justificada pelos subsídios governamentais, sugerindo que o desempenho do setor era mais bem explicado pelos esforços de aprendizagem e a acumulação de capacitação nas empresas; entretanto os processos de aprendizagem utilizados pelas empresas e o modo como estes funcionaram ao longo do tempo foram descritos de forma superficial. Neste trabalho, o relacionamento entre a capacitação tecnológica e o desempenho competitivo não foi estabelecido de forma robusta, porque a construção da capacitação foi analisada individualmente para cada uma das oito indústrias analisadas, mas os dados de desempenho utilizados são setoriais. Também na área de bens de capital, Passos (1996), analisou a capacitação tecnológica da indústria de máquinas ferramenta do Rio Grande do Sul e sua relação com estratégias empresariais e o desempenho das firmas no mercado. Entretanto, este trabalho definiu a acumulação de competências nas firmas de modo restrito, ou seja, como um estoque de conhecimentos e habilidades incorporado nos indivíduos e não nos sistemas organizacionais.

Outro conjunto de estudos analisou a indústria de bens de capital no Brasil sob uma perspectiva histórica, objetivando a proposição de estratégias de desenvolvimento industrial ou setorial. Neste conjunto incluem-se trabalhos produzidos por Vermulm (1995), para o PADCT II, e por Valença (2001), para o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Resende (1994), sobre a indústria de bens de capital de Minas Gerais, por exemplo. O trabalho de Valença enfocou a indústria de máquinas e equipamentos para o setor de celulose e papel; no entanto neste trabalho, as perspectivas e as vantagens competitivas desta indústria são invariavelmente condicionadas a fatores externos à firma, como, por exemplo, a oferta interna de aço, a demanda interna por equipamentos e a legislação trabalhista. A acumulação de capacitação tecnológica não é considerada ou sequer mencionada. O autor ainda aponta, neste trabalho: “Com raras exceções, os produtores de bens de capital para esta indústria no Brasil são controlados por multinacionais e delas dependentes em relação à tecnologia” (Valença, 2001, p.98); portanto este estudo parece

utilizar uma perspectiva polarizada de capacitação tecnológica, na qual o desenvolvimento da tecnologia estaria confinado aos laboratórios e às atividades de P&D.

O estudo de Vermulm (1995) examina o setor de bens de capital no Brasil durante as décadas de 70, 80 e início dos anos 90. Vermulm sugere que nos anos 70, a atuação do estado foi decisiva para a expansão da indústria brasileira de bens de capital, por meio de vários instrumentos de política industrial. Por outro lado, observou que esta política mudou de orientação ao longo dos anos 80 e, principalmente, nos anos 90, exercendo forte pressão sobre o setor. Apesar de reconhecer a importância do desenvolvimento de capacitação tecnológica no nível da firma, este autor condicionou à inibição do desenvolvimento das atividades tecnológicas prioritariamente às características estruturais do setor e a política industrial, tecnológica e macroeconômica do país.

O ‘Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira’, realizado para o MCT/FINEP/PADCT, analisou a competitividade do complexo ‘celulose, papel e gráfica’, para propor políticas empresariais e não-empresariais que visavam a ampliar e consolidar a posição competitiva deste setor no cenário internacional. Em um dos trabalhos realizados para este estudo, Jorge (1993) destacou a presença das empresas líderes mundiais em tecnologia e equipamentos para a indústria de celulose e papel no Brasil, apontando: “...apesar do alto grau de nacionalização das máquinas, os fornecedores de equipamentos para a indústria de celulose e papel realizam pouco desenvolvimento de processos ou projetos de engenharia no país”. Mais adiante, Jorge ressaltou: “... a interação das empresas produtoras de celulose e papel do país com o setor de bens de capital têm resultado em melhoramentos marginais do processo produtivo, e não em desenvolvimento conjunto da tecnologia”. Estas argumentações parecem estar baseadas em uma perspectiva linear de inovação ou capacitação tecnológica. Em outras palavras, em uma perspectiva que considera dois extremos para os níveis de atividades desenvolvidas pelas firmas - básica ou avançada (baseada em P&D), dando menor importância às melhorias incrementais e adaptações em equipamentos e processos, ou seja, aos estágios intermediários das atividades inovadoras (ver, por exemplo, Hollander, 1965; Dahlman, Ross-Larsson e Westphal, 1987; Bell & Pavitt, 1993).

Em outro trabalho para o ‘Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira’, Bell & Cassiolato (1993) apontaram que durante o período de substituição de importações, nas décadas de 60 e 70, a implantação de indústrias de tecnologia madura no Brasil (entre elas a de celulose e papel) ocorreu num ambiente que requeria esforços limitados de acumulação de capacitação tecnológica; entretanto assinalaram que, nos anos 80, o ‘ambiente tecnológico internacional’ em que estas indústrias operavam mudou drasticamente, com a intensificação das mudanças tecnológicas, quando estas indústrias foram rejuvenescidas: (i) por mudanças radicais; (ii) ainda mais freqüentemente, pela intensificação de mudanças incrementais ou (iii) pela combinação de ambas. O grande desafio para a indústria nacional seria, então, o de se manter competitiva neste cenário em que as mudanças tecnológicas, radicais e incrementais, passaram a ocorrer com maior rapidez.

Assim, são poucos os estudos empíricos de longo prazo que examinam, em nível adequado de profundidade a indústria de bens de capital sob a ótica da capacitação tecnológica no nível da firma. Ao analisar o relacionamento entre a acumulação de competências tecnológicas e os processos de aprendizagem numa indústria explorada com pouca profundidade pela literatura, esta dissertação poderá contribuir para a confirmar a aplicabilidade das estruturas analíticas aqui utilizadas para empresas de bens de capital sob encomenda para a indústria de celulose. Além disso, esta dissertação poderá acumular evidências que possam contribuir para a aceleração da velocidade de acumulação de competências tecnológicas neste tipo de indústria.

CAPÍTULO 3

ESTRUTURAS CONCEITUAIS E ANALÍTICAS

Este capítulo apresenta os conceitos básicos e as estruturas analíticas à luz das quais as evidências empíricas da empresa em estudo foram analisadas. O capítulo está organizado em quatro seções. A Seção 3.1 revisa alguns dos conceitos de competência tecnológica e as abordagens conceituais para trajetórias de acumulação de competências tecnológicas. A Seção 3.2 apresenta a estrutura para descrever a trajetória de competências tecnológicas utilizada nesta dissertação. Na Seção 3.3 discute-se o conceito de aprendizagem tecnológica. A estrutura para descrição dos processos de aprendizagem empregada neste estudo é apresentada na Seção 3.4.

3.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

A acumulação de competências tecnológicas é fator crítico para o desempenho competitivo de empresas. Esse fator é ainda mais crítico para empresas atuantes em economias em industrialização ou ‘empresas em industrialização’ (Figueiredo, 2001). Enquanto nas empresas da fronteira tecnológica as competências tecnológicas inovadoras já existem, as empresas em industrialização precisam construir e acumular suas próprias competências tecnológicas para se aproximar da fronteira tecnológica, ou seja, elas têm de se engajar num processo de aprendizagem tecnológica.

Competência tecnológica tem sido definida de diversas maneiras. Diversas proposições para a conceituação de competências tecnológicas como as propostas em Katz (1972), Bell (1984), Scott-Kemmis e Bell, (1985), Scott-Kemmis, (1988), Lall (1982, 1987), Dahlman e Westphal (1982), Westphal, Kim e Dahlman (1984), Kim (1997), Pack (1987) e Enos (1991), Bell & Pavitt (1993; 1995) foram discutidas e utilizadas em trabalhos anteriores como em Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001).

Neste trabalho, foi empregado o conceito proposto por Bell & Pavitt (1993, 1995); portanto a ‘competência tecnológica’ é aqui definida como os recursos necessários para gerar e gerenciar a mudança tecnológica. Estes recursos estão incorporados em indivíduos e sistemas organizacionais (Bell & Pavitt, 1993; 1995). Esta definição foi utilizada porque seu sentido é abrangente o suficiente para descrever trajetórias de acumulação tecnológica incluindo as dimensões técnica e organizacional das firmas. Além disso, a definição está contextualizada para as características de empresas em industrialização. Esta definição foi utilizada em trabalhos anteriores como, por exemplo, em Ariffin (2000) e Figueiredo (2001).

A mudança tecnológica no nível da firma é definida como processo contínuo para absorver ou criar conhecimento tecnológico, determinado por fatores externos à firma e pela acumulação de habilidades e conhecimento intrafirma (Lall, 1992).

3.1.1 DISTINÇÃO ENTRE ‘COMPETÊNCIAS DE ROTINA’ E ‘COMPETÊNCIAS INOVADORAS’

Este trabalho adota a abordagem que diferencia a capacidade de produção da capacitação inovadora (Bell & Pavitt 1993, 1995; Lall 1992). O conceito capacidade de produção está relacionado às competências de rotina, que são os recursos para produzir bens e serviços em determinado nível de eficiência, usando-se uma combinação de fatores: habilidades, equipamentos, especificações de produtos e de produção, sistemas e métodos organizacionais. Por outro lado, a capacitação tecnológica inovadora incorpora recursos adicionais e distintos para gerar e gerenciar a mudança tecnológica (Bell & Pavitt, 1993).

Bell et al. (1984) observaram ainda que para a empresa em industrialização, que começa a operar na circunstância de não ser competitiva no mercado mundial (a chamada ‘infância industrial’), a acumulação de competências tecnológicas é questão básica para alcançar a ‘maturidade industrial’ e assim tornar-se e permanecer competitiva no mercado mundial; portanto, antes de alcançar a maturidade, o nível de competência ou de capacitação tecnológica nas várias funções tecnológicas pode variar em diferentes níveis (Lall, 1994).

É por meio da aceleração da taxa de acumulação de competências tecnológicas que as empresas em industrialização conseguem aproximar-se e/ou alcançar a fronteira tecnológica em constante mudança (Figueiredo, 2000). A taxa ou velocidade de acumulação destas competências é medida pelo número de anos que a empresa levou para alcançar certo nível de competência tecnológica. Em outras palavras, trata-se do número de anos desde a data em que iniciou a desenvolver atividades em um determinado nível de competência, até a data em que iniciou a desenvolver atividades em um outro nível (Ariffin, 2000; Figueiredo 2001).

3.2 ESTRUTURA PARA DESCREVER A TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Bell & Pavitt (1995), baseando-se em Lall (1992), caracterizaram as competências tecnológicas das firmas em uma estrutura matricial, que dispõe as funções tecnológicas em colunas e o grau de complexidade ou dificuldade por linhas. Esta estrutura enfatiza a diferenciação entre as competências básicas de produção (ou competências de rotina) e as competências tecnológicas inovadoras. Nesta estrutura, as competências inovadoras são ainda classificadas em três níveis, conforme o tipo de contribuição proporcionado para a mudança tecnológica: (i) básico; (ii) intermediário e (iii) avançado.

Existem, no entanto, outras estruturas disponíveis na literatura, como a proposta por Hobday (1995; 1996), por exemplo. Esta estrutura diferencia níveis de atividades desde as básicas de produção até as atividades de P&D; entretanto esta estrutura não permite uma análise abrangente e detalhada dos níveis de competência, ao longo do tempo. Outra estrutura é aquela proposta por Kim (1997a, 2000), na qual as competências se desenvolvem em diferentes estágios: *duplicative-imitation*, *creative-imitation* e *innovation*; porém, como aponta Figueiredo (2001), esta estrutura é mais adequada para estudar a acumulação de competências tecnológicas para a função ‘produtos’. Estatísticas sobre gastos em P&D e número de patentes também têm sido utilizadas como *proxies* para as atividades tecnológicas inovadoras; porém este tipo de indicador é inadequado para explicar a dinâmica destas atividades em empresas em industrialização (Ariffin, 2000; Cassiolato e Lastres, 2000).

Assim, a estrutura proposta por Bell&Pavitt é particularmente interessante para descrever a trajetória de acumulação de competências tecnológicas de firmas em industrialização ao permitir uma diferenciação apurada entre os níveis ou graus de competência tecnológica para diferentes funções tecnológicas (Ariffin, 2000; Figueiredo, 2001). Em outras palavras, a estrutura proporciona uma base para a descrição da trajetória de desenvolvimento tecnológico desde um nível básico, onde estão presentes apenas as competências de rotina, até níveis de competências tecnológicas inovadoras com diferentes graus de complexidade e escopo para as várias funções tecnológicas. Os níveis de competência são determinados pelas atividades que a firma se torna capaz de fazer em diferentes pontos no tempo.

A estrutura utilizada nesta dissertação é apresentada na Tabela 3.1. Esta estrutura baseia-se na desenvolvida em Figueiredo (2001) para indústrias de aço, e foi adaptada para as características tecnológicas de firmas produtoras de bens de capital para a indústria de celulose. A estrutura distingue entre três diferentes tipos de funções tecnológicas (as colunas na Tabela 3.1) através das quais as firmas desenvolvem suas competências, avançando sucessivamente dos níveis mais baixos para os níveis mais altos de dificuldade ou complexidade (as linhas da Tabela 3.1). As funções tecnológicas analisadas foram: (i) ‘atividades de engenharia e gestão de projetos’; (ii) ‘processos e práticas operacionais’ e (iii) ‘equipamentos de processo’. Para que a trajetória de acumulação de competências tecnológicas pudesse ser determinada com mais detalhes, a função ‘atividades de engenharia e gestão de projetos’ foi aqui desagregada em ‘engenharia de sistemas’ e ‘gestão de projetos’.

3.3 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA PARA AS FUNÇÕES TECNOLÓGICAS

Os níveis de competência para as várias funções tecnológicas são dispostos em sete níveis. Para a função ‘atividades de engenharia e gestão de projetos’, as competências de rotina são desagregadas em quatro níveis e as inovadoras em três. Para as funções ‘processos e práticas operacionais’ e ‘equipamentos de processo’, são três os níveis de competências de rotina e quatro os que distinguem competências inovadoras. Embora as atividades de P&D para o desenvolvimento de novos equipamentos ou processos possa ser menos aplicável para subsidiárias de empresas transnacionais localizadas em países em industrialização, a inclusão

destas proporciona uma perspectiva global às atividades tecnológicas desenvolvidas por este tipo de firma.

Tabela 3.1: Estrutura descritiva de competências tecnológicas

Níveis de Competência	Função Tecnológica			
	Atividades de Engenharia e Gestão de Projetos		Processos e Práticas Operacionais	Equipamentos de Processo
	Engenharia de Sistemas	Gestão de Projetos		
ATIVIDADES DE ROTINA				
Nível 1 Básico	Engenharia conceitual e básica fornecida pela matriz. Engenharia de detalhamento para instalação de equipamentos isolados e máquinas simples.	Coordenação de projetos simples. Entregas ex-works/FOB de máquinas e equipamentos ou sistemas simples.	Uso de ferramentas convencionais de engenharia e projetos (inclusive CAE/CAD). Controle de qualidade (CQ) de rotina.	Replicação de especificações dadas: atuação como 'posto avançado' da matriz. CQ de rotina para manter especificações e padrões existentes.
Nível 2 Renovado	Engenharia de detalhamento de sistemas mecânicos (ex. tubulações p/ interligação, estruturas suporte, plataformas de acesso e operação). Dimensionamento e seleção de equipamentos auxiliares (ex. bombas, ventiladores, tanques).	Coordenação e montagem mecânica de projetos simples. Assistência técnica para supervisão, comissionamento, partida e treinamento sob assistência externa.	Sistema de controle de documentos para rastreamento e identificação de <i>status</i> de desenhos, especificações e outros documentos utilizados em um determinado projeto. Obtenção de certificação internacional (ex. ASME, ISO 9002).	Detalhamento mecânico de equipamentos a partir de dimensionamento básico fornecido pela matriz, utilizando equivalência de materiais. Obtenção de certificação internacional (ex. ASME, ISO 9002)
Nível 3 Extrabásico	Definição e execução de layout de plantas industriais (locação de equipamentos de processo e auxiliares, plataformas em uma área dada). Engenharia para sistemas auxiliares de tecnologia não-proprietária simples (ex.: sistemas de óleo, preparo de químicos etc).	Planejamento e coordenação de projetos de implantação de sistemas mecânicos e plantas de pequeno/médio porte. Elaboração e controle do cronograma de implantação de projetos. Provisão intermitente de supervisão de montagem.	Uso de canais de comunicação eficientes em redes compartilhadas (NETWARE/WINDOWS NT: <i>Corporate Server</i>). Sistemas corporativos para integração de informações e dados (Sistemas para Administração de Contratos, Controle de Documentos, ERP).	Dimensionamento básico de equipamentos principais de processo, utilizando instruções técnicas dadas.
ATIVIDADES INOVADORAS				
Nível 4 Pré-intermediário	Engenharia de detalhamento completa de instalações industriais (estruturas e plataformas, tubulações, elétrica e instrumentação). Estudos de viabilidade para novas plantas e de desgargalamento em fábricas existentes.	Gestão de projetos de médio porte, multidisciplinares, envolvendo sistemas mecânicos, Engenharia de aquisição (procura, compra, diligenciamiento e inspeção). Qualificação e desenvolvimento de fornecedores locais. Provisão de supervisão de montagem.	Novas técnicas organizacionais (ex. TQC/M). Certificação ISO 9001. Gestão estratégica da qualidade. Desenvolvimento e uso de ferramentas avançadas, ligadas a bancos de dados, para engenharia de processo (ex. PEGS) e projeto tridimensional de instalações industriais (ex. PDMS).	Adaptação de projetos e especificações em função de materiais, condições de produção ou características do mercado local (<i>tropicalização</i>). Desenvolvimento e projeto de componentes não críticos para as funções do produto.
ATIVIDADES INOVADORAS				
Nível 5 Intermidiário	Desenvolvimento de eng. básica de processo para implantação de sistemas e plantas industriais p/ produção de celulose. Avaliação e seleção de tecnologias para sistemas auxiliares complexos (ex. unidade de geração de ozônio).	Implantação de projetos complexos, de grande porte (por exemplo, projetos em regime EPC mecânico). Provisão de assistência técnica para supervisão, comissionamento, partida e treinamento sob assistência (parcial) externa.	Transformação contínua das rotinas para gestão de projetos, envolvendo re-engenharia dos processos. Desenvolvimento de normas e padrões de projeto próprios. Execução de projetos envolvendo práticas de engenharia global e engenharia simultânea.	Aprimoramentos sistemáticos em equipamentos e especificações dadas. Projeto de componentes críticos e partes de máquinas e equipamentos.
Nível 6 Intermediário-superior	Desenvolvimento de soluções inovadoras em engenharia de instalações para projetos (ex. soluções modulares). Desenvolvimento de engenharia conceitual (definições básicas de projeto, inclusive testes em laboratório) e engenharia básica de processo	Gestão de grandes projetos em regime EPC completo (incluindo automação, E&I) para fábricas novas ou expansões importantes em fábricas existentes. Provisão integral e sistemática de serviços de assistência técnica, inclusive no exterior.	Sistemas avançados para gestão de projetos com integração entre sistemas operacionais e corporativos (ex. PCS). Desenvolvimento de ferramentas avançadas de engenharia.	Desenvolvimento de novos equipamentos em trabalho compartilhado com a matriz e/ou clientes. Desenvolvimento e seleção de novos materiais a partir de ensaios mecânicos, de durabilidade, e físico-químicos.
Nível 7 Avançado	Centro de tecnologia (referência mundial) para desenvolvimento de novos conceitos para projetos industriais, com ou sem P&D.	Gestão de projetos de classe mundial, para entrega de fábricas completas (greenfield) em regime EPC.	Desenvolvimento de novos processos via engenharia e P&D. Centro de inovação e referência em processos de gestão de projetos.	Desenvolvimento completo de novos equipamentos e sistemas via P&D.

Notas:
 FOB: Free on Board
 E&I: Elétrica e Instrumentação
 EPC: Engineering, Procurement, Construction

CAE/CAD: Computer Aided Engineering; Computer Aided Design
 ASME: American Society of Mechanical Engineers
 ERP: Enterprise Resource Planning

TQC/M: Total Quality Control/Management
 PDMS: Plant Design Manager System
 PEGS: Project engineering System
 PCS: Project Control System

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2001); elaboração própria baseada em pesquisa

Apesar de esta estrutura apresentar a competência tecnológica em níveis, não se deve presumir que as firmas necessariamente construam sua capacitação linearmente, nesta seqüência (Bell & Pavitt, 1995; Ariffin, 2000).

A seguir são descritos os diversos níveis que diferenciam a acumulação de competências para as diversas funções tecnológicas estudadas.

A função tecnológica ‘atividades de engenharia e gestão de projetos’ reflete: a) a capacidade da empresa em definir o espectro e o conteúdo tecnológico de sistemas a serem construídos e b) a capacidade de gerenciar a implantação de projetos. Esta função tecnológica pode ser associada à função ‘investimentos’ como em Dahlman e Westphal (1982), Lall (1992), Bell & Pavitt (1995) e Figueiredo (2001).

3.3.1 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM ENGENHARIA DE SISTEMAS

Para a função ‘engenharia de sistemas’, as competências de rotina são divididas em quatro níveis:

1. Básico: a firma recebe a engenharia básica da matriz e, a partir daí, executa a engenharia de detalhamento para a instalação de equipamentos ou máquinas simples.
2. Renovado: desenvolvimento de atividades de engenharia para sistemas mecânicos, ou seja, engenharia de detalhamento para tubulações de interligação (entre os equipamentos de processo, equipamentos auxiliares e tanques), plataformas de acesso e operação; entretanto, a firma não dispõe ainda de capacitação para selecionar e especificar materiais e projetar o *layout* da instalação.
3. Extrabásico: neste nível, a firma adquire capacitação para desenvolver o *layout* das instalações, ou seja, a locação de equipamentos principais de processo, equipamentos auxiliares, plataformas de acesso e operação.
4. Pré-intermediário: capacitação para desenvolver engenharia de detalhamento para outras disciplinas, como elétrica e instrumentação. Em outras palavras, desempenha atividades de rotina de maior complexidade.

A partir do nível pré-intermediário, a firma passa a desenvolver atividades inovadoras, de complexidade crescente (níveis 5 a 7):

5. Intermediário: corresponde à capacitação para desenvolver engenharia básica de processo para sistemas e plantas industriais para a fabricação de celulose. A engenharia básica compreende: dimensionamento básico dos equipamentos; definição de materiais de construção; malhas de instrumentação e controle; lista de motores; diagramas de intertravamento; dimensionamento básico de tubulações (ex. materiais e diâmetros); filosofia de controle para automação etc. Estas atividades denotam competências para adequar ou mudar a tecnologia. Além disso, no nível intermediário a firma possui capacitação para avaliar e selecionar sistemas auxiliares complexos.
6. Intermediário superior: caracterizado pelo acúmulo de capacitação para definir a engenharia conceitual de projetos. A diferenciação entre engenharia conceitual e básica é importante para o entendimento e construção da estrutura. A engenharia conceitual define aspectos globais da fábrica e os processos e tecnologias a serem utilizadas, incluindo testes em laboratório. Para a indústria de celulose, a engenharia conceitual incluiria o balanço total de energia da fábrica, a definição do processo utilizado, por exemplo, *Elemental Chlorine Free* (ECF) ou *Total Chlorine-Free* (TCF), a seqüência de branqueamento da celulose, consumos de utilidades globais, emissões etc. Após a definição da engenharia conceitual, parte-se para o desenvolvimento da engenharia básica. Neste estágio, a firma desenvolve ainda soluções inovadoras em engenharia de instalações, como, por exemplo, a criação de soluções modulares para projetos.
7. Avançado: centro de tecnologia (referência mundial) para o desenvolvimento de novos conceitos para projetos industriais. O desenvolvimento de novos processos normalmente requer envolvimento em atividades de P&D.

3.3.2 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM GESTÃO DE PROJETOS

A função ‘gestão de projetos’ é particularmente relevante para as firmas que se concentram em projetos, em oposição as que se concentram simplesmente em equipamentos, como suas saídas ou produtos. Para esta função, as competências de rotina são divididas em quatro níveis:

1. Básico: neste nível a firma desenvolve atividades de coordenação de projetos simples. Esta coordenação limita-se ao controle dos prazos de execução de serviços de engenharia e de fabricação de máquinas e equipamentos isolados.
2. Renovado: construção de competências de rotina para coordenar projetos simples, incluindo os serviços de montagem. A firma realiza serviços de supervisão de montagem e de assistência técnica para a partida das plantas com auxílio e sob coordenação externa.
3. Extrabásico: neste estágio a firma adquire capacidade para o planejamento e coordenação de projetos que envolvem sistemas mecânicos de pequeno e médio porte. Estes sistemas incluem o fornecimento dos equipamentos de processo, equipamentos auxiliares (como, por exemplo, bombas centrífugas), tubulações, suportes, estruturas e plataformas. Seria, por exemplo, o fornecimento de um sistema mecânico para lavagem de celulose. A firma adquire capacitação para provisão intermitente de serviços de supervisão de montagem.
4. Pré-intermediário: gestão de projetos de médio porte, multidisciplinares, ou seja, além dos sistemas mecânicos, estes projetos envolvem a eletrificação e instrumentação da planta. Como ilustração, um projeto deste tipo poderia corresponder ao fornecimento de um sistema de filtragem de licor verde, incluindo a instrumentação de campo (ex. válvulas de controle, transmissores de nível, temperatura etc) e equipamentos elétricos (ex. motores, inversores de frequência, centro de controle de motores) além do sistema mecânico. Neste nível, a firma adquire capacitação em suprimentos para projetos (qualificação de fornecedores, procura e compra) e para a provisão de serviços de supervisão de montagem.

A partir do Nível 4 (pré-intermediário), a firma passa a desenvolver atividades inovadoras, em níveis crescentes de dificuldade (níveis 5 a 7):

5. Intermediário: competência para gestão de projetos complexos, de grande porte, em regime EPC mecânico, ou seja, os fornecimentos incluem o projeto, a entrega e os serviços de montagem de todos os sistemas mecânicos de uma planta: equipamentos principais de processo, equipamentos auxiliares; tubulações, válvulas e acessórios; estruturas metálicas, plataformas de acesso e operação. A firma provê serviços e lidera equipes para assistência técnica (comissionamento, treinamento e partida) assistida pela matriz ou por outras empresas.

6. Intermediário-superior: competência em gestão de grandes projetos em regime EPC completo¹, incluindo os serviços de elétrica e instrumentação e de automação (SDCD) da planta. Para exemplificar, um projeto deste porte corresponde à instalação de uma nova caldeira de recuperação química em uma fábrica existente, ou ainda o fornecimento de uma nova linha de fibras para nova fábrica de celulose. Outro indicador deste nível de competência é a provisão integral e sistemática de serviços de assistência técnica.
7. Avançado: corresponde ao nível de competência para gestão de projetos de classe mundial, para entrega de fábricas completas (*greenfield*) em regime EPC. A execução de um projeto desta natureza envolve todas as áreas de uma fábrica, de tecnologia proprietária e não-proprietária, interligações de processo e de utilidades e infra-estrutura (ex. arruamento, pavimentação, edifícios administrativos etc).

3.3.3 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS

A função ‘processos e práticas operacionais’ define a capacidade em gerenciar e aprimorar o processo e a organização produtiva. É importante salientar que como este estudo se concentra em projetos e não no fornecimento de equipamentos e máquinas simples como sendo as saídas ou produtos da empresa, os processos a que esta função se refere são os processos para execução e gestão de projetos industriais e não os processos de manufatura.

São três os níveis de competências de rotina para esta função tecnológica:

1. Básico: uso de ferramentas convencionais de engenharia e projetos (incluindo CAE/CAD). Embora esta classificação possa parecer rigorosa considerando-se outros trabalhos sobre o assunto², a realidade empresarial mostra que a capacitação em desenvolver projetos que utilizam tais ferramentas é um requisito mínimo para o tipo de indústria em estudo.
2. Renovado: caracteriza-se pela implantação de sistema de controle de documentos e a certificação de processos com base em padrões internacionais como ASME e ISO 9002.

¹ Neste tipo de fornecimento, a empresa contratante delega à empresa contratada todas as tarefas de engenharia, aquisição, construção, instalação e montagem. O mais usual nos grandes projetos atuais é a realização de EPC parcial, onde se divide a fábrica em diversas áreas, para as quais são estabelecidos ‘pacotes’ parciais (Valença, 2001).

² Uma pesquisa realizada sobre o uso de tecnologias de automação no Canadá em 1998 (Sabourin & Beckstead 1999 em Dodgson, Gann & Salter, 2001) mostrou que 66% das empresas fabricantes de máquinas utilizavam o CAD e 40% utilizavam meios eletrônicos para envio e troca de arquivos CAD.

3. Extrabásico: caracterizado pelo uso de canais eficientes em redes compartilhadas (ex. redes locais de engenharia, redes corporativas de computadores). Uso de sistemas corporativos para integração de informações e dados (ex. ERP).

A partir do nível extrabásico, tem-se acumulada a base de competências que permite à firma modificar e aprimorar seus processos, de modo inovador.

4. Pré-intermediário: uso e desenvolvimento de ferramentas avançadas ligadas a bancos de dados, para engenharia de processo (ex. PEGS) e projeto tridimensional de instalações industriais (ex. PDMS). Em termos de qualidade, este nível de competência corresponde à certificação ISO 9001³ e de introdução de sistemas de gestão pela qualidade (TQM).
5. Intermediário: para atender às demandas múltiplas e irregulares de bens de capital para a indústria de celulose, a firma deve construir uma estrutura adaptativa, flexível e, por vezes, multidisciplinar. Assim, este nível de capacitação evidencia-se pela transformação contínua das rotinas para a gestão de projetos e *reengenharia* de processos; desenvolvimento de normas e padrões de projeto próprios; execução de projetos que envolvem engenharia simultânea, em que, por exemplo, equipes multidisciplinares trabalham em um mesmo modelo tridimensional.
6. Intermediário superior: desenvolvimento de sistemas avançados para a integração entre sistemas operacionais e corporativos (ex. o *Project Control System* – PCS) e de ferramentas avançadas de engenharia (ex. o *Global Mill Balance*). Em outras palavras, o desenvolvimento de processos inovadores, baseados em engenharia e pesquisa.
7. Avançado: desenvolvimento de novos processos para gestão de projetos e engenharia via engenharia e P&D. Centro de referência para criação de processos de gestão de projetos.

3.3.4 NÍVEIS DE COMPETÊNCIA EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

A função ‘equipamentos de processo’ distingue a capacidade de projetar, especificar, desenvolver e pesquisar equipamentos de processo e seus componentes. As inovações nos

³ A certificação ISO 9001 especifica os requisitos de sistema de qualidade para uso onde há necessidade de demonstrar a capacidade do fornecedor para projetar e fornecer produtos conformes, abrangendo a engenharia de projeto e desenvolvimento de produto e os serviços pós-venda como assistência técnica; a ISO 9002 especifica os requisitos de sistema de qualidade para demonstrar a capacidade do fornecedor para fornecer produtos conformes a um projeto estabelecido.

produtos variam desde inovação no produto básico ou componentes, inovações incrementais em produtos ou componentes ou variação de projeto e novos modelos (Leonard-Barton & Swap, 1999; Roy e Wield, 1989 em Ariffin, 2000).

São três os níveis de competências de rotina para esta função tecnológica.

1. Básico: replicação de especificações dadas, e controle de qualidade de rotina.
2. Renovado: capacidade em executar o detalhamento mecânico de equipamentos e obtenção de certificação internacional (ex: ASME, ISO 9002). Este nível de capacitação permite a firma adequar o equipamento para uma aplicação em particular sem modificar a classe ou tipo. Por exemplo, dado o dimensionamento básico e a especificação de materiais para um vaso, a engenharia de detalhamento corresponderia ao cálculo da espessura das chapas e a locação dos bocais para entrada/saída de fluidos.
3. Extrabásico: caracterizado pela competência para dimensionamento básico de equipamentos, utilizando instruções técnicas dadas pela matriz.

A partir do Nível 4, 'pré-intermediário', a empresa desempenha atividades inovadoras em 'equipamentos de processo'.

4. Pré-intermediário: permite mudanças menores e contribuições incrementais para a mudança, como a adaptação de projetos e especificações em função de materiais, condições de produção ou características do mercado local para o projeto de componentes e partes de máquinas e equipamentos (a chamada *tropicalização*).
5. Intermediário: capacitação para aprimorar sistematicamente equipamentos e especificações dadas, visando, por exemplo, à melhoria de desempenho, redução dos custos de fabricação ou de manutenção.
6. Intermediário-superior: desenvolvimento de novos equipamentos em trabalho compartilhado com a matriz ou em conjunto com os clientes; desenvolvimento e seleção de materiais a partir de ensaios em laboratório ou testes de campo.
7. Avançado: capacitação para desenvolver novos equipamentos e sistemas, via P&D.

3.4 OS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM À TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

A aprendizagem tecnológica é usualmente definida em dois diferentes sentidos. O primeiro, refere-se aos diferentes processos de aquisição de conhecimento pelos indivíduos e de conversão para a organização. O segundo, está relacionado a conceitos de melhoria do desempenho operacional, produtividade e curvas de aprendizagem.

Nesta dissertação a aprendizagem deve ser entendida no primeiro dos dois sentidos definidos acima. Em resumo, aprendizagem é definida como os vários processos mediante os quais habilidades e conhecimentos são adquiridos por indivíduos e convertidos, por meio deles, para a organização (Bell, 1984). Grande parte do conhecimento tecnológico é tácito e específico para determinadas firmas e mercados. Por isso a acumulação de conhecimento depende profundamente de processos de aprendizagem específicos (Nelson & Winter, 1982).

3.4.1 ESTRUTURA PARA DESCRIÇÃO DE PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

Os processos de aprendizagem foram avaliados conforme a estrutura analítica desenvolvida em Figueiredo (2001) representada na Tabela 3.2. Esta estrutura desagrega os processos de aprendizagem em processos de aquisição e de conversão de conhecimento. Os processos de aquisição de conhecimento são ainda divididos em processos de aquisição externa e processos de aquisição interna de conhecimento. Os processos de conversão de conhecimento para o nível organizacional baseiam-se em dois componentes: a socialização e a codificação de conhecimento. Os quatro processos de aprendizagem são definidos abaixo.

- Aquisição externa de conhecimento: são os processos pelos quais os indivíduos adquirem conhecimento tácito e/ou codificado de fora da empresa, mediante diferentes processos, como a importação de conhecimentos de fontes externas (por exemplo consultores, fornecedores, laboratórios, universidades, outras firmas concorrentes ou não), contratação de especialistas, assistência técnica, treinamento externo.
- Aquisição interna de conhecimento: processos pelos quais os indivíduos adquirem conhecimento, fazendo diferentes atividades dentro da empresa. Por exemplo, ‘aprender-

fazendo', que resulta da acumulação de experiências nas operações de produção que aumentam as competências de produção. 'Aprender ao mudar', por meio de aprimoramentos em processos e organização da produção, engenharia de processo, projeto de equipamentos de processo etc. Este processo também pode ocorrer mediante P&D, treinamento interno, experimentação sistemática e prototipagem.

- Codificação de conhecimento: são os processos de articulação de conhecimentos tácitos em explícitos. Desta forma permitem que o conhecimento seja expresso na forma de palavras, símbolos, analogias, metáforas, modelos, conceitos explícitos, formatos organizados, procedimentos, projetos, manuais, software etc. O processo de codificação facilita a disseminação do conhecimento na empresa.
- Socialização de conhecimento: são os processos de compartilhamento de experiências, e, a partir daí, da criação de conhecimento tácito, como modelos mentais ou habilidades técnicas compartilhadas. Os processos de socialização envolvem, por exemplo, a solução compartilhada de problemas, a rotação no trabalho, observação, modelos e protótipos.

Esta estrutura, apresentada na Tabela 3.2, permite ainda avaliar os processos de aprendizagem a partir das suas características-chaves (Figueiredo, 2001).

- Variedade – presença de diferentes processos de aprendizagem dentro da empresa, avaliada em termos da presença ou ausência de um processo inteiro e seus *subprocessos*.
- Intensidade – repetibilidade, através do tempo, na criação, atualização, uso, aprimoramento e/ou fortalecimento dos processos de aprendizagem.
- Funcionamento – modo pelo qual os processos operam ao longo do tempo. Ainda que a intensidade possa ser contínua, o seu funcionamento pode ser insuficiente.
- Interação – modo pelo qual os processos de aprendizagem influenciam um ao outro. A interação está diretamente relacionada à perspectiva sistêmica ou orgânica dos processos de aprendizagem. Dada a característica sistêmica dos processos de aprendizagem, a simples transposição de mecanismos individuais pode não funcionar, quando estes são introduzidos em diferentes contextos.

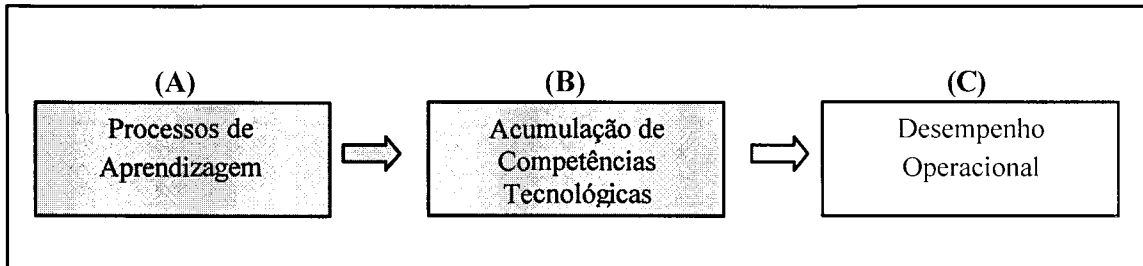
Tabela 3.2: Processos de aprendizagem em empresas em industrialização

Processos de Aprendizagem	Características-chaves dos processos de aprendizagem			
	Variedade	Intensidade	Funcionamento	Interação
	Ausente – Presente (Limitada-Moderada-Diversa)	Baixa-Intermitente-Contínua	Ruim-Moderado-Bom	Fraca-Moderada-Forte
PROCESSOS E MECANISMOS DE AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO				
Aquisição Externa de Conhecimento	Presença/ausência de processos para adquirir conhecimento localmente ou no exterior	Modo como a empresa usa este processo ao longo do tempo, pode ser contínuo, intermitente, ou ocorrer uma única vez.	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 de conhecimento e/ou processos de conversão de conhecimento.
Aquisição Interna de Conhecimento	Presença/ausência de processos para adquirir conhecimento fazendo atividades internas. Essas atividades podem ser de rotina ou inovadoras.	Modo como a empresa usa diferentes processos para aquisição interna de conhecimento.	Modo como o processo foi criado, e modo como ele opera ao longo do tempo tem implicações práticas para variedade e intensidade.	Processo de conhecimento interno pode ser influenciado por processo de aquisição externa. Pode influenciar processos de conversão de conhecimento.
PROCESSOS E MECANISMOS DE CONVERSÃO DE CONHECIMENTO				
Codificação de Conhecimento	Presença/ausência de diferentes processos e mecanismos para codificar o conhecimento tácito.	Modo como processos como padronização de operações são repetidamente feitos. Codificação ausente e/ou 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 de conhecimento.	Modo como a codificação de conhecimento foi influenciada por processos de aquisição do conhecimento ou por processos de socialização de conhecimento.
Socialização de Conhecimento	Presença/ausência de diferentes processos através dos quais indivíduos compartilham seu conhecimento tácito.	Modo como processos prosseguem ao longo dos anos. Intensidade contínua do processo de socialização de conhecimento pode influenciar codificação de conhecimento.	Modo como mecanismos de socialização do conhecimento foram criados e operam ao longo do tempo. Tem implicações para a variedade e intensidade do processo de conversão de conhecimento.	Condução de diferentes conhecimentos tácitos para um sistema efetivo. Socialização pode ser influenciada por processos de aquisição externa e interna de conhecimento.

Fonte: Figueiredo (2001)

Assim, utiliza-se esta estrutura nesta dissertação para examinar até que ponto os processos subjacentes de aprendizagem influenciaram a construção e a acumulação de competências tecnológicas na empresa. A estrutura analítica está representada na Figura 3.1, abaixo.

Figura 3.1: Estrutura analítica da dissertação



Fonte: Adaptado de Figueiredo (2001)

As implicações da acumulação de competências tecnológicas para o desempenho operacional (C) estão fora do escopo, e não serão abordadas nesta dissertação. Esta dissertação reconhece que, além dos processos de aprendizagem, outros fatores externos ao ambiente da firma influenciam a acumulação de competências tecnológicas das firmas (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1993, 1995; Kim, 1995, 1997; Figueiredo, 2001). Estes fatores são, por exemplo: políticas governamentais macroeconômicas, industriais e tecnológicas; interações com universidades, institutos de pesquisa, entidades de representação de segmentos de interesse na sociedade, organizações não governamentais etc; infra-estrutura; condições do mercado. Mais especificamente, os elementos do sistema de inovação regional, nacional e setorial através da interação de seus diversos agentes (Cassiolato e Lastres, 2000). Adicionalmente, a regulação ambiental mais restrita, combinada ao aumento da conscientização da população, tem direcionado esforços para o aumento de capacitação e desenvolvimento de inovações' mesmo em indústrias maduras, como a de papel e celulose (Bartzokas & Yarime, 1997; Dalcomuni, 1997). A acumulação de competências tecnológicas também pode ser influenciada por fatores internos, como, por exemplo, a liderança e os valores da empresa (Argyris e Schön, 1978; Senge, 1990; Leonard-Barton, 1998). Porém, estes fatores estão fora do foco deste trabalho; não obstante os fatores externos e as questões de comportamento da liderança e valores serão abordados superficialmente.

¹ *green innovation* , Dalcomuni (1997).

CAPÍTULO 4

A KVAERNER E O MERCADO DE BENS DE CAPITAL PARA A INDÚSTRIA DE CELULOSE NO BRASIL

Este capítulo caracteriza a empresa Kvaerner Pulping como fornecedora de bens de capital para a indústria de celulose. O capítulo está organizado em cinco Seções. A Seção 4.1 procura caracterizar o grupo Kvaerner e suas áreas de atuação no mundo. Na Seção 4.2, discute-se o mercado de atuação da empresa no Brasil. A Seção 4.3 versa sobre a indústria de bens de capital no país. A Seção 4.4 apresenta aspectos relacionados à atuação da Kvaerner Pulping no Brasil (ex. instalações, produtos), e a Seção 4.5 sumaria a relevância da acumulação de competências tecnológicas em uma empresa como a Kvaerner Pulping.

4.1 A ATUAÇÃO DA KVAERNER NO MUNDO

A Kvaerner é um grupo internacional de engenharia e construção, de origem norueguesa, atuando em diversas áreas de negócios, como óleo e gás, engenharia e construção, celulose e papel e construção naval. As atividades da empresa estão distribuídas em mais de 150 unidades em trinta e cinco países, em todos os continentes. No ano 2000, o grupo faturou aproximadamente US\$ 6 bilhões, e tinha 35.000 funcionários. O faturamento das diversas áreas de negócios da empresa é mostrado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Faturamento do grupo Kvaerner por área de negócios (2000)

Área de Negócios	NOK (milhões) Coroas Norueguesas	%
Engenharia e Construção	16.407	30,1
Óleo e Gás	11.304	20,8
Construção	10.207	18,7
Construção Naval	9.815	18,0
Celulose e Papel	5.175	9,5
Outros	1.564	2,9
Total	54.472	100

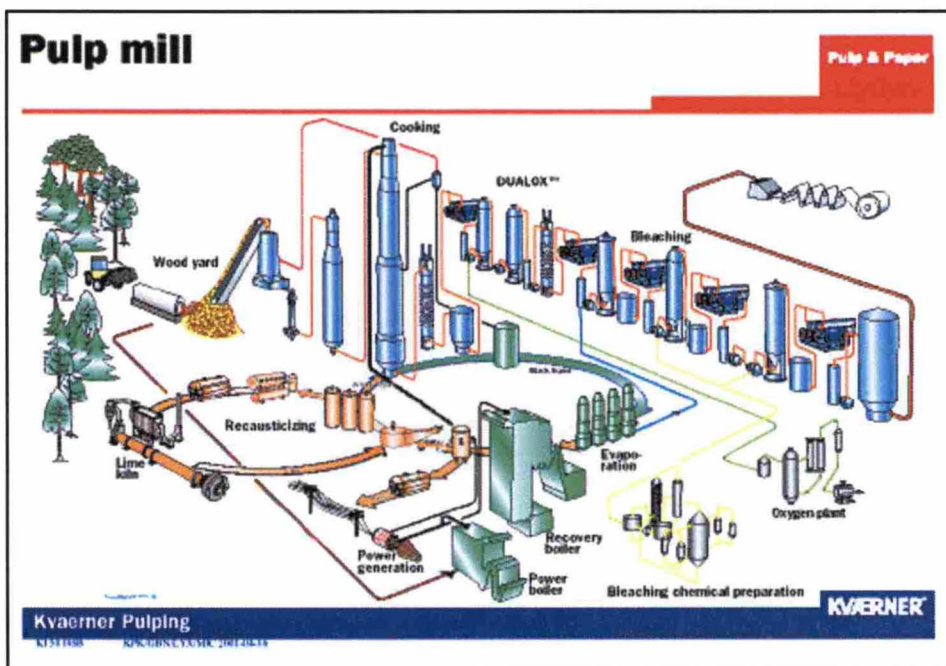
Fonte: Kvaerner Annual Report, 2000

A área de celulose e papel é responsável por algo em torno de 10% do faturamento total do grupo. Esta área de negócios é formada por três divisões: *Fiberline*, *Power* e *Chemetics*. Juntas, as três divisões tinham no final do ano 2000, pouco mais de 2200 funcionários.

A história da Kvaerner Pulping remonta à década de 20, quando as empresas escandinavas Karlstad Mekaniske Werkstad (KMW), e Myrens Verkstad (que pertencia à Kvaerner) formaram a Kamyr. Em 1934, a empresa finlandesa Ahlström uniu-se ao grupo. Em 1990, o grupo Kvaerner assumiu o controle da Kamyr AB. No ano seguinte comprou a empresa sueca Götaverken Energy. No início de 1994 as operações das empresas Kamyr e Götaverken foram reunidas na empresa Kvaerner Pulping. Em 1996 a Kvaerner incorporou a Tampella Power, da Finlândia, que também produzia equipamentos para fabricação de celulose.

A Figura 4.1 ilustra os processos em uma fábrica de celulose química moderna. A Kvaerner Pulping dispõe de tecnologias para praticamente todas as áreas de uma fábrica de celulose: cozimento, branqueamento, preparo de químicos, evaporação de licor negro, caldeira de recuperação química, caldeira de força e plantas de caustificação.

Figura 4.1: Tecnologias da Kvaerner Pulping para fábricas de celulose



Fonte: arquivos da empresa

4.2 A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL NO BRASIL

Os principais clientes da Kvaerner Pulping no Brasil são os grandes produtores de celulose e papel do país. A demanda de bens de capital é derivada da demanda de bens de consumo; por isso a compreensão das características deste mercado é relevante para este estudo.

O Brasil dispõe de condições climáticas adequadas, extensão territorial e tecnologia florestal evoluída, fatores que lhe permitiram passar de uma insignificante posição entre os maiores produtores mundiais de celulose, no início dos anos 70, para uma posição de relativo destaque no final dos anos 80 (Mattos e Valença, 1999). A Tabela 4.2 ilustra a evolução da produção de celulose no Brasil, entre 1950 e 2000. Com uma produção de aproximadamente 7,5 milhões de toneladas por ano, o Brasil ocupava em 2000 a 7ª posição mundial na produção de celulose, segundo dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA).

Tabela 4.2: Evolução da produção de celulose no Brasil (1950-2000)

Ano	Produção (t)	Evolução (%)
1950	95.359	
1955	146.068	+53
1960	286.437	+96
1965	571.573	+100
1970	777.269	+36
1975	1.352.186	+74
1980	3.096.265	+129
1985	3.715.977	+20
1990	4.351.143	+17
1995	5.935.907	+36
2000	7.463.266	+26

Fonte: BRACELPA

A matéria prima para a produção de celulose no Brasil é totalmente originária de florestas plantadas de diferentes espécies de Pinus e Eucalipto, para a produção de celulose de fibra longa e curta, respectivamente. A Tabela 4.3 mostra a produção total de pastas celulósicas no Brasil no ano 2000 conforme o tipo de fibra e o processo utilizado para a produção.

Tabela 4.3: Produção de pastas celulósicas no Brasil (2000)

Tipo de Pasta Celulósica	Produção em 2000 (t)	% do total produzido
Fibra Longa	1.422.205	19,0
- Branqueada	72.308	1,0
- Não Branqueada	1.349.877	18,0
Fibra Curta	5.539.265	74,3
- Branqueada	5.295.451	71,0
- Não Branqueada	243.814	3,3
Pastas de Alto Rendimento	501.796	6,7
Total	7.463.266	100,0

Fonte: BRACELPA

A produção nacional de celulose de mercado de eucalipto corresponde a aproximadamente metade da produção mundial desse tipo de fibra. A produção é bastante concentrada: apenas seis produtores respondem por 90% da produção deste tipo de pasta.

Tabela 4.4: Vendas de celulose nos mercados interno e externo, por empresa (1999)

Empresa	Mercado Interno	Mercado Externo	Total
Bahia Sul	68,7	332,9	401,6
Aracruz	59,4	1205,9	1.265,3
Cenibra	68,1	746,5	814,6
Jarcel	35,8	258,8	294,6
Riocell	58,3	244,6	302,9
VCP	85,3	239,3	324,6
Outros	306,4	16,4	322,8
Total	681,9	3.044,4	3.726,3

Fonte: BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.12 p. 93-104, set 2000

A celulose de mercado é uma *commodity* com preços atrelados às condições de oferta e demanda e aos estoques internacionais. As fábricas brasileiras competem no mercado global, sendo que maior parte da produção destina-se ao mercado externo. As pastas químicas de madeira foram o 8º produto da pauta das exportações brasileiras no ano 2000, totalizando 2,9% do valor total das exportações do país (dados do Ministério da Indústria e Comércio). Durante a década de 90 o consumo mundial de celulose cresceu a uma taxa média anual de 4,1%. No mesmo período, a celulose de eucalipto, justamente a de maior importância no Brasil, apresentou crescimento mais expressivo, de 8,5% ao ano. O volume de celulose de mercado

comercializada em todo o mundo em 1999 atingiu quase 40 milhões de toneladas, como mostra a Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Volume total de celulose e pastas de mercado comercializado no mundo (1997-1999)

Tipo de Pasta Celulósica	1997	1998	1999
Celulose Fibra Longa	16,8	17,0	18,5
Celulose Fibra Curta	14,4	14,8	15,8
Eucalipto	5,6	6,1	6,9
Outras	8,8	8,7	8,9
Sulfito, Não-Branqueada,Outras Pastas	5,5	5,7	5,7
Total	36,7	37,5	39,9

Fonte: BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.12, p. 93-104, set. 2000

Ao contrário da produção de celulose, aproximadamente 80% da produção de papéis do país são destinados às vendas internas. Neste segmento, o Brasil ocupava no ano 2000 apenas a 12ª posição mundial (dados da BRACELPA). A Tabela 4.6 apresenta a evolução da produção de papéis no Brasil entre 1950 e 2000.

Tabela 4.6: Evolução da produção de papel no Brasil (1950-2000)

Ano	Produção (t)	Evolução (%)
1950	253.128	
1955	346.081	+37
1960	460.173	+33
1965	694.173	+51
1970	694.766	+58
1975	1.688.323	+54
1980	3.361.697	+99
1985	4.021.400	+20
1990	4.715.791	+17
1995	5.798.226	+23
2000	7.187.831	+24

Fonte: BRACELPA

Apesar de contar com grande número de indústrias, os cinco maiores grupos produtores de papel respondem por mais da metade da produção nacional (considerando-se as aquisições da

Igaras e da BahiaSul pela Klabin e Suzano, respectivamente). As principais indústrias de papel instaladas no país e suas participações no mercado são apresentadas na Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Principais indústrias de papel instaladas no Brasil (1998)

Grupo / Empresa	Base Fibra Longa		Base Fibra Curta		Total	
	Mil t	%	Mil t	%	Mil t	%
Klabin	663	20	296	9	959	15
Suzano			499	16	499	8
Bahia Sul			204	6	204	3
International Paper	166	5	365	11	531	8
Votorantim			497	16	497	8
Ripasa			373	12	373	6
Igaras	368	11			368	6
Rigesa	271	8			271	4
Orsa	220	7			220	3
Trombini	184	5			184	3
Pisa	179	5			179	3
Santher			132	4	132	2
Outras	1.333	39	839	26	2.172	33
Total	3.384	100	3.205	100	6.589	100

Fonte: BNDES

Os investimentos das fábricas de celulose obedecem a ciclos, que variam com a oferta e os preços internacionais de celulose e papel. Além do fato de que cada nova planta agrega capacidade produtiva considerável, os investimentos concentram-se em períodos de crescimento da demanda, quando preços mais adequados geram acumulação de recursos nas empresas. A maturação simultânea dos investimentos tende a provocar excesso de oferta, caracterizando ciclos marcantes de alta e baixa de preços e fortes oscilações no investimento.

No período 1974-79, o setor de celulose e papel iniciou um ciclo de expansão. As determinações estratégicas do II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento) e do I PNPC (Plano Nacional de Papel e Celulose) definiram a meta de alcançar produção equivalente ao auto-abastecimento do país, priorizando políticas de financiamento público e incentivo fiscal ao desenvolvimento tecnológico para a expansão de capacidade de produção e a formação de maciços florestais. O BNDE apoiou todos os grandes projetos de papel e celulose realizados a

partir deste período. Estes esforços fizeram dobrar a produção interna e consolidaram o uso da celulose de fibra curta de eucalipto para a produção de papel (Jorge et al., 1993).

A crise econômica e a retração do mercado interno na primeira metade dos anos oitenta restringiram a expansão de capacidade produtiva no setor. As empresas aumentaram os esforços de exportação, buscando aumentar a inserção internacional. Em 1986, com o II PNPC (Plano Nacional de Papel e Celulose) iniciou-se novo ciclo de investimentos. Este ciclo foi fortemente apoiado por financiamento e aporte de capital do BNDES. Já num contexto de maior inserção internacional, este ciclo centrou-se no aumento de capacidade produtiva através de estratégias de atualização tecnológica e de tratamento ambiental.

Nos anos noventa, com a ruptura do padrão industrial anterior provocada pela abertura comercial no Brasil, as empresas modernizaram-se, reestruturaram sua organização administrativa e procuraram captar recursos no mercado internacional. A indústria brasileira de celulose e papel alcançou competitividade em nível internacional. Atualmente, os custos de produção situam-se entre os mais baixos do mundo, o que permite a continuidade operacional mesmo em tempos de depressão nos preços¹.

4.3 A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL NO BRASIL

O processo de industrialização brasileira ocorreu com base no modelo de substituição de importações, presente desde o início da década de 30. Apenas na década de 50 o setor de bens de capital, estimulado pelos gastos públicos na produção de insumos básicos e infra-estrutura e com o Programa de Metas, passa a ter porte mais significativo, passando a representar parcela importante do dinamismo econômico do país (Vermulm, 1995).

Nos anos 60, a trajetória de crescimento da indústria de bens de capital no Brasil foi interrompida. A partir dos anos 70 esta indústria voltou a crescer a taxas elevadas, realizando grandes investimentos e substituindo importações. Foi nesse período que se estruturou a indústria de bens de capital sob encomenda. As políticas públicas para promoção industrial

¹ Por exemplo, o custo por tonelada da celulose produzida pela Araeruz Celulose S/A foi de US\$157 no 3º trimestre de 2001 (dados do balanço da empresa), enquanto os custos de produção para celulose fibra curta branqueada, em fábricas novas de 750.000 t/ano na Escandinávia são de US\$ 310/t (base 4º trimestre de 1999), segundo dados da Jaakko Poyry.

fizeram uso de uma série de instrumentos. O Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI) concedia uma série de benefícios fiscais para a importação de equipamentos, partes, peças e componentes sem similar nacional como a redução ou isenção dos impostos de importação, do imposto sobre produtos industrializados (IPI) e sobre circulação de mercadorias (ICM). Para os bens de capital da indústria nacional, suspensão do IPI e a depreciação acelerada do custo de compra ou construção dos equipamentos adquiridos. Outro instrumento da política governamental que barateava as importações era o BEFIEX². Também eram utilizados instrumentos não tarifários de política industrial, como o índice de nacionalização requerido para acesso a crédito e financiamentos oficiais e às concorrências das empresas estatais. A Tabela 4.8 mostra a produção e o consumo de bens de capital no Brasil, entre 1975 e 2000.

Tabela 4.8: Produção e consumo de bens de capital mecânicos no Brasil (1975-2000)³

Ano	Produção	Exportação	Importação	Consumo Aparente	Coefficiente de exportação (%)	Coefficiente de Importação (%)
1975	15,71	0,33	1,65	17,03	2,1	9,7
1980	24,89	1,76	2,75	25,88	7,1	10,6
1981	22,19	1,81	3,2	23,58	8,2	13,6
1982	18,19	1,30	2,06	18,95	7,1	10,9
1983	14,90	1,24	1,25	14,91	8,3	8,4
1984	15,63	1,54	1,06	15,15	9,9	7,0
1985	18,40	1,74	1,17	17,83	9,5	6,6
1986	21,04	1,55	1,51	21,00	7,4	7,2
1987	21,59	1,77	2,02	21,84	8,2	9,2
1988	20,96	2,34	2,55	21,17	11,2	12,0
1989	20,10	2,44	1,99	19,65	12,1	10,1
1990	18,34	2,18	2,6	18,76	11,9	13,9
1991	15,19	2,08	2,47	15,58	13,7	15,9
1992	13,69	2,19	2,31	13,81	16,0	16,7
1995	20,24	3,37	6,16	23,03	16,6	26,7
1996	17,20	4,54	6,82	19,48	26,4	35,0
1997	16,07	3,90	8,99	21,16	24,3	42,5
1998	14,22	3,73	8,35	18,84	26,2	44,3
1999	9,14	3,30	7,06	12,90	36,1	54,7
2000	11,52	3,52	6,47	14,47	30,6	44,7

Fonte: ABIMAQ/DEE

Durante a década de 80 ocorreu grande retração do mercado de bens de capital, acompanhando a crise da economia brasileira e a política econômica de caráter recessivo. As exportações, crescentes no final da década de 70, diminuíram a partir de 1982. Entre 1984 e

² Através deste programa, a empresa que se compromettesse com um cronograma de exportação poderia importar bens, isentos de impostos independente da existência de similar nacional.

³ Os valores da produção entre 1980 e 1992 foram atualizados pelo IPA da indústria mecânica e convertidos para dólar pela taxa média de 1992. Consumo aparente é a soma dos valores da produção e importações descontado do valor das exportações. Coeficiente de exportação é o valor das exportações sobre a produção. Coeficiente de importação é o valor das importações sobre o consumo aparente.

1987 o setor voltou a crescer, sem, entretanto, alcançar o nível de 1980. Os incentivos fiscais para compra de bens de capital da indústria nacional continuaram existindo. Os incentivos para a importação destes bens foram reduzidos e o programa BEFIEX foi extinto em 1990.

A produção atingiu novo pico em 1995. A partir deste ano a produção caiu continuamente até 1999. O fato de maior relevância na política industrial dos anos 90 foi a abertura do mercado interno. Entre 1990 e 2000 as exportações de bens de capital mecânicos aumentaram em 60%, e as importações 150%. O aumento do coeficiente de importação mesmo com a redução do consumo aparente, ou seja, um comportamento anticíclico das importações, pode indicar que estas importações se destinaram a substituir bens de capital que eram antes produzidos no país.

4.4 A KVAERNER PULPING NO BRASIL

A Kamyr iniciou em 1972 suas atividades no país, com a instalação de um escritório de vendas em São Paulo. Em 1978 foram inauguradas as instalações industriais e escritórios em Curitiba/PR. No ano 2000 a empresa ocupava uma área total de 100.000 m², sendo 28.000 m² construídos. Os fatores que levaram à instalação desta indústria no País, considerando-se aspectos de mercado e ações governamentais podem ser assim resumidos⁴:

- Rápido desenvolvimento do país na produção de bens de consumo não duráveis, como o papel e celulose. A produção nacional de celulose quadruplicou entre 1970 e 1980.
- O potencial da indústria de celulose e papel na América Latina, particularmente no Brasil, dinamizado pelas políticas governamentais de financiamento público e incentivo fiscal implementadas por meio de planos de desenvolvimento para o setor.
- Aumento das restrições à importação a partir de 1974; possibilidade de obtenção do índice de nacionalização requerido para financiamento pelo FINAME.

⁴ Pesquisa documental

Além destes fatores, a empresa desejava oferecer aos clientes serviços de engenharia, assistência técnica e de desenvolvimento de tecnologia adequada à realidade e as condições brasileiras e tinha a intenção de promover a exportação a partir do Brasil.

Figura 4.2: Instalações da Kvaerner no Brasil



Fonte: Acervo da empresa

A partir de 1996 a empresa passou a abrigar em suas instalações uma divisão da Kvaerner Oilfield Products (KOP), que possui tecnologia própria para projeto e fabricação de equipamentos para produção de petróleo. As atividades industriais da divisão *pulping* foram quase totalmente absorvidas pela KOP a partir de 1999. Com isso, o número de funcionários desta divisão (*pulping*) foi substancialmente reduzido. No ano 2000 trabalhavam nesta divisão aproximadamente 200 funcionários. Este processo de ‘desverticalização’ industrial foi utilizado como estratégia para a melhoria de competitividade da empresa.

Desde o início de suas atividades no Brasil, a Kvaerner Pulping realizou uma série de projetos para indústrias de papel e celulose. Seus principais clientes são os maiores fabricantes de celulose de mercado do país (Tabela 4.4), e as principais fábricas de papel (Tabela 4.7). A empresa está capacitada para fornecer equipamentos e sistemas para as principais áreas de processo da indústria de celulose. Em todos os setores em que atua a Kvaerner possui participação de mercado forte ou dominante⁵. Seus principais concorrentes são empresas que oferecem tecnologias de origem internacional, como a Andritz, Metso, GLV, HPD/Confab, APV (do grupo Invensys), CBC (do grupo Mitsubishi), entre outras⁶. Seus principais produtos são listados na Tabela 4.9.

⁵ Documentos da área comercial da empresa

⁶ Dados da área comercial da empresa.

Tabela 4.9: Principais produtos da Kvaerner Pulping

Sistema	Principais Equipamentos /Componentes
Cozimento Contínuo	<ul style="list-style-type: none">- Digestor contínuo- Silo de cavacos;alimentadores de baixa e alta pressão- Vasos de vaporização e de impregnação
Lavagem de polpa	<ul style="list-style-type: none">- Difusores atmosféricos e pressurizados- Filtros e prensas lavadoras
Plantas de Branqueamento e de Pré-Branqueamento	<ul style="list-style-type: none">- Deslignificação por oxigênio- Unidades de branqueamento ECF e TCF
Bombas e Misturadores de Média Consistência	<ul style="list-style-type: none">- Bomba para celulose em média consistência (Bombas MC)- Misturadores em média consistência (Misturadores MC)
Plantas de Caustificação	<ul style="list-style-type: none">- Filtros pressurizados de licor branco e licor verde- Apagadores de cal e caustificadores- Filtros rotativos a vácuo
Plantas de Evaporação de Licor Negro	<ul style="list-style-type: none">- Concentradores e superconcentradores de licor negro- Evaporadores de múltiplo efeito- Sistemas de tratamento de condensados
Caldeiras	<ul style="list-style-type: none">- Caldeiras de recuperação química- Caldeiras para queima de biomassa em leito fluidizado
Tratamento de Gases	<ul style="list-style-type: none">- Sistemas de coleta e incineração de gases- Sistemas de retificação de metanol

Fonte: Documentos da Área Comercial

4.5 RELEVÂNCIA DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS PARA A KVAERNER PULPING NO BRASIL

A indústria de Celulose e Papel exige investimentos intensivos. A viabilização deste tipo de indústria só é possível quando os custos de produção e de investimento podem assegurar a competitividade no mercado internacional de celulose, mesmo em tempos de depressão dos preços; portanto o desempenho competitivo (e a sobrevivência) da indústria de bens de capital para a indústria de celulose está diretamente relacionado à capacitação das empresas em oferecer soluções que possibilitem aos investidores atingir tais requisitos.

Para a implantação de grandes projetos na área de celulose e papel, as maiores empresas no Brasil vêm seguindo procedimentos do tipo *engineering, procurement and construction* (EPC), ou seja, engenharia, suprimentos e construção. Nesse tipo de fornecimento, a empresa contratante delega à empresa contratada as tarefas de engenharia, aquisição, construção, instalação e montagem da totalidade (ou de partes) da fábrica. Os prazos para a implantação

do investimento e o tempo necessário para o *ramp up*, ou seja, para atingir produção comercial em níveis e com qualidade adequados, são fatores cruciais para a viabilidade de projetos para a indústria de celulose e papel. O atendimento destes requisitos requer capacitação inovadora de Nível 4 a 5 em ‘práticas e processos operacionais’ e de Nível 5 a 6 em ‘gestão de projetos’.

Os processos de polpação da madeira, de branqueamento da celulose e de recuperação química são largamente conhecidos; entretanto a adaptação dos princípios gerais para um tipo específico de produção de celulose e de matéria prima normalmente requer uma solução única para cada instalação. Embora possa haver certa consistência de características dentro de cada espécie, a madeira utilizada em cada fábrica tem características próprias, que dependem não somente da espécie mas das condições de solo, clima e das condições de manejo florestal (Amsalem, 1983). Além disso, a disponibilidade e os custos relativos de químicos e de insumos em cada local devem ser considerados. Esses esforços conduzem a uma definição original das características para o projeto dos sistemas, que são normalmente *customizados* para cada aplicação. Para desenvolver as atividades de modo a atender a todos estes requisitos, é fundamental que a indústria de bens de capital possua capacitação tecnológica inovadora de Nível 5 em ‘engenharia de sistemas’.

A capacitação para adaptar ou aprimorar sistematicamente os equipamentos e especificações de projeto também é crítica para a indústria de bens de capital. O desenvolvimento destas atividades requer que a empresa detenha capacitação tecnológica inovadora de Nível 4 ou 5 em ‘equipamentos de processo’.

Villaschi Filho (1998) aponta em seu trabalho sobre o sistema capixaba de inovação que “dadas as características da indústria, 80% das inovações na área de processos industriais (da Aracruz Celulose) são conduzidas pelos fornecedores de máquinas e equipamentos, em alguns casos, atendendo solicitações da própria Aracruz.”

CAPÍTULO 5

DESENHO E MÉTODOS DA DISSERTAÇÃO

Este capítulo apresenta o desenho e o método usado nesta dissertação. A Seção 5.1 apresenta os elementos do desenho do estudo, ou seja, as questões da dissertação, o método utilizado e a unidade de análise. A Seção 5.2 aborda os procedimentos para a adaptação da estrutura para examinar a acumulação de competências tecnológicas; a Seção 5.3, os tipos e fontes de dados; e a Seção 5.4, o procedimento para a análise dos dados.

5.1 ELEMENTOS DO DESENHO DA DISSERTAÇÃO

Nesta dissertação busca-se responder às questões:

- (i) Como se desenvolveu a trajetória de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping no Brasil, durante o período de 1980 a 2000, relativas às atividades para o desenvolvimento, execução e implantação de projetos industriais para a indústria de celulose?
- (ii) Até que ponto os processos de aprendizagem influenciaram o modo e a velocidade de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping durante o período acima?

Para responder às questões da dissertação, empregou-se o método de estudo de caso individual, uma vez que as questões de estudo estão relacionadas às situações operacionais da empresa. Segundo Yin (1994), o método de estudo de caso é o mais apropriado para estudos centrados em questões do tipo ‘como’ e ‘porque’. O estudo de caso individual é o desenho apropriado sob várias circunstâncias. Uma das aplicações para o estudo de caso individual é quando ele representa um caso crítico para testar uma teoria bem formulada. Nesta situação, este método pode ser usado para confirmar, testar ou estender a teoria. A unidade de análise do estudo de caso é a trajetória de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping em Curitiba/PR.

5.2 ESTRUTURA DESCRITIVA DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

A trajetória de acumulação de competências tecnológicas foi analisada utilizando-se a estrutura proposta por Figueiredo (2001), adaptada de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995), que distingue entre competências de rotina e inovadoras, para diferentes funções tecnológicas. Esta estrutura foi adaptada para a indústria de bens de capital sob encomenda. As competências tecnológicas são distinguidas entre competências de rotina e inovadoras, para as funções tecnológicas estudadas – engenharia de sistemas, gestão de projetos, processos e práticas operacionais e equipamentos de processo.

Para adaptar esta estrutura foram realizadas entrevistas-pilotos, entre março e maio de 2001, com o objetivo de coletar e consolidar informações sobre as atividades da empresa. Estas entrevistas foram realizadas com dois gerentes de projeto, um diretor e um ex-diretor da empresa. A partir das informações coletadas, os dados foram tabulados, buscando-se distribuí-los adequadamente de acordo com as diferentes funções tecnológicas, bem como caracterizar as atividades de rotina e as inovadoras. A versão preliminar da estrutura foi submetida aos entrevistados para comentários, sofrendo assim uma série de alterações em diferentes etapas de revisão. A estrutura adaptada foi então validada por três profissionais ligados à indústria na qual a empresa opera (um gerente e um diretor da empresa e o diretor industrial de uma empresa fabricante de celulose). Durante a execução deste trabalho foram ainda necessárias pequenas alterações nesta estrutura.

5.3 TIPOS E FONTES DE DADOS

Para investigar a trajetória de acumulação de competências tecnológicas, foram necessárias informações sobre as atividades de engenharia, gestão de projetos, os processos e práticas desenvolvidas pela empresa para desenvolver atividades de engenharia e gestão de projetos e os desenvolvimentos em equipamentos de processo ao longo do período em estudo.

Os processos de aprendizagem foram avaliados por meio da coleta de dados e informações relativas aos diferentes *subprocessos* e mecanismos de aprendizagem utilizados ao longo do tempo e as suas características-chaves.

As informações e dados utilizados no estudo de caso foram coletados entre os meses de julho e novembro de 2001. Os dados foram coletados em fontes múltiplas e complementares. As principais fontes de informação utilizadas foram as relacionadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Fontes de dados para coleta de evidências na empresa

Fontes de Informação	Resumo dos Métodos Utilizados
(1) Entrevistas formais	<ul style="list-style-type: none">– Entrevistas não estruturadas– Entrevistas semi-estruturadas
(2) Reuniões casuais	<ul style="list-style-type: none">– Reuniões não planejadas com indivíduos na empresa ou fora dela
(3) Documentação	<ul style="list-style-type: none">– Organogramas da empresa– Manuais do sistema de qualidade– Procedimentos, normas e instruções técnicas– Minutas de contratos– Material de apresentação da empresa– Registros em arquivo (histórico, recortes de jornal)– Arquivo técnico (<i>lab reports</i>, anais de congressos e seminários)– Registros de treinamento– Planejamento estratégico– Informações e dados contidos na Intranet da empresa– Atas de reunião, memorandos
(4) Observação Direta	<ul style="list-style-type: none">– Observação dos indivíduos no trabalho e reuniões

Fonte: Elaboração do autor

5.3.1 ENTREVISTAS

Antes de executar as entrevistas, foi criado um roteiro de entrevista. Devido às dificuldades inerentes ao questionamento direto sobre a trajetória de acumulação de competências tecnológicas, as perguntas aos entrevistados foram relacionadas aos projetos desenvolvidos pela empresa, ao longo do período de tempo em estudo. Para elaborar a lista dos projetos mais relevantes executados na empresa e coletar informações iniciais sobre eles (ex. escopo de fornecimento, ano de execução), foram necessárias conversas iniciais com funcionários e ex-

funcionários da empresa e consultas a documentos (ex. dados históricos e material de apresentação da empresa). Estas conversas informais também serviram para identificar o grupo de pessoas a serem entrevistadas. Desta maneira foram pré-selecionadas 15 pessoas, entre funcionários e ex-funcionários, que representavam a ‘memória’ organizacional, por armazenarem as informações-chaves da empresa. Este número equivalia a aproximadamente 15% do número de funcionários da empresa descontado-se os subcontratados e os que trabalham na fábrica, pois as atividades de manufatura se encontram fora do escopo desta dissertação. O roteiro de entrevistas é apresentado no Apêndice B. Durante a realização das entrevistas, os próprios entrevistados sugeriram nomes de outras pessoas que poderiam contribuir com informações relevantes para esta dissertação. Assim, foram entrevistadas dezenove pessoas, ao invés das quinze inicialmente previstas. Os informantes representavam diversas categorias de trabalho e hierarquia da empresa (projetistas, engenheiros de processo, gerentes e diretores) além de ex-funcionários, como mostra a Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Relação dos participantes das entrevistas

Cargo ou Posição	Número de entrevistados
Presidente, diretores	3
Gerentes de divisão	4
Ex-funcionários, consultores	5
Engenheiros e técnicos	7
Total de Entrevistados	19

A partir da elaboração do roteiro, foram realizadas entrevistas não-estruturadas e semi-estruturadas. Nas primeiras, os entrevistados responderam sobre fatos, dando sua opinião e pontos de vista. Nas entrevistas semi-estruturadas, buscou-se focar assuntos determinados para ratificar certos fatos, visando a encontrar ou selecionar respostas entre alternativas específicas, como proposto por Easterby-Smith et al. (1999); entretanto questões abertas também foram feitas nestas entrevistas.

Os entrevistados contaram suas ‘histórias’ sobre as atividades e projetos tecnológicos, forma de criação de departamentos ou implantação de inovações organizacionais. Estas informações permitiram a identificação do nível de competências tecnológicas da empresa em diferentes

pontos no tempo. Para obter informações sobre os processos de aprendizagem ao longo do tempo foi aplicada estratégia semelhante.

Durante as entrevistas as informações foram anotadas de forma abreviada. Em algumas oportunidades os entrevistados rascunharam organogramas, esquemas, figuras que foram coletados. Depois de cada entrevista mais notas ou detalhes, que não puderam ser anotados durante a entrevista, foram incluídas nas transcrições. Todas estas informações foram organizadas em forma de textos que foram enviados por e-mail aos entrevistados para validação e confirmação dos dados e informações. Em alguns casos, foi realizada uma segunda entrevista com a finalidade de ratificar dados ou ainda para coletar informações adicionais.

Os projetos relacionados na Tabela 5.3 foram citados ou descritos pelos entrevistados. Por serem relevantes para a reconstrução da trajetória de acumulação de competências tecnológicas da firma ou para a descrição dos processos de aprendizagem utilizados em determinada época, estas descrições foram utilizadas nas diversas seções dos Capítulos 6 e 7 do estudo de caso e nos quadros indicados.

Tabela 5.3: Projetos incluídos no estudo de caso

Fábrica	Projeto	Ano	Quadro
Celubahia	Branqueamento	1978 / 1980	6.2
Riocell	Branqueamento	1980	6.2, 7.2
Sappi Ngodwana	Linha de fibras	1982	7.2
Celpav	Cozimento contínuo	1982 / 1991	-
Alto Parana	Branqueamento	1984 / 1985	-
Klabin	Cozimento e lavagem	1986 / 1988	6.1
Aracruz	Difusor atmosférico	1987	6.1
Aracruz	Cozimento e lavagem	1989 / 1991	-
Bahia-Sul	Linha de fibras	1990 / 1991	-
Cenibra	Linha de fibras	1994	-
Bacell	Branqueamento	1994 / 1995	-
VCP / Jacareí	Branqueamento	1996	-
Klabin	Ampliação da fábrica, várias áreas	1996	-
Aracruz	Caustificação	1996	-
Alto Parana	Pré-branqueamento, evaporação	1997 / 1998	

5.3.2 DOCUMENTAÇÃO DA EMPRESA

Foram pesquisados registros em arquivo e documentos da empresa como organogramas, manuais do sistema de qualidade, procedimentos e normas, minutas de contratos. Foram ainda utilizados outros documentos para a elaboração do estudo de caso como relatórios, atas de reunião, memorandos, histórico de fornecimentos, materiais empregados para apresentações e treinamento.

Para os processos de aprendizagem foram pesquisados dados relativos ao tipo e quantidade de treinamentos realizados entre 1980 e 2000, tais como registros de treinamentos, anais de congressos com listas de participantes, relatórios de visitas, entre outros. Esta documentação permitiu a confirmação e o enriquecimento de evidências coletadas por outras fontes como as entrevistas e observação direta e também para a confirmação de datas de ocorrência de eventos.

5.3.3 OBSERVAÇÃO DIRETA

Com a observação direta das atividades foram coletadas informações adicionais sobre comportamentos, tecnologias utilizadas, habilidades, dificuldades, interações dos indivíduos e empresas ou entidades etc. O autor deste trabalho trabalha nesta empresa desde 1992. Desta forma, o acesso à empresa foi facilitado. A observação direta também permitiu o levantamento de dados sobre as formas de organização de trabalho e foi útil para aprofundar o entendimento dos processos e práticas desenvolvidos pela empresa para as atividades de engenharia e gestão de projetos.

5.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Os dados analisados nesta dissertação foram qualitativos e quantitativos. As evidências empíricas, coletadas na forma de notas de entrevista, documentos da empresa e observação direta, foram organizadas sistematicamente à luz das duas ferramentas metodológicas da

dissertação: a estrutura para descrição das competências tecnológicas e a estrutura para análise dos processos de aprendizagem, apresentadas nas Tabelas 3.1 e 3.2.

As evidências coletadas foram inicialmente dispostas em matrizes analíticas, cujas linhas representavam as atividades ou funções tecnológicas estudadas e as colunas, o período de tempo. Cada uma das células expressava o nível de competência ou as características dos processos de aprendizagem. A seguir, foram elaborados pequenos textos analíticos relativos a cada matriz. As descrições dos projetos realizados foram utilizadas para identificar similaridades e mudanças do nível de competências tecnológicas da firma, ao longo do tempo. A partir da síntese destes dados, foi descrita a trajetória de acumulação de competências tecnológicas para cada uma das funções tecnológicas estudadas, no Capítulo 6. Esta descrição foi feita levando-se em conta a subdivisão do período de tempo em estudo, que vai de 1980 a 2000. Paralelamente à descrição da trajetória, os processos de aprendizagem utilizados ao longo do tempo foram descritos no Capítulo 7.

5.4.1 CARACTERÍSTICAS-CHAVES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

Após a tabulação das informações coletadas, os processos de aprendizagem foram descritos no Capítulo 7. As características-chaves dos processos de aprendizagem, para cada um dos períodos definidos acima, foram analisadas no Capítulo 8, levando-se em conta os critérios definidos a seguir.

(1) *Variedade*: esta característica foi avaliada em termos da presença ou ausência de um processo inteiro (ex. processo de aquisição de conhecimento) e também pelo número de mecanismos por meio dos quais os processos foram colocados em prática na empresa, como mostra a Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Critério para avaliação da variedade de processos de aprendizagem

Número de mecanismos (n)	Variedade
n = 0	Ausente
n = 5	Limitada
5 < n = 10	Moderada

n > 10

Diversa

Fonte: Elaboração do autor

(2) *Intensidade*: foi avaliada pela distribuição do uso ou repetição dos processos e mecanismos ao longo do período de tempo analisado. O modo como a empresa usa cada um dos processos ao longo do tempo, pode ser contínuo, intermitente ou ocorrer uma única vez. Os critérios utilizados para a classificação são apresentados na Tabela 5.5.

Tabela 5.5: Critério para avaliação da intensidade dos processos de aprendizagem

Intensidade do Processo ou Mecanismo	Intensidade
Utilização do processo ou mecanismo de forma contínua ou, dependendo da sua natureza, em diversas ocasiões durante o período de tempo considerado	Contínua
Utilização do processo ou mecanismo de forma descontínua ou intermitente durante o período de tempo considerado	Intermitente
Utilização do processo ou mecanismo em uma única oportunidade ou por um curto período de tempo	Baixa

Fonte: Elaboração do autor

(3) *Funcionamento*: para operacionalizar o exame desta característica foram utilizadas informações qualitativas e quantitativas. A classificação do funcionamento (ruim-moderado-bom) foi feita levando-se em conta os seguintes critérios: (i) exame das evidências empíricas coletadas nos diferentes períodos de tempo (por exemplo, funcionários que participaram de treinamentos no exterior nos diferentes períodos; critérios utilizados pela empresa para selecionar participantes de treinamentos externos) e (ii) mediante as informações, comentários e pontos de vista dos entrevistados sobre o funcionamento dos processos de aprendizagem utilizados pela empresa ao longo dos anos.

(4) *Interação*: a interação pode ocorrer ‘entre’ os processos ou ‘dentro’ dos processos. A interação ‘entre’ processos se dá entre mecanismos representativos de diferentes processos de aprendizagem, por exemplo, a contratação de especialistas (processo de aquisição externa) e a elaboração de especificações de materiais e sistemas (processo de codificação). A interação ‘dentro’ dos processos ocorre quando os mecanismos que interagem fazem parte de um

mesmo processo; por exemplo, entre dois processos de aquisição interna, como P&D e treinamento interno.

As interações ‘entre’ e ‘dentro’ dos processos foram identificadas a partir dos dados empíricos coletados por meio das fontes de utilizadas nesta dissertação (Tabela 5.1). Estes dados quantitativos são apresentados nas Tabelas do Apêndice, para cada um dos processos de aprendizagem, separadamente. Para classificar as interações em determinado período, o número de interações observadas neste período foi dividido pelo número total de mecanismos de aprendizagem encontrados no mesmo período. O critério utilizado para classificação é apresentado na Tabela 5.6.

Tabela 5.6: Critério para avaliação da interação dos processos de aprendizagem

Nº de interações entre mecanismos / nº total de mecanismos utilizados no período	Interação
$n < 0,5$	Fraca
$0,5 = n < 1,0$	Moderada
$n = 1,0$	Forte

Fonte: Elaboração do autor

Por exemplo, de acordo com o critério estabelecido na Tabela 5.6 as interações ‘entre’ os mecanismos de aquisição externa de conhecimento no período entre 1980 e 1990 foram moderadas, pois a divisão do número de interações que ocorreram entre os mecanismos pelo nº total de mecanismos utilizados no período (respectivamente 18 e 26, ver Apêndice, Tabela A-1) resulta em 0,7; o que, pelo critério estabelecido acima, caracteriza interação moderada.

CAPÍTULO 6

ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA KVAERNER PULPING (1980 - 2000)

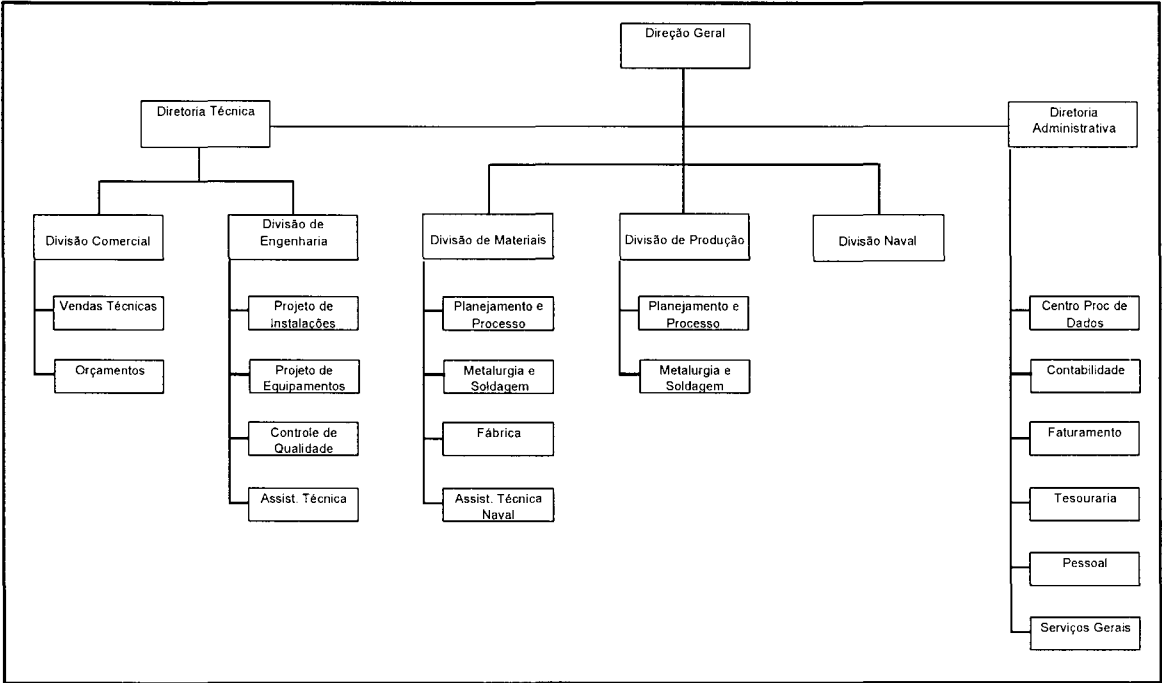
Este capítulo descreve a trajetória de acumulação de competências tecnológicas na Kvaerner Pulping, à luz da estrutura indicada na Tabela 3.1. O capítulo está dividido em três seções. A Seção 6.1 descreve a acumulação de competências tecnológicas na empresa para o período de 1980 a 1990. A Seção 6.2 a acumulação de competências entre 1991 a 1995 e a Seção 6.3 para o período que vai de 1996 a 2000. As trajetórias de acumulação são descritas para cada uma das funções tecnológicas, separadamente.

6.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS: 1980 - 1990

Esta seção descreve a acumulação de competências tecnológicas durante a fase inicial de operação da empresa. No início da década de 80, a empresa carecia de competências básicas em todas as funções tecnológicas. Conforme será demonstrado nesta seção, a empresa acumulou neste período capacitação tecnológica inovadora, de Nível 4 em ‘equipamentos de processo’. Para as demais funções a empresa construiu capacitação de rotina de Nível 3 em ‘engenharia de sistemas’, Nível 4 em ‘gestão de projetos’ e de Nível 2 em ‘processos e práticas operacionais’. O maior desenvolvimento em equipamentos de processo pode ser associado ao foco da empresa no fornecimento de máquinas e equipamentos, durante este período.

Desde o início de suas operações, a empresa contava com departamentos de engenharia e de assistência técnica. A alocação de recursos nestas áreas era compatível com algumas das principais razões para a instalação da empresa no país (ver Seção 4.4), ou seja, oferecer aos clientes serviços de engenharia, e assistência técnica e de desenvolvimento de tecnologia adequados à realidade e as condições brasileiras. Por volta de 1985 a empresa estava estruturada como mostra a Figura 6.1.

Figura 6.1: Estrutura organizacional simplificada da Kamyr do Brasil (1985)



Fonte: Arquivos da empresa

No início da década de 1980, a empresa contava com aproximadamente 120 funcionários, incluindo as operações industriais. As principais funções eram exercidas por estrangeiros. Assim, durante toda esta década, a presidência da empresa foi ocupada por pessoas vindas da matriz. Da mesma forma, até meados dos anos 80, o gerente comercial e de assistência técnica também era da matriz. Por outro lado, o gerente de engenharia e a maioria dos engenheiros que trabalhavam na divisão de engenharia foram contratados no Brasil. Mesmo tendo sido nomeado pela matriz na Suécia, o presidente da Kamyr do Brasil possuía bastante autonomia para gerir a empresa; porém entrevistas realizadas com funcionários e ex-funcionários da empresa revelaram que o fluxo de decisão e de comunicação informal passava pelo diretor administrativo-financeiro, que era ‘forte e centralizador’.

Em 1983, com o retorno do gerente comercial para a Suécia, um dos engenheiros que trabalhava como coordenador de projetos passou a ocupar esta gerência. Apesar do intercâmbio dos técnicos da matriz e os da empresa local ter-se revelado um mecanismo importante para a acumulação de competências tecnológicas, a medida em que os cargos

principais da empresa passaram a ser ocupados por pessoas formadas na própria empresa ou contratadas por ela no país, o desenvolvimento local se acelerou e a dependência da matriz diminuiu.

6.1.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS: 1980 - 1990

Conforme será mostrado nesta seção, no final deste período a empresa construiu e acumulou competências de rotina de Nível 3 (extrabásico) na função ‘engenharia de sistemas’.

No início das operações, a empresa não dispunha sequer de competências básicas em engenharia de sistemas. De modo geral, os fornecimentos para as fábricas de celulose, realizados nesta época, compreendiam apenas a engenharia básica e o fornecimento de equipamentos principais de processo. A engenharia básica era invariavelmente desenvolvida pela matriz, na Suécia¹, pois a empresa no Brasil não possuía a capacitação para a execução desses serviços. Pelo mesmo motivo, os serviços de engenharia para a definição do *layout* das plantas; a engenharia civil; a engenharia de detalhamento de tubulações, elétrica e instrumentação dos projetos eram contratados pelas empresas de celulose diretamente às firmas de engenharia.

Os fornecimentos da empresa resumiam-se nas máquinas e equipamentos simples, isolados. Eram poucos os engenheiros e técnicos que trabalhavam em ‘engenharia de sistemas’, algo em torno de quatro pessoas². Este pequeno grupo fazia o detalhamento básico de tubulações, a partir dos fluxogramas de processo enviados pela matriz. Por outro lado, aproximadamente vinte pessoas, entre técnicos e engenheiros, trabalhavam em engenharia de equipamentos, o que evidencia o foco da empresa como fornecedora de máquinas e equipamentos, nesta época.

¹ Entrevista na empresa

² Entrevista na empresa

Assim, no projeto para o fornecimento de uma nova planta de branqueamento de celulose para a fábrica da Riocell³, em 1980, toda a engenharia básica de processo foi desenvolvida pela matriz, na Suécia. A equipe de engenharia no Brasil desenvolveu, a partir da concepção básica de *layout* feita na Suécia, o detalhamento deste *layout*. O projeto de detalhamento para algumas (poucas) tubulações principais de processo também foi feito no Brasil. Ainda assim, a dependência da matriz, que deveria aprovar todos os desenhos, era muito grande. Em resumo, muito pouco era realizado pela empresa na área de engenharia de instalações, ou seja, a empresa carecia até mesmo de competências básicas para operação.

Entrevistas realizadas na empresa indicam que em projetos desenvolvidos por volta de 1982 (ex. Sappi Ngodwana), a empresa desenvolveu a engenharia de detalhamento para a instalação dos equipamentos, ou seja, completou a aquisição de competências de Nível 1 (básico) em engenharia de sistemas, à luz da Tabela 3.1.

Entre 1984 e 1985 foi realizado o projeto para o um novo estágio de branqueamento para a fábrica da Celulosa Alto Parana, na Argentina. Este foi o primeiro projeto que incluiu fornecimento de tubulações para a interligação do sistema, estruturas suporte e plataformas para acesso e operação⁴. A engenharia de detalhamento para estas tubulações, estruturas e plataformas foi executada pelos engenheiros da empresa. A execução destas atividades denota a capacitação para desenvolver atividades de engenharia de detalhamento de sistemas mecânicos (ex. tubulações para interligação, estruturas suporte, plataformas de acesso e operação) e dimensionamento e seleção de equipamentos auxiliares. Em outras palavras, evidencia-se o avanço para o Nível 2 (renovado) de competências tecnológicas em ‘engenharia de sistemas’. Ainda que tenham avançado em grau de dificuldade, as atividades de engenharia desenvolvidas na empresa nesta época eram ainda muito simples, e demandavam apenas competências tecnológicas de rotina, ou seja, competências tecnológicas para usar a tecnologia e fazer atividades a um determinado nível de eficiência.

Na segunda metade da década de 80, foram realizados projetos de maior valor econômico, mas de mesmo grau de complexidade, ou seja, não foi possível distinguir um aumento do

³ Entrevista na empresa

nível de dificuldade das atividades realizadas; portanto estas atividades eram ainda de rotina, que correspondiam ao nível renovado de competências tecnológicas. Dois projetos que tipificam este grau de capacitação tecnológica são descritos resumidamente no Quadro 6.1.

Quadro 6.1: Atividades de engenharia em projetos desenvolvidos em meados da década de 80: o nível de competências renovado

Um projeto importante realizado entre 1986/88 foi o da nova planta de cozimento e lavagem para a fábrica da Klabin, em Telêmaco Borba, PR. A engenharia básica foi desenvolvida pela matriz, na Suécia, uma vez que não havia técnicos trabalhando nesta área no Brasil. A Kamyr do Brasil forneceu os equipamentos mecânicos de processo e os equipamentos auxiliares. A validação do projeto mecânico de equipamentos foi feita pela matriz. Os serviços de engenharia de detalhamento de tubulações (e também de elétrica e de instrumentação) não faziam parte do escopo de fornecimento da Kamyr do Brasil. Estes serviços foram contratados diretamente pela Klabin a uma empresa de engenharia. Os contatos e a interação dos técnicos da empresa com o pessoal da Klabin e da empresa de engenharia contratada por ela foram reportados pelos entrevistados como fonte importante para a aquisição de conhecimento tácito, principalmente para a engenharia de detalhamento de tubulações.

Outro projeto realizado na mesma época foi o fornecimento de um difusor atmosférico para a Aracruz Celulose, em 1987. Neste projeto, a engenharia de detalhamento de tubulações e plataformas foram feitos pela Kamyr do Brasil; entretanto a validação do projeto foi feita pela matriz, na Suécia, ou seja, a empresa ainda não detinha capacitação completa para a execução destas atividades. O tipo de atividades desenvolvidas neste projeto (ex. detalhamento de tubulações para interligação, estruturas de suportes, plataformas de acesso e operação) são evidências de que a empresa empenhou esforços para construir e acumular competências de nível renovado em engenharia de sistemas.

Fonte: Entrevista com gerente de projetos e com ex-diretor da empresa

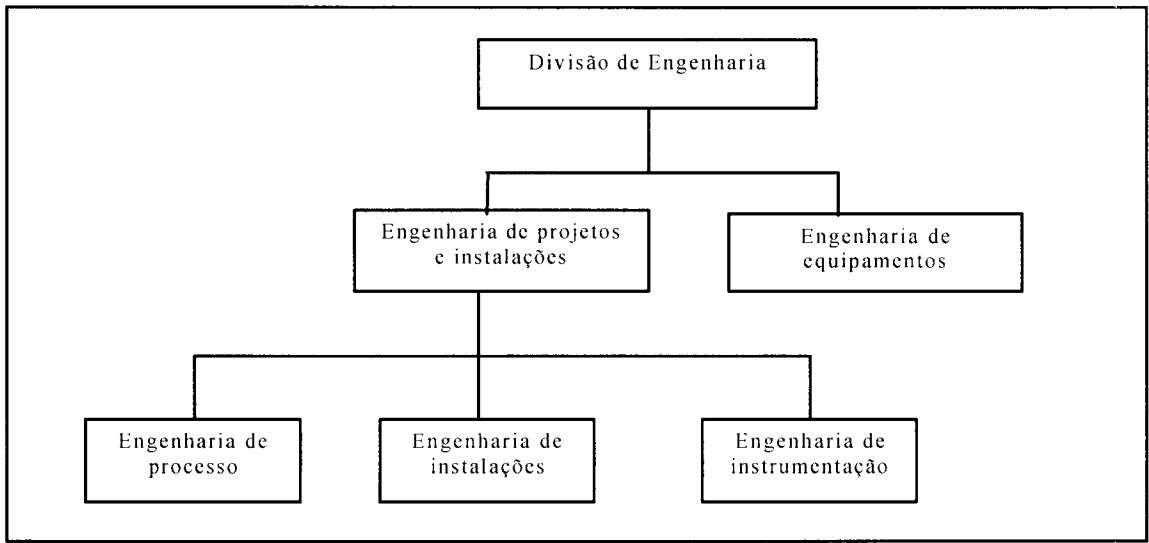
A partir do final da década de 1980 e início dos anos 90, a empresa começou a desenvolver atividades de engenharia de detalhamento de tubulações para a interligação das plantas. O aumento da complexidade das atividades de engenharia fica evidenciado pelo exame de alguns dos projetos realizados neste período, como o fornecimento da nova planta de cozimento para a expansão da fábrica da Aracruz Celulose. Assim como nos projetos anteriores, a engenharia básica foi executada pela matriz, na Suécia; entretanto a Kamyr desenvolveu a engenharia para a instalação destes sistemas, incluindo o *layout* da instalação, detalhamento das tubulações principais de processo, plataformas de acesso e operação⁴. Evidencia-se assim que a empresa aprofundou sua capacitação, desenvolvendo atividades de engenharia de maior grau de dificuldade envolvendo a interligação de diversos equipamentos

⁴ Entrevista na empresa

auxiliares que compõe a planta. Neste projeto, a Kamyr do Brasil forneceu ainda o pátio de madeira e a planta química, mediante acordos de licenciamento com empresas detentoras destas tecnologias. A Kamyr do Brasil recebia a engenharia básica das empresas licenciadoras, e era responsável pelo fornecimento dos sistemas não-proprietários, desenvolvendo os serviços de engenharia de detalhamento mecânico para a sua instalação. Estas atividades sugerem à luz da Tabela 3.1 que a empresa acumulou o Nível 3 (extrabásico) de competências tecnológicas em ‘engenharia de sistemas’.

Em 1988, com o crescimento e consolidação da empresa como fornecedora de serviços de engenharia de instalações e o maior envolvimento da empresa em atividades ligadas à engenharia de processo, foram criados três grupos ligados ao departamento de engenharia de projetos e instalações: engenharia de processo, engenharia de instalações e engenharia de instrumentação, como mostra a Figura 6.2.

Figura 6.2: Estrutura organizacional da divisão de engenharia no final da década de 80



Fonte: Entrevista com gerente da empresa

Esta mudança organizacional implicou um aumento da coordenação de esforços para a acumulação de competências em engenharia de projetos e instalações como um foco paralelo à engenharia de equipamentos, que era a principal atividade da empresa naquela época. Pode-se sugerir que a criação de ‘núcleos’ de competências em engenharia de instalações, processo

⁵ Pesquisa em arquivos da empresa

e instrumentação teve implicações na diversificação da base de conhecimentos da empresa e, conseqüentemente, no desenvolvimento de atividades inovadoras em ‘engenharia de sistemas’ e em ‘gestão de projetos’.

6.1.2 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS: 1980 - 1990

Conforme será mostrado nesta seção, a empresa construiu e acumulou, neste período, capacitação tecnológica de rotina de Nível 4 em ‘gestão de projetos’.

Assim como para os serviços engenharia, praticamente todo o conteúdo dos primeiros projetos desenvolvidos pela Kamyr do Brasil era importado, muito pouco era fabricado ou produzido no Brasil, como mostra o Quadro 6.2.

Quadro 6.2: Atividades de rotina de nível básico em ‘Gestão de Projetos’

No projeto para a Celubahia (1978-1980), fábrica de celulose implantada em Camaçari/BA, todo o fornecimento foi importado da Suécia. O fornecimento era praticamente uma venda de equipamentos FOB/Suécia. Muito pouco foi desenvolvido pela empresa no Brasil.

A Kamyr do Brasil ainda não dispunha de capacitação tecnológica para a coordenação de projetos quando foi realizado o fornecimento de uma nova planta de branqueamento de celulose para a Riocell em 1980. Assim, a coordenação deste projeto também ficou a cargo do pessoal da matriz, na Suécia.

Os serviços de assistência técnica para a partida destes dois projetos também foram liderados por técnicos da Suécia, uma vez que não havia pessoal qualificado na Kamyr do Brasil para a prestação deles; entretanto técnicos e engenheiros do Brasil compuseram as equipes de supervisão de montagem, treinamento e assistência à partida destes projetos. Desta forma a participação dos engenheiros da empresa nestes projetos, funcionou como um processo de aprendizagem no trabalho, permitindo que a empresa envidasse esforços para a construção de capacitação em ‘gestão de projetos’.

Fonte: Entrevistas na empresa

A atuação da empresa resumia-se praticamente na coordenação e implantação de projetos simples, entregas *ex-works*/FOB de máquinas e equipamentos ou sistemas simples. Isto sugere que a empresa desenvolvia atividades de nível básico (Nível 1), à luz da estrutura descritiva de competências tecnológicas apresentada na Tabela 3.1. Mesmo assim, a empresa começava a

direcionar esforços para construir capacitação de Nível 2, participando da coordenação de projetos simples e compondo equipes em serviços de assistência técnica.

Os conhecimentos adquiridos nos projetos anteriores permitiram que a empresa construísse uma plataforma a partir da qual ela pôde avançar na construção de sua capacitação tecnológica. As atividades desenvolvidas para o projeto da linha de fibras para a fábrica da Sappi Ngodwana, na África do Sul, em 1982, demonstram este avanço. Este foi o primeiro projeto coordenado pela equipe da empresa no Brasil⁶. Isto só foi possível porque a empresa já possuía em seus quadros pelo menos dois engenheiros capacitados para a coordenação de projetos⁷. Este fornecimento teve o maior escopo entre todos os realizados até então, pois incluiu máquinas e equipamentos para várias áreas da fábrica, como cozimento, depuração, lavagem e deslignificação por oxigênio. O projeto era simples, pois envolvia apenas o fornecimento de equipamentos mecânicos. Técnicos da Kamyr do Brasil compuseram grupos de assistência técnica para supervisão de montagem e assistência à partida⁸. Isto foi possível em razão da experiência e do conhecimento acumulado pelos engenheiros da empresa na montagem mecânica de equipamentos, revestimento das torres de branqueamento e dos sistemas hidráulicos e difusores para o projeto Riocell, desenvolvido anteriormente. O grupo de assistência técnica foi formado por quatro pessoas: um engenheiro da matriz, um engenheiro da empresa no Brasil (que trabalhou anteriormente no projeto Riocell), e dois técnicos com experiência neste tipo de indústria, contratados pela empresa no Brasil⁹.

As seguintes evidências indicam o aumento da capacitação da empresa em gestão de projetos no Brasil: (i) a empresa responsabilizou-se pela coordenação das atividades e supervisão de montagem para projetos simples e (ii) passou a prover serviços de assistência técnica para supervisão, comissionamento, partida e treinamento sob assistência externa. Estas evidências sugerem que a empresa acumulou competências de Nível 2 (renovado), à luz da Tabela 3.1.

Na segunda metade da década de 1980, a empresa forneceu nova planta de cozimento para a Klabin. Neste projeto, desenvolvido entre 1986 e 1988, a Kamyr do Brasil fabricou e contratou

⁶ Conforme entrevista com diretor da empresa, “A coordenação deste projeto foi delegada a empresa no Brasil devido a uma coincidência de fatores ambientais e tecnológicos. A matriz da empresa (Kamyr AB), participava do boicote imposto à África do Sul em vigor na Suécia àquela época. Assim, a execução deste projeto ficou ao encargo da subsidiária brasileira”.

⁷ Entrevista na empresa

⁸ Entrevista na empresa

⁹ Entrevista com ex-diretor da empresa

o fornecimento de equipamentos mecânicos e também foi responsável pela sua coordenação, incluindo a elaboração e controle do cronograma para implantação. Esta coordenação ficou a cargo de engenheiros da própria empresa: foram apontados um gerente de projeto e dois coordenadores, responsáveis pelas atividades de projeto e de engenharia, respectivamente. A Kamyr do Brasil foi ainda responsável pela supervisão de montagem desta planta. Engenheiros da empresa participaram dos trabalhos de comissionamento e partida, que foram executados sob responsabilidade de técnicos da matriz. Essas evidências mostram que a empresa aprofundou a sua capacitação tecnológica, acumulando competências de rotina de Nível 3 (extrabásico), em ‘gestão de projetos’.

No final da década de 1980, a empresa começou a deslocar seu foco para o fornecimento de sistemas, em oposição ao simples fornecimento de máquinas e equipamentos. A mudança organizacional introduzida em 1988 (Figura 6.2) favoreceu o desenvolvimento de capacitação em ‘gestão de projetos’. Ainda não havia na empresa uma divisão ou área, à qual coubesse especificamente a gestão de projetos. Com a *departamentalização* da divisão de engenharia, a coordenação de projetos passou a ser feita de forma mais organizada, utilizando-se uma estrutura matricial para a execução dos projetos.

Entre 1989 e 1991, a empresa desenvolveu o projeto para a construção da nova fábrica B da Aracruz Celulose. O principal fornecimento da empresa para este projeto foi a nova planta de cozimento. Este fornecimento incluiu os equipamentos de processo, as tubulações principais de processo e as plataformas de operação e acesso. Além da planta de cozimento, a Kamyr do Brasil forneceu plantas e sistemas de tecnologia não proprietária, como o pátio de madeira e a planta química, mediante contratos de licenciamento com as empresas detentoras destas tecnologias. O gerente destes projetos foi um engenheiro da Kamyr Brasil¹⁰.

A política industrial brasileira vigente nesta época restringia as importações de bens de capital, o que fez com que a maior parte deste fornecimento fosse comprada ou fabricada no Brasil; por isso a empresa direcionou esforços para a qualificação e desenvolvimento de fornecedores

¹⁰ Entrevista com gerente da empresa

loais¹¹. Em outras palavras, a empresa desenvolveu atividades de gestão de projetos de médio porte, que envolviam maiores esforços em engenharia de aquisição (procura, compra, diligenciamento e inspeção). Este foi ainda o primeiro contrato que incluiu a provisão dos serviços de assistência técnica pela empresa do Brasil¹². Estes trabalhos incluíram atividades de comissionamento, *check-out*, e partida da planta. O grupo de assistência técnica foi formado por técnicos brasileiros em composição com técnicos da Suécia¹³. A Kamyr do Brasil foi ainda responsável pela supervisão dos serviços de montagem mecânica da planta (como já o fora para o projeto Klabin). As atividades desenvolvidas para a execução deste projeto demonstram que a empresa construiu e acumulou competências de rotina de Nível 4 (pré-intermediário) em gestão de projetos, à luz da Tabela 3.1.

A criação da divisão de assistência técnica na empresa em 1989 possibilitou maior participação de engenheiros e técnicos da Kamyr do Brasil nas atividades de campo, o envolvimento na operação dos equipamentos e contato com o corpo técnico dos clientes¹⁴.

6.1.3 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS: 1980 - 1990

Esta seção procura descrever a acumulação de competências tecnológicas em ‘processos e práticas operacionais’, durante o período que de 1980 a 2000. Como será mostrado adiante, foi apenas por volta de 1990, que a empresa completou a acumulação do Nível 2 (renovado) de competências tecnológicas nesta função.

Todos os projetos realizados nesta época eram feitos ‘a mão’, ou seja, não eram utilizadas ferramentas de microinformática para a sua execução. Também não eram utilizados meios eletrônicos para o planejamento e controle do cronograma dos projetos. Além do mais, a empresa ainda não possuía nenhuma certificação de seus processos de projeto, engenharia ou manufatura¹⁵. O controle de qualidade para a fabricação de equipamentos era realizado por inspetores de qualidade (CQ de rotina). O primeiro fornecimento com projeto e fabricação

¹¹ Entrevistas na empresa

¹² Pesquisa em arquivos da empresa

¹³ Entrevista com diretor da empresa

¹⁴ Entrevista com diretor da empresa

com requisitos controlados foi desenvolvido para a Klabin em Monte Alegre/PR, entre 1986 e 1988. A empresa completou desta forma a acumulação de competências de rotina de Nível 1, em ‘processos e práticas operacionais’, por volta de 1986.

Os meios de comunicação formais utilizados neste período, como memorandos, quadro de avisos e comunicações internas (CI’s) tinham abrangência limitada, ou seja, baixa capacidade de tratamento de informação (captação, processamento, armazenamento e transmissão). Para sistematizar o fluxo de informação e documentos entre as diversas áreas envolvidas em um projeto, a empresa começou a implantar redes de computadores para compartilhamento de dados, no final da década de 1980. Nesta mesma época foi iniciado o trabalho de codificação de materiais, como mostra o Quadro 6.3.

Quadro 6.3: A modernização dos canais de comunicação: a criação de uma rede de computadores

Com a criação do departamento de engenharia de instalações em 1988, foram desenvolvidos sistemas que geravam documentos como listas de tubulações, listas de válvulas, listas de equipamentos e índices de linhas.

Para viabilizar a sistematização da operação foi criado um sistema de codificação de materiais. A estrutura do sistema de codificação de materiais assim como as especificações de materiais utilizadas para esta codificação foram desenvolvidas por grupos de trabalho interno, formados por engenheiros e técnicos da empresa. A geração automática destas listas facilitava em muito o trabalho de engenharia de instalações, gerando ganhos de produtividade. Para utilizar os bancos de dados e os sistemas criados para geração de listas de materiais, era necessário criar uma forma eficaz de compartilhamento dos dados e do uso das ferramentas. Então, em 1989, antes mesmo da criação de uma rede corporativa, foi desenvolvida internamente uma rede de computadores para utilização pelo grupo de engenharia.

Para sistematizar a emissão e controle de documentos, foi criado um aplicativo em planilha eletrônica. Este aplicativo foi o embrião do sistema de controle de documentos que ainda era utilizado no ano 2000 na empresa, o DCS (Documents Control System).

Fonte: Entrevistas na empresa

O uso de redes compartilhadas foi importante por permitir, além de maior eficácia e rapidez na troca de dados e informações, uma maior fluidez das informações e a difusão do conhecimento na empresa. Outro aspecto relevante foi a maior consistência dos dados e

¹⁵ Entrevista com ex-diretor da empresa

informações, utilizados no mesmo ou em diferentes projetos. Esta consistência significa que todos os envolvidos num projeto utilizam os mesmos dados e informações disponíveis.

Em 1989, como resultado de amplo programa de qualificação e padronização de seus procedimentos, a empresa obteve a certificação ASME para o projeto e fabricação de vasos de pressão. Esta é uma certificação basicamente técnica e requer que sejam estabelecidos e seguidos procedimentos e padrões de projeto, suprimentos e fabricação¹⁶. As evidências demonstram, desta forma, que a empresa completou a acumulação de competências de Nível 2 (renovado) em ‘processos e práticas operacionais’.

6.1.4 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO: 1980 – 1990

Esta seção procura descrever a acumulação de capacitação tecnológica em ‘equipamentos de processo’ no período de 1980 a 2000. Conforme será demonstrado nesta seção, a empresa atingiu, no final deste período, capacitação inovadora de Nível 4 nesta função tecnológica.

O fornecimento das novas torres de branqueamento para a fábrica da Riocell, em 1980, foi um dos primeiros projetos realizados pela empresa no Brasil. O projeto de fabricação e a fabricação destas torres foram feitos pela Kamyr do Brasil conforme especificações detalhadas pela matriz, na Suécia. Os elementos internos e o revestimento das torres foram importados¹⁷. Em outras palavras, as atividades desenvolvidas neste projeto equivalem a um processo de replicação de especificações dadas, ou seja, atuação como posto avançado da matriz. A empresa desenvolvia assim, à luz da Tabela 3.1, atividades de rotina de Nível 1 (básico) em ‘equipamentos de processo’.

Pode-se constatar o aumento na complexidade nas atividades desenvolvidas pela empresa ainda no início da década de 1980. Para o fornecimento de uma planta de cozimento para a CELPAV, por exemplo, a empresa desenvolveu o detalhamento mecânico do digestor a partir de dimensionamento e informações básicas fornecidas pela matriz, utilizando equivalência de

¹⁶ Entrevista com ex-funcionário da empresa

¹⁷ Entrevista com ex-diretor da empresa

materiais. O projeto foi então validado pelos engenheiros da matriz, na Suécia¹⁸. Estas atividades mostram que a empresa engajou-se em atividades de rotina de Nível 2 (renovado) em ‘equipamentos de processo’; entretanto a acumulação deste nível de competências ocorreu ainda de forma inconsistente, e se completou somente por volta de 1989, quando a empresa obteve da *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) a certificação de processos para projeto e fabricação de equipamentos. Esta certificação indica que a empresa se tornou capaz de projetar e fabricar vasos de pressão de acordo com rigorosos padrões internacionais.

Na segunda metade deste período, a área de engenharia foi dividida entre ‘projetos e instalações’ e ‘engenharia de equipamentos’, como mostra a Reforçou-se assim a especialização na área de engenharia de equipamentos, o que contribuiu para o aprofundamento de capacitação em ‘equipamentos de processo’. Para a área de materiais, por exemplo, a empresa contratou um especialista em materiais e processos de soldagem, objetivando desenvolver a empresa nesta área. Esta contratação ocorreu também em resposta a problemas que foram relacionados à seleção e especificação dos materiais de construção de equipamentos. Em outras palavras, a aquisição de capacitação nesta área não ocorreu, de modo planejado, *a priori*, mas *a posteriori*, como forma de ‘apagar incêndios’.

O fornecimento da nova planta de cozimento para a Klabin em Monte Alegre/PR, entre 1986 e 1988, foi a primeira fabricação com projeto e requisitos controlados¹⁹. Neste projeto, a engenharia de detalhamento mecânico dos equipamentos foi realizada pelos técnicos da Kamyr do Brasil²⁰. Durante a execução do projeto, foi muito grande o intercâmbio entre os grupos de engenharia de equipamentos e engenharia de produção (manufatura). Estas discussões relacionaram-se ao detalhamento dos projetos e processos de fabricação, como, por exemplo, o modo de execução de chanfros, das juntas e os tratamentos necessários. Em outras palavras, modificações no projeto mecânico para melhor adaptação aos processos de fabricação e aos materiais disponíveis no país. Desta forma, mediante o processo de socialização, o conhecimento difundiu-se através das fronteiras departamentais, aumentando a

¹⁸ Entrevista com ex-diretor da empresa

¹⁹ Entrevista com ex-funcionário da empresa

²⁰ Entrevista com ex-diretor da empresa

capacitação da empresa em engenharia de equipamentos. As atividades desenvolvidas neste projeto correspondem a um Nível 3, extrabásico em equipamentos de processo.

Também para o projeto da nova planta de cozimento para a fábrica B da Aracruz Celulose, executado entre 1989 e 1991, os cálculos e o projeto de detalhamento mecânico dos equipamentos foram feitos no Brasil e comentados pela Suécia. As chapas para a fabricação dos equipamentos foram adquiridas no mercado nacional, mas já houve um aprimoramento no processo de adaptação de materiais²¹.

Estas adaptações e modificações de projetos e especificações de equipamentos e materiais, por vezes chamada de *tropicalização*, pode parecer, a primeira vista, uma atividade simples; no entanto existem vários fatores que tornam complexa esta atividade. Por exemplo, ajustes de composição química dos materiais, procedimentos e métodos de execução dos tratamentos requeridos, disponibilidade no país de materiais existentes no exterior (principalmente materiais forjados e ligados). Muitas vezes o projeto original foi concebido para a fabricação utilizando-se determinadas máquinas e ferramentas. A não disponibilidade de instrumental equivalente ou de mão-de-obra especializada para fabricação conforme especificação original, poderá também resultar na necessidade de mudanças e adaptações no projeto²². Por isso a interação dos grupos de engenharia e manufatura foi importante. Estas adaptações de projetos demonstram que a firma desenvolveu capacitação inovadora de Nível 4 (pré-intermediário), pois demandam capacitação para adaptar, aprimorar e criar produtos e processos.

6.2 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS: 1991 - 1995

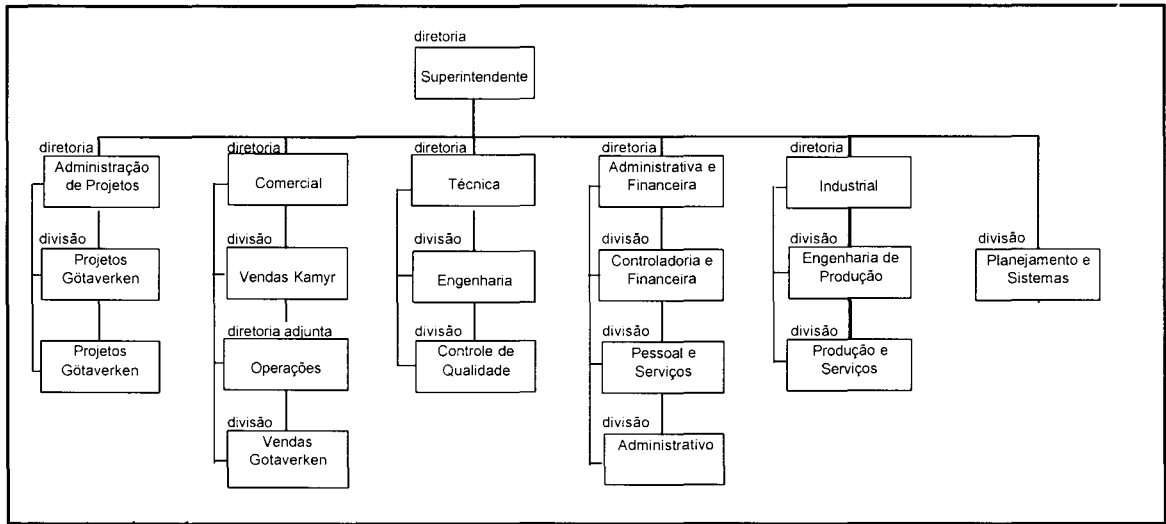
Conforme será demonstrado nesta seção a empresa acumulou, neste período, capacitação inovadora de Nível 5 em ‘engenharia de sistemas’ e em ‘gestão de projetos’ e de Nível 4 em ‘processos e práticas operacionais’. A empresa aprofundou ainda a sua capacitação inovadora em ‘equipamentos de processo’ movendo-se do Nível 4 para o Nível 5.

Em 1991 foi indicado um novo presidente para a empresa. Esta posição foi assumida por um engenheiro que já havia trabalhado na empresa, como gerente das áreas de engenharia e

²¹ Entrevista com ex-diretor da empresa

industrial, ou seja, pela primeira vez o presidente da empresa não era um funcionário ‘importado’ da matriz. Isto parece sugerir que a empresa no Brasil havia construído um nível de capacitação que permitia à matriz certo distanciamento das operações de sua subsidiária. Neste mesmo ano foram introduzidas mudanças organizacionais (Figura 6.3) quando foram criadas as diretorias de administração de projetos e a diretoria técnica. A criação de um grupo dedicado à gestão de projetos proporcionou maiores oportunidades para o desenvolvimento de capacitação inovadora nesta área. Em 1992, por exemplo, foram contratados especialistas em planejamento de projetos e em suprimentos para projetos (Seção 7.1.1). Nesta reestruturação organizacional também foi criada a diretoria adjunta de operações, responsável pelos serviços de assistência técnica e de pós-vendas, traduzindo a maior importância adquirida pela área de assistência técnica. Esta mudança permitiu maior especialização e coordenação de esforços para o aprofundamento da capacitação tecnológica da empresa; portanto pode-se sugerir que esta reestruturação organizacional proporcionou uma plataforma sobre a qual seriam construídas competências tecnológicas inovadoras.

Figura 6.3: Estrutura organizacional da empresa (1991)



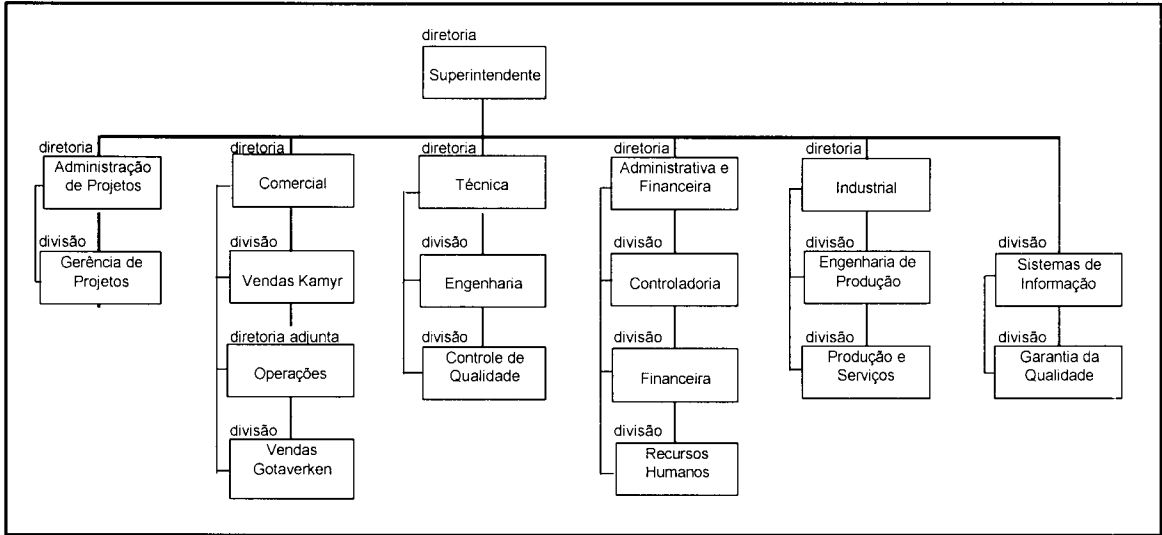
Fonte: Arquivos da empresa

Em 1993, a estrutura organizacional sofreu novos ajustes, como mostra a Figura 6.4. Nesta mudança foi criado o departamento de ‘Suprimentos para Projetos’. Uma única divisão de projetos substituiu e unificou as operações das divisões ‘Projetos Kamyr’ e ‘Projetos

²² Entrevistas com gerente e com ex-funcionário da empresa

Götaverken’. Desta forma, a empresa reuniu competências em gestão de projetos, abandonando a estruturação anterior por linha de produtos. A divisão de ‘Planejamento e Sistemas’ criada em 1991 deu lugar à divisão de ‘Sistemas de Informação’ enquanto a divisão de ‘Garantia da Qualidade’ passou a ser subordinada diretamente ao presidente da empresa. A criação e a atuação destas divisões influenciaram de modo positivo a construção de capacitação em ‘processos e práticas operacionais’ (por exemplo, para a criação de sistemas de controle de documentos, administração de contratos e, mais tarde, para a certificação dos processos da empresa pela ISO 9001).

Figura 6.4: Estrutura organizacional da empresa (1993)



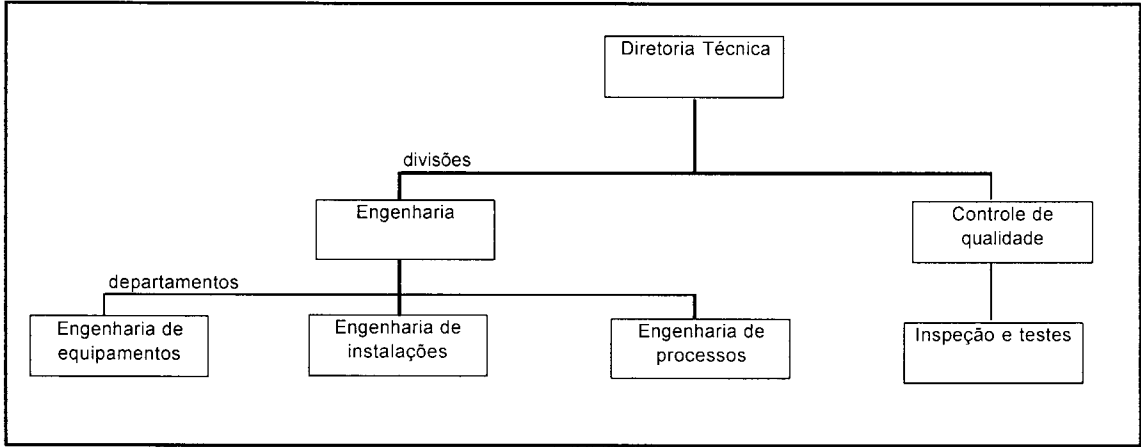
Fonte: Arquivos da empresa

6.2.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS: 1991 - 1995

Como será demonstrado a seguir, a empresa construiu e acumulou entre 1991-95 o Nível 4 (de rotina) e o Nível 5 (inovador) de competências tecnológicas em ‘engenharia de sistemas’.

Com as mudanças organizacionais implantadas em 1991 e complementadas em 1993 (Figuras 6.3 e 6.4) a Diretoria Técnica foi reestruturada. A partir desta reestruturação foram criados os departamentos de engenharia de equipamentos, processos e instalações (Figura 6.5).

Figura 6.5: Estrutura organizacional da diretoria técnica (1993)



Fonte: Arquivos da empresa

Comparando-se esta estrutura com aquela do final da década de 1980 (Figura 6.2), pode-se perceber que todas as áreas de engenharia foram equiparadas hierarquicamente. Em outras palavras, a empresa direcionou esforços também para a provisão de serviços de engenharia de instalações e engenharia de processo. Esta mudança evidenciou a tendência do aumento da capacitação da empresa para o fornecimento de sistemas, em oposição ao simples fornecimento de máquinas e equipamentos. Para acumular capacitação nesta direção, a empresa contratou técnicos com experiência no desenvolvimento de engenharia básica e conceitual para fábricas de celulose, o que possibilitou a aquisição de conhecimento tácito e a construção de capacitação nesta área. Este processo de aquisição de conhecimentos teve influência decisiva para o desenvolvimento de competências inovadoras em ‘engenharia de sistemas’, como será demonstrado no Capítulo 7.

A empresa construiu ainda capacitação para desenvolver engenharia de instalações completa para os projetos, ou seja, desde a definição de *layout* até o detalhamento de tubulações, estruturas suporte e plataformas de acesso. Por exemplo, dois grandes projetos executados nesta época para a BahiaSul Celulose e para a Cenibra incluíram todos os serviços de engenharia de detalhamento das instalações mecânicas, o comissionamento e a partida das plantas²³. Para a execução dos serviços de engenharia foram realizadas várias reuniões entre os grupos envolvidos no projeto na Suécia e no Brasil. Em outras palavras, a intensidade dos esforços de aprendizagem (reuniões, solução compartilhada de problemas, discussões,

²³ Entrevistas na empresa e pesquisa documental

viagens) foi contínua²⁴; no entanto as atividades desenvolvidas para a execução destes projetos corresponderam ainda, à luz da Tabela 3.1, ao Nível 3 (extrabásico).

Uma das diferenças entre estes projetos e os anteriores foram as ‘ferramentas’ utilizadas para o seu desenvolvimento. O projeto de engenharia de instalações para a BahiaSul Celulose, foi o último realizado totalmente de forma manual. No projeto da nova linha de fibras para a expansão da fábrica da Cenibra utilizaram-se pela primeira vez diferentes *softwares* de projeto para a engenharia de instalações (*layout*, tubulações, estruturas e plataformas), ou seja, foram utilizados novos processos e práticas operacionais.

Os *softwares* utilizados para o projeto de instalações foram o AutoCad, Pro-Pipe e o *Plant Design Management System* (PDMS) os dois últimos programas de engenharia volumétrica, tridimensional. A utilização do PDMS permitiu uma redução das horas gastas em projeto de até 50%, quando comparado às horas gastas para a execução do projeto de áreas equivalentes em projetos anteriores, como mostra a Tabela 6.1. Por outro lado, a execução dos projetos, utilizando estas ferramentas, requeria projetistas e engenheiros com treinamento e habilidades específicas. A empresa continuava assim a desenvolver atividades de rotina (Nível 3), porém com maior nível de eficiência.

No projeto para a nova planta de branqueamento *Total Chlorine Free* (TCF) para a Bacell, entre 1994-95, a empresa avançou na acumulação de competências em ‘engenharia de projetos’. A divisão de engenharia já se encontrava estruturada e capacitada para desenvolver atividades de rotina de Nível 4 (pré-intermediário), ou seja, a engenharia de detalhamento de instalações (*layout*, estruturas, plataformas) e o detalhamento de elétrica e instrumentação²⁵.

A planta de branqueamento TCF incorporou ainda uma unidade de geração de ozônio, que foi adquirida diretamente pela Bacell; entretanto engenheiros da Kvaerner participaram do processo de especificação e seleção desta unidade. Em outras palavras, a empresa acumulou capacitação para avaliar e selecionar tecnologias de sistemas auxiliares complexos. A empresa desenvolveu para este projeto, pela primeira vez, a engenharia básica e o dimensionamento

²⁴ Entrevista com gerente da empresa

²⁵ Pesquisa em arquivos da empresa

básico dos equipamentos de processo²⁶. O desenvolvimento de atividades de engenharia básica requer competências para criar e aprimorar a tecnologia, ou seja, competências inovadoras; portanto as evidências sugerem, à luz da Tabela 3.1, que a empresa acumulou capacitação inovadora em ‘engenharia de sistemas’ de Nível 5 (intermediário).

No final de 1995, a empresa passou por nova mudança organizacional, como mostra a Figura 6.7. Nesta reorganização, as áreas de engenharia e projetos foram unificadas. Criaram-se dois grupos de projeto multidisciplinares, cada um liderado por um gerente de projetos. Com a criação dos grupos multidisciplinares, os departamentos de engenharia (por exemplo, engenharia de instalações, engenharia de projetos) foram extintos. Os engenheiros e técnicos que trabalhavam nos grupos de engenharia de instalações foram distribuídos entre os dois grupos de projetos. Cada um destes grupos ou células de projeto passou a assumir a responsabilidade integral pela execução de projetos no que diz respeito a: (i) execução de serviços de engenharia; (ii) escopo de fornecimento, ou seja, contratação de serviços de engenharia, compra de equipamentos e materiais, montagem; (iii) prazos de fornecimento; (iv) custos (orçamento do projeto) e (v) qualidade. Em outras palavras, os grupos de projeto passaram a ser responsáveis pela execução dos serviços de engenharia, e também pela implementação do projeto.

Os engenheiros de processo e instrumentação, que executavam trabalhos de rotina em projetos, foram distribuídos entre os grupos de projeto. Por outro lado, os especialistas em tecnologia foram reunidos em um grupo diferenciado, a gerência de ‘Processos e Tecnologia’, criada para o desenvolvimento de engenharia básica e conceitual. Desta forma, a área de engenharia de processos também foi fortalecida dentro da empresa.

O envolvimento e o comprometimento do pessoal responsável pelas atividades de engenharia pelo resultado técnico e econômico do projeto foram reforçados. Passaram a ser valorizadas, por exemplo, a criação de soluções mais simples e fáceis de instalar. Esta mudança acarretou a simplificação dos processos organizacionais, a eliminação da duplicidade de funções e dos níveis gerenciais e uma maior delegação de responsabilidades. Além do mais, a comunicação

²⁶ Entrevista com gerente da empresa

direta e interativa dos indivíduos dos grupos multidisciplinares, ao estimular o pensamento divergente e – a partir daí - o processo criativo, possibilitou maior desenvolvimento de competências e soluções inovadoras em ‘engenharia de sistemas’.

6.2.2 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS: 1991 - 1995

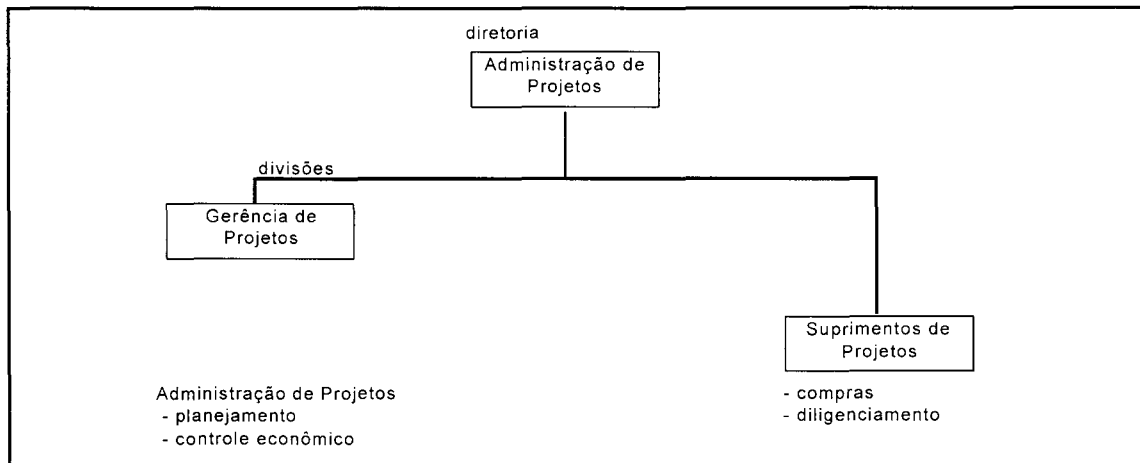
Conforme será demonstrado nesta seção, a empresa completou neste período a acumulação do Nível 4 de competências de rotina e passou a desenvolver atividades inovadoras, acumulando competências de Nível 5 (intermediário) em gestão de projetos.

Os projetos para a BahiaSul e Cenibra, realizados neste período, significaram grande avanço na capacitação em ‘gestão de projetos’. Estes fornecimentos foram realizados em regime de EPC mecânico. Em outras palavras, os serviços de engenharia, procura, compra e de construção mecânica ficaram sob responsabilidade da empresa no Brasil. Os serviços de montagem mecânica foram contratados de outras empresas; entretanto a Kvaerner se responsabilizou pela especificação, contratação, planejamento e execução das obras, qualidade, preços e prazos de fornecimento. Da mesma forma, todas as atividades de coordenação e de planejamento destes projetos assim como os serviços de assistência técnica para supervisão de montagem, treinamento e partida foram feitos sob a responsabilidade da Kvaerner.

A construção de competências inovadoras de Nível 5, em ‘gestão de projetos’, pode ser associada às mudanças organizacionais ocorridas neste período. Em 1991, foi criada a diretoria de projetos (Figura 6.3), especialmente organizada para a gestão de projetos. Em 1993, a estrutura desta diretoria foi aprimorada, com a criação do departamento de suprimentos para projetos e da gerência de projetos. A diretoria de projetos contava ainda com as áreas suporte de planejamento de projetos, e de controle econômico de projetos²⁷ como mostra a Figura 6.6.

Figura 6.6: Estrutura da diretoria de administração de projetos da empresa (1993)

²⁷ Entrevistas com gerentes da empresa



Fonte: Arquivos da empresa

Também em 1991 foi criada a diretoria adjunta de operações, responsável pelos serviços pós-venda e de assistência técnica. Esta diretoria tornou-se responsável pelas operações do Centro de Assistência ao Cliente (CAC), criado em 1993. A criação deste grupo fazia parte da visão da alta administração da empresa, no sentido de que, com o arrefecimento do mercado para o fornecimento de máquinas e plantas para as fábricas de celulose, a área de serviços passaria a responder por uma parcela importante dos negócios da empresa. A criação do CAC indica que a empresa se organizou para a provisão sistemática de serviços de assistência técnica. Como mostram as evidências coletadas em entrevistas, o fortalecimento desta área da empresa propiciou ainda maior intercâmbio dos técnicos da empresa e os dos clientes e fornecedores.

O CAC estava apto a oferecer serviços que ilustram a capacitação atingida pela empresa na provisão de serviços de assistência técnica²⁸. Estas atividades eram divididas em três grupos: (i) serviços de manutenção; (ii) serviços para projetos; e (iii) pós-venda e desenvolvimento de mercado. Entre os serviços de manutenção incluíam-se *troubleshooting*, planejamento e supervisão técnica em paradas, execução de serviços especiais ou até mesmo a responsabilidade total de serviços durante as paradas das fábricas. Por sua vez, os serviços para projetos incluíam: apoio técnico para atividades de engenharia; serviços de supervisão de montagem; elaboração de manuais de operação e manutenção; treinamento de times de manutenção e operação; comissionamento e partida de plantas; otimizações de equipamentos

²⁸ Pesquisa documental

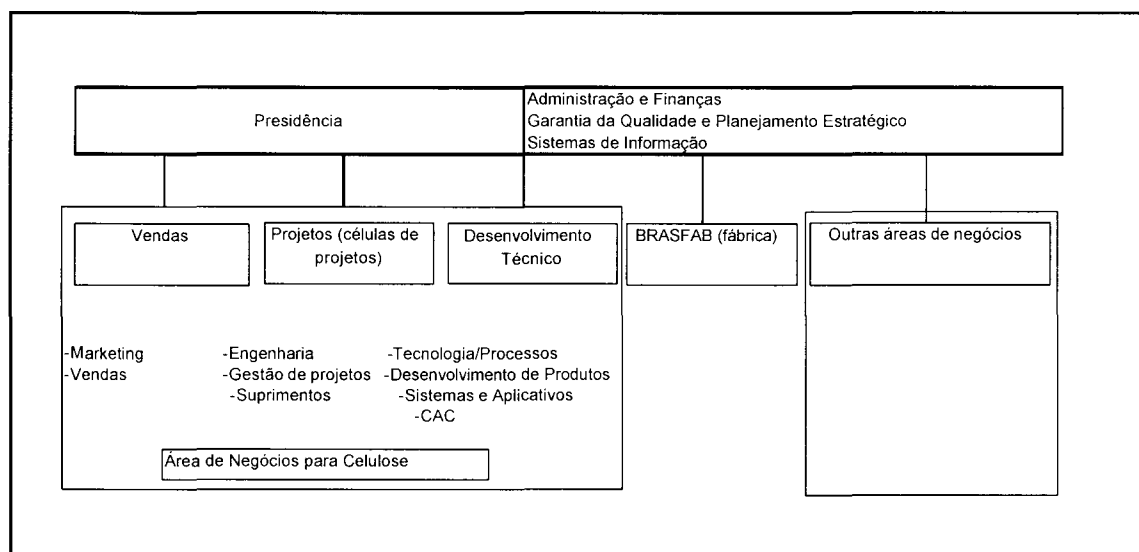
e de processo. As atividades relacionadas como serviços para projetos podem ser associadas não só à construção de capacitação em ‘gestão de projetos’ mas também a outras funções como ‘engenharia de sistemas’ (por exemplo, as otimizações de equipamentos e de processo).

Os projetos realizados durante este período eram gerenciados a partir de estrutura matricial balanceada, ou seja, uma estrutura que comportava as características funcionais e as de projeto em diferentes proporções, o que resultava em um sistema autoridade/responsabilidade misto dentro da empresa. Os gerentes de projeto podiam assim dedicar-se em tempo integral aos projetos, com autonomia comparável aos gerentes funcionais. Deste modo, o foco em gestão de projetos foi fortalecido, possibilitando maior integração e interação com fornecedores externos e com os clientes. Com a criação do departamento de suprimentos para projetos a empresa desenvolveu metodologias específicas para a execução de projetos de maior porte. Estas metodologias diziam respeito às atividades de procura, compra, qualificação de fornecedores, diligenciamento e inspeção, que ficaram a cargo deste departamento²⁹. Embora o escopo de fornecimento em projetos anteriores já exigisse da empresa competências em suprimentos para projetos, foi somente a partir da criação deste departamento que os procedimentos foram sistematizados e a empresa desenvolveu sua capacitação nesta área.

Mesmo assim, após algum tempo de operação com este arranjo organizacional, concluiu-se que ele era inadequado. O modelo organizacional originava conflitos entre a linha funcional e os projetos (por exemplo, para a alocação de recursos, definição de prioridades). As relações de comando eram complexas, às vezes confusas. As redundâncias operacionais e gerenciais levavam a ineficiências³⁰. Para resolver este problema foi criado, em 1994, um grupo de trabalho para definir uma nova estrutura organizacional da empresa. No final de 1995, a nova estrutura (Figura 6.7) foi implantada.

²⁹ Entrevista com ex-diretor da empresa

³⁰ Entrevista com diretor da empresa

Figura 6.7: Estrutura organizacional da empresa (1995)

Fonte: Arquivos da empresa

Com esta mudança, foram criadas as células ou times de projeto. Cada uma destas células reunia um gerente de projetos, especialistas das várias disciplinas da antiga divisão de engenharia e coordenadores de projeto. Esta mudança organizacional trouxe as seguintes implicações para a gestão de projetos.

- Alocação de recursos: a concentração de autoridade no gerente de projeto, não somente para as questões técnicas, mas também para a priorização de atividades e alocação de recursos (em oposição ao sistema misto de autoridade/responsabilidade anterior).
- Autonomia e responsabilidade dos envolvidos: cada um dos membros dos grupos multidisciplinares foi investido de maior autonomia e responsabilidade com relação às suas atividades. A motivação e o comprometimento que resultaram destas dimensões tiveram impactos positivos para a acumulação de competências tecnológicas.
- Enfoque nos projetos e simplificação do processo de comunicação: a responsabilidade integral pela execução dos projetos desde a assinatura dos contratos até a aceitação final pelo cliente, passou a ser dos grupos de projeto. Desta maneira o novo arranjo organizacional simplificou o processo de comunicação, pois todas as pessoas envolvidas em um projeto se reportam a um único gerente (o gerente do projeto), que está concentrado nas metas e objetivos do projeto.

Estas evidências sugerem que a mudança organizacional que criou as células ou times de projeto foi positiva para o aprofundamento na construção de competências tecnológicas.

6.2.3 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS: 1991 - 1995

Como será demonstrado nesta seção, a empresa construiu, no período entre 1991 e 1995, competências de rotina de Nível 3 e avançou ao Nível 4, acumulando competências inovadoras. Ainda neste período, a empresa começou a construir competências de Nível 5.

Durante a execução do projeto para a BahiaSul Celulose (1990/1991), começou-se a desenvolver os padrões de engenharia para projetos³¹. Este desenvolvimento iniciou-se a partir da criação do departamento de engenharia de instalações, em 1990. A codificação dos conhecimentos tácitos possibilitou a disseminação e a conversão do conhecimento para o

³¹ Entrevistas com dois ex-funcionários e com gerente da empresa

nível organizacional. O uso de padrões contribuiu para fazer com que a comunicação entre os diferentes departamentos da empresa fosse mais efetiva. Esta disseminação foi ainda intensificada com a disponibilização dos padrões em rede a partir de 1991, quando foi implantada a rede corporativa de PC's³². Desta forma, as informações passaram a circular com maior intensidade e a serem tratadas de maneira mais coletiva, contribuindo para a maior participação e aquisição de conhecimentos pelos funcionários.

Com o aumento da complexidade dos projetos (por exemplo, os fornecimentos com escopo EPC mecânico), a criação de um sistema de controle de documentos era essencial para que a empresa pudesse coordená-los de modo eficaz. Outra necessidade era a criação de um sistema para controle e apuração de resultados dos projetos. Assim, foram desenvolvidos o Sistema de Administração de Contratos (SAC) e o Sistema de Controle de Documentos (o DCS, *Documents Control System*). A empresa desenvolveu a especificação e a arquitetura destes sistemas, e utilizou serviços de consultoria externa para a programação. Com o SAC, cada um dos projetos da empresa, transformado em contratos internos, passou a ter seus custos apurados. Em outras palavras, desenvolveu-se um sistema para integração de informações e dados. O DCS foi licenciado pela Kvaerner como produto comercial (*DocFlow*) para comercialização por firmas especializadas. Portanto a firma foi capaz de desenvolver e utilizar canais de comunicação eficientes em redes compartilhadas e sistemas corporativos para a integração de dados e informações. Estas evidências sugerem, à luz da Tabela 3.1, que a empresa acumulou competências tecnológicas de Nível 3 (extrabásico), em 'processos e práticas operacionais' por volta de 1991.

Conforme descrito na Seção 6.2.1, o período de 1991-95 também foi importante para a operacionalização e o desenvolvimento de sistemas para engenharia de sistemas, por exemplo, o CAD, PDMS e o PEGS. Os esforços para a implementação destes sistemas estavam relacionados a demandas do mercado, como a redução do prazo de entrega de projetos, e a requisitos internos, como a redução dos custos totais e a redução de erros e interferências durante a fase de construção da planta. Neste sentido, o projeto para o fornecimento da nova linha de fibras para a Cenibra, em 1994, representou um marco para a empresa. Neste projeto

³² Entrevista com diretor da empresa

foram utilizados diferentes processos e ferramentas de projeto: parte do projeto foi executado ‘a mão’, parte em AutoCad, e parte em PDMS (engenharia volumétrica, tridimensional)³³. A utilização do PDMS permitiu ganhos substanciais de produtividade, ou seja, uma redução excepcional no número de horas gastas em projetos. Compare-se, por exemplo, o número de horas gastas para o projeto de instalações em três plantas de branqueamento, fornecidas neste período, como mostra a Tabela 6.1.

Nesta mesma época, a empresa começou a utilizar o PEGS, que permitia a geração de fluxogramas de processo, ligados a bancos de dados³⁴; todavia cabe ressaltar que a utilização destas ferramentas acarretou não apenas mudanças mais rápidas e frequentes no projeto do processo e do produto, mas uma exploração muito mais intensiva e extensiva das possibilidades e opções para o projeto. Os recursos de engenharia volumétrica ou tridimensional (PDMS), como forma de prototipagem, permitiram ainda o compartilhamento de conhecimentos tácitos e a intensificação da atividade inovadora na empresa.

Tabela 6.1: Ganhos de produtividade em engenharia de instalações com o uso do PDMS em projetos realizados entre 1991 e 1995

Projeto	Método Utilizado	Número de Linhas	layout de tubulações (horas)	hs/linha	Isométricos (horas)	hs/linha	Suportes (horas)	Número de Suportes	hs/sup.	Plataformas (horas)	Supervisão (horas)	Stress	Total (horas)
BahiaSul	A mão	320	9488	30	4746	15	4679	480	10	455	1655	780	22868
Cenibra	PDMS	270	3007	11	1809	7	1911	728	3	425	1518	280	11425
Bacell	PDMS	296	2020	7	487	2	1694	430	4	145	356	80	5958

Fonte: Documentos da empresa

A empresa continuou a desenvolver seus processos e práticas operacionais, apoiando assim o grande crescimento da empresa em gestão de projetos. Neste sentido foram promovidas novas técnicas organizacionais, como o programa de qualidade total, o TQM³⁵, entre 1992 e 1993. Nesse ano, foram criadas as divisões de Garantia da Qualidade e de Sistemas de Informação. Com a implantação do Programa de ‘Gestão pela Qualidade’, foram lançadas as bases para a certificação do sistema de qualidade da empresa pela ISO 9000. O ponto de partida para a

³³ Entrevistas na empresa
³⁴ Entrevista com ex-funcionário da empresa

‘Gestão pela Qualidade’ foi uma avaliação dos principais problemas corporativos da empresa, por grupos que trabalharam em programas de melhorias em áreas específicas. Estes grupos eram compostos de modo não homogêneo, isto é, por pessoas de todas as áreas da empresa. Estabeleceu-se assim um processo decisório participativo. Estes grupos trabalharam com metodologias de análise e resolução de problemas, como, por exemplo, o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), diagrama de Ishikawa (análise de causa e efeito), gráficos de Pareto³⁶.

As entrevistas realizadas com funcionários e ex-funcionários da empresa apontaram que os principais resultados do programa de gestão pela qualidade foram o desenvolvimento de sistemáticas para resolução de problemas, a integração do pessoal e a quebra de barreiras internas. Em outras palavras, a implantação do programa TQM resultou em maior integração e socialização dos funcionários. As entrevistas revelaram ainda que empresa era muito segmentada e que não havia comunhão de interesses e objetivos: “...era como se a empresa fosse dividida em *feudos*, cada qual preocupado apenas em atingir seus próprios objetivos”³⁷. Esta inadequação do arranjo organizacional levou a nova reestruturação organizacional da empresa em 1995 (Figura 6.7).

Em outubro de 1995, após extenso trabalho, que envolveu a elaboração de procedimentos, registros e instruções de trabalho, ou seja, esforços relacionados principalmente à codificação de conhecimentos, a empresa obteve a certificação de seus processos pela ISO 9001. Esta certificação abrangeu a engenharia, gerenciamento de projetos, fabricação e serviços pós-venda para fábricas completas de celulose e equipamentos para a indústria de celulose³⁸. Completou-se assim a acumulação de competências inovadoras de Nível 4 (pré-intermediário) em processos e práticas operacionais.

6.2.4 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO: 1991 - 1995

³⁵ Entrevista com ex-funcionário da empresa e pesquisa documental

³⁶ Entrevistas com gerente e ex-funcionários da empresa

³⁷ Entrevista com ex-diretor da empresa

³⁸ Pesquisa documental

Como será demonstrado nesta seção, a empresa acumulou nesse período capacitação inovadora de Nível 5 (intermediário) em ‘equipamentos de processo’, à luz da Tabela 3.1.

Nesse período, o foco da empresa começou a deslocar-se para a gestão de projetos e entrega de sistemas, em oposição ao fornecimento de máquinas e equipamentos. Apesar disso o grupo de engenharia de equipamentos ainda detinha grande importância para as suas operações, pois a manutenção do nível de atividades da unidade industrial era vital para a sobrevivência da empresa. Assim, no final de 1995, o grupo de engenharia de produtos (ou equipamentos) tinha 28 funcionários, sendo responsável por várias atividades, como as seguintes: detalhamento mecânico de equipamentos para a fábrica e subcontratados; especificação técnica para compra de equipamentos; apoio técnico ao CAC; cadastramento de materiais; cálculos estruturais (por exemplo por elementos finitos) ³⁹; padronização e desenvolvimento de produtos⁴⁰.

Ainda entre 1991-95, a empresa desenvolveu aprimoramentos sistemáticos em equipamentos, realizando vários projetos de modificação e de desenvolvimento de equipamentos. Exemplos destas atividades foram uma série de melhorias e modificações em filtros lavadores e o desenvolvimento da rosca de cavacos tipo *plug*, projeto totalmente desenvolvido no Brasil e que foi utilizado em vários projetos, incluindo alguns nos Estados Unidos⁴¹. Estas evidências demonstram que a empresa construiu e acumulou capacitação para desenvolver projetos de componentes críticos e partes de máquinas e equipamentos. Baseando-se na Tabela 3.1 conclui-se que a empresa aprofundou suas competências inovadoras em ‘equipamentos de processo’, tendo alcançado Nível 5, intermediário, por volta de 1995.

Em 1994, a empresa começou a desenvolver o uso do software Pro E para o projeto de equipamentos, buscando aprofundar-se na capacitação em equipamentos de processo. A utilização deste software paramétrico poderia ser uma ferramenta poderosa para desenvolvimento de novos equipamentos; entretanto, o uso deste programa pela empresa no

³⁹ A representação gráfica dos cálculos estruturais de equipamentos, realizados através de ‘análise de elementos finitos’ também é uma forma de prototipagem, os ‘protótipos funcionais’ Leonard-Barton (1998).

⁴⁰ Entrevista com gerente da empresa

Brasil foi desestimulado e descontinuado: “...aparentemente não era de interesse da Suécia o desenvolvimento do uso do ProE para projeto de equipamentos no Brasil”⁴¹.

6.3 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS: 1996 - 2000

Esta seção descreve a acumulação de competências tecnológicas na Kvaerner Pulping entre 1996 e 2000. Como será demonstrado a seguir, a empresa aprofundou suas competências tecnológicas inovadoras neste período, acumulando, à luz da Tabela 3.1, o Nível 6 de competências em ‘engenharia de sistemas’, ‘gestão de projetos’ e ‘processos e práticas operacionais’. A empresa consolidou assim a sua nova direção estratégica, agora voltada à gestão de projetos para o estabelecimento de sistemas e plantas industriais. Por outro lado, as evidências sugerem que a empresa permaneceu no Nível 5 de competências tecnológicas em ‘equipamentos de processo’, ou seja, o mesmo nível de competências tecnológicas que já havia acumulado no período anterior.

6.3.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS: 1996 - 2000

Entre 1996 a 2000 a empresa aprofundou suas competências tecnológicas inovadoras em ‘engenharia de sistemas’ de Nível 6 (intermediário-superior), à luz da Tabela 3.1.

A construção e acumulação deste nível de competência pode ser demonstrada a partir das evidências sobre as atividades desenvolvidas em projetos entre 1996-97, como, por exemplo, a nova linha de fibras para a Votorantim Celulose e Papel (VCP). Neste projeto, a Kvaerner Pulping do Brasil conduziu os testes de laboratório e desenvolveu a sequência original de branqueamento. Em outras palavras, a empresa desenvolveu, pela primeira vez, a engenharia conceitual para um projeto. Os testes de laboratório foram realizados no centro de P&D da matriz, em Karlstad, na Suécia. A Kvaerner Pulping do Brasil ainda propôs as garantias de desempenho⁴², que foram analisadas e aprovadas pela matriz. O desenvolvimento de engenharia conceitual (definições básicas de projeto, incluindo testes em laboratório) e

⁴¹ Entrevista com gerente da empresa

⁴² Entrevista com ex-funcionário da empresa

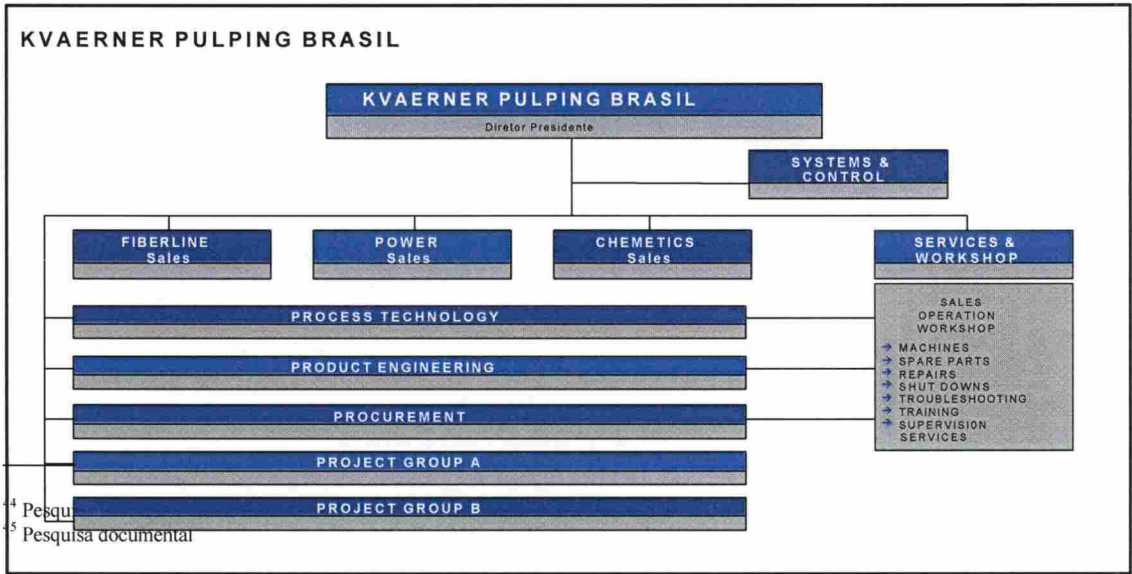
⁴³ Entrevista com gerente da empresa. Garantias de desempenho são normalmente atreladas a multas contratuais e fianças.

engenharia básica para projetos são atividades inovadoras, de Nível 6 (intermediário-superior) em ‘engenharia de sistemas’ à luz da Tabela 3.1.

No que diz respeito ao desenvolvimento de atividades de engenharia de processo, praticamente todos os projetos foram desenvolvidos da mesma maneira, a partir deste ponto. Por exemplo, para o projeto da nova linha de produção da Aracruz Celulose – a linha C, a empresa desenvolveu no Brasil estudos de engenharia conceitual envolvendo a capacidade, *layout* da planta, balanço geral da unidade, além de estudos de viabilidade econômica⁴⁴.

Em 1997 e 1999 foram realizadas novas reestruturações na empresa, aprimorando o arranjo organizacional criado no final de 1995 (Figura 6.7). Em 1997, foram criadas as divisões de Processos e Tecnologia e Suprimentos de Projetos. Esta mudança organizacional teve como implicação prática a consolidação da diretriz tomada pela empresa, no sentido de capacitar-se para o desenvolvimento de atividades de engenharia básica de processo para os projetos. A reorganização realizada em 1999 (Figura 6.8) foi mais profunda. Com esta mudança, os gerentes de projeto, de engenharia de produto e de tecnologia e processos passam a responder diretamente ao diretor presidente⁴⁵. A *horizontalização* da estrutura organizacional trouxe maior flexibilidade organizacional, distribuição do *locus* de decisão, e maior fluidez de informações através dos níveis hierárquicos da empresa. Estas dimensões organizacionais parecem ter contribuído para a acumulação de capacitação tecnológica na empresa.

Figura 6.8: Estrutura organizacional da empresa (1999)



Fonte: Arquivos da empresa

Um dos resultados da construção de capacitação em engenharia de processos foi o desenvolvimento de sistemas e programas para o desenvolvimento de engenharia conceitual para projetos, como o *Global Mill Balance*. Este software de simulação foi desenvolvido em conjunto por técnicos do Brasil, Suécia e Finlândia para o cálculo do balanço global de fábricas de celulose. O gerente da área de Tecnologia e Processos da empresa no Brasil atuou como o coordenador do grupo que desenvolveu este projeto, o que se deu em prazo aproximado de 9 meses. Além do programa básico, outros módulos foram totalmente desenvolvidos e incorporados ao programa base pelos engenheiros da Kvaerner do Brasil, como os módulos para: (a) cálculo de custo operacional; (b) estimativa do investimento para implantação e (c) cálculo da viabilidade do investimento. Este programa tem sido muito utilizado não somente em projetos e estudo de viabilidade de fábricas novas de celulose, mas também para estudos de *desgargalamento* de fábricas existentes, no Brasil e no exterior.

6.3.2 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS: 1996 - 2000

Conforme será evidenciado nesta seção, a empresa aprofundou, neste período, as suas competências inovadoras em ‘gestão de projetos’, acumulando competências de Nível 6 (intermediário-superior).

A implantação da estrutura organizacional por projetos, no final de 1995, e a conseqüente integração do pessoal que trabalhava nas áreas de engenharia e projetos influenciou de forma positiva o desenvolvimento das competências tecnológicas da empresa (ver Seção 6.2.2). O foco estratégico da empresa passou a ser a gestão de projetos. Seus produtos deixaram de ser apenas máquinas e equipamentos, passando a sistemas e plantas completas; entretanto a maior parte dos fornecimentos para os sistemas passou a ser contratada junto a fornecedores externos. Neste contexto, as atividades de fabricação própria perderam importância e a área de

engenharia e projetos tornou-se a principal área da empresa⁴⁶. As atividades de fabricação de equipamentos foram praticamente extintas em 1998.

A ênfase em gestão de projetos foi ainda fortalecida com as duas mudanças organizacionais efetivadas entre 1997 e 1999. Em 1997, foi criada a divisão Suprimentos de Projetos. Em 1999, foi extinta a diretoria de projetos, e os gerentes de projeto passaram a responder diretamente ao presidente da empresa. Isto conferiu maior autonomia ao corpo gerencial, além de proporcionar maior fluidez de informações através dos níveis hierárquicos da empresa. Tais mudanças trouxeram implicações positivas para a construção de capacitação tecnológica em ‘engenharia de sistemas’ e ‘gestão de projetos’.

Passada a fase dos grandes projetos em regime de ‘EPC mecânico’ entre 1991 e 1995 (ex. BahiaSul e Cenibra), a empresa passou a agregar ainda maior extensão e complexidade a seus fornecimentos. A Kvaerner Pulping foi, por exemplo, a principal empresa fornecedora para o projeto de expansão da fábrica da Klabin no Paraná, realizado entre 1996 e 1997. A empresa assegurou diversos contratos para este projeto. Estes fornecimentos incluíram desde a obra civil até assistência à partida e testes das plantas. A importação e internação de equipamentos também ficaram a cargo da empresa no Brasil⁴⁷. A Kvaerner buscou ainda, por meio da sua gerência de suprimentos, benefícios e importação em regimes especiais, como os ex-tarifários. Outros projetos realizados nesta época tiveram escopo de fornecimento semelhante ou até mesmo mais complexo, incluindo, por exemplo, o sistema de automação (SDCD)⁴⁸.

Os serviços de montagem eletromecânica e de detalhamento da engenharia elétrica e de instrumentação para estes projetos foram contratados com outras empresas. O intercâmbio com os fornecedores de equipamentos e serviços de montagem mostrou-se de grande importância para a construção da capacitação tecnológica em gestão de projetos. Buscando prazos cada vez menores para a construção e início de operação das plantas, aspectos construtivos passaram a ser cuidadosamente analisados e considerados, desde os estágios iniciais do projeto. Assim, o intercâmbio com os fornecedores ainda no estágio em que se

⁴⁶ Entrevista com gerente da empresa

⁴⁷ Entrevista com gerente da empresa

⁴⁸ Pesquisa documental

desenvolve a engenharia permitiu a aquisição de conhecimentos tácitos que, incorporados ao projeto, facilitam o processo posterior de montagem, possibilitando a redução de prazos de implantação, otimizações de custos, eliminação de retrabalho no campo, adequação do grau de pré-fabricação, etc⁴⁹. Este conceito inovador em projetos denomina-se *constructability*. Em outras palavras, essas evidências sugerem que a empresa construiu capacitação para a gestão de grandes projetos em regime EPC.

A empresa seguiu acumulando capacitação para a prestação de serviços de assistência técnica. Em 1997, foi formado um grupo para participar em atividades de partidas de plantas, em nível mundial. Engenheiros da empresa do Brasil participaram ativamente destes grupos, em equipes de comissionamento para partidas de plantas em vários países como Indonésia, Tailândia, China, França, Finlândia, Portugal, Argentina e Chile⁵⁰. Portanto em menos de 20 anos, a empresa passou de uma condição de dependência total da matriz para a condição de provedora de serviços de assistência técnica, até mesmo no exterior. O intercâmbio entre os técnicos da empresa, os técnicos da matriz e das empresas de celulose de outros países foi relevante não somente para a aprendizagem em solução de problemas, mas também por possibilitar o acesso a uma rede informal de contatos de âmbito internacional, ou seja, uma fonte para a aquisição de conhecimentos tácitos e codificados do exterior. Tais evidências demonstram que a empresa construiu e acumulou capacitação para a provisão integral de serviços de assistência técnica. Assim, à luz da Tabela 3.1, as evidências acima sugerem que a empresa acumulou, por volta de 1996, aproximadamente, competências de Nível 6 (intermediário-superior) em ‘gestão de projetos’.

Para os projetos das novas unidades de deslignificação por oxigênio e de evaporação de licor negro, desenvolvidos pela empresa entre 1997 e 1998 para a fábrica da Alto Parana, na Argentina, foram utilizados ainda recursos de financiamento concedidos para a igualação de taxas de juros em níveis internacionais (programa PROEX). A importação e internação de máquinas e equipamentos, obtenção de regimes especiais para importação e financiamento e a otimização de metodologias relativas a impostos e taxas para projetos requereu a construção de capacitação não somente em funções como suprimentos e projetos, mas também na

⁴⁹ Entrevista com gerente de projetos da empresa

função comercial da empresa (esta última não abordada neste trabalho). Ou seja, com o aumento da complexidade dos projetos, a construção de capacitação deu-se de forma integrada por meio de diferentes funções da organização.

6.3.3 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS: 1996 - 2000

Conforme será evidenciado nesta seção, a empresa completou a acumulação de competências de Nível 5 (intermediário), e construiu capacitação de Nível 6 em ‘processos e práticas operacionais’, durante este período.

A transformação contínua das rotinas para gestão de atividades de engenharia e projetos, implementadas mediante mudanças organizacionais em 1995, 1997 e 1999 alterou o foco da empresa para a gestão de projetos e contribuiu para o desenvolvimento de atividades inovadoras em projetos cada vez mais complexos⁵¹.

As pressões e demandas de mercado para reduzir os prazos de entrega de projetos de complexidade crescente fizeram com que a empresa desenvolvesse capacitação para executar atividades de engenharia simultânea e engenharia global. Os prazos de entrega de plantas foram reduzidos entre 25% e 40%, em média, durante a década de 1990. O projeto de expansão da fábrica da Klabin (1996-97) ilustra a utilização desses conceitos. Além da maior complexidade e amplitude do escopo de fornecimento, o prazo total de fornecimento era muito curto; por isso a sua execução demandou a utilização de soluções como engenharia simultânea ou co-corrente (ou seja, a execução de atividades críticas em paralelo) e de engenharia global (a realização de atividades de engenharia em diferentes locais ou até mesmo países, paralelamente). Para tanto, os modelos tridimensionais gerados em PDMS foram compartilhados pela Kvaerner Pulping no Brasil, na Suécia e pela Kvaerner H&G, na Inglaterra. Esta última tinha experiência no uso do PDMS, mas não em projetos específicos para a indústria de celulose; por isso a Kvaerner do Brasil enviou alguns de seus funcionários para trabalhar e coordenar os serviços desenvolvidos na Inglaterra.

⁵⁰ Entrevista com diretor da empresa

⁵¹ Entrevista com gerentes e diretor da empresas

A partir de 1999, foi desenvolvido um sistema para controle de projetos, o PCS (*Project Control System*). Este sistema avançado para ‘gestão de projetos’ reúne e consolida informações de vários sistemas operacionais e corporativos da empresa, por meio de varreduras periódicas e automáticas nestes sistemas. Assim, os sistemas de engenharia, projetos, financeiro e de compras puderam ser integrados⁵². Estes dados e informações podem ser disponibilizados em tempo real pela interface do sistema com a Intranet, melhorando assim os processos de comunicação e a difusão da informação na empresa.

No final do ano 2000, o sistema de qualidade da empresa estava sendo totalmente reconstruído, objetivando o desenvolvimento de um sistema mais simples, interativo e que pudesse conferir maior flexibilidade à operação do que o sistema certificado pela ISO 9001⁵³.

O uso de sistemas avançados para a gestão de projetos (por exemplo, o PCS), e o envolvimento em processos inovadores de engenharia, baseado em engenharia e pesquisa evidenciam que, por volta do ano 2000, a empresa construiu e acumulou competências tecnológicas de Nível 6, (intermediário-superior) em ‘processos e sistemas operacionais’, à luz da estrutura apresentada na Tabela 3.1.

6.3.4 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO: 1996 - 2000

As evidências sugerem que, durante o período de 1996 a 2000, a empresa ficou confinada no Nível 5, intermediário, em ‘equipamentos de processo’, que havia sido alcançado no período anterior.

A partir do final de 1998, a fábrica deixou de operar na forma como operava anteriormente, reduzindo drasticamente suas operações, voltando-se à execução de reparos e fabricação de peças sobressalentes (*service workshop*, subordinada ao CAC). Parte das atividades de fabricação que eram desenvolvidas no Brasil passaram a ser realizadas na Suécia ou

⁵² Entrevista com diretor da empresa

⁵³ Entrevista com diretor da empresa

simplesmente contratadas com fornecedores externos. Com isso, equipamentos que antes eram fabricados e desenvolvidos no Brasil (ex. bombas e misturadores MC) passaram a ser fabricados e fornecidos exclusivamente pela matriz, na Suécia. Assim, também diminuiu o escopo de trabalho na área de engenharia de equipamentos. A equipe de engenharia de equipamentos tinha, no final do ano 2000, aproximadamente 1/4 do número de pessoas com que contava em 1995⁵⁴.

Durante este período, a empresa seguiu realizando atividades de engenharia de detalhamento de equipamentos, projetos de partes e componentes de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento de aprimoramento em equipamentos e especificações; entretanto, a engenharia de equipamentos não se encontrava, no final do período em estudo, no mesmo estágio de desenvolvimento em que se encontrava, por exemplo, a engenharia de instalações. Não eram utilizados, por exemplo, *softwares* para projeto de equipamentos em 3D⁵⁵. Assim, as evidências sugerem que a empresa não avançou na construção de capacitação tecnológica para além do Nível 5, alcançado por volta de 1995.

6.4 SUMÁRIO SOBRE A ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA KVAERNER PULPING (1980 - 2000)

Período de 1980 a 1990. No início dos anos 80, a empresa não possuía capacitação básica nas funções tecnológicas estudadas. Os fornecimentos incluíam tipicamente a engenharia básica, que era fornecida pela matriz, e os equipamentos principais de processo, ou seja, os fornecimentos se resumiam em máquinas e equipamentos simples, isolados.

Durante a década de 80, a empresa construiu e acumulou competências de rotina de Nível 3 (básico) em ‘engenharia de sistemas’, de Nível 4 (pré-intermediário) em ‘gestão de projetos’ e de Nível 2 (renovado) em ‘processos e práticas operacionais’. A única função na qual a empresa acumulou competências inovadoras, neste período, foi ‘equipamentos de processo’. As evidências apontam que a empresa se tornou capaz de realizar adaptações de projetos em função de materiais, condições de produção e características do mercado local, construindo,

⁵⁴ Entrevista com gerente da empresa

assim, competências tecnológicas inovadoras de Nível 4 (pré-intermediário). A empresa completou a acumulação do Nível 2 de competências tecnológicas para esta função em 1989, com a certificação de seus processos para o projeto e fabricação de vasos de pressão pelo código ASME.

Período de 1991 a 1995. No início da década de 1990, o foco da empresa começou a deslocar-se para a gestão de projetos e entrega de sistemas. No final deste período, a empresa acumulou competências tecnológicas inovadoras em todas as quatro funções tecnológicas estudadas. A empresa acumulou o Nível 4 de competências tecnológicas em ‘engenharia de sistemas’ e construiu capacitação inovadora de Nível 5, empenhando-se no desenvolvimento de engenharia básica para implantação de sistemas e plantas para a produção de celulose e na avaliação e seleção de sistemas auxiliares complexos (ex. unidade de ozônio para plantas de branqueamento TCF).

Na função ‘gestão de projetos’, a Kvaerner Pulping completou a acumulação de competências de rotina de Nível 4 e passou a desenvolver atividades inovadoras de Nível 5. A acumulação deste nível de competências foi evidenciado pela capacitação na implantação de projetos complexos de grande porte e para a provisão de serviços de assistência técnica, com assistência (parcial) externa.

Com relação à função ‘processos e práticas operacionais’, a empresa construiu, neste período, competências de rotina de Nível 3 e avançou ao Nível 4, acumulando competências inovadoras. A acumulação deste nível de capacitação foi evidenciada pela utilização de técnicas organizacionais como TQM e a certificação internacional dos processos da empresa pela ISO 9001 (gestão estratégica da qualidade). A empresa direcionou esforços para o desenvolvimento e uso de ferramentas avançadas de engenharia, ligadas a bancos de dados. Com o desenvolvimento de normas e padrões próprios de engenharia, a empresa começou a construir competências de Nível 5.

⁵⁵ Entrevista com ex-funcionário da empresa

A empresa moveu-se na construção de competências tecnológicas em ‘equipamentos de processo’, acumulando capacitação de Nível 5. Em outras palavras, a empresa construiu capacitação para realizar aprimoramentos sistemáticos em projetos de equipamentos, e para o projeto de componentes críticos e partes de máquinas e equipamentos. Exemplos dessas atividades aparecem numa série de melhorias e modificações em filtros lavadores e o desenvolvimento da rosca de cavacos tipo *plug*.

Período de 1996 a 2000. No decorrer deste período, a empresa aprofundou suas competências tecnológicas inovadoras em ‘engenharia de sistemas’ ao Nível 6 (intermediário-superior). A construção e acumulação deste nível de competências foi evidenciada pelo desenvolvimento de soluções inovadoras para projetos (ex. soluções modulares) e de engenharia conceitual e engenharia básica para projetos.

A empresa aprofundou suas competências inovadoras em ‘gestão de projetos’ construindo capacitação para a gestão de grandes projetos, em regime EPC e para a provisão integral e sistemática de serviços de assistência técnica, até mesmo no exterior. Em outras palavras, acumulou competências de Nível 6 em ‘gestão de projetos’.

As evidências sugerem que a empresa completou a acumulação de competências de Nível 5, em ‘processos e práticas operacionais’, por volta de 1996. A transformação contínua das rotinas para gestão de atividades de engenharia e projetos, implementadas mediante diversas mudanças organizacionais, alterou o foco da empresa para a gestão de projetos e contribuiu para o desenvolvimento de atividades inovadoras em projetos cada vez mais complexos. O uso de sistemas avançados para a gestão de projetos (por exemplo, o PCS), e o desenvolvimento de ferramentas avançadas de engenharia evidenciam que, por volta do ano 2000, a empresa construiu e acumulou competências tecnológicas de Nível 6 nesta função.

Conforme descrito na Seção 6.3.4, as entrevistas, observações e documentos analisados sugerem que, durante o período de 1996 a 2000, a empresa não avançou na construção de competências tecnológicas em ‘equipamentos de processo’ ficando confinada no Nível 5, intermediário, que havia sido alcançado no período anterior.

CAPÍTULO 7

OS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA KVAERNER PULPING

Este capítulo apresenta um tratamento descritivo empírico dos processos de aprendizagem utilizados na Kvaerner Pulping ao longo dos anos 1980 a 2000. Baseando-se na estrutura analítica apresentada na Tabela 3.2, os processos de aquisição e de conversão de conhecimento para a organização são aqui descritos. Na Seção 7.1, são descritos os processos de aquisição de conhecimento (externa e interna) e na Seção 7.2 os processos de conversão de conhecimentos (codificação e socialização) utilizados pela empresa entre 1980 e 2000.

7.1 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

Nesta seção são abordados os mecanismos por meio dos quais os processos de aquisição de conhecimento foram operacionalizados pela Kvaerner Pulping entre 1980 e 2000. Os principais mecanismos de aquisição externa de conhecimento são descritos na Seção 7.1.1 e os mecanismos de aquisição interna de conhecimento na Seção 7.1.2.

7.1.1 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTO

Esta seção procura descrever os processos de aquisição externa de conhecimento utilizados pela empresa entre 1980 e 2000.

Período de 1980 a 1990. A importação de especialistas da matriz foi um mecanismo muito utilizado no início da década de 1980, quando a empresa ainda iniciava suas operações em Curitiba. Nesta época, o gerente de engenharia e o gerente de assistência técnica (além do próprio presidente da empresa) vieram da matriz, na Suécia. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de aquisição externa de conhecimento utilizados pela empresa neste é apresentada no Apêndice A (Tabela A-1).

A implantação e o funcionamento inicial da unidade industrial, a partir de 1978, também se basearam na importação de especialistas. Embora o estudo das atividades de manufatura esteja fora do escopo deste trabalho, a descrição a seguir, retirada de entrevista com funcionário que trabalhava na empresa naquela época, demonstra a extensão com que este mecanismo foi utilizado:

...as primeiras máquinas para a fábrica foram especificadas e importadas por um engenheiro finlandês com experiência em Karola¹. O layout básico da fábrica foi determinado pelo pessoal da matriz. Esta foi a primeira unidade industrial instalada pela Kamyrr, fora da Suécia. O primeiro gerente de produção foi Annar Berqvist, um engenheiro norueguês. Um dos primeiros trabalhos realizados pela empresa em Curitiba, foi a recuperação de um alimentador (de um digestor contínuo) de baixa pressão. A dependência da matriz era total. Os serviços de solda foram feitos por um técnico sueco. Apenas o gerente de produção dispunha dos conhecimentos necessários para a execução dos serviços.

Com a finalidade de desenvolver a empresa, visando a construir capacitação nas áreas de engenharia, materiais e de assistência técnica, a empresa contratou localmente uma série de engenheiros e especialistas. Já em 1978, a empresa havia contratado um engenheiro com experiência em projetos em fábricas de celulose, para trabalhar como coordenador de projetos. Para a área de assistência técnica foi contratado, em 1984, um engenheiro com grande experiência na operação de fábricas de celulose. Para a integração dos conhecimentos adquiridos e a construção de capacitação em projetos e em assistência técnica (comissionamento, partida, *troubleshooting*), o mecanismo de aquisição externa foi combinado com outros mecanismos de aprendizagem.

A acumulação de competências tecnológicas no comissionamento e partida de plantas teve implicações para o desenvolvimento de capacitação tecnológica da empresa, como descrito no Capítulo 6. No início da década de 80, os serviços de assistência técnica para supervisão de montagem, treinamento e partida das plantas eram conduzidos ou liderados por técnicos da matriz, na Suécia. Nos projetos desenvolvidos a partir de 1986, a Kamyrr do Brasil foi responsável pela supervisão de montagem. A empresa progrediu ainda mais para assumir a

¹ Fábrica na Finlândia

A implantação e o funcionamento inicial da unidade industrial, a partir de 1978, também se basearam na importação de especialistas. Embora o estudo das atividades de manufatura esteja fora do escopo deste trabalho, a descrição a seguir, retirada de entrevista com funcionário que trabalhava na empresa naquela época, demonstra a extensão com que este mecanismo foi utilizado:

...as primeiras máquinas para a fábrica foram especificadas e importadas por um engenheiro finlandês com experiência em Karola¹. O layout básico da fábrica foi determinado pelo pessoal da matriz. Esta foi a primeira unidade industrial instalada pela Kamyr, fora da Suécia. O primeiro gerente de produção foi Annar Berqvist, um engenheiro norueguês. Um dos primeiros trabalhos realizados pela empresa em Curitiba, foi a recuperação de um alimentador (de um digestor contínuo) de baixa pressão. A dependência da matriz era total. Os serviços de solda foram feitos por um técnico sueco. Apenas o gerente de produção dispunha dos conhecimentos necessários para a execução dos serviços.

Com a finalidade de desenvolver a empresa, visando a construir capacitação nas áreas de engenharia, materiais e de assistência técnica, a empresa contratou localmente uma série de engenheiros e especialistas. Já em 1978, a empresa havia contratado um engenheiro com experiência em projetos em fábricas de celulose, para trabalhar como coordenador de projetos. Para a área de assistência técnica foi contratado, em 1984, um engenheiro com grande experiência na operação de fábricas de celulose. Para a integração dos conhecimentos adquiridos e a construção de capacitação em projetos e em assistência técnica (comissionamento, partida, *troubleshooting*), o mecanismo de aquisição externa foi combinado com outros mecanismos de aprendizagem.

A acumulação de competências tecnológicas no comissionamento e partida de plantas teve implicações para o desenvolvimento de capacitação tecnológica da empresa, como descrito no Capítulo 6. No início da década de 80, os serviços de assistência técnica para supervisão de montagem, treinamento e partida das plantas eram conduzidos ou liderados por técnicos da matriz, na Suécia. Nos projetos desenvolvidos a partir de 1986, a Kamyr do Brasil foi responsável pela supervisão de montagem. A empresa progrediu ainda mais para assumir a

¹ Fábrica na Finlândia

responsabilidade, a partir do final da década de 1980, pelos serviços de comissionamento e partida das plantas.

Na área de equipamentos e materiais a empresa adquiriu conhecimentos tácitos ao contratar, em 1985, um especialista em materiais e processos de soldagem. Este foi um esforço deliberado para desenvolver a empresa nesta área, já que problemas ocorridos em equipamentos fabricados anteriormente foram relacionados à seleção dos materiais e ao seu processo de construção; entretanto este tipo de ação corretiva (do tipo *apagar incêndios*) sugere ainda que neste período a empresa não coordenava estrategicamente seus esforços de aprendizagem. As atividades deste profissional incluíam: especificar materiais, levando-se em conta as características de composição; qualificação de soldadores; implementação de processos e procedimentos de fabricação; portanto esta contratação contribuiu não só para a aquisição de conhecimentos, mas também para a conversão destes para a organização, por meio de mecanismos de codificação (especificação de materiais, processos e procedimentos) e de socialização de conhecimento (qualificação do pessoal, mediante treinamento interno).

Para outras áreas da empresa também foram contratados engenheiros com experiência. Para a área industrial e de orçamentos, por exemplo, foram contratados três engenheiros da CONFAB, empresa fabricante de bens de capital. O gerente de produção, contratado desta empresa, tinha experiência e conhecimentos para orientar o pessoal em processos de fabricação e engenharia de manufatura. Assim, começava a se desenvolver um grupo com capacidade para detalhamento mecânico de projetos, e outro com capacidade para desenvolver engenharia de manufatura².

O desenvolvimento em engenharia de instalações deu-se a partir da contratação de engenheiros com experiência em projetos e indústrias de processo, como mostra a Tabela 7.1. A partir da criação do grupo de engenharia de instalações, em 1988, começaram a ser desenvolvidos trabalhos de codificação de materiais e a criação de especificações para projetos de tubulações. Para elaborar os padrões, o grupo pesquisou sistemas utilizados por outras empresas, como, por exemplo, o utilizado pela Petrobrás. Além disso, padrões suecos foram utilizados como fonte de referência para este trabalho. Estes códigos e padrões foram

² Entrevista na empresa

disponibilizados em 1989, com a implantação de uma rede de computadores na área de engenharia da empresa³.

Tabela 7.1: Contratação de especialistas para a área de engenharia de instalações

Caso	Ano	Experiência
1	1977	Vários projetos no Chile, incluindo projetos na área de papel e celulose
2	1986	Indústria petroquímica e de fertilizantes
3	1989	Indústria de fertilizantes

Fonte: Pesquisa do autor

Desta maneira, o processo de aquisição externa de conhecimento foi o ponto de partida para que a firma construísse e acumulasse competências não somente para a realizar de atividades de rotina (ou seja, fazer projetos), mas para a criar normas e padrões próprios de projeto, isto é, uma atividade inovadora, à luz da Tabela 3.1. Além da evidente interação da aquisição externa e codificação de conhecimentos, outras interações menos óbvias resultaram desse processo. As mais importantes foram as interações para a socialização de conhecimentos, por exemplo: (i) o trabalho em grupo para a codificação de conhecimentos tácitos para a criação dos padrões e (ii) a socialização de conhecimentos que resultou disponibilização dos padrões e códigos em documentos e em rede.

A contratação de engenheiros *trainees*, para aprendizagem trabalhando em projetos e nas obras, foi outro mecanismo muito utilizado, principalmente entre 1985 e 1990⁴. Neste processo foram combinados processos de aquisição externa de conhecimentos (contratação), de aquisição interna (aprendizagem no trabalho) e de socialização de conhecimento; mas este mecanismo de contratação significou uma aquisição relativamente pequena de conhecimentos tácitos para a empresa.

A aquisição de conhecimentos por meio de treinamentos externos foi um mecanismo pouco utilizado, neste período. Quando utilizado, os esforços não foram sistematizados ou coordenados. Uma exceção foi o treinamento em idiomas, efetivado por meio do reembolso em cursos em escolas de inglês. Esta aprendizagem foi importante para incrementar o

³ Entrevista na empresa

⁴ Entrevista com gerente da empresa

intercâmbio com os técnicos estrangeiros. Algumas outras iniciativas isoladas de treinamento, até mesmo no exterior, foram reportadas em entrevistas; mas eram poucas as pessoas a quem era dada a oportunidade de participar de treinamentos externos, nesta época⁵, ou seja, o funcionamento deste mecanismo foi ruim durante este período, à luz da Tabela 3.2.

Outro mecanismo para a aquisição externa de conhecimento utilizado pela empresa entre 1980-90 foi a participação em congressos e seminários; no entanto esta participação era basicamente limitada a eventos no Brasil, e quase sempre acessível somente aos funcionários com bom trânsito junto à alta administração da empresa⁶. Desta forma, o funcionamento deste mecanismo durante este período foi classificado como ruim.

Com o aumento da complexidade dos projetos no final dos anos 80, (por exemplo, o projeto para a nova linha de fibras para a Bahiasul Celulose em regime EPC mecânico), as interações com clientes, fornecedores e firmas de engenharia para resolução de problemas e desenvolvimento de novos projetos foi intensificada, ou seja, ocorreram com maior frequência. Estas interações resultaram em aquisição externa de conhecimento para a empresa.

Além dos mecanismos descritos acima, foram utilizados outros *subprocessos* ou mecanismos para a aquisição externa de conhecimentos como, por exemplo, a contratação de consultores externos para certificação de processos de projeto e fabricação conforme código ASME.

Período de 1991 a 1995. A diversidade de mecanismos de aquisição externa de conhecimentos utilizados pela empresa no período entre 1991 e 1995 praticamente duplicou quando comparada à década de 1980. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de aquisição externa de conhecimento, utilizados pela empresa neste período, é apresentada no Apêndice A (Tabela A-5).

A importação de especialistas da matriz continuou a ser utilizada, mas voltada principalmente a outras áreas, nas quais a empresa não possuía capacitação (por exemplo, assistência técnica

⁵ Entrevista na empresa

⁶ Entrevista na empresa

para serviços e reparos em caldeiras de recuperação⁷). Este mecanismo foi operado de forma contínua durante este período. A partir da contratação desses técnicos, foram enriquecidos os padrões de materiais (codificação) para outras áreas da fábrica de celulose. Também aumentaram as interações com clientes para a solução conjunta de problemas; por exemplo, soluções para reparos em caldeiras de recuperação. A empresa continuou utilizando técnicos do exterior para a composição de grupos para o comissionamento e partida de plantas, porém não de forma dependente, como no período anterior.

A contratação de especialistas foi outra estratégia muito utilizada para a aquisição externa de conhecimentos. Vários técnicos experientes foram contratados, com a finalidade de desenvolver a empresa em determinadas áreas (por exemplo, engenharia de processo e suprimentos para projetos). Durante todo o período entre 1991-95, este mecanismo de aprendizagem teve variedade e intensidade contínua, sendo utilizado para o desenvolvimento de capacitação tecnológica em diversas funções tecnológicas da empresa. À luz da Tabela 3.2, este mecanismo teve bom funcionamento durante este período.

Para desenvolver a capacitação da empresa em engenharia de processo, foram contratados dois engenheiros, ambos com grande experiência nesta área e em projetos para fábricas de celulose. O primeiro deles, contratado para a área de linha de fibras em 1992, trabalhou inicialmente na partida de uma fábrica no Brasil, e foi então enviado para treinamento na Suécia por um período de um ano e meio. Lá adquiriu capacitação para executar serviços de engenharia básica e trabalhou em P&D, principalmente na área de branqueamento de celulose. Participou ainda em grupos de partida de plantas e *troubleshooting*⁸, em conjunto com técnicos da matriz. Da mesma forma, o engenheiro contratado para a área de recuperação química, em 1993, recebeu treinamento e trabalhou em projetos, na Suécia, por seis meses.

A aquisição de conhecimentos pela contratação de especialistas em engenharia de processos, combinada com outros mecanismos, repetiu-se em outras ocasiões, como mostra a Tabela 7.2. O modelo adotado pela empresa, onde o pessoal de engenharia de processo participa na partida das plantas, significou também um processo de socialização importante, pelo convívio

⁷ Tecnologia para caldeiras de recuperação foi introduzida na empresa a partir de 1991, com a compra da empresa Götaverken

⁸ Entrevista com gerente da empresa

e compartilhamento de experiências com (i) o pessoal da Suécia; (ii) técnicos da área de assistência técnica do Brasil; (iii) contato com os técnicos das fábricas”.

Tabela 7.2: Contratação de especialistas para engenharia de processo e os mecanismos utilizados para integração de conhecimento (1991-95)

Caso	Ano de Contratação	Experiência Anterior do Técnico / Especialista	Mecanismos de Aprendizagem Utilizados para a Integração de Conhecimento
1	1992	Recém-formado (sem experiência na área)	Treinamento externo, na matriz, por três anos; Participação em partidas de fábricas novas no Brasil e no exterior
2	1994	Experiência anterior em fábricas de celulose	Participação em partidas de fábricas e sistemas no Brasil e no exterior (ex. Joutseno, na Finlândia)
3	1995	Experiência anterior em firmas de engenharia e consultoria	Participação em partidas de novos sistemas em fábricas no Brasil

Fonte: Entrevista com gerente da empresa

A construção de capacitação tecnológica em elétrica e instrumentação foi alicerçada principalmente em mecanismos de aquisição externa, mediante a contratação de especialistas. Entre 1991-95 foram contratados três especialistas com experiência na implantação de projetos de fábricas de celulose⁹. A partir destas contratações, a empresa aprofundou a sua capacitação para realizar fornecimentos nesta área; por exemplo, no projeto para a nova planta de branqueamento para a Bacell entre 1994 e 1995, executou o detalhamento da engenharia elétrica e de instrumentação¹⁰. Em outras palavras, este mecanismo influenciou a construção do Nível 4 de competências em ‘engenharia de sistemas’.

O desenvolvimento da área de suprimentos teve por base a contratação de um engenheiro com experiência na área de suprimentos para projetos na indústria de celulose, em 1992¹². Antes desta contratação, as compras para projetos eram feitas pelos gerentes de projeto: “Ao departamento de suprimentos cabia, na prática, apenas a emissão das ordens de compra¹³”. Com o desenvolvimento da área de suprimentos, esta se tornou responsável por uma série de atividades relacionadas à engenharia de aquisição, como a qualificação de fornecedores, o lançamento de solicitações no mercado, participação nos julgamentos

⁹ Entrevista na empresa
¹⁰ Entrevista com gerente da empresa
¹¹ Documentos da empresa
¹² Entrevistas na empresa
¹³ Entrevista com ex-diretor da empresa

técnicos, igualação comercial, diligenciamento, coordenação do programa de inspeções, planejamento e coordenação da logística de fornecimentos de subcontratados e os desembaraços aduaneiros; portanto este processo de aquisição externa influenciou a construção de competências tecnológicas de Nível 4 em ‘gestão de projetos’.

A empresa ainda contratou especialistas para as áreas de sistemas de informação e de planejamento de projetos, ambos com experiência na indústria aeronáutica, em 1991 e 1992, respectivamente. A partir da contratação deste especialista em planejamento para projetos, foram treinadas outras pessoas no uso de ferramentas de planejamento e programação de projetos, num processo onde houve interação dos três processos de aprendizagem: a aquisição externa de conhecimentos (contratação de especialistas); aquisição interna (mecanismos do tipo aprender-fazendo) e socialização de conhecimento (treinamento interno). Para a área de assistência técnica, a estratégia inicial de aquisição de conhecimento foi a de contratação de técnicos com experiência e o desenvolvimento destas pessoas no trabalho, participando de partidas e paradas de plantas no Brasil e no exterior ¹⁴. Além da variedade de mecanismos relacionados ao desenvolvimento desta estratégia, também foi forte a interação dos processos de aprendizagem para a integração destes conhecimentos na firma, como mostra a Tabela 7.3.

Tabela 7.3: Contratação de especialistas para assistência técnica e os mecanismos utilizados para integração de conhecimento (1990-95)

Caso	Ano de Contratação	Experiência Anterior do Técnico / Especialista	Mecanismos de Aprendizagem Utilizados para a Integração de Conhecimento
1	1990	Indústria mecânica e sistemas hidráulicos.	Adquiriu experiência em operação, trabalhando em partida de fábricas lideradas pela matriz.
2	1991	Montagem e supervisão mecânica.	Treinamento em caldeiras e trabalhos em grupo com outros técnicos.
3	1991	Indústria mecânica e sistemas hidráulicos.	Trabalhou em diversas partidas e paradas de fábricas. Elaboração de manuais de manutenção de equipamentos.
4	1991	Indústria mecânica e sistemas hidráulicos.	Entre 1991 e 1996 trabalhou em assistência técnica e entre 1996 e 1999 na fábrica. Elaboração de manuais de manutenção.
5	1994	Experiência na matriz em fabricação, montagem e serviços de manutenção em caldeiras.	Trabalhou em várias paradas de caldeiras de recuperação, entre 1994 e 1997.
6	1994	Coordenação de projetos em indústria de celulose.	Planejamento de serviços em paradas de fábricas e elaboração de propostas.
7	1995	Engenheiro de processo em	Participou em diversas partidas de plantas,

¹⁴ Entrevista com diretor da empresa

Caso	Ano de Contratação	Experiência Anterior do Técnico / Especialista	Mecanismos de Aprendizagem Utilizados para a Integração de Conhecimento
8	1995	fábrica de celulose, e experiência em partida de fábricas. Fabricação e montagem de caldeiras; especialista em soldas.	até mesmo no exterior. Elaboração de manuais de operação. Adquiriu maior experiência na supervisão de montagem em paradas e trabalho conjunto com técnicos da matriz e do Brasil

Fonte: Elaboração própria baseada em pesquisa

A implantação de *softwares* e ferramentas de projeto demandou grandes esforços e investimentos deliberados para a aquisição externa de conhecimentos. Por exemplo, para a implantação do AutoCad, entre 1992 e 1994, foram compradas quatro estações de trabalho. Dois engenheiros da empresa receberam treinamento externo no uso da ferramenta. Estes engenheiros treinaram então os projetistas da empresa, em um processo de aprendizagem interna (aprender antes de fazer). A forte interação dos processos de aquisição externa (treinamento externo) e aquisição interna (treinamento interno e aprendizagem no trabalho) foi importante na conversão de conhecimentos para o nível organizacional e conseqüentemente para a construção de capacitação nesta área.

A seleção e aquisição de *softwares* e tecnologias para projeto nas áreas de engenharia de instalações e de projeto mecânico de equipamentos envolveu uma série de mecanismos de aprendizagem. Inicialmente, engenheiros da empresa pesquisaram *softwares* específicos que pudessem ser utilizados nestas áreas. Após construírem uma base de conhecimento, visitaram uma empresa do grupo na Noruega, que havia desenvolvido internamente um software para projeto de instalações em 3D. Estes engenheiros receberam treinamento sobre os recursos e a utilização deste programa, mas concluíram que ele não era adequado para a empresa no Brasil. Pesquisaram então *softwares* comerciais nos EUA. Os *softwares* para projeto de tubulações da série ProPipe e Prolso que se mostraram adequados e produtivos, foram aprovados e comprados para projeto de tubulações e geração de isométricos. Em 1993, dez técnicos da empresa participaram de treinamento externo para a utilização desses programas.

Para a área de projeto mecânico, foram adquiridos *softwares* de projeto que eram também utilizados pela matriz, na Suécia. Vários engenheiros da empresa foram treinados na Suécia e no Brasil. Após este treinamento, foi realizado treinamento interno para o pessoal no Brasil,

numa combinação de mecanismos que envolveram processos de aquisição externa, aquisição interna e socialização de conhecimentos.

A evolução dos computadores pessoais viabilizou a execução dos projetos em sistemas de CAD 3D. A matriz, na Suécia, após testar programas de engenharia ‘volumétrica’, selecionou o PDMS e adquiriu várias estações de trabalho para utilizar o software; porém poucos funcionários foram treinados e a empresa na Suécia dependia amplamente de consultores para realizar projetos. No Brasil, ao contrário do que ocorreu na matriz, a implantação do sistema foi mais lenta, pois o investimento em máquinas foi menor. Apesar disto, a construção e a acumulação de capacitação para utilizar e desenvolver esta tecnologia foram mais rápidos e consistentes. O Quadro 7.1 mostra como se deu o processo de implantação do PDMS no Brasil, que envolveu a proposição de metas ambiciosas de redução de horas de projeto.

Quadro 7.1: Mecanismos de aprendizagem para a implantação do PDMS

Em 1994, foi contatado o representante do software no Brasil, para uma demonstração do produto. As possibilidades de ganhos nos projetos com a utilização do PDMS fascinaram o pessoal da engenharia da empresa. Nesta época estava em desenvolvimento o projeto da nova linha de fibras para a Cenibra. Baseando-se na experiência adquirida em projetos anteriores, o número de horas necessárias para a execução da engenharia de instalações para projeto desta planta foi orçado em 20.000 horas (para o projeto BahiaSul, foram gastas 23.000 horas).

O grupo de engenharia estimou que, caso fosse utilizado o PDMS para a execução deste projeto, as horas gastas poderiam ser reduzidas à metade. Assim, propôs ao presidente da empresa que fossem alugadas estações de trabalho para que o projeto pudesse ser realizado em PDMS. O grupo executaria o projeto de tal forma que a economia de tempo geraria recursos para o pagamento do investimento. A partir do estabelecimento desta meta ambiciosa (ou seja, a construção de uma ‘crise’), foram intensificados esforços para o treinamento e desenvolvimento de pessoal na utilização deste sistema. Os projetistas da Kvaerner receberam treinamento por técnicos da empresa representante do software no Brasil. O processo de aprendizagem ainda envolveu o apoio permanente nas instalações da Kvaerner, por alguns meses; portanto o desenvolvimento no uso do software se deu mediante mecanismos de contratação de consultores externos, treinamento interno e de aprendizagem no trabalho (‘aprender-antes-de-fazer’ e ‘aprender-fazendo’).

Assim, foram alugadas duas estações de trabalho. O projeto foi executado em pouco mais de 11.000 horas. O grupo cumpriu a meta e o PDMS foi implantado como ferramenta de engenharia na Kvaerner no Brasil.

Fonte: Entrevistas na empresa

A utilização eficiente do PDMS exigiu a criação de uma biblioteca ou catálogo de modelos. Este catálogo foi sendo construído a partir da realização dos diversos projetos pela empresa. Para isso engenheiros da empresa foram treinados em programação avançada, por um consultor externo (da Kvaerner H&G / Inglaterra)¹⁵. Este processo envolveu a interação dos processos de aquisição externa (importação de especialista, treinamento interno) e codificação de conhecimentos (criação da biblioteca de modelos).

Tais treinamentos foram realizados nos diversos módulos que compõem o programa. Apesar do software ser padronizado, a maneira de utilizá-lo, isto é, dividi-lo em *sites* de trabalho é peculiar a cada empresa. Por exemplo, a Kvaerner H&G, na Inglaterra, dividia a planta em diferentes áreas, que eram distribuídas entre os diversos projetistas que trabalhavam num mesmo projeto. A Kvaerner Pulping do Brasil criou, de maneira inovadora, uma forma mais bem adaptada aos projetos que desenvolvia, dividindo a planta de acordo com o índice de linhas, de modo que a cada projetista era dado um determinado número de linhas. Este mesmo modelo de divisão do trabalho foi adotado posteriormente pela matriz na Suécia.

A partir da seqüência de fatos relatados acima, pode-se concluir que no processo de aquisição e implementação de *softwares* e ferramentas para projetos, a empresa gerenciou seus recursos estrategicamente para adquirir capacitação tecnológica. Inicialmente criando estruturas organizacionais e investindo na capacitação de pessoas antes da aquisição das tecnologias, incorporando conhecimento sobre as tecnologias a serem adquiridas. Após a aquisição investiu deliberadamente na capacitação dos recursos não somente para usar as novas tecnologias, mas para utilizá-las dinamicamente na geração de mudança tecnológica.

Com a contratação de especialistas em processo, a empresa passou a participar mais ativamente em congressos e seminários promovidos por associações ligadas à área de celulose e papel no Brasil, EUA e Escandinávia. Funcionários da empresa participaram de eventos internacionais como a *International Non-Chlorine Bleaching Conference* (INB) em 1993, 1994 e 1995, a *International Pan-Pacific Conference* 1994 e a *International Pulp Bleaching Conference* em 1995, promovidos pela Tappi, entre outros. Outro tipo de evento nos quais a

¹⁵ Entrevista com ex-funcionário da empresa

empresa participou neste período são os seminários de atualização tecnológica, promovidos anualmente pelos centros de tecnologia na Suécia. Os objetivos deste tipo de encontro incluíram, tipicamente: informações sobre os produtos, *feed-back* dos mercados e necessidades de desenvolvimentos, relatos sobre os projetos em execução nos vários países e a discussão sobre os problemas encontrados e soluções. Além dos especialistas em processo, funcionários da área comercial participaram destes eventos internacionais. No retorno dos desses eventos, eram realizadas seções de multiplicação sobre o conteúdo programático abordado; portanto a participação de funcionários da empresa nos eventos internacionais foi um processo de aquisição externa de conhecimentos que interagiu com mecanismos de aquisição interna e socialização (os eventos de multiplicação por meio de treinamentos internos). A participação mais ativa da empresa, abrangendo maior número de funcionários, e a interação com outros mecanismos de aprendizagem sugerem, à luz da Tabela 3.2, que o funcionamento deste processo melhorou em relação à década de 1980.

O intercâmbio com os engenheiros da matriz foi outro mecanismo utilizado para aquisição externa de conhecimentos. As viagens do pessoal dos grupos de projeto à matriz foram freqüentes, principalmente durante a fase das definições iniciais dos projetos. Os engenheiros de processo da empresa viajaram à Suécia entre duas a seis vezes ao ano¹⁶. A freqüência e a intensidade deste intercâmbio foi importante para a atualização tecnológica e o acesso a informações e projeto básico das plantas. Os diversos processos de aquisição de conhecimento na área de engenharia de processos podem ser associados à acumulação de capacitação inovadora, por volta de 1995, em ‘engenharia de sistemas’ (Seção 6.2).

Como no período anterior, a empresa manteve processos de treinamento externo em idiomas, com reembolso parcial dos custos pela empresa. Além disto, a empresa implantou ainda neste período, um sistema para reembolso parcial de cursos de graduação para funcionários.

A partir da implantação da rede de computadores, em 1991, e a disseminação do uso de ferramentas eletrônicas em toda a empresa, os maiores e mais abrangentes esforços em treinamentos externos foram aqueles relacionados à utilização destes *softwares*. Os esforços

¹⁶ Entrevista com gerente da empresa

de multiplicação desses treinamentos, realizados mediante treinamentos internos, também foram muito utilizados neste período, ou seja, coordenadores de treinamento receberam treinamento externo e atuaram como instrutores em treinamentos internos. Foram ainda realizados treinamentos na área de marketing e negociações, conforme necessidades específicas das diversas áreas da empresa;

Para o desenvolvimento de sistemas organizacionais (como o SAC e o DCS) e certificações (ISO 9000), a empresa contratou serviços de consultores externos, num processo de aquisição externa de conhecimento. A certificação pela ISO 9000 envolveu ainda amplo processo de codificação de conhecimentos e foi essencial para que a empresa construísse capacitação de Nível 4 em ‘processos e práticas operacionais’.

Com a criação da organização por ‘times de projeto’ no final de 1995 (ver Figura 6.7), a criação de soluções mais simples e fáceis de instalar passou a ser mais valorizada na empresa. A comunicação direta, interativa, entre os indivíduos dos grupos multidisciplinares, ao estimular o pensamento divergente e – a partir daí - o processo criativo, possibilitou maior desenvolvimento de competências e soluções inovadoras em ‘engenharia de sistemas’.

Período de 1996 a 2000. Os principais esforços de aquisição externa de conhecimento neste período foram os treinamentos externos. Os programas de desenvolvimento gerencial e de gerenciamento de projetos, principalmente, representaram investimentos significativos. Pelas evidências coletadas para o estudo de caso, podem ser descritos os principais mecanismos para aquisição externa de conhecimentos. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de aquisição externa de conhecimento utilizados pela empresa neste período é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-9).

A empresa já havia acumulado capacitação para a provisão de assistência técnica para supervisão, comissionamento, partida e treinamento, com assistência parcial externa; portanto, neste período, a empresa importou especialistas da matriz para a composição de grupos de comissionamento e partida de plantas conforme suas necessidades de recursos (e não por falta de capacitação, como ocorrera anteriormente). Em outras palavras, este mecanismo foi operacionalizado de modo intermitente, de acordo com os projetos. Esta importação de

especialistas interagiu com outros mecanismos como, por exemplo, o treinamento no trabalho de engenheiros sem experiência, contratados pela empresa para as áreas de assistência técnica e engenharia de processo e também para a socialização de conhecimentos com engenheiros de projetos que trabalhavam nos grupos de supervisão de montagem.

Entre 1999 e 2000, a empresa contratou um especialista (da matriz) em projetos de caldeiras de recuperação. Os principais objetivos desta contratação eram: (i) socialização de conhecimentos com o pessoal da empresa no Brasil; (ii) aquisição de conhecimentos e o entendimento sobre os requisitos do mercado brasileiro em nível individual; e (iii) a conversão desses conhecimentos para o nível organizacional (na Finlândia), com a volta deste engenheiro após dois anos de trabalho no Brasil; entretanto não foram estabelecidos mecanismos para que os itens (i) e (iii) pudessem ocorrer de forma efetiva e o processo ficou basicamente limitado à aquisição de conhecimentos em nível individual (ii)¹⁷.

A Kvaerner já havia desenvolvido sua base de conhecimentos interna; por isso a aquisição externa de conhecimentos tácitos pela contratação de especialistas foi menos utilizada neste período. Desta forma, técnicos e engenheiros foram contratados (por exemplo, para as áreas de engenharia de processos, projeto mecânico de equipamentos, suprimentos, assistência técnica), alguns já com experiência, antes com o objetivo de reforçar as equipes, devido à alta carga de trabalho, do que para aquisição de nova capacitação. Na área de engenharia de processos, a empresa passou a contratar engenheiros recém-formados que adquiriram conhecimentos e foram desenvolvidos na empresa. Para a área de assistência técnica foram contratados técnicos com experiência, mas o mecanismo de rotação no trabalho foi o principal processo de aprendizagem neste período.

Outro mecanismo de aquisição externa de conhecimento utilizado pela empresa entre 1996 e 2000, foi a contratação de consultores externos. Este mecanismo foi utilizado para a implantação de sistemas organizacionais (por exemplo, o SAP) e para o desenvolvimento de sistemas operacionais e gerenciais, como o PCS. Consultores externos foram também utilizados para a *recertificação* de processos e sistema de qualidade.

¹⁷ Entrevista com gerente da empresa

Os principais esforços de aquisição externa de conhecimento neste período foram os relacionados aos treinamentos externos. Os mecanismos mais significativos de treinamento foram os programas de desenvolvimento gerencial e de gerenciamento de projetos.

Entre 1996 e 1997, foi promovido um curso de desenvolvimento gerencial ministrado pela FGV/EAESP, nas dependências da empresa. A maioria do corpo gerencial da Kvaerner Pulping era formado por engenheiros desenvolvidos na própria empresa, ou seja, possuía formação basicamente endógena. Em decorrência deste treinamento, o grupo ficou mais habilitado preparou-se para realizar e para responder às mudanças organizacionais pelas quais a empresa estava passando. Além disso, a realização deste programa possibilitou a socialização de conhecimentos, uma vez que aproximadamente 20 pessoas, entre gerentes, diretores e outros funcionários em cargos de chefia participaram do programa. O aumento da capacidade de gerenciamento estava relacionado aos objetivos estratégicos da empresa, como mostra a Tabela 7.4. Os principais resultados atribuídos a este programa foram os especificados abaixo¹⁸.

- Melhora na capacitação do pessoal para gestão de processos e de pessoas.
- Entrosamento e socialização, compartilhamento e resolução conjunta de problemas.
- Integração do pessoal e quebra de barreiras internas. A empresa era muito departamentalizada e havia uma nítida divisão de interesses e objetivos.

Para aprofundar suas competências em ‘gestão de projetos’, a empresa envidou esforços no treinamento de gerentes de projetos; por isso, entre 1997 e 1998, quatro engenheiros da empresa participaram de um extenso programa de treinamento em gestão de projetos. Este programa consistia em 5 módulos, todos no exterior, distribuídos no período de um ano. Funcionários de diferentes unidades e de vários segmentos de atuação da Kvaerner no mundo participaram destes cursos. Neste período a empresa aprofundou sua capacitação inovadora em ‘gestão de projetos’ para o Nível 6.

¹⁸ Entrevista com ex-diretor da empresa

Além do programa para reembolsar os funcionários em cursos de línguas e de graduação, a empresa passou, a partir do ano 2000, a reembolsar cursos de pós-graduação e de mestrado para seus funcionários. Alguns exemplos são cursos de pós-graduação em gestão de projetos, gestão empresarial e em papel e celulose. Como no período anterior, vários funcionários da área de tecnologia e processos, vendas e projetos participaram de congressos e seminários no Brasil e no exterior¹⁹. Foram ainda realizados vários treinamentos em *softwares* de projeto e ferramentas de microinformática.

7.1.2 PROCESSOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO

Esta seção procura apresentar os processos de aquisição interna de conhecimentos utilizados pela Kvaerner Pulping entre 1980 e 2000.

Período de 1980 a 1990. As evidências empíricas coletadas para o estudo de caso mostram que os mecanismos de aquisição interna de conhecimentos utilizados neste período tiveram variedade limitada, à luz da Tabela 3.2. A avaliação das características-chaves dos mecanismos de aquisição interna de conhecimento, utilizados pela empresa neste período, é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-2).

Os principais mecanismos utilizados foram os relacionados à aprendizagem no trabalho, operacionalizados por meio de mecanismos do tipo ‘aprender-fazendo’. Os mecanismos de aquisição interna por ‘busca’ foram utilizados, principalmente no final do período quando se iniciou o desenvolvimento dos códigos e padrões de materiais. Os treinamentos internos foram voltados basicamente para os processos de manufatura.

A partir de 1982, foram contratados vários engenheiros com pouca ou ainda sem experiência²⁰. O principal mecanismo de aprendizagem utilizado para o desenvolvimento destes engenheiros foi a aquisição interna de conhecimentos, por meio de mecanismos de aprendizagem no trabalho, do tipo ‘aprender fazendo’. Este mecanismo foi operacionalizado pela participação

¹⁹ Pesquisa documental

²⁰ O gerente técnico, como professor do curso de Engenharia Mecânica da UFPR, selecionava e contratava alguns dos alunos nos quais identificava potencial para desenvolvimento.

dos engenheiros recém-formados em projetos e em grupos de supervisão de montagem. Esta aquisição de conhecimento aconteceu de maneira relativamente passiva e automática, com a simples passagem do tempo ou com o acúmulo de produção. Em outras palavras, a aprendizagem, neste caso, foi um subproduto da produção, pois não havia programa predeterminado para o acompanhamento do processo de aprendizagem desses engenheiros.

O Quadro 7.2 ilustra a participação dos técnicos da empresa em projetos e o funcionamento do mecanismo de aprendizagem no trabalho no início da década de 1980.

Quadro 7.2: Aquisição interna e externa de conhecimento no início dos anos 80

No fornecimento de torres de branqueamento para a fábrica da Riocell/RS em 1980, os costados das torres de branqueamento foram projetados e fabricados no Brasil. Os elementos internos, peneiras e o revestimento interno destas torres foram importados. Os engenheiros que trabalhavam no projeto mecânico de equipamentos não tinham experiência em fabricação e montagem. Nessa época, o grupo de assistência técnica era liderado por um técnico da matriz na Suécia. Alguns dos engenheiros e projetistas que trabalharam no projeto de detalhamento dessas torres tomaram parte nos trabalhos de supervisão de montagem, treinamento e partida da unidade.

Para um dos entrevistados e ex-funcionário da Kvaerner Pulping, “trabalhar em todas as fases do projeto significou um período de grande aprendizagem: as falhas de projeto puderam ser verificadas durante a fase de fabricação e montagem.”

No projeto para Sappi Ngodwana, desenvolvido entre 1983 e 1984, a empresa havia acumulado capacitação tecnológica para executar o projeto de detalhamento mecânico e a fabricação de peneiras em titânio. O fornecedor para o revestimento interno das torres de branqueamento foi selecionado entre empresas brasileiras. A partir da experiência adquirida na montagem mecânica e na montagem do revestimento das torres de branqueamento no projeto Riocell, realizado anteriormente, o supervisor de montagem para a área de branqueamento no projeto Sappi Ngodwana foi um engenheiro da empresa do Brasil.

Fonte: Entrevista com ex-diretor da empresa

Esse exemplo ilustra ainda a interação dos dois principais processos de aquisição de conhecimento neste período: a aquisição externa, pela importação de especialistas; e aquisição interna, mediante a aprendizagem no trabalho do tipo ‘aprender-fazendo’. Esses mecanismos funcionavam de modo intermitente, pois acompanhavam o comportamento cíclico dos projetos. A partir das entrevistas realizadas na empresa, pode-se sugerir que o funcionamento desses mecanismos de aprendizagem era apenas moderado: “...não havia, nesta época, uma

sistemática de treinamento formal na empresa e os engenheiros da matriz pareciam não ter muito interesse no desenvolvimento das pessoas por aqui”²¹.

Da mesma forma, a aquisição de capacitação em assistência técnica também combinou mecanismos de aquisição externa e aquisição interna de conhecimentos. Entre 1984 e 1990, o engenheiro contratado pela empresa para a área de assistência técnica (Seção 7.1.1) trabalhou em equipes para o comissionamento e partida de várias plantas fornecidas pela matriz, no exterior (por exemplo, na Suécia, África do Sul, Áustria, Portugal, França e Nova Zelândia), chegando a atuar como responsável pelas partidas de plantas na Alemanha e no Chile²²; portanto este foi um processo de aprendizagem que combinou processos de aquisição externa (contratação de especialista), aquisição interna de conhecimento (a participação nos primeiros projetos no exterior foi um mecanismo de treinamento no trabalho, ou seja ‘aprender-fazendo’) e socialização (composição de grupos com os técnicos da Suécia). Esta associação de mecanismos de aprendizagem foi necessária pois como aponta Bell (1984), em muitos casos, competências tecnológicas ‘prontas’ não produzem a mudança tecnológica para as finalidades específicas da firma de forma rápida e eficiente, ou seja, a aquisição de capacitação complementar e/ou mecanismos de treinamento no trabalho podem ser necessários para a integração dos conhecimentos.

Como o foco da empresa nesta época era o fornecimento de máquinas e equipamentos, era natural que a empresa buscasse desenvolvimento de sua capacitação nas atividades de manufatura. Assim, os esforços mais significativos em treinamento, senão os únicos, foram realizados com esta finalidade. Desse modo, a empresa promoveu, a partir de 1986 o treinamento sistemático de soldadores e caldeireiros. No primeiro ano foram treinados 11 soldadores, em sessões de treinamento prático e em sala de aula. O treinamento inicial acabou transformando-se em uma ‘escola de solda’. O mesmo tipo de treinamento foi desenvolvido para a área de caldeiraria, e, mais tarde, para a área de usinagem. Além do treinamento nos processos específicos, o programa incluía instruções para a interpretação de desenhos, cálculos, e assim por diante. A partir do funcionamento dessas escolas, foram formadas e treinadas equipes aptas a desenvolver trabalhos com requisitos mais complexos. O

²¹ Entrevista com ex-diretor da empresa

desenvolvimento de pessoal em treinamento foi combinado com a aquisição externa de conhecimento, pela contratação de outros técnicos com experiência em soldagem e processos de fabricação²³.

Apesar de voltados basicamente aos processos de manufatura, tais esforços tiveram impacto na construção de capacitação em outras funções tecnológicas pela interação com outros mecanismos de aprendizagem. Por exemplo, com o desenvolvimento em processos de fabricação resultante dos treinamentos e de reuniões entre os engenheiros das áreas de engenharia de manufatura e de equipamentos, ou seja, socialização de conhecimentos, a empresa construiu capacitação para o detalhamento mecânico de equipamentos e a adaptação de projetos e especificações em função de materiais e condições de produção (*tropicalização*).

A partir da criação do grupo de engenharia de instalações, em 1988, começaram a ser desenvolvidos trabalhos de codificação de materiais e a criação de especificações para projetos de tubulações. Para elaborar os padrões, o grupo pesquisou sistemas utilizados por outras empresas, como, por exemplo, o sistema utilizado pela Petrobrás. Além disso, padrões suecos foram utilizados como fonte de referência para este trabalho além de informações e observações em visitas a fábricas no exterior. Em outras palavras, o processo de aquisição interna por ‘busca’ foi importante para o processo de codificação de conhecimentos para a criação dos padrões e códigos de materiais e envolveu a interação com outros mecanismos, como a contratação de especialistas (aquisição externa), intercâmbio com clientes e outras empresas e visitas a fábricas no exterior (socialização).

Período de 1991 a 1995. Neste período, a variedade de mecanismos utilizados para a aquisição interna de conhecimentos duplicou em relação ao período anterior. Os esforços para aquisição interna de conhecimentos foram direcionados para o desenvolvimento de competências em atividades mais complexas, como a provisão de serviços de assistência técnica e atividades inovadoras como engenharia de processo. A avaliação das características-

²² Entrevista com diretor da empresa

²³ Entrevistas com ex-funcionário e com gerente da empresa

chaves dos mecanismos de aquisição interna de conhecimento, utilizados pela empresa neste período, é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-6).

A partir de 1994, a empresa passou a envolver-se em atividades de P&D, desenvolvendo, por exemplo, seqüências originais de branqueamento em laboratório, em conjunto com a matriz. Este mecanismo foi utilizado de forma intermitente, com a realização de estudos e projetos. As atividades de P&D tiveram funcionamento apenas moderado, porquanto, de forma geral, apenas um funcionário da empresa se envolveu neste processo.

Foram realizados treinamentos internos e sistemáticos em microinformática, *softwares* de projeto (PEGS, PDMS etc) e de processo (SIMUL, WINGENS etc) além dos vinculados ao programa de Gestão pela Qualidade (ex. PDCA) e sistema de qualidade (ISO 9000).

A empresa concentrou esforços em programas de gestão organizacional, como o programa de qualidade total (TQM). A coordenação de esforços de aprendizagem que se originou em grande parte a partir do programa de 'Gestão pela Qualidade', repercutiu positivamente na construção de capacitação tecnológica da empresa. Atividades de treinamento e de desenvolvimento de pessoal passaram a ser consideradas estratégicas.

Quadro 7.3: O programa de qualidade total

Em 1991 o novo presidente da empresa estava disposto a implantar na Kvaerner um programa de qualidade total (TQM). Numa etapa inicial foi realizado um *shake-down* onde foram avaliados os principais problemas corporativos. A partir destas idéias iniciais foram formados grupos de trabalho que desenvolveram programas para melhorias em áreas específicas, como: padronização, salários e benefícios, prazos, custos, satisfação do cliente. Os grupos trabalharam com metodologias de análise e resolução de problemas como PDCA (*plan, do, check, act*), gráficos de espinha de peixe etc.

Para dar suporte ao TQM foi constituído um comitê da qualidade, com seis membros. A função deste comitê era direcionar as ações relacionadas aos trabalhos dos grupos e a implantação do programa. O comitê selecionava palestrantes envolvidos na implantação de programas de qualidade em outras empresas e instituições (como a EMBRAER, SENAI, USP) para o treinamento em gestão da qualidade e gestão de pessoas na empresa. Além destas palestras foram realizados treinamentos por consultores externos.

Fonte: Entrevistas na empresa

A partir da implantação do TQM, foram estabelecidos objetivos estratégicos para o desenvolvimento contínuo das habilidades e da produtividade da empresa. Alguns dos resultados do programa TQM foram os seguintes²⁴: (i) quebra de barreiras internas (com implicações para o processo de socialização); (ii) *empowerment* ou a responsabilidade centrada no executante; e (iii) a valorização do cliente (interno e externo). Ao permitir maior autonomia aos funcionários por meio do *empowerment*, a empresa aumentou a possibilidade de os indivíduos se motivarem para criar novo conhecimento.

A Tabela 7.4 mostra diretivas e planos de ação que faziam parte do planejamento estratégico da empresa, em 1995. O exame do plano de ação permite concluir que o programa TQM estava diretamente associado a uma série de processos de aquisição e de conversão do conhecimento: treinamentos, rotação no trabalho, desenvolvimento gerencial etc.

Tabela 7.4: Objetivos estratégicos de gestão de recursos humanos (1995)

Diretiva	Objetivo	Estratégia	Plano de Ação
Desenvolvimento contínuo de habilidades e conhecimentos	Educação Permanente	Promover treinamentos que levem aos resultados desejados pela empresa	- Estabelecer critérios específicos para o levantamento de necessidades
			- Promover treinamento TQM para nível operacional
			- Elaborar proposta de rotação de trabalho
			- Estabelece plano para estagiários
			- Estabelecer programa de trainee
			- Implantar programa de integração
			- Implantar sistemática de treinamento no trabalho

²⁴ Entrevista com ex-diretor da empresa

Diretiva	Objetivo	Estratégia	Plano de Ação
	Aumento da capacidade de gerenciamento	Fornecer ferramentas e informações gerenciais que facilitem o gerenciamento dos recursos humanos	<ul style="list-style-type: none">- Continuação do desenvolvimento gerencial (treinamento)- Implantar sistemática de gerenciamento por desempenho- Implantar sistemática de carreira em Y- Sistematizar relatórios gerenciais

Fonte: Documentos da empresa

A implantação do TQM envolveu uma série de palestras, treinamentos e cursos relacionados à técnica organizacional (sistema de qualidade, PDCA etc). Foram várias as palestras dadas por técnicos e funcionários de outras empresas e instituições (ex. EMBRAER, SENAI, entre outras). Em outras palavras, os esforços para a implantação do sistema foram intensos. A Tabela 7.5 resume a integração do programa TQM com outros processos de aprendizagem na empresa. Pode-se verificar que este sistema de gestão sustentou o incremento do saber por meio de vários processos de aquisição e conversão do conhecimento.

Tabela 7.5: Integração entre processos de aprendizagem e o TQM

Processo de Aquisição ou de conversão de conhecimento	Sub-processo ou mecanismo
Aquisição externa de conhecimento	<ul style="list-style-type: none">- Curso de desenvolvimento gerencial (treinamento)
Aquisição interna de conhecimento e socialização	<ul style="list-style-type: none">- Promover treinamento TQM para nível operacional- Plano para estagiários- Sistemática de treinamento no trabalho- Rotação de trabalho

Fonte: Documentos da empresa

Apesar de o TQM ter apresentado resultados e implicações positivas para o desenvolvimento das competências tecnológicas da empresa, muitos dos programas dos grupos de trabalho não

foram concluídos e os esforços para a manutenção do sistema foram aos poucos se esvaindo²⁵. Em outras palavras, o seu funcionamento deteriorou-se ao longo do tempo.

A partir de 1992, foi estabelecido um sistema organizacional para a coordenação de esforços de capacitação de pessoal. Este sistema previa a realização de levantamentos de necessidades de treinamento. Baseando-se nesses levantamentos, eram realizados programas de treinamento interno e externo; portanto a partir deste ano, a empresa passou a ter visão mais abrangente e uma política formal para treinamento passando a investir em torno de 2,5 % a 3,0% da folha de pagamento em programas de treinamento. A maior limitação para o cumprimento de metas em treinamento do pessoal foi a indisponibilidade de tempo das pessoas para os programas de treinamento²⁶.

Foram realizados, em 1992, um total de 144 eventos de treinamentos internos e externos com a participação de funcionários da empresa. A maior parte dos treinamentos internos estava relacionada a utilização de *softwares* básicos (ex. Windows, Excel, Word), *softwares*

²⁵ Entrevista com diretor da empresa

²⁶ Entrevista na empresa

específicos para manufatura e projetos (ex. MRP II, AutoCad) e treinamentos ligados aos processos de manufatura. A quantidade de horas de treinamento de funcionários em 1992 foi de 3,24% das horas trabalhadas neste mesmo período, superior, portanto, à meta estabelecida. Além do número de horas de instrução recebidas pelos funcionários, 959 horas foram utilizadas por funcionários da empresa atuando como instrutores, em treinamentos internos. Dados referentes ao treinamento na empresa em 1992 são apresentados na Tabela 7.6.

Tabela 7.6: Horas despendidas em treinamento (1992)

Atividades de Treinamento, 1992	Horas
Treinamento em Qualidade Total	3.566
Treinamentos em geral	18.539
- Treinamento interno	14.402
- Treinamentos externos, palestras e seminários	4.137
Total de horas em treinamento	22.105
Nº de funcionários	316
Carga horária por funcionário	69,95

Fonte: Documentos da empresa

Apesar da inexistência de registros de horas gastas em treinamentos durante a década de 1980, as entrevistas sugerem que estas totalizaram uma quantidade muitas vezes inferior ao total de horas despendidas em treinamentos no período de 1991-95. Somente as horas gastas em treinamentos externos totalizaram mais de 13 horas/funcionário em 1992. Este mecanismo foi utilizado continuamente durante este período.

Em 1993 a área Recursos Humanos foi desmembrada com a criação do departamento de Desenvolvimento e Treinamento, explicitando os esforços corporativos para a capacitação dos funcionários da empresa. Neste ano foram gastas 17.356 horas em treinamentos internos e externos, além de 543 horas gastas por funcionários como instrutores em treinamentos internos. Houve grande redução em treinamentos referentes a processos de manufatura. Escolas de solda, caldeiraria e usinagem, que no ano anterior somaram mais de 3.000 horas em treinamentos internos, foram extintas. Ainda assim, a carga horária por funcionário (67 h) foi praticamente igual a do ano anterior. Isto é uma indicação de que os treinamentos foram concentrados em outras áreas, como em microinformática e nos relacionados ao programa de qualidade total.

Os esforços de multiplicação de treinamentos internos foram muito utilizados neste período (ver Seção 7.2.2). Por exemplo, para os treinamentos em microinformática, coordenadores de treinamento receberam treinamento externo e atuaram como instrutores em treinamentos internos. Da mesma forma, estes esforços de multiplicação foram muito utilizados em treinamentos relacionados ao TQM. Por exemplo, o treinamento interno em PDCA totalizou 568 horas de treinamento.

A partir de 1994, iniciou-se a descentralização das atividades de Recursos Humanos e de Desenvolvimento de Pessoal. Cada gerente de área passou a ser responsável pela administração e desenvolvimento do seu pessoal incluindo, por exemplo, a identificação de necessidades de treinamento. Até 1993, os investimentos e a carga horária em treinamentos foram compilados e detalhados em relatórios gerenciais; mas os dados referentes aos anos de 1994 e 1995 não foram localizados ou estavam indisponíveis na execução deste trabalho.

A aquisição interna de conhecimento também foi operacionalizada por meio de atividades de rotina da empresa, do tipo ‘aprender-fazendo’, ou seja, por mecanismos como (i) a contratação e desenvolvimento de engenheiros recém-formados ou sem experiência para as áreas de engenharia de instalações e engenharia de processo, (ii) a composição em grupos de supervisão de montagem; e (iii) a participação de especialistas da empresa em grupos de comissionamento e partida de plantas no exterior.

Mediante o mecanismo de ‘busca’, deu-se continuidade ao trabalho de codificação e especificação de materiais, iniciado no final da década de 1980. Além disso, foram desenvolvidas metodologias relativas a cálculos de impostos, taxas, benefícios, financiamentos (por exemplo, para o projeto Klabin em 1995-97), utilizando-se basicamente este tipo de mecanismo.

Período de 1996 a 2000. A variedade de mecanismos de aquisição interna de conhecimento foi ainda maior na segunda metade da década de 1990. Os principais mecanismos utilizados foram os que levaram ao desenvolvimento de sistemas operacionais e gerenciais (por exemplo, o PCS e o *global mill balance*), o envolvimento em atividades de pesquisa e

desenvolvimento, e os treinamentos internos. A avaliação das características-chaves dos mecanismos de aquisição interna de conhecimento utilizados pela empresa neste período é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-10).

Durante este período a empresa continuou desenvolvendo atividades de P&D, em conjunto com a matriz, para a determinação de condições ideais para cozimentos (utilizando cavacos de madeira enviados pelas fábricas de celulose) e o desenvolvimento de seqüências originais de branqueamento²⁷. Os testes em laboratório eram realizados nos laboratórios da matriz, na Suécia. Diferentes tipos de madeiras, condições e tipos de cozimento, seqüências de branqueamento, cargas de químicos etc, foram testados em laboratório em várias ocasiões²⁸.

Neste tipo de indústria, a experimentação em escala real torna-se impraticável, pois envolve grandes quantidades de materiais, além de equipamentos de alto custo. Desta forma, engenheiros da empresa participaram de um grupo para o desenvolvimento de sistemas para simulação e balanço de fábricas de celulose, o *Global Mill Balance*. Várias versões dos sistemas foram testadas e os resultados confrontados com parâmetros conhecidos, antes que a versão final pudesse ser lançada. A utilização de ferramentas de simulação foi relevante para a construção de capacitação na área de processos.

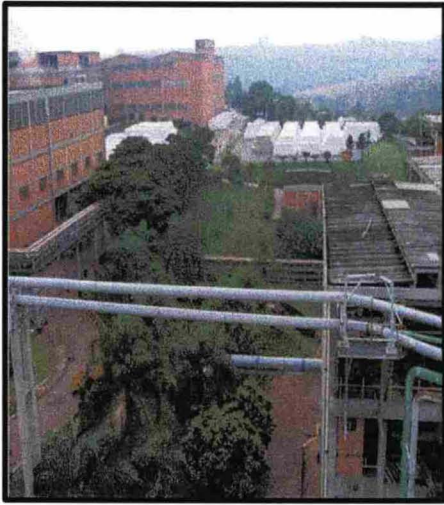
Os estudos de *layout* em 3D também representaram um mecanismo de experimentação. Diferentes alternativas e soluções podem ser testadas graças à ‘prototipagem’ em projetos de engenharia tridimensionais, utilizando o PDMS: “A utilização desta tecnologia permite que sejam verificados os acessos aos equipamentos, rotas de fuga, acessos às válvulas, locação dos equipamentos para manutenção, posicionamento de guias para montagem e manutenção²⁹”. Este desenvolvimento combinou processos de experimentação e socialização em que interagiram técnicos da Kvaerner, do cliente e dos fornecedores. As possibilidades para experimentação e socialização podem ser examinadas a partir da Figura 7.1. Em (A) mostra-se a área disponível para a instalação de nova planta de branqueamento em fábrica existente. A seguir, constrói-se o modelo em 3D da nova planta, que então se insere na área disponível (B).

²⁷ Entrevista com gerente da empresa

²⁸ Entrevista com gerente da empresa

²⁹ Entrevista com gerente da empresa

Figura 7.1: Ferramentas modernas de engenharia para modelagem e experimentação



(A)



(B)

Fonte: Acervo da Empresa

Entre 1996 e 2000 foram registradas 1302 ocorrências de treinamentos, externos e internos. Aproximadamente 80% do total destes eventos foram treinamentos internos e treinamento no trabalho. Em outras palavras, este mecanismo foi utilizado de modo sistemático e contínuo durante este período. Os registros dos treinamentos indicam que estes foram principalmente relacionados a ferramentas de microinformática, *softwares* de projeto e processo, e os relacionados ao TQM (ex. PDCA) e sistema de qualidade. Estes registros deveriam ser introduzidos em banco de dados de forma a possibilitar acompanhamento gerencial; entretanto a formatação dos dados de entrada não permitiu a sua desagregação e classificação de forma direta, para utilização nesta dissertação. A ausência de dados compilados por tipo de treinamento e a impossibilidade de desagregar e rearranjar os dados com facilidade sugerem que, apesar de a empresa promover atividades de treinamento, não existiu, na realidade, acompanhamento efetivo da incidência deles. As atividades relativas ao TQM perderam o apoio da alta administração e foram praticamente descontinuadas por volta de 1997³⁰.

As evidências empíricas mostram que a aquisição interna de conhecimento por meio de atividades de rotina da empresa e mecanismos do tipo ‘aprender-fazendo’ incluíram a (i) participação dos engenheiros com pouca ou nenhuma experiência em projetos;

³⁰ Entrevista com ex-funcionário e gerentes da empresa

(ii) a contratação e desenvolvimento de estagiários e *trainees*; (iii) a composição em grupos de supervisão de montagem (iv) a participação de engenheiros da empresa em grupos de comissionamento e partida de plantas no exterior; e (v) participação de especialistas da empresa na execução de projetos no exterior.

Para o desenvolvimento de *trainees*, principalmente para engenharia de processos e assistência técnica, foi utilizada uma combinação de mecanismos entre os quais a aprendizagem no trabalho, pesquisa (busca), participação em partidas de fábricas no Brasil e no exterior e outros mecanismos de aquisição externa, como treinamento externo (por exemplo em softwares de processo, curso de especialização em celulose e treinamento na matriz)³¹.

Em 1997, foi formado um grupo para participar em atividades de partidas de plantas, em nível mundial. Engenheiros da empresa do Brasil fizeram parte destes grupos, participando de equipes de comissionamento para partidas de plantas em vários países (ver Seção 6.3.2). O intercâmbio de técnicos da empresa com técnicos de outros países e da matriz possibilitou, além da aprendizagem em solução de problemas, o acesso a uma rede informal de contatos de âmbito internacional. Dito de outro modo era uma fonte de aquisição de conhecimentos tácitos e explícitos do exterior³². À luz da Tabela 3.2, este mecanismo foi operacionalizado de forma contínua durante todo o período, com bom funcionamento.

Neste período (1996-2000), funcionários da empresa participaram em projetos no exterior, em fábricas na Suécia, Finlândia, Portugal, Chile, etc, que estavam sendo fornecidos pela matriz. Esta ‘exportação’ de especialistas ocorreu em diversas ocasiões durante todo o período. Em outras ocasiões, os engenheiros do Brasil trabalharam na Suécia por períodos mais longos para o desenvolvimento de atividades iniciais de projeto em engenharia básica de processo, que anteriormente eram normalmente realizadas apenas pela matriz³³.

Mediante o mecanismo de ‘busca’, deu-se continuidade ao processo de codificação e especificação de materiais, e aos desenvolvimentos na área de engenharia de processo e

³¹ Entrevista com gerente da empresa

³² Entrevista com diretor da empresa

³³ Entrevista na empresa

projetos por meio de experimentação e uso de simuladores. Além disso, aprofundou-se o desenvolvimento de metodologias relativas a impostos, taxas, e para a obtenção de benefícios e financiamentos, visando à redução do custo total dos projetos. Alguns dos projetos realizados nesta época incluíram todos os impostos como, por exemplo, os projetos para a Klabin em 1996-97 e para a Aracruz Celulose em 2000, entre outros.

7.2 PROCESSOS DE CONVERSÃO DE CONHECIMENTO

Esta seção procura descrever os processos de conversão de conhecimento para a empresa, ou seja, os processos que permitiram a conversão do conhecimento do nível individual para o nível organizacional, no período de 1980 a 2000. A Seção 7.2.1 descreve os processos de codificação de conhecimento e a Seção 7.2.2 os processos de socialização do conhecimento.

7.2.1 PROCESSOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO

Esta seção descreve os principais mecanismos de codificação de conhecimento utilizados pela Kvaerner Pulping entre 1980 e 2000.

Período de 1980 a 1990. Durante grande parte deste período os esforços para a codificação de conhecimentos foram praticamente ausentes. As evidências empíricas mostram que apenas no final da década de 1980 a empresa coordenou esforços para o desenvolvimento de atividades de codificação, para a criação de padrões e códigos de materiais e a certificação dos processos de projeto e fabricação conforme o código ASME. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de codificação de conhecimento utilizados pela empresa neste período é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-3).

As normas, procedimentos administrativos e instruções operacionais eram elaboradas pelos diretores, gerentes e chefes e divulgados mediante comunicações internas (CI's) e memorandos, ou seja, não existia um sistema que reunisse e disponibilizasse, de modo sistemático, o conteúdo deste conjunto de documentos. Dito de outro modo a maioria do conhecimento era mantido ao nível individual, tácito.

Com a criação do departamento de engenharia de instalações, em 1988, iniciou-se a padronização e codificação de materiais (Seção 6.1). A criação dos padrões visava a reduzir principalmente os erros, o *retrabalho* e o tempo gasto em projetos, aumentando a produtividade da área de engenharia. Dessa forma, foram desenvolvidos³⁴ (i) padrões para tubulação e acessórios, de acordo com o tipo e as condições do fluido; e (ii) codificação de materiais, ou seja, listas (códigos alfanuméricos) para todos os materiais utilizados nos projetos de fábricas de celulose.

O desenvolvimento desse processo de codificação resultou da interação de vários mecanismos de aprendizagem; por exemplo, contratação de especialistas para engenharia de instalações e materiais, interação com clientes e fornecedores durante a execução de projetos, busca, entre outros. A criação de tais códigos e padrões parece ter influenciado a acumulação dos Níveis 3 e 4 em ‘gestão de projetos’, do Nível 4 em ‘engenharia de sistemas’ e do Nível 5 em ‘processos e práticas operacionais’.

Para sistematizar o fluxo de dados, informações e documentos entre as diversas áreas envolvidas em um projeto, a empresa começou a implantar redes de computadores para o compartilhamento em rede. Assim, antes mesmo da criação da rede corporativa, foi desenvolvida, em 1989, uma rede de computadores restrita à área de engenharia da empresa. Esta rede funcionou como canal de codificação de conhecimentos, o que permitiu maior fluidez da informação e do conhecimento, ainda que de maneira restrita.

A partir da criação da rede de computadores na área de engenharia, iniciou-se o desenvolvimento de sistemas de coordenação e controle operacionais e gerenciais. Foram desenvolvidos, por exemplo, sistemas que consolidavam informações e dados, e geravam documentos, como listas de tubulações e válvulas, listas de equipamentos e índices de linhas. Esta documentação era gerada a partir da codificação dos materiais ligada a bancos de dados, para o armazenamento de dados e informações. Para desenvolver esses sistemas, dois engenheiros da empresa receberam treinamento externo.

³⁴ Entrevista com ex-diretor da empresa

Para sistematizar a emissão e controle de documentos, foi criado um aplicativo em planilha eletrônica. Este aplicativo foi o embrião do sistema de controle de documentos que viria a ser desenvolvido e utilizado anos mais tarde na empresa³⁵, o *Documents Control System* (DCS). Pode-se perceber neste desenvolvimento a interação dos vários processos de conhecimento: a aquisição externa, treinamento para uso de *softwares*; aquisição interna, desenvolvimento e aprimoramentos dos sistemas; codificação, criação dos códigos, padrões e o sistema de controle de documentos; e de socialização, resolução compartilhada de problemas, disponibilização em rede dos dados e informações.

O processo mais abrangente para a codificação de conhecimentos neste período foi o que culminou com a certificação de processos para projeto e fabricação de vasos de pressão pelo código ASME, em 1989. Esta qualificação era basicamente técnica, e exigiu que fossem estabelecidos e seguidos procedimentos e padrões para projeto, suprimentos e fabricação.

Período de 1991 a 1995. Neste período, a variedade de mecanismos utilizados na codificação de conhecimento aumentou, passando de limitada a moderada. No final de 1995, a empresa certificou seus processos pela ISO 9001, o que significou grande esforço na codificação de procedimentos e instruções técnicas. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de codificação de conhecimento utilizados pela empresa neste período é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-7).

Durante o este período, principalmente entre 1990-91, deu-se continuidade à codificação e padronização de materiais. As especificações de materiais utilizadas nesta codificação foram criadas pelos engenheiros da área de instalações, a maioria dos quais contratados com experiência em empresas da área petroquímica e de fertilizantes (Tabela 7.1), e em codificação de materiais. Também foram utilizados padrões de firmas de engenharia e da matriz como fonte de referência para este trabalho³⁶. Os padrões foram desenvolvidos visando ao uso em bancos de dados em computadores, ou seja, preparados para serem usados em conexão com ferramentas modernas, como seria o caso, anos mais tarde, com o PEGS e PDMS. De modo geral, os padrões existentes e utilizados por empresas de engenharia, nesta época, não

³⁵ Entrevista com ex-diretor da empresa

possuíam esta característica³⁷. A padronização de materiais foi desenvolvida graças aos esforços do grupo de engenharia: “...motivados para a realização do trabalho, o grupo se reunia até mesmo fora dos horários de expediente normal para desenvolver os padrões. Nesta época, a matriz na Suécia, não tinha um sistema de codificação de materiais.”³⁸ Assim, o trabalho para a codificação dos materiais envolveu diferentes processos de aprendizagem dentro da empresa. Em outras palavras, este processo de codificação resultou da interação de vários outros mecanismos de aquisição de conhecimento:

- Mecanismos de aquisição externa pela contratação de especialistas.
- Busca, utilização de fontes de referência da matriz e de empresas de engenharia.
- Socialização: trabalho em grupos para o desenvolvimento de codificação de materiais.

A maior ênfase nos processos de codificação de materiais coincidiu com a época em que a empresa passou a realizar fornecimentos com escopo mais abrangente e de maior complexidade, como os fornecimentos para a nova fábrica para a BahiaSul e da nova linha de fibras para a Cenibra (Seção 6.2) que incluíram o fornecimento de engenharia de instalações completa: *layout*, tubulações, estruturas e plataformas para as plantas.

O programa de Gestão pela Qualidade (TQM), implantado a partir de 1991, foi também o ponto de partida para a implantação e certificação dos processos da empresa, conforme a ISO 9001. Os primeiros procedimentos administrativos e instruções técnicas de trabalho foram emitidos em decorrência deste programa³⁹. A documentação sistemática de procedimentos e instruções de trabalho contribuiu para a codificação de elementos de conhecimento tácito que, de outra forma, teriam permanecido tácitos em nível individual.

Em 1992, estabeleceu-se um sistema organizacional para a coordenação de esforços de capacitação de pessoal. Todos os treinamentos realizados eram registrados, para que fosse possível o acompanhamento gerencial do desenvolvimento da capacitação de cada

³⁶ Entrevistas na empresa

³⁷ Entrevista com ex-funcionário da empresa

³⁸ Entrevista com ex-diretor da empresa

³⁹ Entrevista com diretor da empresa

funcionário (Seção 7.1.2); porém esta forma de planejamento e coordenação mostrou-se de difícil operacionalização⁴⁰ e foi praticamente abandonada a partir de 1995.

Para que a empresa pudesse coordenar os projetos de modo eficaz e também para que pudesse obter a certificação ISO 9001, a criação de um sistema de controle de documentos foi considerada essencial (Seção 6.2.3). Desta forma, foi criado um sistema de controle de documentos, o DCS, a partir da especificação e arquitetura desenvolvidas pelos engenheiros da Kvaerner. A programação deste sistema, em ambiente ORACLE, foi contratada junto com uma firma de consultoria externa. A arquitetura do sistema foi baseada em outro programa, mais simples, desenvolvido por engenheiros da empresa no final da década de 1980. Outra necessidade era a criação de um sistema para controle e apuração de resultados dos projetos. Assim, foi desenvolvido o Sistema de Administração de Contratos (SAC). Da mesma forma que para o DCS, a empresa desenvolveu a especificação e a arquitetura deste sistema e utilizou serviços de consultoria externa para a programação.

A partir de 1992, a matriz da empresa na Suécia desenvolveu as *Technical Instruction Guidelines* (TIG), codificando instruções técnicas básicas para o dimensionamento de equipamentos, inicialmente para a área de linha de fibras. Estas instruções e suas revisões passaram a ser distribuídas regularmente contribuindo para que a empresa pudesse desenvolver no Brasil o dimensionamento básico de equipamentos e a engenharia básica de processo de sistemas e plantas, avançando na construção de capacitação de Nível 5 em ‘engenharia de sistemas’.

Período de 1996 a 2000. Visando à sistematização de processos operacionais e gerenciais na empresa, vários mecanismos de codificação de conhecimento foram desenvolvidos e implementados neste período. Além disso, deu-se continuidade aos mecanismos de codificação utilizados anteriormente; por exemplo, a codificação de materiais. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de codificação de conhecimento utilizados pela empresa neste período é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-11).

⁴⁰ Entrevista com ex-gerente da empresa

O sistema de qualidade (ISO 9001) foi *recertificado* periodicamente, até o ano 2000. Para tanto foram revisados, excluídos ou criados procedimentos e instruções, visando à adequação do sistema de qualidade ao sistema organizacional e operacional da empresa; entretanto uma série de mudanças corporativas fez com que o sistema de qualidade certificado e a prática operacional da empresa se distanciassem; por isso o funcionamento deste processo foi apenas moderado, durante este período (ver Seção 6.3.3).

A partir de 1999, foi desenvolvido um sistema para controle de projetos, o PCS (*Project Control System*), buscando reunir e consolidar informações de vários sistemas operacionais e gerenciais da empresa, mediante varreduras periódicas e automáticas nestes sistemas. Em outras palavras, o sistema possibilitou a integração entre os sistemas de engenharia, projetos, financeiro e de compras. A codificação de dados e informações e a sua disponibilização em tempo real por meio da interface do sistema com a Intranet favoreceu os processos de comunicação e a difusão da informação na empresa.

A codificação de conhecimentos para a criação de sistemas como as soluções modulares para projetos e de simuladores para o balanço global de fábricas (*Global Mill Balance*) possibilitaram a conversão de conhecimentos tácitos individuais para o nível organizacional. As soluções modulares para projetos foram desenvolvidas principalmente durante os períodos de baixa carga na área de projetos, que ocorre de tempos em tempos, devido ao comportamento cíclico do mercado de bens de capital. Esta foi uma maneira encontrada pela empresa para impedir a deterioração de suas competências tecnológicas durante o período de depressão⁴¹.

A criação dos módulos de projeto exigiu esforços explícitos de aprendizagem e investimentos pesados e influenciou a construção de competências tecnológicas inovadoras de Nível 6 em ‘engenharia de sistemas’, como mostra o Quadro 7.4.

⁴¹ Entrevistas com gerente e ex-diretor da empresa

Quadro 7.4: O desenvolvimento de soluções modulares para projetos

Durante os anos de 1997 e 1998, a carga de trabalho na empresa era baixa. Com a previsão de que logo ocorreriam grandes projetos e como a política da empresa era de não dispensar seus talentos no primeiro sinal de enfraquecimento do mercado, foi criado um grupo para desenvolver os chamados módulos de projeto. A idéia era aproveitar o tempo disponível desenvolvendo soluções que pudessem ser aproveitadas mais adiante, nos projetos. O conceito era chamado de *hora-solução*. A diretoria da empresa autorizou a alocação de horas de engenharia neste projeto num investimento de aproximadamente um milhão de dólares. Além do retorno previsto (conceito da hora-solução, aumento da competitividade como resultado da modularização nos projetos futuros) o desenvolvimento dos módulos serviria para manter o grupo e, mais que isso, mantê-lo motivado. Alguns objetivos foram fixados para o trabalho deste grupo: um dos principais era de que 70% do trabalho desenvolvido para os módulos pudesse ser diretamente aproveitado em projetos.

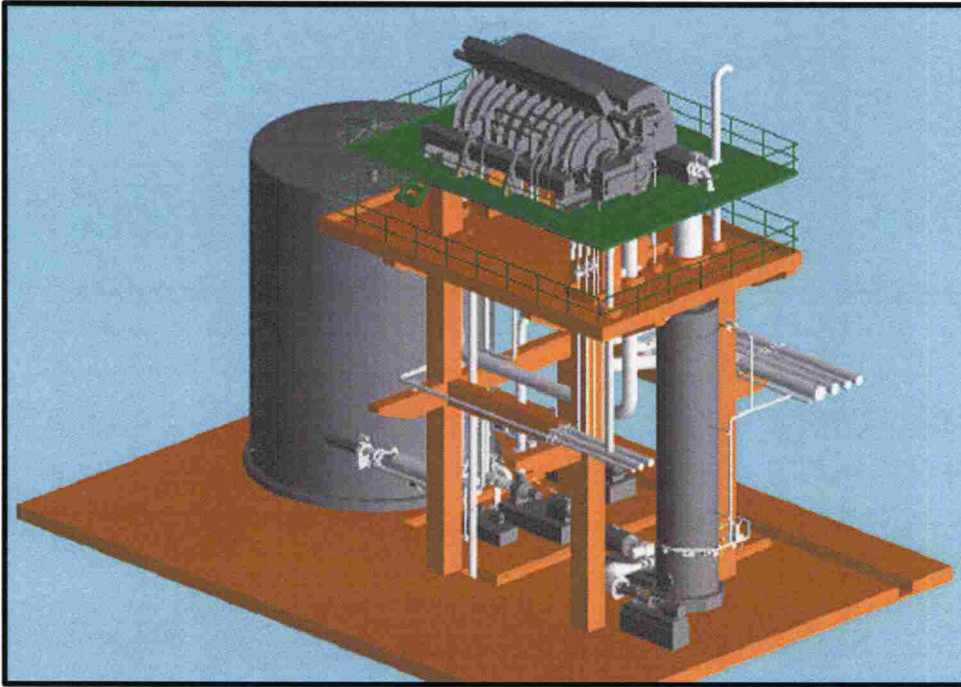
Para que o *layout* das diversas áreas pudessem ser modularizados, houve grande trabalho de padronização, por exemplo: os níveis de *pipe-racks*, bandejamentos, altura das bombas. Soluções simples, mas essenciais, como o uso de calços em bombas MC, permitiram o uso do sistema modular mesmo quando o modelo das bombas, a potência e o tamanho dos motores era diferente. Assim, os módulos foram projetados como peças que se encaixam umas as outras (com terminações que se encaixam nos *pipe-racks* ou outros módulos de processo). O uso destas soluções propiciou a redução de horas de engenharia em até 50% e do custo total do projeto em até 10% quando se compara a execução de projetos sem levar em conta as soluções modulares. A empresa desenvolveu módulos para várias áreas da fábrica de celulose; entretanto, com o reaquecimento do mercado e o aumento da carga de trabalho, o projeto de criação das soluções modulares não foi executado na sua totalidade.

Nesta mesma época, a matriz na Suécia desenvolvia o chamado projeto 500/10. Este projeto tinha por objetivo projetar uma fábrica com capacidade para produzir 500.000 toneladas de celulose por ano com um investimento 10% menor do que o usual na indústria, para uma fábrica desta capacidade. Dois engenheiros da Kvaerner do Brasil participaram deste grupo de trabalho. Enquanto as soluções desenvolvidas pelo grupo na Suécia foram quase exclusivamente focadas em processo e equipamentos, os engenheiros do Brasil sugeriram maneiras de como o custo da fábrica poderia ser otimizado, mas com foco no estudo do *layout* e da instalação.

Fonte: Entrevistas na empresa

Este processo de codificação de conhecimento teve ainda forte interação com outros processos de aprendizagem, como os processos de aquisição interna e de socialização de conhecimentos, por meio de reuniões do projeto no Brasil e no exterior, trabalho em grupo, solução compartilhada de problemas e prototipagem (os módulos são modelos tridimensionais); entretanto a intensidade de aplicação de esforços através deste processo foi intermitente, uma vez que os esforços de codificação de conhecimento para geração dos módulos de projeto foram praticamente paralisados, quando a carga de trabalho na área de engenharia voltou ao nível normal.

Figura 7.2: Soluções modulares para projetos - módulo de prensa lavadora



Fonte: Arquivos da empresa

O *Global Mill Balance*, ferramenta para o cálculo do balanço global de fábricas de celulose, foi desenvolvido em trabalho conjunto que envolveu engenheiros de processo do Brasil, da Suécia e da Finlândia. O coordenador do grupo de desenvolvimento deste programa foi o gerente de engenharia de processo da Kvaerner do Brasil. Membros do grupo se reuniram diversas vezes, na Suécia, Finlândia e Brasil durante a execução do projeto, que levou aproximadamente 9 meses. Este programa possui ainda módulos para o cálculo de custo operacional de fábricas de celulose, estimativa do investimento para implantação e cálculo da viabilidade econômica. O *Global Mill Balance* tem sido muito utilizado em vários projetos e estudos de viabilidade para fábricas de celulose no Brasil e no exterior⁴². A criação desta ferramenta sugere uma combinação de esforços em aquisição interna, socialização e codificação de conhecimentos. Além do mais, este desenvolvimento envolveu a integração de conhecimentos de várias áreas (processos, projetos, estimativa de custos).

⁴² Entrevista com gerente da empresa

Outros exemplos de codificação de conhecimentos realizados pela área de Tecnologia e Processos foram o programa para dimensionamento e seleção ‘automática’ de equipamentos e a catalogação de dados e informações dos *lab reports*, como mostra o Quadro 7.5.

Quadro 7.5: Codificação de conhecimentos pela área de tecnologia e processos

O programa para dimensionamento e seleção ‘automática’ de equipamentos relaciona dados de balanço da fábrica com informações básicas para o dimensionamento de equipamentos contidas no *Technical Instructions Guidelines* (TIG). Estas instruções são geradas na matriz, atualizadas e distribuídas sistematicamente.

Outro exemplo de codificação de conhecimentos foi a catalogação de dados e informações dos *lab reports*. Os *lab reports* relatam métodos e resultados de ensaios e testes de laboratório de polpação de cavacos de madeira e branqueamento de celulose, feitos no laboratório na Suécia. No total, aproximadamente 2000 *lab reports* foram catalogados e arquivados no arquivo técnico da empresa, desde a década de 80; no entanto os relatórios eram recebidos e simplesmente arquivados. A partir do desenvolvimento de capacitação em engenharia de processo na empresa, os dados considerados úteis para aplicações no Brasil, por exemplo, aqueles referentes a ensaios e testes realizados para polpa de eucalipto, foram compilados, facilitando o resgate de informações. Estes dados são úteis para determinação ou seleção *a priori* de seqüências de branqueamento, estimativas de consumo de químicos etc. Portanto para que os dados pudessem ser utilizados de forma efetiva, foi necessário que *antes* a empresa acumulasse competências em engenharia de processo, sobre as quais novos conhecimentos puderam ser acumulados ou absorvidos.

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em entrevistas

7.2.2 PROCESSOS DE SOCIALIZAÇÃO DE CONHECIMENTO

Esta seção procura descrever os mecanismos de socialização de conhecimento utilizados pela Kvaerner Pulping entre 1980 e 2000.

Período de 1980 a 1990. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de socialização de conhecimento utilizados pela empresa neste período é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-4). As interações e intercâmbio de pessoal da empresa com técnicos dos clientes, de fornecedores e de outras empresas, por exemplo, firmas de engenharia, foram canais importantes para a transferência sistemática e conversão de conhecimentos para a organização.

Durante a execução do projeto para a nova linha de fibras da Aracruz Celulose entre 1988 e 1990, por exemplo, foram identificados dois canais que tiveram maior importância para a

transferência sistemática de conhecimentos⁴³. O primeiro, por meio do grande intercâmbio, visitas e reuniões com os técnicos da Suécia, principalmente da área de engenharia de processo. Este intercâmbio proporcionou a aquisição de conhecimento pelos engenheiros da Kamyr no Brasil. O segundo canal para o fluxo de conhecimento foi o intercâmbio com os técnicos da empresa de engenharia contratada pela Aracruz para o desenvolvimento do projeto. Por meio desses relacionamentos os engenheiros da Kamyr aperfeiçoaram seu entendimento sobre as relações de fluxos e outras variáveis de processo, construindo a base sobre a qual a empresa desenvolveria capacitação tecnológica em engenharia de processos. Para a execução do contrato de fornecimento, a Aracruz Celulose ainda demandou o cumprimento dos seguintes requisitos:

- Nomeação de um contato único, com um gerente de projeto no Brasil (anteriormente, durante a execução de um projeto, os contatos eram múltiplos e difusos).
- Determinação de cronograma de eventos físicos e financeiros.
- Processo sistematizado de controle de documentação.

O atendimento destas exigências acabou por alterar profundamente os processos internos para a gestão de projetos na Kamyr. Quando a empresa começou a trabalhar com um único gerente de projetos, os problemas e os conflitos gerados nas interfaces, na alocação de recursos e na determinação de prioridades dos departamentos foram percebidos de forma mais aguda. A partir da percepção destas falhas, iniciou-se o desenvolvimento de uma estrutura organizacional mais voltada à execução de projetos.

A solução compartilhada de problemas foi utilizada em diversas ocasiões. Este mecanismo foi operacionalizado pela participação de engenheiros e técnicos da empresa em grupos de supervisão de montagem e pela participação de engenheiros da empresa em grupos de comissionamento e partida de fábricas, no Brasil e no exterior. Era comum que os engenheiros que haviam trabalhado em determinado projeto participassem, posteriormente, em supervisão de montagem (ver Seção 7.1.2), num mecanismo de rotação no trabalho. Além disso, engenheiros da área de projetos participaram de grupos de assistência técnica, liderados por

⁴³ Entrevista com ex-diretor da empresa

técnicos da matriz como, por exemplo, nos projetos para Riocell, Sappi Ngdowana e Klabin, (ver Seção 6.1.2). Entre 1984 e 1990, o engenheiro contratado pela empresa para a área de assistência técnica (Seção 7.1.1) trabalhou em várias partidas de plantas no exterior, compondo equipes da Kamyr da Suécia. Estes mecanismos possibilitaram a troca de informações e o intercâmbio de conhecimentos dos técnicos da empresa com os da matriz e com os das empresas de celulose, em amplo processo de socialização de conhecimentos.

O trabalho para a codificação de materiais, iniciado no final da década de 1980, foi operacionalizado por meio da interação dos vários mecanismos de aprendizagem, incluindo a socialização de conhecimento, como a interação com clientes e fornecedores durante a execução de projetos e o trabalho em grupo para o desenvolvimento de tal codificação pelo grupo de engenharia de instalações, formado em 1988.

Durante a execução dos projetos eram realizadas reuniões de acompanhamento no Brasil e na Suécia; entretanto a participação em reuniões no exterior era limitada a poucas pessoas, de modo que a conversão de conhecimentos para a organização, por meio deste mecanismo, era apenas moderada. Também foram realizadas, nesta época, visitas a fábricas no exterior; no entanto estas visitas envolveram poucas pessoas, principalmente pessoal da área de assistência técnica.

Para desenvolver sua capacitação nas atividades de manufatura a empresa promoveu, a partir de 1986, o treinamento sistemático de soldadores e caldeireiros nas chamadas ‘escolas de solda’ e ‘escolas de caldeiraria’. Apesar de voltados basicamente aos processos de fabricação, estes esforços foram importantes para a construção de capacitação em outras funções tecnológicas mediante a interação com outros mecanismos de aprendizagem, por exemplo: o detalhamento mecânico de equipamentos e a adaptação de projetos e especificações em função de materiais e condições de produção (ver Seção 7.1.2). O intercâmbio dos grupos de engenharia de equipamentos e engenharia de produção (manufatura) e a difusão do conhecimento, além das fronteiras departamentais, influenciou a construção de capacitação de Nível 3 em ‘equipamentos de processo’ (ver Seção 6.1.4).

Os sistemas para disseminação de informação, utilizados nesta época, eram convencionais, como os murais e quadros de avisos, memorandos e circulação de comunicações internas. Estes meios não permitiam o aprofundamento e o resgate imediato de informações. A partir de 1989, começou a ser utilizada, ainda de modo incipiente, uma rede de computadores instalada na área de engenharia.

Período de 1991 a 1995. A avaliação das características-chaves de cada um dos mecanismos de socialização de conhecimento, utilizados pela empresa neste período, é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-8). Com o aumento da complexidade dos projetos (por exemplo os fornecimentos do tipo ‘EPC mecânico’ para a BahiaSul e Cenibra), a empresa passou a realizar atividades que antes eram desenvolvidas por firmas de engenharia ou pelos próprios clientes. Isto fez com que os contatos e a interação com clientes e fornecedores fossem intensificados, objetivando a discussão de padrões, interfaces de fornecimento, cronogramas de fornecimento e montagem, estratégias de fornecimento e montagem, entre outros.

Os trabalhos em grupo para a solução compartilhada de problemas envolveram o ‘Comitê da Qualidade’ criado em 1991 (ver Seção 7.1.2), a continuidade dos trabalhos iniciados no final da década de 1980 para a criação da padronização e codificação de materiais e a conversão sistemática de conhecimento por meio de reuniões de projeto no Brasil e na Suécia.

Para a certificação dos processos pela ISO 9001, os processos de socialização de conhecimento também foram fortalecidos. O processo de codificação para a certificação dos processos, ou seja, a elaboração de procedimentos e instruções técnicas ocorreu por amplo processo de socialização de conhecimentos, envolvendo muitas reuniões e discussões informais entre os funcionários da empresa. Além disso, os próprios procedimentos desenvolvidos criaram novos meios de socialização do conhecimento. Por exemplo, antes da efetivação de um contrato realiza-se uma reunião de análise crítica de contrato, que envolve participantes de todas as áreas envolvidas na sua execução. Além do caráter informativo a reunião tem por finalidade a antecipação de atividades críticas e a determinação de ações a serem tomadas pelos vários agentes. Em outras palavras, busca-se a identificação e resolução conjunta (*a priori*) de problemas. Os projetos iniciam-se com uma reunião entre as pessoas chaves envolvidas no projeto (*kick-off meeting*) no Brasil e na Suécia. Durante a execução do

projeto realizam-se as *project review meetings*, em Curitiba ou na Suécia, onde participam pessoas de várias disciplinas envolvidas no projeto. Em outras reuniões participam representantes dos clientes e fornecedores, ou seja, durante a execução de projetos estão presentes vários mecanismos de socialização de conhecimento, principalmente na forma de reuniões técnicas, visitas e reuniões informais⁴⁴. Diferentemente do que na década de 1980 um grande número de engenheiros envolvidos nos projetos participou destas reuniões na Suécia.

As visitas a fábricas no exterior também levaram à aquisição de conhecimentos tácitos por meio de observação (conhecer soluções utilizadas em outros projetos) e socialização de conhecimentos (discussões com o pessoal de projeto, operação e manutenção das fábricas).

Mecanismos de rotação no trabalho (por exemplo, engenheiros e projetistas dos grupos de projetos que trabalham posteriormente em supervisão de montagem) continuaram a ser utilizados durante este período. Esses mecanismos passaram a fazer parte da prática comum de trabalho da empresa. Com a mudança da estrutura organizacional no final de 1995 e a unificação das áreas de engenharia e projetos (Figura 6.7), foram criados dois grupos multidisciplinares para a execução de projetos, desencadeando o processo de socialização de conhecimento. Outros trabalhos em grupo incluíram a formação de *task-forces*, por exemplo, para a introdução do PDMS na empresa, como indicado o Quadro 7.1).

A empresa passou a desenvolver projetos, utilizando ferramentas de engenharia tridimensional, a partir de 1994. Os modelos tridimensionais correspondem ao desenvolvimento de protótipos permitindo a socialização de diferentes perspectivas acerca do projeto. Um protótipo ou modelo é um meio de comunicação valioso, ao permitir um foco de discussão para pessoas com diferentes perspectivas. Além de incorporar aspectos do projeto que são críticos para os usuários, os modelos também são úteis para experimentação, pois permitem uma visão preliminar do projeto ou instalação antes de se partir para a *full-scale*; por isso a utilização destas ferramentas teve impacto no desenvolvimento de atividades inovadoras. Para a implementação do PDMS de modo efetivo e uniforme na empresa foram realizadas, durante este período, várias reuniões entre projetistas e engenheiros até mesmo no

⁴⁴ Entrevista na empresa

exterior. Em 1995, por exemplo, foi realizado em Karlstad, na Suécia, o evento *PDMS Update Meeting*. Nestas oportunidades os técnicos da empresa adquiriram e socializaram conhecimentos sobre padrões, interfaces de comunicação e padronização entre as empresas, compartilhamento de modelos etc⁴⁵.

Os esforços de multiplicação de conhecimento mediante treinamentos internos foram muito utilizados neste período, principalmente para os treinamentos em microinformática e em treinamentos relacionados ao TQM. Assim, houve forte interação de mecanismos de aquisição (interna e externa) e de socialização de conhecimentos. Ainda mais importante do que a carga horária por funcionário, foi a abrangência dos treinamentos, que atingiram virtualmente todos os funcionários da empresa⁴⁶, isto é, o conhecimento tácito foi adquirido e compartilhado de forma abrangente em todo o tecido organizacional.

O uso de canais de comunicação eficientes em redes compartilhadas (por exemplo, NETWARE/WINDOWS NT; *Corporate Server*) mostrou-se importante para o processo de socialização de conhecimentos na empresa. O desenvolvimento da rede corporativa na empresa foi feito em conjunto com uma empresa multinacional, fornecedora de cabos. Esta empresa instalou a rede de cabos, a primeira deles no Brasil; ou seja, o desenvolvimento da rede envolveu o trabalho em grupos com outra organização, em uma relação de cooperação para a inovação. A capacitação para a instalação desta rede foi construída por meio da interação de diferentes mecanismos de aquisição e conversão de conhecimentos.

- Aquisição externa: contratação de especialistas; visitas a outras instalações.
- Aquisição interna: aprimoramento de processos; experimentação.
- Socialização: solução compartilhada de problemas; desenvolvimento conjunto com outra empresa; observação da instalação da rede na matriz, na Suécia.

Período de 1996 a 2000. A avaliação das características-chaves dos mecanismos de socialização de conhecimento utilizados pela empresa entre 1996 e 2000 é apresentada no Apêndice A (ver Tabela A-12).

⁴⁵ Entrevista com funcionário e pesquisa documental.

Os desenvolvimentos em conjunto com clientes e fornecedores por meio de mecanismos de socialização, como, por exemplo, o intercâmbio durante a execução de projetos e o desenvolvimento conjunto de soluções para montagem (*constructability*) foram operacionalizados de forma contínua neste período, mediante reuniões internas, com clientes e fornecedores e visitas a fábricas no exterior (Tabela 7.7). Estes desenvolvimentos tornaram-se ainda mais importantes com o aumento da complexidade dos projetos (projetos EPC). Esta forma de fornecimento se desenvolveu a ponto de transformar-se no modo de contratação mais comum para as fábricas de grande porte no Brasil. As evidências sugerem que, à luz da Tabela 3.2, este mecanismo teve bom funcionamento durante todo este período. Um exemplo de como foi operacionalizado o processo de socialização pelo mecanismo de intercâmbio com fornecedores e visitas a fábricas no exterior é apresentado no Quadro 7.6.

Quadro 7.6: Visita a fábrica de Joutseno, na Finlândia e o desenvolvimento de soluções inovadoras em ‘Gestão de Projetos’

Em 1999 dois funcionários da empresa visitaram a fábrica de Joutseno, na Finlândia, onde estava sendo construída uma nova linha de fibras. Esta visita foi feita em companhia de funcionários de uma empresa pré-selecionada pela Kvaerner para a execução de serviços de montagem de dois projetos que se encontravam ainda na fase de concorrência, ou seja, a visita foi feita antes mesmo da Kvaerner receber os contratos para os fornecimentos.

Esta visita possibilitou a aquisição de conhecimentos para o desenvolvimento de soluções inovadoras em ‘gestão de projetos’. Por exemplo, soluções como a montagem e movimentação de anéis do digestor com uso de pórtico e a construção de tanques a partir do topo, em oposição ao processo convencional de montagem, a partir da base, foram observadas e utilizadas nestes dois projetos. Em outras palavras, o intercâmbio com os fornecedores que executam os serviços de montagem eletromecânica, ainda no estágio em que se desenvolve a (pré) engenharia para os projetos foi de fundamental importância. A incorporação de conhecimentos através deste processo de socialização pôde facilitar o processo posterior de montagem, a manutenção (ou redução) de prazos contratados, a otimização de custos, a eliminação de retrabalho no campo, a adequação do grau de pré-fabricação, cronograma de fabricação etc. Isto porque esta interação fez com que os equipamentos e os sistemas fossem projetados de forma a facilitar as etapas posteriores de construção e montagem.

Ao conjunto de fatores incorporados aos projetos durante as fases de engenharia e fabricação que visam a facilitar a etapa posterior de montagem chama *constructability*. Estes fatores são peculiares às características de cada projeto.

Fonte: Entrevista com gerente da empresa

⁴⁶ Pesquisa documental

A interação com a matriz foi intensificada, em grande parte devido à rotinização de modalidades dinâmicas de comunicação (e-mail, internet) e o uso padronizado de softwares de projeto (PEGS, PDMS). A intensificação da comunicação e a padronização das ferramentas utilizadas para projeto, permitiram o compartilhamento de modelos para o trabalho globalizado (*global engineering*) e o desenvolvimento de atividades de engenharia em paralelo (*co-current engineering*), visando principalmente à otimização no uso de recursos e a redução do prazo de implantação dos projetos. Além disso, foram realizadas, de modo ainda mais intenso e sistemático, reuniões de projeto no Brasil e na Suécia. À luz da Tabela 3.2, estas evidências sugerem uma melhora substancial na intensidade e no funcionamento dos mecanismos de interação e socialização com a matriz e outras empresas.

Também foram efetuadas atividades para a solução compartilhada de problemas, como a codificação de materiais, pesquisa em conjunto com a matriz e o desenvolvimento de metodologias relativas a impostos, taxas, benefícios e financiamentos. Por outro lado, as atividades relativas ao TQM (por exemplo o comitê de qualidade) perderam o apoio da alta administração e foram praticamente descontinuadas por volta de 1997 (ver Seção 7.1.2).

Com a mudança da estrutura organizacional em 1995, (Figura 6.7) foram unificadas as áreas de engenharia e projetos. Criaram-se dois grupos multidisciplinares para a execução de projetos. Cada um dos grupos ou células de projeto passou a responsabilizar-se integralmente pela execução de projetos, sob a liderança de um gerente de projetos. Este arranjo organizacional foi mantido desde então, tornando rotineiras as práticas fortalecedoras dos processos de aquisição e de conversão de conhecimento na empresa. Em outras palavras, esta mudança organizacional criou condições para o maior desenvolvimento de competências e soluções inovadoras pelo fortalecimento de vários mecanismos de ‘integração de conhecimentos’, como: times de trabalho multifuncionais e multidisciplinares; resolução conjunta de problemas; *overlap* de conhecimento, redundância ou compartilhamento de conhecimento e *expertise*; estrutura e processos organizacionais focados em projetos; pequenos times com amplas responsabilidades e gerente de projetos de ‘peso’; rotação estratégica de pessoal; e a criação de redes de comunicação informal.

Como descrito na Seção 7.2.1, os procedimentos desenvolvidos para a certificação pela ISO 9000, em 1995, criaram novos meios para a socialização do conhecimento (reuniões de análise crítica de contrato, *kick-off meeting*, e as *project review meetings*) que continuaram a ser utilizados durante este período.

As reuniões do grupo gerencial, realizadas a partir de 1999, foram outro mecanismo de socialização de conhecimento utilizado na empresa. A agenda destas reuniões incluía a discussão dos principais problemas operacionais internos e ações a serem tomadas (por exemplo, para mitigar atrasos em projetos) e também assuntos relacionados ao desenvolvimento de tecnologia e engenharia, como os desenvolvimentos em andamento no Brasil e no exterior, relatos de visitas ao exterior, resultados de testes operacionais de equipamentos ou de processo nas fábricas de celulose. Desta forma o grupo gerencial era informado e discutia sobre os principais problemas e ações para que os esforços para a resolução de problemas pudessem ser alinhados; portanto esta prática contribuiu para a socialização das experiências, conhecimentos e perspectivas dos indivíduos para a resolução compartilhada de problemas e, conseqüentemente, para a conversão de conhecimentos tácitos para a organização.

Por outro lado, a freqüência de reuniões formais e informais dos grupos de projeto diminuiu sensivelmente durante o período de 1996 a 2000. As entrevistas realizadas revelaram que as reuniões entre os projetistas que trabalhavam em engenharia de instalações, com PDMS, foram praticamente inexistentes. Aparentemente isto se deveu a fatores como a rotinização no uso da ferramenta e os períodos de elevada carga em projetos⁴⁷.

As visitas às fabricas de celulose no exterior representaram um processo contínuo de aquisição de conhecimentos tácitos para diferentes funções da empresa. Estas visitas combinaram diferentes processos de aprendizagem, normalmente para conhecer soluções utilizadas em diferentes projetos. Ao mesmo tempo que representam um processo de aquisição externa de conhecimento, as visitas proporcionaram também a socialização de conhecimento, mediante discussões com o pessoal envolvido no projeto, operação e

⁴⁷ Entrevista na empresa

manutenção da instalação visitada. Em várias oportunidades foram realizadas visitas em companhia de clientes, como mostra a Tabela 7.7.

Tabela 7.7: Visitas a fábricas no exterior

Ano	Visita	Tipo de Conhecimento	Participantes
1997	Várias fábricas utilizando caldeiras de leito fluidizado (BFB) na Finlândia.	Conhecer referências para coletar informações / atualização tecnológica para pré-projeto de uma nova caldeira de leito fluidizado.	Pessoal de projeto, engenharia, manutenção e operação de uma fábrica de celulose e técnicos da Kvaerner.
1997	SödraCell, Våro, Suécia.	Desenvolvimento do projeto de implantação de uma da planta de evaporação em uma fábrica de celulose.	Pessoal envolvido em projeto pela fábrica de celulose e pela Kvaerner.
1999	StoraEnso, Grövon, Suécia.	Verificar como foi instalado um novo sistema, o Compact Feed™, para desenvolver projeto de instalação do mesmo sistema em uma fábrica celulose no Chile.	Engenheiro da área de instalações da Kvaerner.
1999	StoraEnso, Kaukopää; Metsä-Bötnia, Kemi; StoraEnso Fine Papers, Kemi (Finlândia).	Conhecer sistemas de queima de gases diluídos e concentrados em caldeiras de recuperação química, antes da elaboração de especificação técnica para um novo projeto	Pessoal da área de operação e manutenção e operação de fábrica de celulose e técnicos da Kvaerner.
1999	ASSI Döman, SEPAP, República Checa.	Conhecer últimos conceitos em reforma de grande porte em caldeira de recuperação.	Técnicos de duas fábricas de celulose e da Kvaerner. Técnicos de empresa de montagem fornecedora da Kvaerner.
1999	Alto Parana, Argentina.	Verificar instalação e desempenho de planta de evaporação.	Técnicos de fábrica de celulose envolvidos na execução de um projeto e técnicos da Kvaerner.
2000	Joutseno, Finlândia.	Verificar processos de fabricação e montagem de equipamentos que possam ser aproveitados em projetos desenvolvidos no Brasil	Técnicos da área de projetos e industrial da Kvaerner. Técnicos de empresa de montagem fornecedora da Kvaerner.
2000	StoraEnso, Grövon, Suécia.	Conhecer novo modelo de prensa para lavagem de celulose para decidir sobre sua instalação em um projeto no Brasil.	Técnicos de fábrica de celulose e da Kvaerner.

Fonte: Documentos da empresa e entrevistas

Apesar de não haver registros sobre o número de visitas realizadas, as entrevistas revelaram que este mecanismo foi utilizado de forma contínua durante este período. Ademais, à luz da Tabela 3.2, a participação de funcionários de vários níveis e setores da empresa sugere o bom funcionamento deste mecanismo.

Como no período anterior, a ‘prototipagem’ obtida em projetos de engenharia tridimensionais, que utilizam o PDMS, possibilitou a combinação de mecanismos de experimentação e socialização em que interagiram técnicos da Kvaerner, do cliente e dos fornecedores.

A criação do *Global Mill Balance* para o cálculo do balanço global de fábricas de celulose foi um desenvolvimento conjunto dos engenheiros de processo do Brasil, da Suécia e da Finlândia, ou seja, a socialização de conhecimentos. A criação desta ferramenta sugere uma combinação de esforços em aquisição interna, socialização e codificação de conhecimentos que envolveu a integração de conhecimentos de várias áreas (ver Seção 7.2.1).

Os canais para a socialização de conhecimentos pela difusão e compartilhamento de informações foram aprimorados durante este período. Em outras palavras, além dos meios de comunicação convencional (ex. quadros de avisos e murais e sinalização e o uso compartilhado de dados em rede, que passou a fazer parte da rotina diária de trabalho), foram disponibilizados a virtualmente todos os funcionários da empresa modalidades de comunicação dinâmica como, por exemplo, contas de e-mail, Internet e Intranet.

A rede interna de comunicação (Intranet), criada em meados do ano 2000, funcionou como canal de codificação e de difusão de informações na empresa. O projeto para a implantação da Intranet pressupôs três etapas: (i) introdução da tecnologia, substituição e/ou complementação do antigo mural de avisos; (ii) evolução para um ambiente que reúne informações úteis (como as do mural) e sistemas aplicativos de informação gerencial; e (iii) evolução para um portal, onde clientes e fornecedores se encontram para troca de informações, ordens de compra, notas fiscais, acompanhamento de projetos e desenhos⁴⁸.

A Intranet abriga e disponibiliza informações de uso geral e específico, operacionais e administrativas (Tabela 7.8).

⁴⁸ Pesquisa documental

Tabela 7.8: Codificação e socialização de informações pela Intranet⁴⁹

Área ou Setor	Principais Informações Disponibilizadas na Intranet
Administração	<ul style="list-style-type: none"> – Organogramas da empresa – Procedimentos – Acompanhamento dos sub-contratados – Dados cadastrais – Colaboradores em Geral e por Centro de Custo – Recursos Humanos – Solicitações – <i>Templates</i> padrão de documentos da empresa
Projetos	<ul style="list-style-type: none"> – DCS Viewer – PCS – Instruções para Sub-contratação – Follow up de compras – Procedimentos
Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> – Galeria de Imagens
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> – Apresentação da companhia – Relatórios de Vendas – Participação no mercado
Suprimentos	<ul style="list-style-type: none"> – Qualificação de fornecedores – Consulta ao SAP
Garantia da Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> – Sistema de Qualidade da Empresa (com <i>hyperlinks</i>)
Informática	<ul style="list-style-type: none"> – Investimentos – Tutoriais (instruções e treinamentos em rede) – Listas (telefones, siglas, etc) – <i>Download</i> de arquivos
Controladoria	<ul style="list-style-type: none"> – Orçamentos por Centro de Custo – Acompanhamento orçamentário – Procedimentos contábeis – Taxas-hora – Curvas de carga por Centro de Custo – Cronogramas de projetos – Listas de contratos internos

Fonte: Intranet da empresa

O DCS *viewer* permite a visualização de todos os documentos, manuais, procedimentos e instruções que formam o sistema de qualidade da empresa. Também podem ser visualizados e consultados todos os desenhos que formam parte dos projetos, e que estão arquivados como arquivos eletrônicos pelo DCS. O sistema ainda informa o status dos documentos (preliminar,

⁴⁹ Algumas destas funções não estavam disponíveis no ano 2000, pois, a Intranet funcionava de modo experimental nesta época

aprovado, em elaboração, reprovado etc). Em outras palavras, as informações contidas nestes documentos podem ser obtidas de modo direto e rápido, por todos os que delas necessitam.

O *Project Control System* (PCS) consolida os dados dos projetos em execução na empresa, por meio de interfaces com os sistemas de compras, recebimentos e inventário (SAP); contabilidade e administração de contratos (SAC) e o apontamento de horas dos funcionários. Com o uso da Intranet, o PCS dá transparência aos números dos projetos. Além disso a integração dos diversos sistemas da empresa, garante a confiabilidade e previsibilidade das informações para uso gerencial; portanto o PCS é uma importante ferramenta não só como um canal para a codificação das informações, mas também para a disseminação delas na empresa, num processo de socialização.

7.3 SUMÁRIO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM UTILIZADOS NA KVAERNER PULPING ENTRE 1980 E 2000

Na fase inicial de operação, no início da década de 1980, havia muitos técnicos da matriz, que trabalhavam na empresa principalmente nas áreas de engenharia e assistência técnica. A importação de especialistas era uma necessidade para que a empresa pudesse iniciar o desenvolvimento de suas atividades de fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de celulose. Além de essencial para que a empresa pudesse fazer suas atividades de rotina, este mecanismo de aquisição externa de conhecimentos foi importante para a aquisição de conhecimento tácito pelos técnicos contratados pela empresa no Brasil; entretanto as evidências sugerem que os esforços para a aquisição de conhecimentos e de conversão para o nível organizacional não eram coordenados de forma estratégica. Os esforços para a codificação de conhecimentos eram praticamente inexistentes até o final dos anos 80. Neste período a empresa construiu capacitação inovadora em apenas uma das funções estudadas, 'equipamentos de processo'.

No início da década de 1990, o foco da empresa começou a deslocar-se para a gestão de projetos e entrega de sistemas. À luz da Tabela 3.2, a variedade de mecanismos para a codificação de conhecimentos aumentou consideravelmente em relação ao período anterior. Completou-se neste período o processo de codificação de materiais e foram criados vários

padrões para projetos (por exemplo, padrões para tubulações, válvulas, isolamento térmico etc), trabalhos iniciados no final da década de 1980. O processo de codificação de conhecimentos mais importante foi o que culminou com a certificação dos processos organizacionais e operacionais da empresa pela ISO 9001. Esta certificação foi obtida no final de 1995. Este processo significou ampla conversão de conhecimentos do nível individual para o da organização.

No período entre 1991-95 a empresa concentrou esforços em programas de gestão organizacional, como o programa de qualidade total (TQM). A coordenação de esforços de aprendizagem, que se originou em grande parte a partir do programa de ‘Gestão pela Qualidade’, repercutiu intensamente na construção de capacitação tecnológica da empresa. Atividades de treinamento e de desenvolvimento de pessoal passaram a ser consideradas estratégicas. Neste período a empresa acumulou capacitação inovadora em ‘engenharia de sistemas’, ‘gestão de projetos’ e em ‘práticas e processos operacionais’.

Na segunda metade da década dos anos 90, a diversidade de processos utilizados pela empresa duplicou em relação à década de 1980. Alguns dos esforços mais importantes foram os cursos no exterior para gerentes de projeto, o programa de desenvolvimento gerencial ministrado pela Fundação Getulio Vargas/EAESP. A conversão de conhecimentos para o nível organizacional foi intensificada com a criação de sistemas como o *Global Mill Balance*, as soluções modulares para projetos e o desenvolvimento de sistemas de controle operacionais e gerenciais como o *Project Control System* (PCS). A empresa aprofundou, neste período, a sua capacitação tecnológica inovadora em ‘engenharia de sistemas’, ‘gestão de projetos’ e ‘processos e práticas operacionais’, atingindo o Nível 6, intermediário-superior.

CAPÍTULO 8

ANÁLISES E DISCUSSÕES

Neste capítulo são analisadas as evidências empíricas apresentadas nos Capítulos 6 e 7, buscando examinar o relacionamento entre a trajetória de acumulação de competências tecnológicas e os processos de aprendizagem subjacentes.

A Seção 8.1 sintetiza a trajetória de acumulação de competências tecnológicas para cada uma das funções estudadas. A Seção 8.2 discute as implicações dos processos de aprendizagem nas trajetórias de acumulação de competências tecnológicas. Os dados sintéticos referentes aos processos de aprendizagem utilizados pela empresa são apresentados na Seção 8.3. A Seção 8.4 discute a influência dos processos de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas pela empresa.

8.1 TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

O foco estratégico da empresa, no início de suas atividades, era o fornecimento de máquinas e equipamentos simples, isolados. A função ‘equipamentos de processo’ foi a primeira na qual a empresa atingiu capacitação inovadora. A partir da construção de capacitação tecnológica em outras funções a empresa consolidou, durante os anos 90, sua nova direção estratégica, voltando-se para a gestão de projetos para implantação de sistemas e plantas industriais. Desta forma, a empresa aprofundou suas competências tecnológicas em ‘engenharia de sistemas’, ‘gestão de projetos’ e ‘processos e práticas operacionais’.

A Tabela 8.1, construída a partir dos dados empíricos, apresentados no Capítulo 6, resume o número de anos que a Kvaerner Pulping levou para acumular os diferentes níveis de competência tecnológica. As células com fundo escuro representam os níveis de atividades inovadoras, enquanto as demais representam níveis de competência de rotina.

A taxa ou velocidade de acumulação de competências tecnológicas foi medida pelo número de anos (n) que a empresa levou para completar o desenvolvimento de atividades pertinentes a cada um dos níveis, a partir da data inicial do estudo (1980)¹.

**Tabela 8.1: Velocidades de acumulação de competências tecnológicas na Kvaerner
Pulping entre 1980 e 2000**

Nível de Competência Tecnológica	Engenharia de Sistemas	Gestão de Projetos	Processos e Práticas Operacionais	Equipamentos de Processo
(1) Básico	n = 3	n= 1	n = 7	n = 1
(2) Renovado	n = 5	n= 3	n = 10	n = 3
(3) Extrabásico	n = 9	n= 7	n = 12	n = 7
(4) Pré-intermediário	n = 15	n = 10	n = 16	n = 10
(5) Intermediário	n = 15	n = 12	n = 17	n = 16
(6) Intermediário-superior	n = 17	n = 17	n = 21	Nível não atingido
(7) Avançado	Nível não atingido	Nível não atingido	Nível não atingido	Nível não atingido

Fonte: Elaboração do autor

Verifica-se que a empresa acumulou capacitação tecnológica com taxas ou velocidades diferenciadas para cada função. Levou dez anos para acumular competências inovadoras em ‘equipamentos de processo’, enquanto levou doze para acumular competências inovadoras em ‘gestão de projetos’, dezesseis em ‘processos e práticas operacionais’ e quinze em

‘engenharia de sistemas’. Em contrapartida, nas três funções em que a empresa construiu e acumulou competências inovadoras de forma mais lenta, o nível de capacitação atingido ao final do ano 2000 foi maior do que para a função ‘equipamentos de processo’. As Figuras 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4 ilustram as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas para cada uma das funções tecnológicas ao longo do período de 1980 até 2000.

Mesmo que a acumulação de competências tenha ocorrido com taxas diferentes para cada uma das funções, não se deve perder de vista que as funções tecnológicas são inter-relacionadas e freqüentemente interagem de forma complexa, o que torna impossível separá-las completamente (Dahlman et. al, 1987; Figueiredo, 2001). Neste sentido, pode ser observado que o desenvolvimento em ‘processos e práticas operacionais’ só foi possível após o desenvolvimento de capacitação em ‘engenharia de sistemas’ e ‘gestão de projetos’. No sentido inverso, observamos também que o aprofundamento na construção de competências inovadoras em ‘engenharia de sistemas’ e ‘gestão de projetos’ depende da construção de capacitação em ‘processos e práticas operacionais’.

8.1.1 TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS

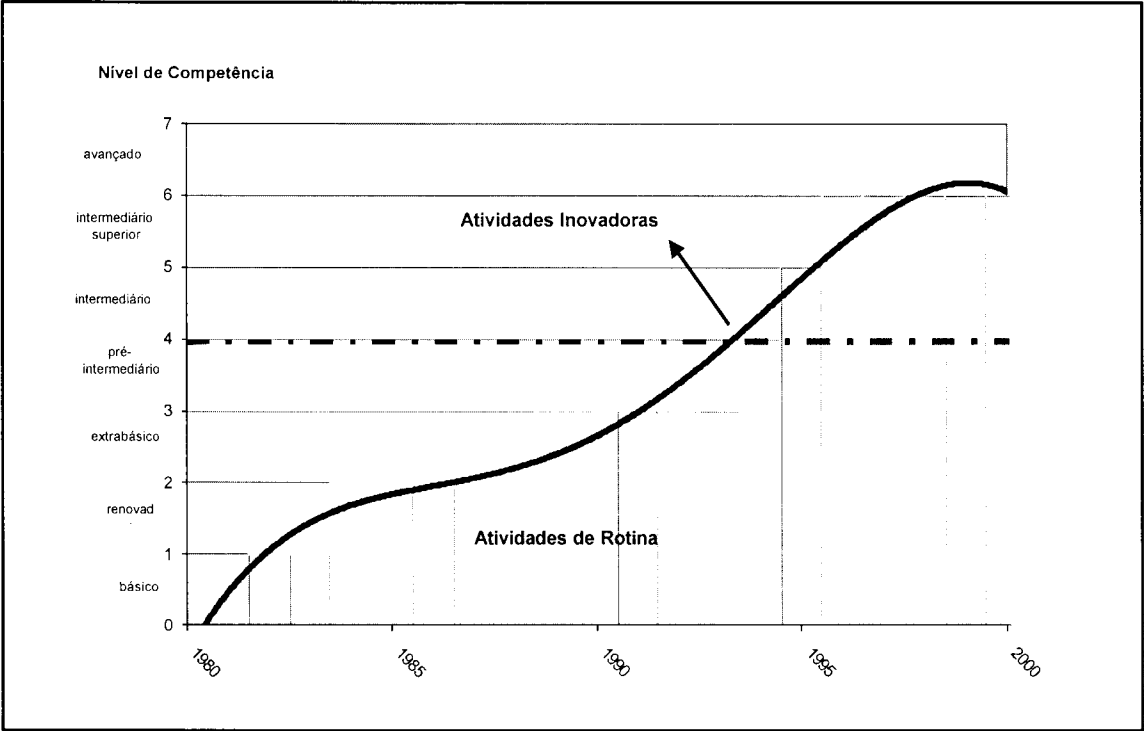
À luz da estrutura analítica apresentada na Tabela 3.1 e com base nas evidências empíricas apresentadas no Capítulo 6 esta Seção analisa como se desenvolveu a trajetória de acumulação de competências tecnológicas em ‘engenharia de sistemas’, ao longo do tempo.

A Figura 8.1 ilustra a trajetória de acumulação de competências tecnológicas em ‘engenharia de sistemas’. As barras ao fundo do gráfico correspondem, aproximadamente, ao nível de competências tecnológicas, a cada ano. A curva traçada sobre as barras representa, de modo estilizado, a trajetória de acumulação de competências tecnológicas para esta função. A linha

¹ A acumulação do nível renovado em ‘equipamentos de processo’ completou-se em 1989 com a certificação dos processos pelo código ASME; entretanto como a empresa desenvolveu até mesmo projetos de exportação em 1982 e 1984, considerou-se, para a elaboração desta Tabela, que a empresa atingiu o nível renovado (embora de forma inconsistente) em 1984

pontilhada que corta a área do gráfico mostra a ‘fronteira’ entre níveis de competência de rotina e níveis de competência inovadora.

Figura 8.1: Acumulação de competências tecnológicas em ‘Engenharia de Sistemas’



Fonte: Elaboração do autor

A visualização do gráfico permite identificar o longo período de tempo necessário para a construção de competências inovadoras em ‘engenharia de sistemas’: a empresa levou 15 anos para acumular esta capacitação. Para desenvolver atividades inovadoras, a empresa deve desenvolver e aprofundar sua capacitação em aspectos tecnológicos críticos, normalmente executados pela matriz, como engenharia conceitual e engenharia básica de plantas industriais. Apesar do longo período de aprendizagem, a acumulação de competências tecnológicas nesta função foi contínua durante todo o período analisado.

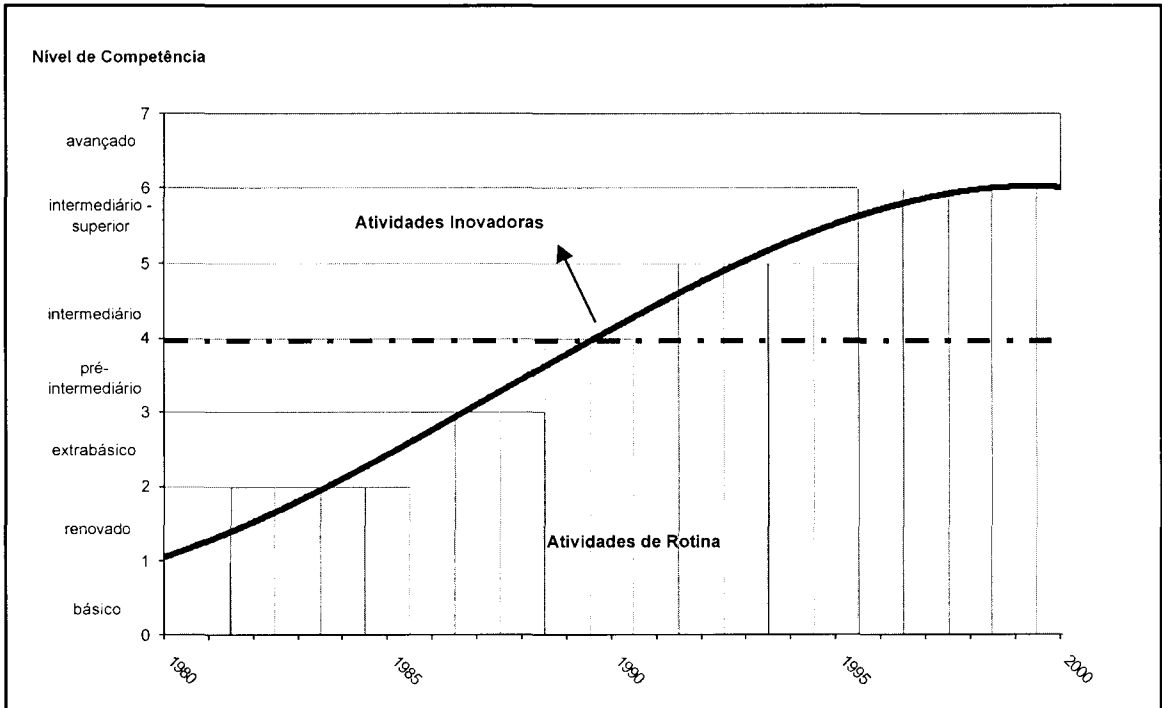
8.1.2 TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM GESTÃO DE PROJETOS

No início da década de 90, a empresa passou a desenvolver atividades inovadoras em 'gestão de projetos'. Em outras palavras, a empresa construiu e acumulou capacitação para a implantação de projetos complexos, provisão de assistência técnica para supervisão de montagem, comissionamento, treinamento e partida.

Até o ponto em que acumulou capacitação inovadora, a taxa de acumulação foi praticamente constante, sendo necessários aproximadamente três anos para que a empresa atingisse um novo patamar ou nível de competência tecnológica. Ao atingir o nível intermediário, praticamente o dobro deste tempo foi necessário para que a empresa progredisse para executar tarefas com maior grau de dificuldade, o que parece sugerir que a acumulação de níveis mais altos de competências requer maior coordenação de esforços e investimentos.

A partir das evidências empíricas apresentadas no Capítulo 6 e baseando-se na estrutura analítica apresentada na Tabela 3.1, a trajetória de acumulação de competências tecnológicas em 'gestão de projetos' na empresa pode ser representada como a Figura 8.2. Da mesma forma que na Figura 8.1 as barras ao fundo do gráfico correspondem aproximadamente ao nível de competências tecnológicas atingido a cada ano e a curva traçada sobre as barras representa, de modo estilizado, a trajetória de acumulação de competências tecnológicas. A linha pontilhada que corta a área do gráfico mostra a 'fronteira' entre níveis de competência de rotina e níveis de competência inovadora.

Figura 8.2: Acumulação de competências tecnológicas em 'Gestão de Projetos'

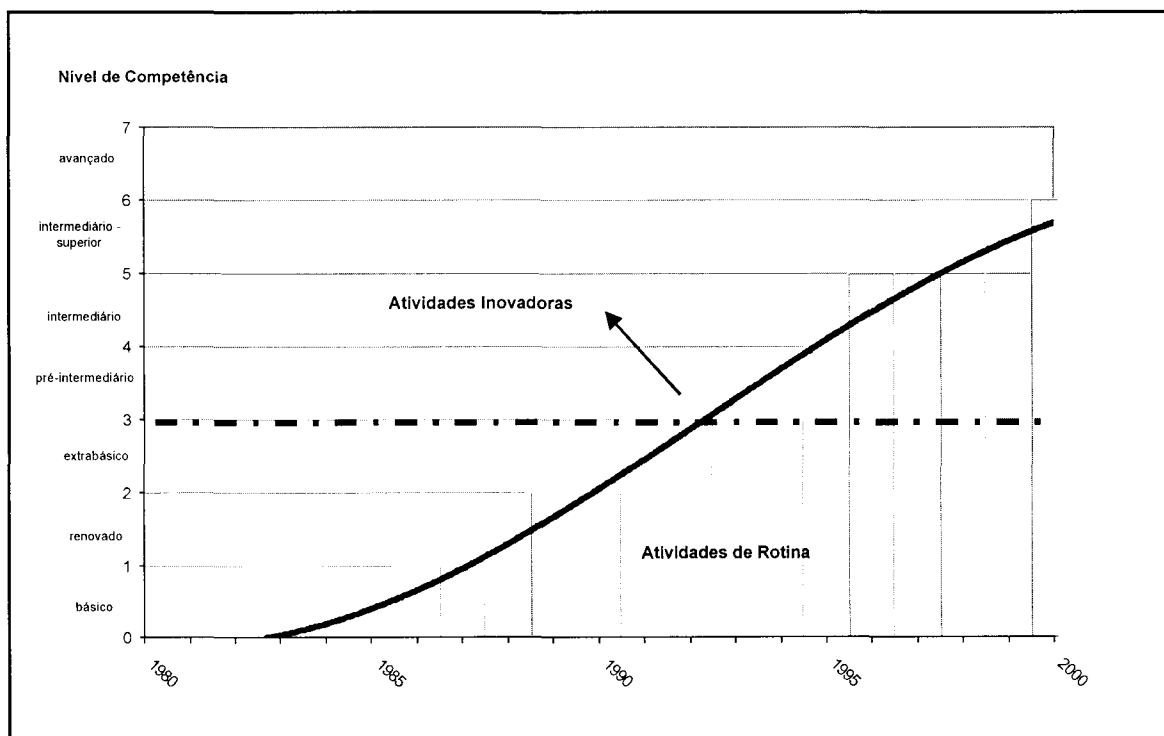


Fonte: Elaboração do autor

8.1.3 TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E PRÁTICAS OPERACIONAIS

A trajetória de acumulação de competências tecnológicas para esta função pode ser representada graficamente como mostra a Figura 8.3. A firma levou em torno de sete anos para completar a acumulação do Nível 1 (básico) em ‘processos e práticas operacionais’ e acumulou capacitação inovadora dez anos mais tarde. Por outro lado, durante a década de 1990 a empresa desenvolveu rapidamente sua competência nesta função tecnológica, adquirindo capacitação para desenvolver atividades inovadoras de Nível 5 (intermediário) ao redor de 1995, atingindo o Nível 6 (intermediário-superior), por volta do ano 2000. O ponto inicial deste rápido desenvolvimento coincidiu com a mudança na liderança da empresa e a introdução de novas técnicas organizacionais, a partir de 1991.

Figura 8.3: Acumulação de competências tecnológicas em ‘Processos e Práticas Operacionais’

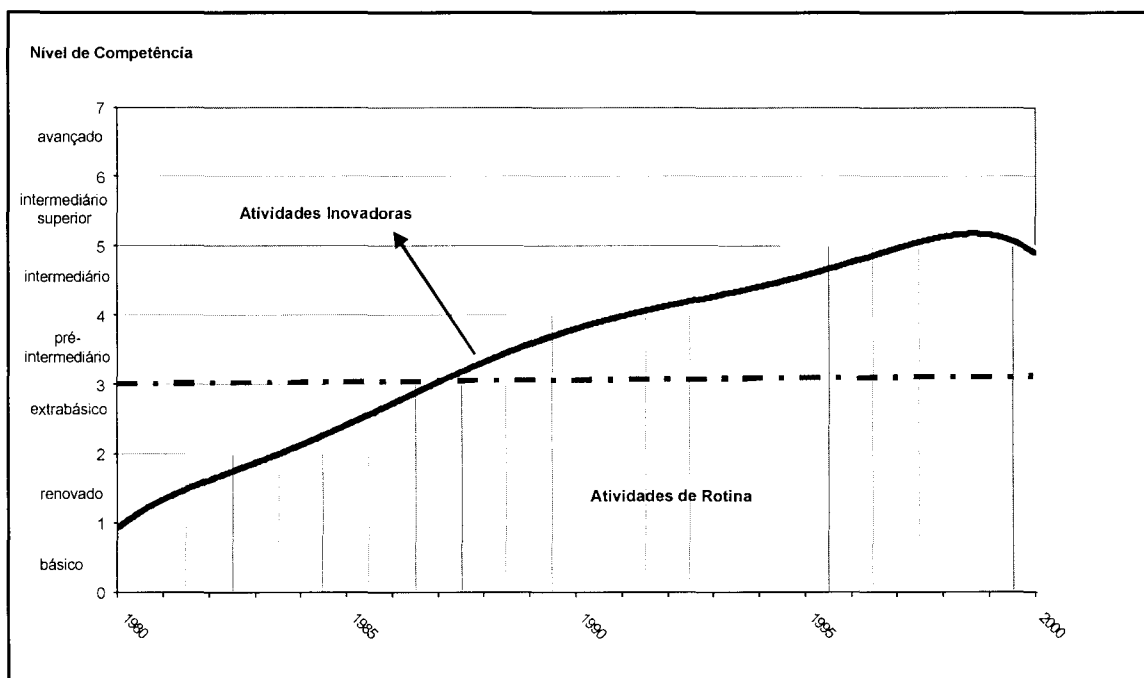


Fonte: Elaboração do autor

8.1.4 TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

As principais razões para a instalação da empresa no Brasil relacionavam-se a fatores ligados às atividades de fabricação e fornecimento de equipamentos, como discutido no Capítulo 4; portanto na fase inicial de suas operações no Brasil, a empresa enfocava basicamente a fabricação e entrega de máquinas simples. Há que se notar que, naquela época, a matriz da empresa também tinha como foco estratégico o fornecimento de máquinas e equipamentos, e não de sistemas industriais. A trajetória de acumulação de competências tecnológicas em ‘equipamentos de processo’ pode ser representada como mostra a Figura 8.4.

Figura 8.4: Acumulação de competências tecnológicas em ‘Equipamentos de Processo’



Fonte: Elaboração do autor

De forma coerente aos objetivos da empresa, esta foi a primeira função na qual ela passou a desenvolver atividades inovadoras, a partir de 1986. A alteração de características de produção para refletir necessidades ou preferências locais, ou a modificação das especificações de entrada para permitir o uso de materiais e recursos disponíveis no local, ou seja, a capacitação para adaptar as tecnologias às condições locais é uma competência inovadora (Dahlman &

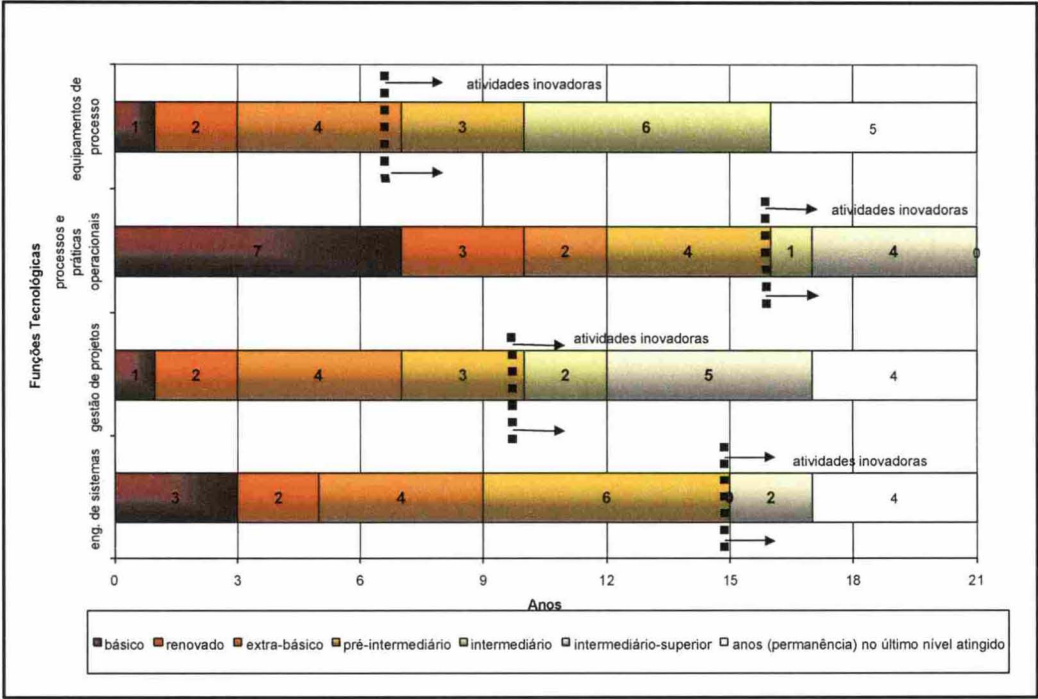
Westphal, 1982; Bell & Pavitt, 1995). Ainda assim, a capacitação inovadora foi atingida de forma inconsistente, pois a acumulação do Nível 2 renovado de competências tecnológicas se completou apenas anos mais tarde, por volta de 1989.

A taxa ou velocidade de acumulação, alta no período inicial, praticamente estagnou-se durante a década de 1990. Isto pode ser relacionado à mudança de foco estratégico da organização para a gestão de projetos, em contraposição ao fornecimento de máquinas e equipamentos simples, como discutido no Capítulo 6. Esta foi também a função na qual a empresa acumulou menor capacitação, atingindo, até o ano 2000, o Nível 5 (intermediário) de competências tecnológicas.

8.1.5 VELOCIDADE DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

O tempo que a empresa levou para mover-se de um nível de capacitação para outro mais avançado, para as várias funções tecnológicas, é apresentado na Figura 8.5. As barras representam as diferentes funções tecnológicas. A linha pontilhada que corta as barras do gráfico mostra a ‘fronteira’ entre as atividades de rotina (antes da linha) e as atividades inovadoras (além da linha).

Figura 8.5: Tempo (anos) de permanência em cada nível de competência tecnológica

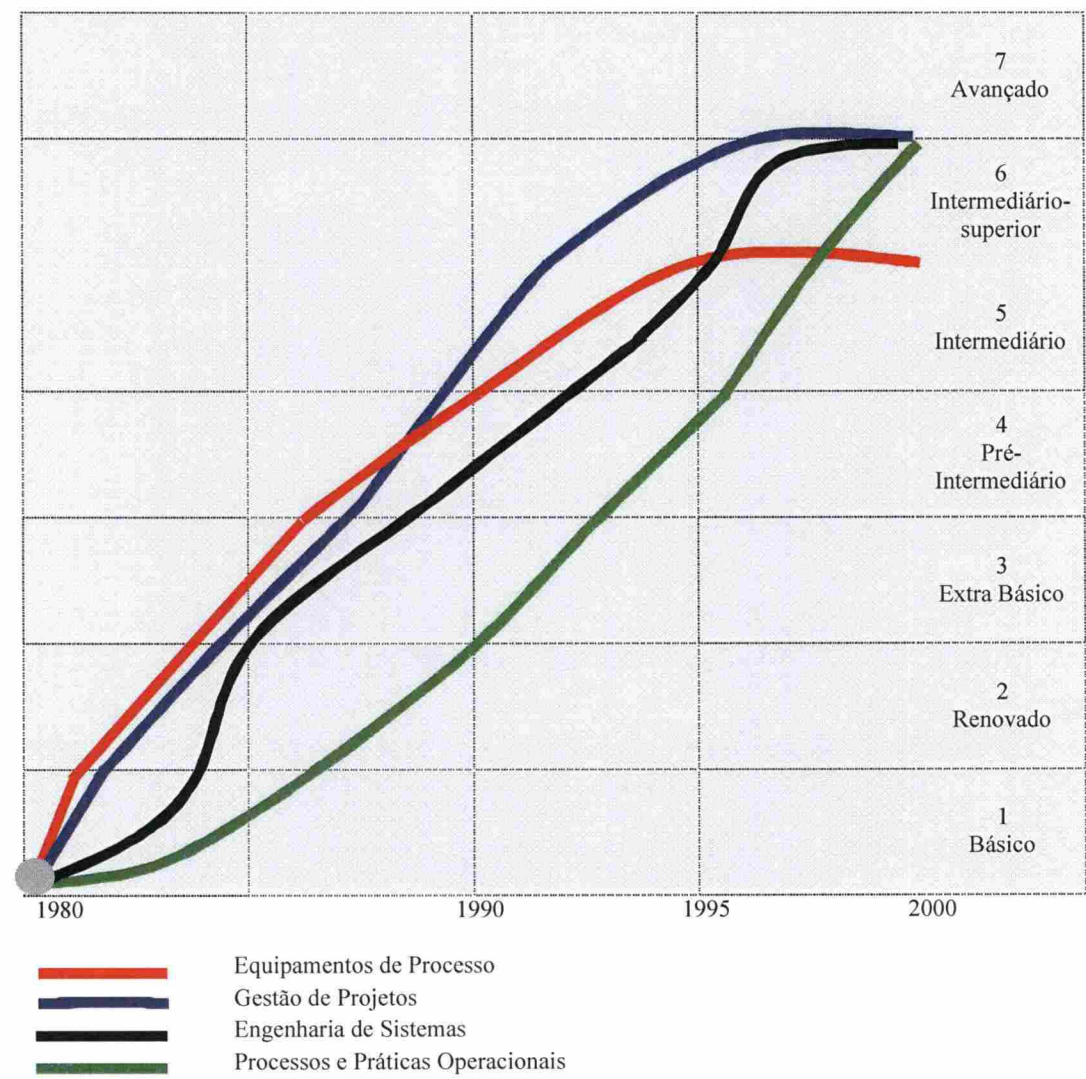


Fonte: Elaboração do autor

Durante praticamente toda a década de 1980, a empresa desenvolveu apenas atividades de rotina, permanecendo nos três primeiros níveis de competências tecnológicas. A partir do início da década de 1990, passou a desenvolver atividades inovadoras para as funções ‘gestão de projetos’ e ‘equipamentos de processo’; a partir da metade desta década, para as funções ‘engenharia de sistemas’ e ‘processos e práticas operacionais’.

A trajetória de acumulação de capacitação tecnológica nas diferentes funções tecnológicas é representada, de maneira estilizada, na Figura 8.6.

Figura 8.6: Trajetórias de acumulação de competências tecnológicas (1980 a 2000)



Fonte: Elaboração do autor baseado em pesquisa

No período inicial, a empresa construiu competências para operar sistemas de produção. Capacitação inovadora (Nível 4) foi acumulada apenas para a função ‘equipamentos de processo’. A partir daí, com a progressão dos níveis mais fáceis para os mais difíceis (Bell & Pavitt, 1993), a empresa acumulou competências tecnológicas, incorporando recursos para gerar e gerenciar a mudança tecnológica, ou seja, competências inovadoras para mudar a tecnologia. Da mesma maneira como apontado por Figueiredo (2001), este estudo encontrou que a acumulação e a sustentação das competências de rotina foi importante para que a empresa pudesse construir capacitação inovadora de forma consistente. Por exemplo, a firma não teria acumulado capacitação inovadora de Nível 6 em ‘engenharia de sistemas’, caso não tivesse acumulado e fortalecido sua capacitação de rotina de Níveis 1 a 4 nesta função. Do mesmo modo, não poderia engajar-se na gestão de projetos complexos, de grande porte, caso não tivesse construído e mantido capacitação de rotina de Níveis 1 a 3 em ‘processos e práticas operacionais’.

Na década de 90, a empresa construiu capacitação inovadora nas outras três funções tecnológicas estudadas; portanto verificou-se que é possível iniciar as operações contando com a mais básica competência tecnológica, e a partir dela, construir a base para a acumulação de outras competências tecnológicas, como apontaram os estudos de Dahlman et al. (1987), Lall (1992), Kim (1997, 1997a) e Figueiredo (2001), por exemplo.

Apesar de ter acumulado competências tecnológicas inovadoras em todas as funções tecnológicas, a empresa não atingiu o nível avançado de competências tecnológicas em nenhuma das funções analisadas no período entre 1980 e 2000. Ainda assim, a acumulação de competências tecnológicas em níveis inovadores (Níveis 5 e 6) sugere que certas generalizações como aquelas citadas no Capítulo 2, de que os fornecedores de equipamentos para a indústria de celulose e papel realizam pouco desenvolvimento de processos ou projetos de engenharia no país, ou ainda que a interação das empresas produtoras de celulose e papel do país com o setor de bens de capital não têm resultado em desenvolvimento conjunto da tecnologia parecem inadequadas e não refletem a realidade, pelo menos da empresa examinada neste estudo.

Teubal (1987) sugeriu que a seqüência natural para a construção de capacitação em empresas de bens de capital seria em primeiro lugar, a acumulação de capacitação em manufatura e, a partir daí, para a execução de projetos. O desenvolvimento em projetos ocorreria de modo progressivo: (1) projeto mecânico, (2) engenharia de processo e (3) gestão de projetos (incluindo fornecimentos *turnkey*). Esta parece ter sido também a trajetória de desenvolvimento de competências tecnológicas na Kvaerner Pulping.

As evidências parecem indicar ainda que, para as empresas de bens de capital sob encomenda, a acumulação de competências de Nível 4 em ‘processos e sistemas organizacionais’ funcionam como ‘plataforma’² com implicações para o desenvolvimento geral de capacitação tecnológica em outras funções tecnológicas da empresa. Pode-se também sugerir, a partir da análise da trajetória de acumulação de competências tecnológicas, que a sustentação de níveis inovadores de capacitação tecnológica em determinada função é influenciada pelo modo e velocidade com que são acumuladas as capacitações em outras funções. Em outras palavras, as competências tornam-se interdependentes, como encontrado por Figueiredo (2001) para a indústria de aço.

Alinhando-se a estudos anteriores (Tremblay, 1994; Bell e Pavitt, 1995; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001), esta dissertação constatou a importância da acumulação de capacitação tecnológicas de maneira ampla, ou seja, incorporada em sistemas organizacionais e gerenciais, para a construção de capacitação inovadora. Uma série de dimensões organizacionais, como por exemplo, a motivação resultante da autonomia e responsabilidade dos grupos de trabalho multidisciplinares; a horizontalização e flexibilidade organizacional; a distribuição do *locus* de decisão; e o aumento da fluidez das comunicações entre os níveis hierárquicos da empresa, parecem ter influenciado positivamente a acumulação de competências tecnológicas. Por outro lado, quando a busca por aumentos de produtividade reduziu a ‘folga’ operacional, ou seja, a disponibilidade de recursos não comprometidos na organização, o impacto para a construção de capacitação tecnológica foi negativo, como apontado por Tremblay (1998).

² Baseado no termo ‘platform capability’ em Figueiredo, 2001

8.2 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA KVAERNER PULPING

Esta seção analisa as características-chaves dos processos de aprendizagem buscando verificar a relação entre estes e as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas na Kvaerner Pulping. Em outras palavras, busca-se identificar até que ponto os processos de aprendizagem influenciaram o modo e a taxa de acumulação de competências tecnológicas da empresa durante o período de 1980 a 2000.

Na fase inicial de operação, entre 1980 e 1990, a empresa atuava basicamente como fornecedora de máquinas e equipamentos. Os principais processos de aquisição de conhecimento foram a importação de especialistas e a aprendizagem no trabalho. A conversão do conhecimento para o nível organizacional ocorreu basicamente por meio de mecanismos de socialização de conhecimentos. No entanto, os processos de codificação, foram muito pouco utilizados (ver Tabela 8.2) limitando a conversão de conhecimento para o nível organizacional (Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001).

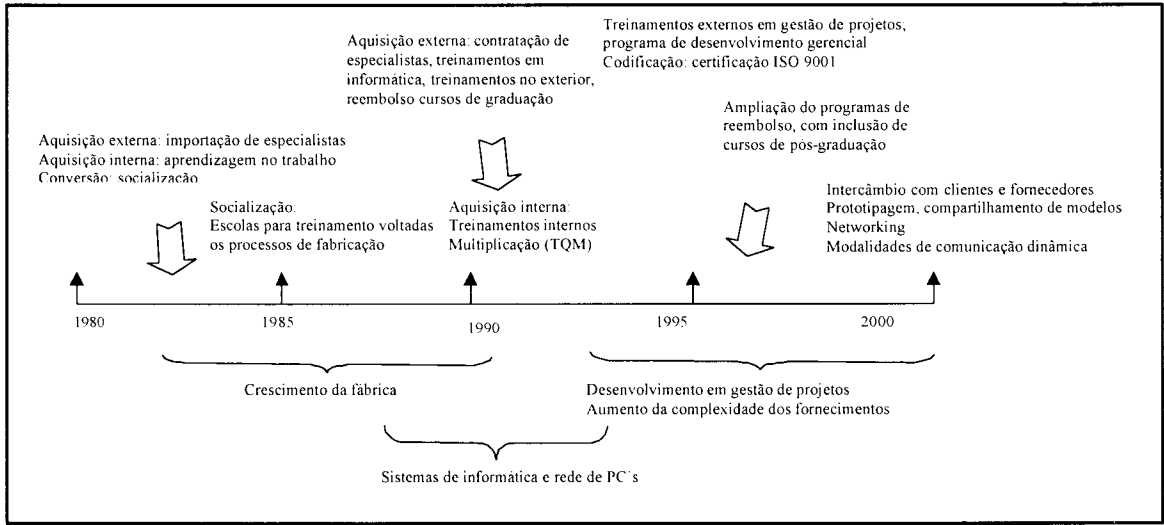
Na segunda metade desta década, a empresa direcionou esforços para a aquisição externa de conhecimentos, pela contratação de especialistas, principalmente para as áreas de engenharia de materiais e instalações. Aumentou a diversidade de mecanismos de codificação de conhecimentos utilizados na empresa. Os processos de aquisição externa de conhecimentos, notadamente a contratação de especialistas para as áreas de materiais, assistência técnica e engenharia de instalações, interagem e reforçam os processos de aquisição interna (por exemplo, as escolas de solda e caldeiraria) e de conversão de conhecimentos a organização, por meio de mecanismos de codificação e socialização.

No período entre 1991 e 1995, os esforços de aprendizagem começaram a ser coordenados de forma estratégica para a acumulação de competências tecnológicas. Foram vários os processos de aprendizagem, utilizados neste período. A aquisição externa de conhecimento, pela contratação de especialistas (ex. para as áreas de processos, suprimentos, engenharia elétrica e instrumentação, planejamento) e os treinamentos externos (ex. nas áreas de processo,

microinformática e para a utilização de *softwares* de projeto) foram alguns dos mais importantes.

Ainda neste período (1991-1995) foram desenvolvidos vários sistemas (ex. o SAC e o DCS) e criada a rede de computadores para compartilhamento de dados. No final de 1995, a empresa obteve a certificação de seus processos pela ISO 9001, após amplo processo de conversão de conhecimentos, por meio de mecanismos de codificação e de socialização. No decorrer deste período, a empresa construiu e acumulou competências inovadoras em ‘engenharia de sistemas’, ‘processos e práticas operacionais’ e ‘gestão de projetos’. A Figura 8.7 mostra, de forma simplificada, os principais processos de aprendizagem utilizados pela Kvaerner Pulping ao longo dos anos.

Figura 8.7: Síntese dos principais processos de aprendizagem utilizados pela empresa ao longo do tempo



Fonte: Elaboração do autor

Entre 1996 e 2000, foram realizados programas relevantes como o treinamento no exterior para gerentes de projeto e o curso de desenvolvimento gerencial. Estes processos de aprendizagem podem ser associados ao aprofundamento de competências tecnológicas inovadoras em ‘engenharia de sistemas’ e ‘gestão de projetos’ e em ‘processos e práticas operacionais’, neste período.

8.3 CARACTERÍSTICAS-CHAVES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

Esta seção analisa os processos de aprendizagem segundo a estrutura proposta em Figueiredo (2001), apresentada na Tabela 3.2. Os dados sintéticos referentes aos processos de aprendizagem, utilizados na Kvaerner Pulping e descritos no Capítulo 7, são apresentados na Tabela 8.2. Nesta Tabela são identificadas as incidências (variedade) dos mecanismos de aprendizagem para cada um dos processos de aprendizagem. As características-chaves dos processos de aprendizagem foram analisadas utilizando-se os critérios definidos no Capítulo 5 desta dissertação. Os resultados desta análise estão sintetizados nas Tabelas 8.3 a 8.7.

8.3.1 VARIEDADE DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

Durante a maior parte do período 1980-90, houve pouca coordenação de esforços de aprendizagem na empresa. Na maioria dos casos estes esforços eram pontuais. No início da década de 80, o principal mecanismo de aquisição de conhecimentos foi a importação de especialistas da matriz. A partir de meados da década de 80, a empresa adquiriu conhecimentos externos por contratação de especialistas, principalmente para as áreas de assistência técnica e de materiais. Iniciou-se, a partir daí, o processo de codificação de conhecimentos tácitos. Também foram importantes as interações com outros processos, desenvolvidos a partir das contratações de especialistas (Seção 7.1.1), como os treinamentos internos, na área de solda e caldeiraria, e o compartilhamento de conhecimentos tácitos entre os grupos de engenharia de manufatura e engenharia de equipamentos. Como resultado desses processos, a empresa construiu competências inovadoras para o detalhamento mecânico de equipamentos e a adaptação de projetos e especificações em função de materiais, condições de produção, por volta de 1989. Os principais mecanismos de aquisição interna resultavam da participação de funcionários ainda sem experiência nos projetos, num processo de aprendizagem no trabalho.

No final da década de 1980, foi formado o departamento de engenharia de instalações. Uma das primeiras atividades deste grupo foi a elaboração de um sistema para a codificação e padronização de materiais. A empresa ainda desenvolveu canais para a codificação e o

compartilhamento de informações, como o Sistema de Administração de Contratos (SAC) e o Sistema de Controle de Documentos (DCS). Em 1989 a empresa certificou seus processos para o projeto e fabricação de vasos de pressão conforme o código ASME.

No segundo período analisado (1991-95), foi introduzido o TQM. A implantação deste programa influenciou todos os processos de aprendizagem da empresa. Atividades que conduziam à capacitação do pessoal e ao desenvolvimento das competências tecnológicas passaram a ser coordenadas de modo estratégico. Nesta época, o foco da empresa começou a migrar do fornecimento de equipamentos e máquinas simples para o fornecimento de sistemas e plantas complexas, em regime de fornecimento EPC. Para fazer frente a este processo de mudança, a empresa adquiriu capacitação principalmente por meio da contratação de especialistas para as áreas de engenharia de processos, suprimentos, planejamento de projetos, elétrica e instrumentação. A aquisição externa de conhecimento foi decisiva para o desenvolvimento de capacitação inovadora, como evidenciado nos Capítulos 6 e 7.

Muitos dos programas ligados ao TQM estavam relacionados aos processos de conversão de conhecimentos mediante mecanismos de socialização; por exemplo, a resolução compartilhada de problemas em grupos de trabalho e os trabalhos do comitê de qualidade. O compartilhamento de dados em rede, implantado nesta época, facilitou a conversão de conhecimento para a empresa, com a difusão da informação entre as pessoas e os departamentos. Buscando a certificação de seus processos pela ISO 9001, a empresa investiu grande quantidade de recursos e esforços na codificação de seus procedimentos e instruções técnicas. A empresa atingiu capacitação inovadora em ‘gestão de projetos’ de Nível 5 em 1991; em ‘engenharia de sistemas’, Nível 5, ao redor de 1994; em ‘processos e práticas operacionais’, Nível 4, em 1995.

No período entre 1996 e 2000, o número de mecanismos por meio dos quais os processos de aprendizagem foram operacionalizados mais que dobrou em relação aos mecanismos utilizados na década de 1980. Comparando-se este período ao imediatamente anterior (1991-95), percebe-se que o maior aumento em termos percentuais se deu na diversidade de mecanismos de conversão de conhecimentos (Figura 8.8). Em outras palavras, a firma

coordenou esforços para a conversão de conhecimento do nível individual para o nível organizacional.

A empresa criou e desenvolveu uma série de sistemas e ferramentas específicas para projetos, a partir da codificação de conhecimentos tácitos; por exemplo, os módulos de projeto e o *Global Mill Balance*. Foram ainda implantados ou criados sistemas para a integração entre sistemas operacionais e corporativos; por exemplo, o SAP e o PCS. A formação dos grupos de projeto multidisciplinares e as novas modalidades de comunicação implantadas neste período (por exemplo, e-mail, Internet, Intranet) foram cruciais para a socialização de conhecimentos neste período.

A maior diversidade de mecanismos de aprendizagem gerou maior fluxo de conhecimentos e conseqüentemente maior acumulação de capacitação tecnológica na empresa, alinhando-se a estudos anteriores, como o de Figueiredo (2001). Assim, entre 1996 e 2000, a empresa aprofundou suas competências tecnológicas de Nível 6 intermediário-superior, em ‘engenharia de sistemas’, ‘gestão de projetos’ e ‘processos e práticas operacionais’.

Pode-se notar o *descompasso* entre o momento da aquisição de capacitação pela contratação de especialistas e a construção de competências nas funções tecnológicas correlatas; por exemplo, após a contratação de especialistas na área de processos foram necessários alguns anos até que a firma desenvolvesse atividades inovadoras em ‘engenharia de sistemas’. Isto pode ser explicado porque a integração de novo *staff* técnico, particularmente aquele ligado ao desenvolvimento de produtos ou processo, exige a aquisição de conhecimentos adicionais e treinamento específico no trabalho (Bell, 1984; Lee & Allen apud Cohen e Levinthal, 1990).

A variedade dos processos de aprendizagem utilizados pela Kvaerner Pulping entre 1980 e 2000 foi avaliada a partir da presença ou ausência de mecanismos representativos, mediante os quais os processos de aprendizagem foram operacionalizados. A Tabela 8.2 resume quais foram os principais mecanismos utilizados nos diferentes períodos considerados.

Tabela 8.2: Principais processos de aprendizagem utilizados pela empresa (1980-2000)

Processos de Aprendizagem	Presença ou Ausência de Mecanismos		
	1980-1990	1991-1995	1996-2000
Aquisição externa de conhecimento			
1 Importação de especialistas da matriz			
▪ Especialistas para partida e comissionamento de plantas	presente	presente	presente
▪ Técnicos do exterior trabalhando na empresa	presente	presente	presente
2 Contratação de especialistas			
▪ Contratação de especialistas para desenvolvimento de capacitação em assistência técnica, engenharia, suprimentos	presente	presente	presente
3 Contratação de consultores externos			
▪ Consultores externos para certificações e desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais	presente	presente	presente
4 Treinamento externo			
▪ Treinamentos externos em microinformática	presente	presente	presente
▪ Treinamentos de longa duração no exterior, principalmente para área de eng. de processo	ausente	presente	presente
▪ Outros treinamentos conforme levantamento de necessidades	ausente	presente	presente
▪ Palestras e cursos relacionados ao TQM	ausente	presente	presente
▪ Programa de desenvolvimento gerencial	ausente	ausente	presente
▪ Programa de desenvolvimento de gerentes de projeto	ausente	ausente	presente
▪ Reembolso de cursos de idiomas	presente	presente	presente
▪ Reembolso de cursos de graduação	ausente	presente	presente
▪ Reembolso de cursos de pós-graduação	ausente	ausente	presente
5 Participação em congressos e seminários			
▪ Participação em congressos e seminários promovidos por entidades ligadas à área de celulose e papel e engenharia	presente	presente	presente
6 Interação com clientes e fornecedores			
▪ Seminários de tecnologia com clientes	ausente	presente	presente
▪ Interação para desenvolvimento de projetos	presente	presente	presente
Aquisição interna de conhecimento			
1 Atividades de P&D			
▪ Desenvolvimento de seqüências originais de branqueamento, em laboratório	ausente	presente	presente
2 Treinamento interno dos funcionários			
▪ Treinamentos sistemáticos para caldeireiros e soldadores	presente	ausente	ausente
▪ Treinamentos sistemáticos ferramentas de microinformática	ausente	presente	presente
▪ Treinamentos relativos ao TQM e sistema de qualidade	ausente	presente	presente
▪ Treinamentos em softwares de projeto e processo (PEGS, PDMS, SIMUL etc)	ausente	presente	presente
3 Atividades de rotina, mecanismos do tipo 'aprender- fazendo'			
▪ Participação de engenheiros recém-formados em projetos	presente	presente	presente
▪ Contratação e desenvolvimento de engenheiros <i>trainees</i> (por exemplo, para a área de processo)	ausente	ausente	presente
▪ Participação em grupos de supervisão de montagem	presente	presente	presente
▪ Participação de especialistas da empresa em grupos de comissionamento e partida no exterior	presente	presente	presente
▪ Participação de especialistas da empresa em projetos no exterior	ausente	ausente	presente
4 Aprendizagem por busca			
▪ Pesquisa para codificação de materiais	presente	presente	presente
▪ Desenv. em engenharia de processos e projetos através de experimentação, comparação de dados de balanço/laboratório com dados industriais etc	ausente	presente	presente
▪ Desenv. de metodologias relativas a impostos, taxas, benefícios etc	ausente	presente	presente
Codificação de conhecimentos			
1 Codificações e especificações de materiais			
▪ Códigos e padrões de engenharia	presente	presente	presente

Processos de Aprendizagem	Presença ou Ausência de Mecanismos		
	1980-1990	1991-1995	1996-2000
<ul style="list-style-type: none">Soluções modulares para projetosDesenvolvimento do <i>global mill balance</i>	ausente ausente	ausente ausente	presente presente
2 Elaboração de procedimentos administrativos <ul style="list-style-type: none">Normas e regulamentos (comunicações internas e memorandos)Elaboração de procedimentos e instruções técnicas	presente ausente	ausente presente	ausente presente
3 Certificações e recertificações de projeto e/ou fabricação <ul style="list-style-type: none">Certificação para projeto e fabricação conforme código ASMECertificação de processos pela ISO 9000Registros de treinamentos	presente ausente ausente	presente presente presente	presente presente presente
4 Sistemas de controle operacionais e gerenciais (DCS/PCS/SAP) <ul style="list-style-type: none">Sistemas de Controle de Documentos e Administração de ContratosIntegração entre sistemas operacionais e corporativos (ex. PCS)	presente ausente	presente ausente	presente presente
5 Instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos <ul style="list-style-type: none"><i>Technical Instruction Guidelines</i> (TIG)Programas para seleção / dimensionamento automático de equipamentos, ligados a balanços e bancos de dados	ausente ausente	presente ausente	presente presente
Socialização de conhecimentos			
1 Desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores <ul style="list-style-type: none">Intercâmbio com clientes e fornecedores para o desenvolvimento de projetosInteração continuada com a matrizSoluções para construção e montagem (<i>constructability</i>)	presente ausente ausente	presente presente presente	presente presente presente
2 Solução compartilhada de problemas <ul style="list-style-type: none">Participação em grupos para comissionamento e partida de fábricasTrabalho em grupo para criação de codificação de materiaisReuniões de projeto na empresaReuniões de projeto na matrizComitê da qualidadeDesenvolvimento de metodologias relativas a impostos, benefíciosCompartilhamento de modelos tridimensionais na empresa, com a matriz e outras empresas: <i>global engineering</i> e <i>co-current engineering</i>	presente presente presente presente ausente ausente ausente	ausente presente presente presente presente ausente ausente	ausente presente presente presente presente presente presente
3 Visitas à fábricas no exterior <ul style="list-style-type: none">Visitas a fábricas no exterior	presente	presente	presente
4 Prototipagem <ul style="list-style-type: none">Desenvolvimento de protótipos através de engenharia tridimensional	ausente	presente	presente
5 Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares, <i>task-forces</i> <ul style="list-style-type: none">Times de trabalho multifuncionais e multidisciplinaresTécnicos trabalham na fábrica e em supervisão de montagemTécnicos trabalham em projetos e em supervisão de montagem<i>Task-forces</i> (por exemplo para introdução do PDMS)	ausente presente presente ausente	presente ausente presente presente	presente ausente presente presente
6 Sistemas próprios para disseminação da informação <ul style="list-style-type: none">Compartilhamento de dados em redeComunicação convencional através de quadros de avisos, muraisModalidades de comunicação dinâmica, disponibilização de email, Internet, Intranet para os funcionários	presente presente ausente	presente presente ausente	presente presente presente

Fonte: Elaboração do autor

A partir dos dados sumariados na Tabela 8.2 a variedade dos mecanismos foi analisada à luz do critério estabelecido na Tabela 5.4. O número de mecanismos representativos de cada um dos processos de aprendizagem é apresentado na Tabela 8.3. A quantidade de mecanismos representativos foi sempre crescente, ao longo dos anos, para todos os processos.

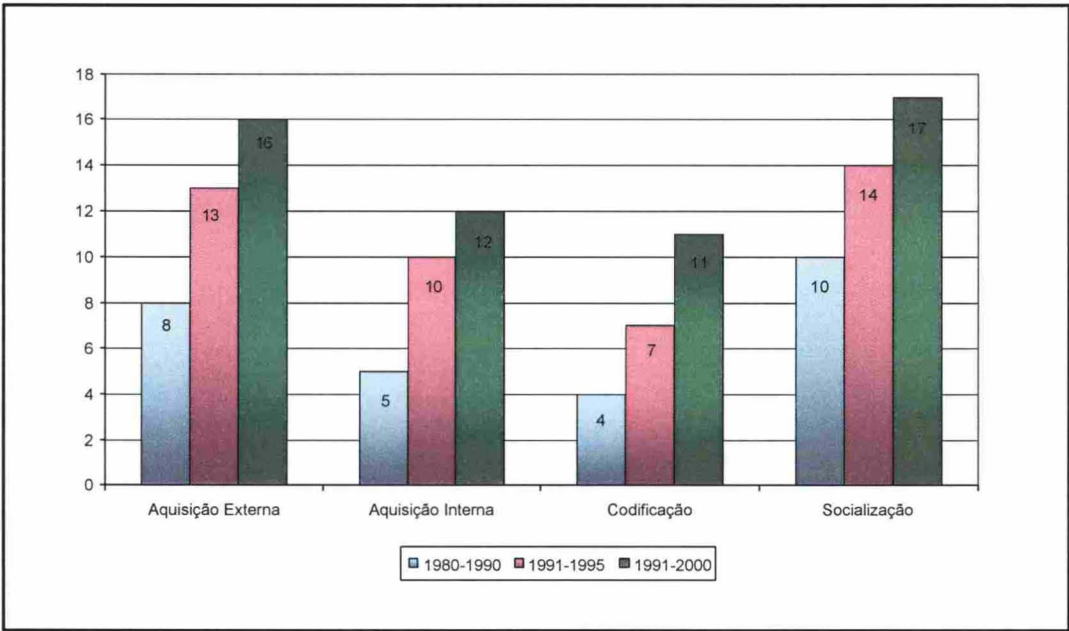
Tabela 8.3: Características-chaves dos processos de aprendizagem - variedade

Processos de Aprendizagem	Período		
	1980 – 1990	1991 - 1995	1996 - 2000
Aquisição Externa de Conhecimento	8 Moderada	13 Diversa	16 Diversa
Aquisição Interna de Conhecimento	5 Limitada	10 Moderada	12 Diversa
Codificação de Conhecimento	4 Limitada	7 Moderada	11 Diversa
Socialização de Conhecimento	10 Moderada	14 Diversa	17 Diversa
Total de Mecanismos	27	44	56

Fonte: Elaboração do autor

O número total de mecanismos de aprendizagem utilizados entre 1996 e 2000 foi praticamente o dobro daquele dos mecanismos utilizados pela empresa entre 1980 e 1990, como pode ser observado na Figura 8.8.

Figura 8.8: Evolução da variedade de mecanismos de aprendizagem (1980 a 2000)



Fonte: Elaboração do autor, baseado em pesquisa

Os treinamentos externos e internos, praticamente ausentes durante toda a década de 80, (à exceção daqueles relacionados aos processos de manufatura) tornaram-se relevantes durante toda a década de 90, principalmente a partir da implantação do TQM, o que provavelmente influenciou a acumulação de capacitação tecnológica, como já mostraram estudos anteriores (por exemplo, Dahlman & Fonseca apud Bell, 1984; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001). Dito de outro modo, as evidências parecem demonstrar que os processos de aquisição externa e interna de conhecimento foram críticos na fase inicial, pois a empresa não possuía base anterior de conhecimentos (Figueiredo, 2001).

O número de mecanismos para codificação de conhecimentos triplicou quando se compara a década de 1980 a década de 1990. Este fato pode ser relacionado aos esforços em certificação dos processos da empresa pela ISO 9001, e ao desenvolvimento de uma série de ferramentas de projeto (o *Global Mill Balance*, os módulos de projeto etc), que resultaram na conversão de conhecimentos tácitos para o nível organizacional. Os esforços de codificação permitiram o aumento da complexidade das atividades desenvolvidas pela empresa. Com a maior complexidade das atividades, maior também a necessidade de interagir e colaborar com fornecedores e clientes, e desta forma a necessidade de trocas de informações qualitativas. Uma maior interação implica no desenvolvimento de uma linguagem única e de códigos comuns (codificação) de informações nas empresas.

8.3.2 INTENSIDADE DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

A simples incidência dos processos de mecanismos de aprendizagem não é suficiente para a construção e acumulação de capacitação tecnológica. A intensidade dos esforços em processos de aprendizagem faz com que algumas práticas sejam incorporadas à rotina da firma, assegurando um fluxo constante de conhecimento externo para a empresa e a sua conversão para a organização (Garvin, 1993; Bessant, 1998). No sentido inverso, percebe-se que quando os esforços na aquisição de conhecimentos relacionados a 'equipamentos de processo' perderam intensidade, a acumulação de competência tecnológica para esta função estagnou-se por vários anos.

A intensidade de esforços de aprendizagem, que variou entre baixa e intermitente, durante a década de 1980, variou entre intermitente e contínua entre 1991-95 e tornou-se contínua para todos os processos no período que vai de 1996 a 2000, como mostra a Tabela 8.4. A intensidade de esforços para a codificação de conhecimentos, que variou de baixa a intermitente durante toda a década de 80 parece ter limitado a aprendizagem organizacional, neste período, à luz da Tabela 3.2.

Durante o período de 1991 a 1995, a intensidade de esforços foi multiplicada em grande parte devido à implantação do sistema de gestão pela qualidade (TQM). Praticamente todos os funcionários da empresa receberam treinamentos internos e externos em microinformática. Técnicos da área de engenharia de processos participaram de programas de longa duração no exterior, o que pode ser associado ao desenvolvimento de capacitação inovadora em ‘engenharia de sistemas’, por volta de 1994.

Tabela 8.4: Características-chaves dos processos de aprendizagem - intensidade

Processos de Aprendizagem	Período		
	1980 – 1990	1991 - 1995	1996 - 2000
Aquisição Externa de Conhecimento	Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua
Aquisição Interna de Conhecimento	Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua
Codificação de Conhecimento	Baixa → Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua
Socialização de Conhecimento	Baixa → Intermitente	Intermitente → Contínua	Contínua

Fonte: Elaboração do autor

Outros exemplos importantes da intensidade de esforços neste período foram os processos de aprendizagem (aquisição interna, externa, socialização) para o desenvolvimento e uso de ferramentas avançadas de engenharia (CAD, PDMS, PEGS) e os processos de codificação de

conhecimentos para a certificação dos processos da empresa pela ISO 9001, que influenciaram positivamente a construção e acumulação de níveis inovadores de capacitação em ‘processos e práticas operacionais’.

A intensidade de esforços para aquisição externa no período entre 1996 e 2000 foi classificada como contínua, embora alguns dos mecanismos tivessem funcionamento intermitente. Por exemplo, a contratação de consultores externos para o desenvolvimento de sistemas e certificações foi descontinuada, quando os resultados foram atingidos ou quando os ditos sistemas foram completados; porém esta descontinuidade é inerente à própria natureza do mecanismo. Da mesma forma, a aquisição de capacitação externa por meio da contratação de especialistas funcionou de modo intermitente, neste período.

Os programas de desenvolvimento gerencial (curso ministrado pela FGV/EAESP) e de desenvolvimento de gerentes de projeto (módulos para treinamento de gerentes de projeto no exterior) também não tiveram funcionamento contínuo, mas foram substituídos por outros programas mais abrangentes (por exemplo, o reembolso de cursos de pós-graduação). Como os mecanismos se sucederam de modo contínuo, envolvendo até mesmo um maior número de pessoas, a intensidade do processo de aquisição externa de conhecimentos foi classificada como contínua no período.

8.3.3 FUNCIONAMENTO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

O funcionamento dos processos de aprendizagem influenciou a trajetória de acumulação de competências tecnológicas na empresa. Durante a década de 1980, o funcionamento dos processos de aprendizagem variou entre ruim e moderado. Os esforços para a codificação de conhecimentos eram praticamente inexistentes. Esta ausência de esforços para a codificação de conhecimentos teve implicações para o funcionamento de todo o processo de conversão de conhecimento, durante este período.

Assim como a variedade do processo de socialização de conhecimentos, o funcionamento deste processo de conversão de conhecimento era também moderado. As entrevistas realizadas com funcionários e ex-funcionários que trabalharam na empresa neste período

atestam que, de modo geral, não havia coordenação e organização de esforços para a aprendizagem e o desenvolvimento da capacitação das pessoas. Esta situação fez com que a conversão de capacitação tecnológica para o nível organizacional fosse limitada; por isso, durante a década de 1980, a empresa acumulou capacitação tecnológica inovadora apenas em ‘equipamentos de processo’ e, ainda assim, de forma inconsistente (ver Tabela 8.1).

A Tabela 8.5 mostra como funcionaram os processos de aprendizagem utilizados na empresa, ao longo do período de tempo estudado.

Tabela 8.5: Características-chaves dos processos de aprendizagem - funcionamento

Processos de Aprendizagem	Período		
	1980 - 1990	1991 - 1995	1996 – 2000
Aquisição Externa de Conhecimento	Moderado	Moderado → Bom	Bom
Aquisição Interna de Conhecimento	Moderado	Moderado → Bom	Bom
Codificação de Conhecimento	Ruim → Moderado	Moderado → Bom	Bom
Socialização de Conhecimento	Moderado	Moderado → Bom	Bom

Fonte: Elaboração do autor

No período entre 1991 e 1995, o funcionamento de todos os processos melhorou, passando a ‘moderado a bom’. O melhor funcionamento dos processos de aquisição interna e de socialização pode ser associado, em grande parte, à implantação do TQM e aos processos de multiplicação de aprendizagem e treinamentos internos. Nesta época a empresa também investiu em treinamentos internos para o desenvolvimento de tecnologias e *softwares* para projeto, como o CAD, o PDMS e o PEGS. Com a implantação da rede de computadores, praticamente todos os funcionários foram treinados interna e externamente para a utilização de aplicativos de microinformática. Ainda neste período, a empresa envolveu-se em atividades

de P&D (desenvolvimento de seqüências de branqueamento em laboratório), acumulando capacitação inovadora em ‘engenharia de sistemas’.

O funcionamento dos processos de aquisição externa também melhorou neste período: com a contratação de especialistas em processo, a empresa passou a promover treinamentos no exterior para os engenheiros de processos e a participar ativamente de eventos internacionais, promovidos por entidades ligadas à área de celulose e papel, além daqueles eventos e seminários promovidos pela matriz, na Suécia. O funcionamento dos processos de codificação melhorou sensivelmente; a principal evidência foi a certificação pela ISO 9001, em 1995. Com a criação de um canal para a socialização de conhecimentos (a rede de computadores) e os trabalhos em grupo para resolução compartilhada de problemas o funcionamento do processo de socialização de conhecimentos passou de ‘ruim a moderado’ para de ‘moderado a bom’.

No período entre 1996 a 2000, tanto os processos de aquisição interna de conhecimento como os de aquisição externa tiveram bom funcionamento. Uma exceção deve ser mencionada para as atividades relativas ao TQM, que perderam o apoio da alta administração e foram praticamente descontinuadas por volta de 1997. Técnicos da empresa passaram a compor, de forma rotineira, grupos de comissionamento e partida de plantas no exterior. Desta forma eles puderam adquirir conhecimentos tácitos, permitindo que a firma acumulasse capacitação para provisão integral e sistemática de serviços de assistência técnica. Além dos cursos de idiomas e cursos de graduação, que já existiam nos períodos anteriores, a empresa criou um programa de reembolso para cursos de pós-graduação para seus funcionários.

Em 1995 a empresa recebeu a certificação do seu sistema de qualidade pela ISO 9001. Seus processos foram *recertificados* anualmente até o ano 2000. Entre 1996 e 2000 foram criados vários padrões e sistemas para as áreas de projeto e processo, num esforço amplo de codificação do conhecimento. A empresa desenvolveu ainda sistemas para a integração e consolidação de informações por meio de sistemas operacionais e corporativos.

Com o uso criativo da rede de computadores e bancos de dados em larga escala para a sistematização de conceitos, combinando conjuntos diferentes de conhecimento explícitos, a conversão do conhecimento para a empresa foi facilitada (Nonaka & Takeuchi, 1997). Além

disto, ao proporcionar o compartilhamento de dados e a tramitação de informações e documentos de forma muito mais eficiente, a utilização das redes de computadores trouxe impactos positivos para o processo de socialização de conhecimento.

As viagens e visitas a fábricas no exterior ocorreram em maior número e com a participação de funcionários de diversas áreas, como mostra a Tabela 7.7. O bom funcionamento do processo de socialização entre 1996 e 2000, contribuiu para que a empresa aprofundasse sua capacitação tecnológica inovadora em ‘engenharia de sistemas’, ‘processos e práticas operacionais’ e ‘gestão de projetos’, neste período.

8.3.4 INTERAÇÃO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

A partir das evidências empíricas coletadas para o estudo de caso, a interação foi analisada de duas formas neste trabalho: a interação ‘entre’ os diferentes processos e a interação ‘dentro’ dos processos. A caracterização das interações ‘entre’ e ‘dentro’ dos processos são apresentadas nas Tabelas 8.6 e 8.7, respectivamente. Estas interações foram classificadas como fracas, moderadas ou fortes a partir do critério estabelecido no Capítulo 5.

Foram várias as oportunidades em que ocorreram interações dos mecanismos de aprendizagem, descritas nos Capítulos 6 e 7 desta dissertação. Os fornecimentos de torres de branqueamento para as fábricas da Riocell, no Brasil, e Sappi Ngodwana, na África do Sul (Quadro 7.1), são exemplos de interação dos mecanismos de aquisição externa (a importação de especialistas), e de aquisição interna (os mecanismos de aprendizagem no trabalho).

A partir de 1985, a empresa buscou resolver problemas relacionados à área de equipamentos e materiais, combinando diferentes processos de aquisição de conhecimento: aquisição externa de conhecimento (contratação de especialistas na área de materiais); aquisição interna (treinamento sistemático de soldadores e caldeireiros); codificação (especificação de materiais; processos e procedimentos de solda) e socialização do conhecimento (intercâmbio entre os grupos de engenharia de equipamentos e engenharia de produção para o detalhamento dos projetos e processos de fabricação; processo de qualificação de soldadores). Já no processo de codificação de materiais, realizado a partir da criação do departamento de engenharia de

instalações, em 1988, interagiram mecanismos de aquisição externa (a contratação de especialistas), aquisição interna (busca), e de socialização (o trabalho em grupo para a elaboração da codificação e o compartilhamento destes dados em rede).

Nesta dissertação, o número total de interações foi examinado a partir dos dados empíricos coletados. O número de interações é apresentado nas Figuras 8.10 e 8.11. Para classificar as interações em determinado período, o número de interações ‘entre’ um processo de aprendizagem e os demais processos (Figura 8.10) foi dividido pelo número total de mecanismos de aprendizagem utilizados nesse período (da Tabela 8.2). Por exemplo, no período entre 1980 a 1990 o número de interações ‘entre’ os mecanismos de aquisição interna e os demais processos (igual a 17, ver Figura 8.10) foi dividido pelo número total de mecanismos de aprendizagem utilizados em tal período (igual a 27, ver Tabela 8.3), resultando em 0,6 (interação moderada, conforme critério estabelecido no Capítulo 5). A classificação das interações ‘entre’ os processos de aprendizagem é apresentada na Tabela 8.6.

Tabela 8.6: Características-chaves dos processos de aprendizagem - interação ‘entre’ os processos

Processos de Aprendizagem	Período		
	1980 - 1990	1991 - 1995	1996 - 2000
Aquisição Externa de Conhecimento	i = 0,7 Moderada	i = 1,3 Forte	i = 1,4 Forte
Aquisição Interna de Conhecimento	i = 0,6 Moderada	i = 1,6 Forte	i = 1,4 Forte
Codificação de Conhecimento	i = 0,5 Fraca	i = 0,7 Moderada	i = 1,1 Forte
Socialização de Conhecimento	i = 0,9 Moderada	i = 1,2 Forte	i = 1,2 Forte

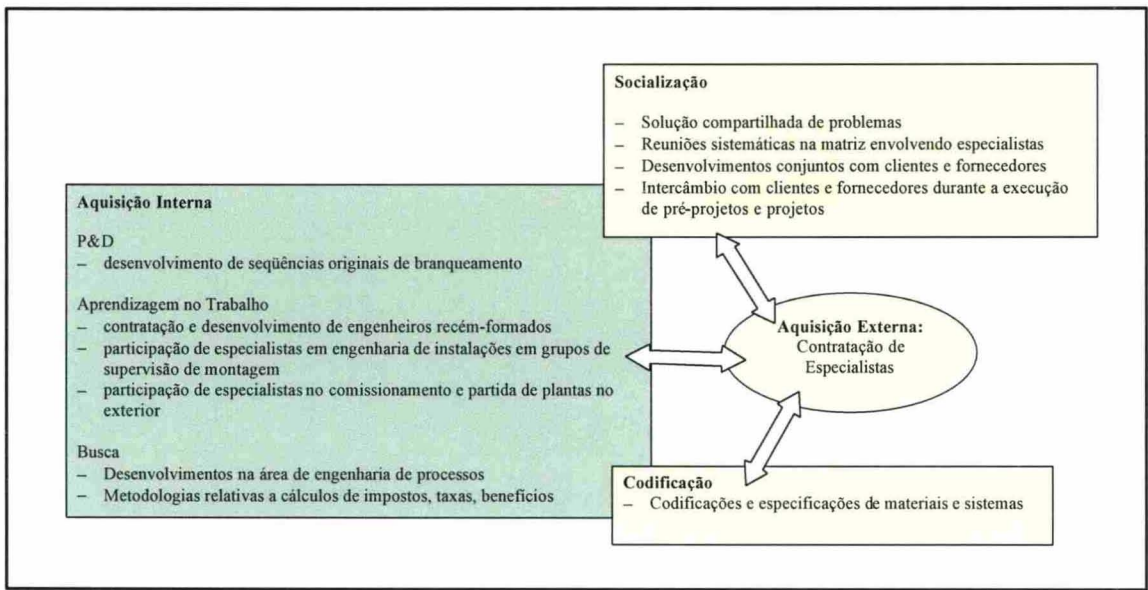
Fonte: Elaboração do autor

Durante a década de 80 as interações dos processos de aprendizagem foram moderadas ou fracas. Por outro lado, durante a década de 1990 estas interações passaram a fortes para todos

os processos de aprendizagem. Neste período, o processo de aquisição externa de conhecimentos, principalmente pela contratação de especialistas, foi um dos processos com maior interação com outros processos e mecanismos de aprendizagem, ou seja, a contratação de pessoal com experiência anterior, em outras empresas, têm um papel fundamental para a aquisição de conhecimento nas firmas, como sugeriram, por exemplo, Dahlman & Westphal (1982), Bell (1984) e Figueiredo (2001), em estudos anteriores.

A Figura 8.9 ilustra os tipos de interação ‘entre’ o mecanismo de contratação de especialistas (aquisição externa) e os demais processos de aprendizagem.

Figura 8.9: Exemplos de interações dos processos de aprendizagem com o mecanismo de contratação de especialistas



Fonte: Elaboração do autor baseado em pesquisa

Para classificar as interações ‘dentro’ dos processos em um determinado período, o número de interações ‘dentro’ deste processo de aprendizagem (Figura 8.11) foi dividido pelo número total de mecanismos utilizados no período (Tabela 8.3). Por exemplo, no período entre 1980 e 1990 o total de interações ‘dentro’ do mecanismo de aquisição externa (7) foi dividido pelo número total de mecanismos de aprendizagem utilizados neste período (27), o que resultou em 0,3 indicando uma interação fraca, pelo critério estabelecido no Capítulo 5. A classificação das interações ‘dentro’ dos processos de aprendizagem é apresentada na Tabela 8.7.

Tabela 8.7: Características-chaves dos processos de aprendizagem - interação ‘dentro’ dos processos

Processos de Aprendizagem	Período		
	1980 - 1990	1991 - 1995	1996 - 2000
Aquisição Externa de Conhecimento	i = 0,3 Frac	i = 0,4 Frac	i = 0,3 Frac
Aquisição Interna de Conhecimento	i = 0,1 Frac	i = 0,5 Frac	i = 0,6 Moderada
Codificação de Conhecimento	i = 0,2 Frac	i = 0,2 Frac	i = 0,4 Frac
Socialização de Conhecimento	i = 0,3 Frac	i = 0,6 Moderada	i = 0,7 Moderada

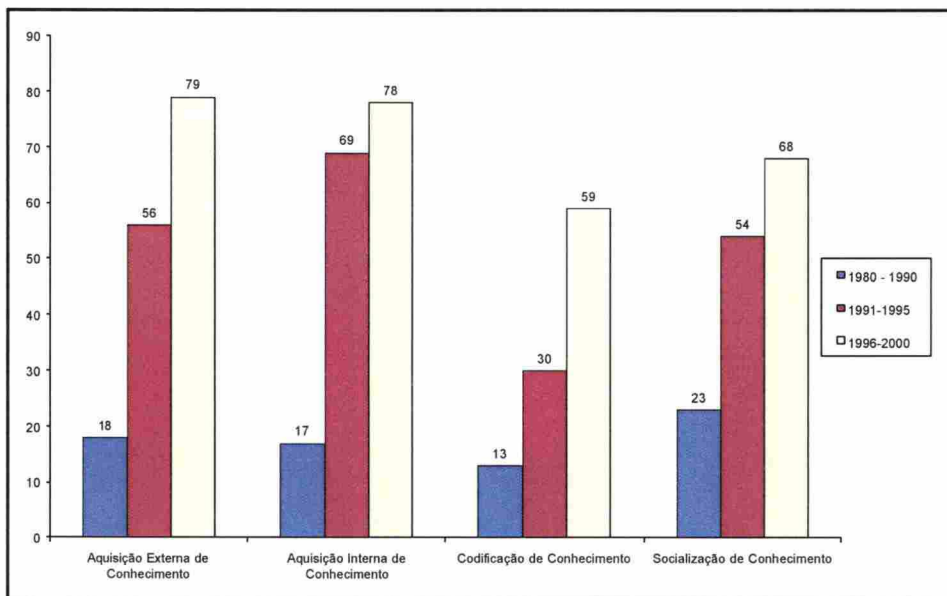
Fonte: Elaboração do autor

Durante a década de 1980, as interações ‘dentro’ dos processos foram fracas para todos os processos de aprendizagem. Nos anos 90, as interações ‘dentro’ dos processos de aquisição interna e de socialização de conhecimentos tornaram-se moderadas.

O aumento das interações ‘entre’ e ‘dentro’ dos processos, evidencia que, durante a década de 90, a empresa foi capaz associar conhecimentos tácitos para construir um sistema de aprendizagem. Por exemplo, o desenvolvimento de sistemas como o *global mill balance* e os módulos de projeto, que envolveu a codificação de conhecimentos tácitos, permitiu o aprofundamento da experimentação e aquisição interna de conhecimento.

As Figuras 8.10 e 8.11 ilustram o crescimento das interações ‘entre’ e ‘dentro’ dos processos ao longo dos anos. O número de interações observadas para cada período é apresentado no Apêndice A, para cada mecanismo, separadamente.

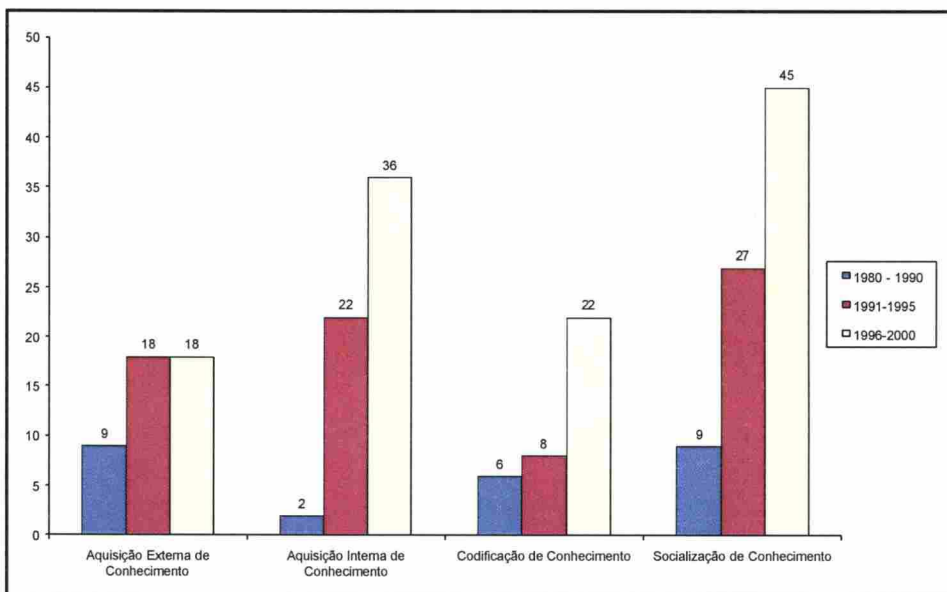
Figura 8.10: Número de interações ‘entre’ os processos de aprendizagem nos diferentes períodos



Fonte: Elaboração do autor

As interações entre os processos de aquisição interna, externa e codificação praticamente triplicaram no período que vai de 1991 a 1995, comparado ao que vai de 1980 a 1990.

Figura 8.11: Número de interações ‘dentro’ dos processos de aprendizagem nos diferentes períodos



Fonte: Elaboração do autor

8.4 IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Na fase inicial da existência da empresa a construção de capacitação para o desenvolvimento das atividades de rotina dependia em muito da assistência externa. Na primeira metade dos anos 80, o principal mecanismo de aquisição de conhecimento era a importação de especialistas da matriz, pois a empresa não dispunha de competências básicas para as operações de rotina. Os mecanismos de aprendizagem no trabalho do tipo ‘aprender-fazendo’ eram especialmente importantes. No entanto, conforme Bell (1984), estes mecanismos de aprendizagem oferecem um limite para a melhoria de desempenho, que normalmente é rapidamente atingido.

Desta forma, a partir de meados da década de 80, a aquisição externa de conhecimentos, via contratação de especialistas, passou a ter maior relevância. Os processos de codificação de conhecimentos, até então pouco utilizados, começaram a ser operacionalizados no final desta década. Em 1989 a empresa obteve a certificação de seus processos para projeto e fabricação de vasos de pressão conforme o código ASME, e iniciou a codificação de materiais e a criação de padrões de engenharia. Neste mesmo ano foi criado um sistema para a emissão e o controle de documentos. A conversão de conhecimentos para o nível organizacional dependia quase exclusivamente dos mecanismos de socialização.

Durante a década de 80, a empresa não direcionou esforços de aprendizagem para ir além da construção de competências de rotina, à exceção da função ‘equipamentos de processo’, na qual chegou a acumular competências tecnológicas inovadoras. A produção de máquinas e equipamentos era o objetivo central da empresa nesta época. Os esforços de engenharia tinham o propósito de adaptar os projetos dos produtos às preferências dos consumidores locais, às matérias primas disponíveis, à menor escala de produção e a diferentes padrões de mecanização e automação do trabalho (como em Katz, 1994). A construção de níveis de competências inovador nas outras funções tecnológicas só foi possível a partir do momento em que a firma diversificou seus processos de aprendizagem.

De modo geral, pode-se relacionar o não desenvolvimento de capacitação inovadora na maioria das funções da empresa à pouca coordenação dos processos de aprendizagem, evidenciada pelas seguintes características destes processos:

- Pouca variedade de processos de aprendizagem, que oscilou entre limitada a moderada, na maioria dos casos os mecanismos de aprendizagem eram do tipo ‘aprender-fazendo’.
- Intensidade baixa ou intermitente dos processos de aprendizagem.
- Interações fracas ou moderadas ‘entre’ os processos; fraca interação ‘dentro’ dos processos.
- Funcionamento ruim ou apenas moderado para todos os processos de aprendizagem.

A baixa coordenação de esforços para a codificação de conhecimentos prejudicou a velocidade de transferência do conhecimento nas divisões e departamentos e a conversão dos conhecimentos para a empresa, conforme mostrado na Seção 6.1.

No início da década de 1990, a empresa já desenvolvia atividades inovadoras em ‘equipamentos de processo’ e ‘gestão de projetos’. Todas as características-chaves dos processos de aprendizagem sofreram melhorias neste período, quando confrontadas às características do período anterior. A variedade de mecanismos passou a ser diversa para os processos de aquisição externa e socialização de conhecimento e moderada para aquisição externa e codificação de conhecimento. O número de mecanismos de aquisição interna de conhecimento duplicou (Tabela 8.3). Especialmente importante para o desenvolvimento de capacitação inovadora em ‘engenharia de sistemas’ e em ‘gestão de projetos’ foi a aquisição de conhecimentos tácitos pela contratação de especialistas para a área de processos e de suprimentos. A intensidade dos processos de aprendizagem passou a intermitente-contínua para todos os processos. As interações ‘entre’ os processos progrediram de moderadas a fortes para os processos de aquisição interna, aquisição externa e de socialização de conhecimento; e de fracas a moderadas para o processo de codificação do conhecimento. As interações ‘dentro’ do processo de socialização passaram de fracas a moderadas.

A maior variedade de mecanismos de aprendizagem utilizados pela empresa no período 1991-95 aumentou a base potencial sobre a qual as interações puderam ocorrer. As evidências

apresentadas nos Capítulos 6 e 7 indicam que a interação dos processos de aprendizagem contribuiu para a conversão do conhecimento para o nível organizacional, e desta forma para a acumulação de competência tecnológica inovadora. Este resultado está alinhado aos encontrados em estudos anteriores, por exemplo, os de Ariffin e Bell, (1996) e Figueiredo (2001). As evidências sugerem ainda que, ao longo dos anos, a firma foi capaz de reunir uma série de conhecimentos tácitos para construir um sistema de aprendizagem, nos moldes sugeridos por Leonard-Barton (1998), Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001). As características dos processos de aprendizagem, neste período, explicam a construção de capacitação tecnológica inovadora em ‘engenharia de sistemas’ e ‘processos e práticas operacionais’. Além disso, a capacitação tecnológica inovadora em ‘gestão de projetos’ avançou do Nível 5 (intermediário) para o nível 6 (intermediário-superior), enquanto na função ‘equipamentos de processo’ a empresa avançou na construção de capacitação tecnológica, movendo-se do Nível 4 (pré-intermediário) ao nível 5 (intermediário).

No período compreendido entre 1996 e 2000, todos os processos apresentaram variedade diversa e bom funcionamento. A intensidade dos esforços foi contínua para todos os processos assegurando “fluxo constante de conhecimentos para a empresa e melhor entendimento da tecnologia e seus princípios, além de assegurar a conversão constante da aprendizagem individual para o nível organizacional” (Figueiredo, 2001). A interação ‘entre’ os processos passou de moderada a forte para o processo de codificação de conhecimento (a interação entre os demais processos já era classificada como forte no período anterior). A interação ‘dentro’ do processo de codificação passou de fraca a moderada para o processo de aquisição interna e socialização. Conforme demonstrado por Figueiredo (2001), este estudo sugere que a intensificação da interação cumulativa dos mecanismos de aprendizagem influenciou o aprofundamento na construção da capacitação tecnológica da empresa.

A análise das evidências apresentadas nos Capítulos 6 e 7 mostra que os esforços de aprendizagem foram coordenados e direcionados estrategicamente e que a empresa foi capaz de aprofundar, entre 1996 e 2000, suas competências inovadoras em ‘engenharia de sistemas’, ‘gestão de projetos’ e ‘processos e práticas operacionais’. O aprimoramento na construção de competências, que se deu neste período, permite que se chegue ao mesmo tipo de conclusão que a dos trabalhos de Bell (1984); Kim (1995; 1997); Dutrénit (2000); Figueiredo (2001); no

sentido de que são os processos de aprendizagem que permitem à empresa acumular competências ao longo do tempo. Da mesma maneira, a estagnação do processo de construção e acumulação de competências inovadoras em ‘equipamentos de processo’ alinha-se aos estudos de Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001), que relacionaram a falta de coordenação dos processos de aprendizagem e a instabilidade do processo de criação do conhecimento às falhas no processo de acumulação de competências tecnológicas.

Alguns problemas fizeram com que a firma não acumulasse competências tecnológicas além do nível intermediário-superior nas funções tecnológicas analisadas. Algumas proposições poderiam ser formuladas para explicar por que o processo de aquisição de competências foi truncado. Estas proposições poderiam incluir, por exemplo, a instabilidade no processo de criação de conhecimento (por exemplo, a descontinuidade de esforços para a criação de soluções modulares para projetos com o aumento da carga de trabalho em projetos). Outra explicação a ser explorada poderia ser a de que, apesar de funcionários da empresa participarem de atividades de P&D, estas funções foram basicamente mantidas no exterior.

O fato de a empresa ter atingido um nível de competências intermediário em ‘equipamentos de processo’, enquanto atingiu um nível mais alto, intermediário-superior, para todas as demais funções tecnológicas, poderia estar relacionado a dois fatores. O primeiro, a mudança do foco estratégico da empresa para a gestão de projetos, em contraposição ao fornecimento de máquinas e equipamentos simples. O segundo se refere à quase paralisação das atividades de fabricação a partir de 1998, com a conversão da unidade de fabricação (BRASFAB) em unidade de serviços, voltada principalmente à execução de reparos e serviços de manutenção. Com isto, vários mecanismos de aprendizagem foram supressos, fazendo com que a construção de competências tecnológicas em ‘equipamentos de processo’ se estagnasse; entretanto, a validade dessas proposições e considerações não foi analisada neste estudo.

A análise das evidências empíricas confirmou a forte associação entre as características-chaves dos processos de aprendizagem e a acumulação de competências tecnológicas. O estudo verificou ainda que o modo e a velocidade de desenvolvimento de capacitação tecnológica na empresa podem ser relacionados ao modo como elas gerenciam a variedade, a intensidade, o

funcionamento e a interação de seus processos de aprendizagem, na mesma linha proposta por Figueiredo (2001).

CAPÍTULO 9

CONCLUSÕES

Esta dissertação analisou o relacionamento entre a trajetória de acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem mediante estudo de caso realizado na Kvaerner Pulping, em Curitiba/PR. Para a investigação deste relacionamento foram utilizadas estruturas adaptadas à descrição de acumulação de competências tecnológicas e dos processos de aprendizagem.

Este capítulo é dividido em seis seções. A Seção 9.1 reapresenta as questões da dissertação. Estas questões são revistas nas seções 9.2 e 9.3. A Seção 9.4 aborda outros fatores que contribuíram para a acumulação de competências tecnológicas na empresa. A Seção 9.5 trata das principais contribuições e implicações desta pesquisa para a gestão de empresas de bens de capital. Na Seção 9.6 são sugeridos temas para dissertações futuras.

9.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi estruturada para responder a duas questões:

- (i) Como se desenvolveu a trajetória de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping no Brasil, durante o período de 1980 a 2000, relativas às atividades para o desenvolvimento, execução e implantação de projetos industriais para a indústria de celulose?
- (ii) Até que ponto os processos de aprendizagem influenciaram o modo e a velocidade de acumulação de competências tecnológicas da Kvaerner Pulping durante o período acima?

9.2 TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

A partir das evidências apresentadas no Capítulo 6, e utilizando-se a estrutura analítica apresentada no Capítulo 3, a trajetória de acumulação de competências tecnológicas foi descrita para cada uma das funções tecnológicas analisadas. Pode-se daí confirmar a aplicabilidade desta estrutura para este tipo de indústria.

A acumulação de competências tecnológicas na empresa seguiu trajetórias de acumulação distintas para cada uma das funções tecnológicas. Em outras palavras, o modo e a velocidade de acumulação de competências foi desigual para as diferentes funções e diferentes períodos analisados. A diversidade de trajetórias pode ser associada a pelo menos três fatores: o foco estratégico da empresa, a direção e as características-chaves dos processos de aprendizagem ao longo do tempo.

Na fase inicial de operação, a empresa não dispunha sequer de competências básicas e dependia quase totalmente de assistência externa, da matriz, para realizar suas atividades de rotina. O desenvolvimento inicial da capacitação em ‘equipamentos de processo’ foi muito rápido. Ainda na década de 1980, a empresa construiu e acumulou capacitação inovadora nesta função. Por outro lado, no mesmo período, a empresa acumulou apenas competências de rotina de Nível 2 (renovado) em ‘processos e práticas operacionais’.

Durante praticamente toda a década de 90, os processos de aprendizagem foram utilizados sistematicamente, de forma coordenada e contínua. Os esforços de aprendizagem foram orientados prioritariamente para a construção de capacitação tecnológica para o fornecimento de sistemas e plantas industriais. No final do ano 2000, a empresa acumulou competências tecnológicas inovadoras em todas as quatro funções tecnológicas estudadas: de Nível 6 para as funções ‘engenharia de sistemas’, ‘gestão de projetos’ e ‘processos e práticas operacionais’; e de Nível 5 em ‘equipamentos de processo’.

Dessa forma, a análise das evidências coletadas para esta dissertação, aponta na direção de que são os processos de aprendizagem que permitem a empresa construir e acumular competências tecnológicas ao longo dos anos (Bell, 1984; Hobday, 1995; Kim, 1995, 1997;

Ariffin & Bell, 1996; Dutrénit, 2000; Ariffin, 2000; Figueiredo, 2001). Adicionalmente, pode-se verificar a associação entre as características dos processos de aprendizagem e o modo e a velocidade de acumulação de competências tecnológicas, como proposto por Figueiredo (2001).

9.3 IMPLICAÇÕES DOS PROCESSOS SUBJACENTES DE APRENDIZAGEM PARA A CONSTRUÇÃO DA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

O desenvolvimento tecnológico numa subsidiária local de uma firma multinacional depende de importação de tecnologia dos países avançados; entretanto a extensão desta dependência e a forma como ela se dá ao longo do tempo podem afetar o desenvolvimento da capacidade tecnológica das firmas. A dependência nestas competências, conhecimentos e tecnologias estrangeiras, que resulta de uma atitude passiva da empresa local, pode levar à estagnação das competências locais em um nível baixo. Por outro lado, *inputs* seletivos de conhecimentos e tecnologias importadas em um ambiente doméstico ativo podem levar a um crescimento dinâmico das competências tecnológicas.

No caso da Kvaerner, as ligações com a matriz foram essenciais como fonte de conhecimentos tácitos no início das operações; por exemplo, a importação de especialistas da matriz e os mecanismos de socialização, que foram os mais importantes meios de conversão da aprendizagem individual para o nível organizacional naquele período. Ainda assim, para que a empresa pudesse avançar na construção de competências tecnológicas foram necessários esforços coordenados e deliberados para a aquisição (externa e interna) e de conversão de conhecimento principalmente, para a codificação do conhecimento. Em outras palavras, se as ligações com a matriz foram essenciais para a construção de competências inovadoras no período inicial, foram os esforços e iniciativas independentes, a partir deste impulso inicial, que possibilitaram o fortalecimento e a diversificação dessas competências. Tais iniciativas incluíram mecanismos como a contratação de especialistas, a codificação e certificação dos processos (ISO 9001), os programas de desenvolvimento gerencial e os processos de socialização, envolvendo a solução compartilhada de problemas por meio de *links* para o aprendizado com outras empresas.

Comparando-se as décadas de 1980 e de 1990, constata-se que o número de mecanismos de aprendizagem utilizados pela empresa praticamente dobrou. Além disto, a intensidade, o funcionamento e as interações dos processos de aprendizagem melhoraram substancialmente.

Desta forma, ao se confrontar as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas com a evolução das características-chaves dos processos de aprendizagem, pode-se concluir que estas tiveram papel fundamental para a construção de capacitação inovadora na empresa.

9.4 OUTROS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA A ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Ainda que não tenha sido o foco principal desta dissertação os principais aspectos associados aos fatores externos, às interações com outras empresas e à liderança organizacional e valores da empresa que contribuíram no desenvolvimento de capacitação tecnológica na empresa podem aqui ser relacionados.

Fatores externos. Como discutido na Seção 4.4, a empresa iniciou suas atividades no Brasil, em 1972, por meio de um escritório de vendas quando o país se constituía em mercado potencial para a indústria de celulose. As determinações estratégicas do II PND e do I PNPC priorizaram políticas de financiamento público e incentivo fiscal às indústrias de celulose. O II PND também considerou o setor de bens de capital como prioritário e, assim, o BNDE ampliou seus recursos para este setor industrial. A partir de 1974, a atuação do CDI foi mais seletiva, restringindo a concessão de benefícios fiscais para a importação de bens de capital. Além disso, o sistema oficial de financiamento concedia crédito subsidiado para a compra de máquinas e equipamentos (FINAME), mas exigia índices de nacionalização mínimos para tal. Este conjunto de fatores foi preponderante para que a empresa instalasse no Brasil a sua unidade industrial, em 1978. Em 1986, com o II PNPC iniciou-se novo ciclo de investimentos na indústria de celulose e papel. Este período corresponde à fase em que a empresa (na época Kamyr) concentrou esforços na fabricação equipamentos. Nos anos 90, com a ruptura do padrão industrial provocado pela abertura comercial, a empresa se reestruturou, reduzindo as atividades de manufatura, mas, por outro lado, intensificou a utilização de sua capacitação técnica e engenharia local em atividades de maior nível tecnológico. Verifica-se portanto que

fatores externos influenciaram o modo e direção em que a empresa acumulou suas competências tecnológicas ao longo dos anos.

Interações com outras empresas. O estudo de caso apontou que em várias ocasiões as interações com outras empresas influenciaram a acumulação de competências tecnológicas (modo e velocidade) na Kvaerner Pulping. São exemplos destas interações o desenvolvimento da rede corporativa de computadores (Seção 7.2.2), em uma relação de cooperação para a inovação, e as interações com firmas de engenharia e empresas produtoras de celulose que contribuíram para que a Kvaerner Pulping desenvolvesse capacitação em engenharia de processo e em gestão de projetos, num processo de aprendizagem com o usuário. Da mesma maneira, a cooperação com os fornecedores e clientes como as reuniões (formais e informais) e visitas a fábricas no exterior foram importantes para o desenvolvimento de soluções de engenharia e de montagem. Estes desenvolvimentos tornaram-se ainda mais importantes com o aumento da complexidade dos projetos (projetos EPC).

Papel da liderança e valores. As evidências demonstram que à medida que os cargos principais da empresa passaram a ser ocupados por pessoas formadas na própria empresa ou contratadas por ela no país, o desenvolvimento local se acelerou, com a redução da dependência (passiva) da matriz. Esta argumentação alinha-se a Ariffin (2000), que estabeleceu relação direta entre o poder de decisão local das firmas transnacionais e o nível de competências tecnológicas atingido ao longo do tempo.

Outro papel crucial da liderança refere-se à definição de ações e estratégias que podem condicionar o modo e a direção da acumulação de competências tecnológicas na empresa. Compare-se, por exemplo, o período inicial de operação da empresa, marcado pela excessiva centralização administrativa, com o período que vai de 1991 a 2000. A partir da mudança na liderança em 1991, foram implantadas mudanças organizacionais que influenciaram positivamente a construção de competências tecnológicas na empresa. Os processos de codificação de conhecimento foram reforçados e, conseqüentemente, aumentou a conversão de conhecimentos para o nível organizacional. A transição do foco da empresa para a gestão de projetos e fornecimento de sistemas, em oposição ao fornecimento de máquinas e equipamentos, acarretou uma série de mudanças organizacionais importantes, em 1991, 1993,

1995 e 1999, que transformaram profundamente a organização. Aos membros dos grupos de projeto multidisciplinares, criados em 1995, foram delegadas maior autonomia e responsabilidade para o desempenho das atividades. A motivação e o comprometimento que resultaram destas dimensões tiveram impactos positivos para a acumulação de competências tecnológicas inovadoras na empresa, como apontaram estudos anteriores (por exemplo, Rothwell, 1994; Tremblay, 1998; Mohan Babu, 1999).

A partir de 1999, com nova mudança na liderança e a reorganização da estrutura da empresa, foram eliminados níveis hierárquicos, o que conferiu maior autonomia ao corpo gerencial e maior fluidez de informações. A empresa passou a investir de modo ainda mais explícito no aperfeiçoamento da gestão e na qualificação de recursos humanos de nível gerencial, enfatizando as estratégias de orientação para o mercado (por exemplo, maior interação das áreas de projetos e comercial) e aumentos de produtividade. A horizontalização e flexibilidade organizacional, a distribuição do *locus* de decisão, e a maior fluidez de informações através dos níveis hierárquicos da empresa, contribuíram para o aprofundamento da capacitação tecnológica inovadora na empresa, notadamente em ‘processos e práticas operacionais’. Estes fatores organizacionais contribuem para o aumento da velocidade e melhoria do processo inovador (Rothwell, 1994; Tremblay, 1998).

Nota-se ainda que, provavelmente na busca de aumentos de produtividade reduziu-se a ‘folga’ operacional, ou seja, a disponibilidade de recursos não comprometidos na organização. Esta indisponibilidade pode levar um impacto negativo para a construção de capacitação tecnológica, como apontado por Tremblay (1998). Em algumas oportunidades os mecanismos de aprendizagem, que estavam sendo utilizados na empresa, foram paralisados, com o aumento da carga de trabalho nas áreas de engenharia e projetos, como descrito no Capítulo 7.

Os valores da empresa também foram relevantes para determinar a trajetória de acumulação das competências. Isto foi evidenciado na crise de mercado, em 1997 e 1998, quando a carga de trabalho na empresa era baixa. Como mostra o Quadro 7.5, a empresa não dispensou seus talentos e criou um grupo para desenvolver soluções de engenharia, aproveitando o tempo disponível para criar e desenvolver soluções que pudessem ser aproveitadas mais adiante.

9.5 CONTRIBUIÇÕES E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO DE EMPRESAS DE BENS DE CAPITAL

Segundo a revisão de literatura, são poucos os estudos intrafirma que analisam em profundidade a acumulação de competências tecnológicas e os processos de aprendizagem subjacentes em empresas do setor de bens de capital, especialmente os que enfocam empresas deste tipo no Brasil. Dado que o Brasil é um dos poucos países produtores de bens de capital em todo o mundo, estudos deste tipo podem contribuir para a compreensão sobre ações e políticas que possam levar ao aumento da capacitação produtiva e tecnológica desta indústria.

O estudo demonstra ainda a aplicabilidade das estruturas analíticas aqui utilizadas, adaptadas de Figueiredo (2001), para explorar o relacionamento entre os processos de aprendizagem e a acumulação de competências tecnológicas em empresas de bens de capital sob encomenda.

Esta dissertação encontrou associação entre as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas e as características-chaves dos processos de aprendizagem utilizados pela empresa, da mesma forma que estudos anteriores realizados em outros tipos de indústria, como os trabalhos de Kim (1995, 1997); Ariffin (2000), Dutrénit, (2000) e mais especificamente em Figueiredo, (2001).

Assim, pode-se sugerir que, para desenvolver capacitação inovadora, as empresas que atuam na área de bens de capital sob encomenda (notadamente para a área de papel e celulose) devem engajar-se deliberadamente na coordenação de esforços para a aquisição de conhecimentos externos e internos em nível individual e na conversão destes conhecimentos para o nível organizacional. Em outras palavras, visando a acelerar o processo de capacitação e o desenvolvimento de soluções para projetos cada vez mais complexos, as empresas devem intensificar esforços de qualificação técnica e gerencial dos seus recursos humanos.

Outras ações e esforços importantes para o desenvolvimento de capacitação tecnológica podem ser aqui mencionados. Por exemplo, o envolvimento, de modo pró-ativo em atividades de desenvolvimento de processo, até mesmo em P&D. Neste sentido, Teubal (1987) lembra que as subsidiárias das firmas multinacionais têm, muitas vezes, acesso mais fácil à tecnologia

externa do que as firmas locais; entretanto, para a absorção deste conhecimento, não há diferença na ‘eficiência’ requerida dos esforços de aprendizagem para a absorção destes conhecimentos.

Além disso, o intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de soluções inovadoras, que sejam utilizadas desde a fase de concepção e de planejamento dos projetos deve ser incentivado. Também fundamental é a criação de meios efetivos para o compartilhamento de informações, disponibilizando dados e informações técnicas, operacionais e gerenciais por meio de redes, melhorando o processo de comunicação e a difusão da informação na empresa.

9.6 SUGESTÕES PARA DISSERTAÇÕES FUTURAS

A partir deste estudo, podem ser sugeridas outras possibilidades de pesquisa sobre a acumulação de competências tecnológicas e os processos de aprendizagem subjacentes como elemento chave para o desenvolvimento do desempenho operacional das firmas.

- Realizar estudo de caso comparativo entre empresas de bens de capital sob encomenda buscando analisar o relacionamento entre a acumulação de competência tecnológica e o seu desempenho operacional.
- Aprofundar o estudo realizado buscando analisar: (i) as razões pelas quais a empresa não atingiu o nível de capacitação avançado nas funções tecnológicas analisadas; e (ii) o relacionamento entre a acumulação de competências tecnológicas e o desempenho operacional da empresa.
- Realizar outros estudos em empresas similares, buscando verificar a semelhança e as diferenças nos processos de aprendizagem para um maior entendimento dos fatores que possam levar à aceleração da taxa de acumulação de competências tecnológicas em empresas de bens de capital sob encomenda, notadamente para a indústria de celulose.

- Analisar a interação dos diversos elementos do sistema local e nacional de inovação no desenvolvimento de capacitação tecnológica em empresas de bens de capital sob encomenda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAN, J.G. *Sistema Integrado de Gestão*. Tese de Doutorado, FEA/USP, São Paulo, 1999.

AMSALEM, M.A. *Technology choice in developing countries*. London: The Massachusetts Institute of Technology, 1983.

ARGYRIS, C.; SCHÖN, D. *Organizational Learning: a Theory of Action Perspective*, Reading, MA: Addison-Wesley, 1978.

ARIFFIN, N.; BELL, M. Patterns of subsidiary – parent linkages and technological capability – building in electronics TNC subsidiaries in Malaysia. In: K. S. Jomo and Felker (eds), *Industrial Technology Development in Malaysia*, Routledge, 1996. p. 150–190.

ARIFFIN, N. *The Internationalisation of Innovative Capabilities: The Malaysian Electronics Industry*. D.Phil. Thesis, SPRU University of Sussex, Brighton, 2000.

BARTZOKAS, A.; YARIME, M. Technology Trends in Pollution-Intensive Industries: A Review of Sectoral Trends. *Discussion Paper Series*, n.1997-06. Maastricht: UNU/INTECH, 1997.

BELL, M. Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. In: K. King and M. Fransman (eds), *Technological Capability in the Third World*, London: Macmillan, 1984.

BELL, M.; CASSIOLATO J., The Access of developing countries to new technologies: the need for new approaches to management and policy for technology imports in Brazilian industry, *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas: MCT/FINEP/PADCT, 1993.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2): 157–211, 1993.

BELL, M.; PAVITT, K. The development of technological capabilities. In: I. U. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank, 1995.

BELL, M.; LARSSON, R; WESTPHAL, L.E. Assessing the Performance of Infant Industries. *World Bank Staff Working Papers n. 666*. Washington: The World Bank, 1984.

BESSANT, J. Developing continuous improvement capability. *International Journal of Innovation Management*, 2(4): 409-429, 1998.

CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M. Sistemas de Inovação: Políticas e Perspectivas. *Parcerias Estratégicas*, n.8, p. 237-255, Brasil, maio 2000

CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M.; SZAPIRO, M. *Arranjos Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico*. Nota Técnica do Projeto Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e Proposições de Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico. IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, p. 128-152, 1990.

DAHLMAN, C.; WESTHPHAL, L.E. Technological effort in industrial development – an interpretative survey in recent survey. In: F. Stewart and James (eds), *The economics of New Technology in Developing Countries*, p.105-137. London: Frances Pinter, 1982.

DAHLMAN, C.; ROSS-LARSON, B.; WESTHPHAL, L. Managing technological development: lessons from the newly industrializing countries. *World Development*, 15(6): 759–75, 1987.

DALCOMUNI, S.M. *Dynamic capabilities for cleaner production innovation: the case of the market pulp export industry in Brazil*. D.Phil. Thesis, SPRU University of Sussex, Brighton, 1997.

DODGSON, M.; GANN D.M.; SALTER, A. J. The intensification of innovation. *Electronic Working Paper Series n° 65*. Brighton: SPRU, University of Sussex, 2001.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G. and SOETE, L. (eds) *Technical Change and Evolutionary Theory*. London: Pinter Publishers, 1988.

DUTRÉNIT, G. *Learning and knowledge management in the firm – from knowledge accumulation to strategic capabilities*. Cheltenham: Edward Elgar, 2000.

EASTERBY-SMITH, M; THORPE, R.; LOWE, A. *Pesquisa gerencial em administração: um guia para monografias, dissertações, pesquisas internas e trabalhos de consultoria*. São Paulo: Pioneira, 1999.

ENOS, J. L. *The Creation of Technological Capability in Developing Countries*. London: Pinter Publishers, 1991.

FIGUEIREDO, P. N. Trajetórias de acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem: revisando estudos empíricos. *Revista de Administração Pública*, FGV, 34(1): 7 – 33, Jan./Fev. 2000.

FIGUEIREDO, P. N. *Technological Learning and Competitive Performance*. Cheltenham, UK; Northampton, USA. Edward Elgar: 2001.

GARVIN, D.A. Building a Learning Organisation. *Harvard Business Review*, 71(4): 78-91, 1993.

HOBDAI, M.. *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*. Aldershot: Edward Elgar, 1995.

HOBDAI, M.. Innovation in South-East Asia: Lessons for Europe, *Management Decision*, 34(9): 37-48, 1996.

HOLLANDER, S. *The Sources of Increased Efficiency: a Study of Du Pont Rayon Plants*. Cambridge: MIT Press, 1965.

JORGE, M.M. Competitividade do Complexo Celulose, Papel e Gráfica. *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas: MCT/FINEP/PADCT, 1993.

JORGE, M.M; SOARES, S.M.J. e NARETTO, N.A Competitividade da Indústria de Papel – Nota Técnica Setorial. *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas: MCT/FINEP/PADCT, 1993.

KATZ, J. *Importación de Tecnología, Aprendizaje Local e Industrialización Dependiente*. Buenos Aires: Instituto Torcuato Di Tella Centro de Investigaciones Económicas Superí 1502, 1972.

KATZ, J. Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries a review of research findings. In: Katz, J. (ed.) *Technology generation in Latin American manufacturing industries*, New York: St. Martin's Press, 1987.

KATZ, J. Technology, economics and late industrialization. In: *The uncertain quest: science, technology and development*. Tokyo: J.J. Salomon (eds), UNUP, 1994.

KIM, L. *Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor*. Paper presented at the Hitotsubashi-Organization Science Conference, Tokyo, October, 1995.

KIM, L. The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors. *California Management Review*, 39(3): 86-100, 1997.

KIM, L. *Imitation to Innovation: the Dynamic's of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press, 1997a.

KIM, L. The Dynamics of Technological Learning in Industrialisation. *Discussion Paper Series*. Maastricht: United Nations University, 2000.

LALL, S. Technological Learning in the Third World: Some Implications of the Technology Exports. In: F. Stewart and J. James (eds), *The Economics of New Technology in Developing Countries*. London: Francis Pinter, 1982.

LALL, S. *Learning to Industrialise: The Acquisition of Technological Capability by India*. London: MacMillan, 1987.

LALL, S. *Building Industrial Competitiveness in Developing Countries*. Paris: OECD, 1990.

LALL, S. Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 20(2): 165-186, 1992.

LALL, S. Technological Capabilities. In: *The uncertain quest: science, technology and development*. Tokyo: J.J. Salomon (eds), UNUP, 1994.

LEONARD-BARTON, D. *Nascentes do saber – criando e sustentando as fontes de inovação*. Tradução: H. B. S. Rocha e T. C. V. Vianna. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1998.

LEONARD-BARTON, D.A. and SWAP, W.C. *When Sparks fly*. Boston: Harvard Business School Press, 1999.

MASS, W. e ROBERTSON, A. From textiles to automobiles: mechanical and organizational innovation in Toyoda enterprises, 1895-1933. *Business and Economic History*, 25(2):1-37, 1996.

MATTOS, R.L.G; VALENÇA, A.C.V. A Reestruturação do Setor de Papel e Celulose, *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n.10, p. 253-269, 1999.

MATTOS, R.L.G; VALENÇA, A.C.V. Celulose de mercado: novo ciclo de expansão, *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n.12, p.93-104, 2000.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Ações Setoriais para o Aumento da Competitividade da Indústria Brasileira. Disponível em: < <http://www.mdic.gov.br/publica/sdp/acoes.html> > Acesso em 17 Novembro 2001.

MOHAN BABU, G.N. The Determinants of Firm-Level Technological Performances – A Study on the Indian Capital Goods Sector. *Discussion Paper Series*, nº 1999-01. Maastricht: United Nations University, 1999.

NAKAOKA, T. Technological Capability Building in Developing Countries and Japan's Technological Cooperation. *Technology and Development*, Vol. 6, 1993.

NAKAOKA, T. *The Learning Process and the Market: the Japanese Capital Goods Sector in the Early Twentieth Century*. Suntory-Toyota International Centre for Economics and Related Disciplines, London School of Economics, Discussion Paper no. JS/94/271, 1994.

NELSON, R.; WINTER, S. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

NELSON, R.R. The role of firm differences in an evolutionary theory of technical advance. *Science and Public Policy*, 18(6): 347-352. Guildford: Beech Tree Publishing, 1991.

NONAKA I.; TAKEUCHI, H. *Criação de Conhecimento na Empresa: Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

PACK, H. *Productivity, Technology and Industrial Development. A Case Study in Textiles*. New York: Oxford University Press, 1987.

PASSOS, F.U. *Empresas Transnacionais e o Relacionamento com Fornecedores Locais: Uma Avaliação da Transferência de Conhecimentos*. Tese de Doutorado, FEA/USP, São Paulo, 2001.

PASSOS, M.C.A. *Capacitação Tecnológica na Indústria de Máquinas-Ferramentas do Rio Grande do Sul*. Tese de Doutorado, IE/UNICAMP, Campinas, 1996.

RESENDE, A.V. *A Indústria de Bens de Capital de Minas Gerais: Oportunidades e Entraves ao seu Desenvolvimento*. Tese de Doutorado, IE/UNICAMP, Campinas, 1994.

ROTHWELL, R. Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends. In: Dogdson, M. & Rothwell, R (eds). *The Handbook of Industrial Innovation*. Cheltenham, UK & Brookfield, USA: Edward Elgar, 1994.

SCATOLIN, F.D.; PORCILE, G.; SBICCA, A.; DRUMMOND, C.M. *Sistemas Regionais de Inovação: Estudos de Caso no Estado do Paraná*. Nota Técnica do projeto Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e Proposição de Políticas de C&T. IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

SCOTT-KEMMIS, D. Learning and the Accumulation of Technological Capacity in the Brazilian Pulp and Paper Firms. Working Paper, no. 187, World Employment Programme Research, p. 2-22, 1988.

SCOTT-KEMMIS, D. and BELL, M. Technological Capacity and Technical Change: Case Studies, Report on a Study of Technology Transfer in Manufacturing Industry in Thailand, *Working Paper*, no.6. Brighton: SPRU, 1985.

SENGE, P. The leader's new work: building learning organizations. *Sloan Management Review*, 32, p. 7-23, 1990.

SOUZA, M.C. e GARCIA, R. *Sistemas Locais de Inovação no Estado de São Paulo*. Nota Técnica do projeto Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e Proposição de Políticas de C&T. IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

TERRA, J.C.C. *Gestão do Conhecimento: aspectos conceituais e estudo exploratório sobre as práticas de empresas brasileiras*. Tese de doutorado, FEA/USP, São Paulo, 1999.

TEUBAL, M. The role of technological learning in the exports of manufactured goods: the case of selected capital goods in Brazil. *Innovation Performance, Learning and Government Policy: Selected Essays*, Teubal, M., The University of Wisconsin Press: Wisconsin, 1987, p. 104-130.

TREMBLAY, P.J. Measurement of Productivity and Organizational Commitment to Change, in: Sumanth, D.J. et al (eds), *Productivity and Quality Management Frontiers* – vol VI. Norcorss: Engineering and Management Press, p. 165-176, 1997.

TREMBLAY, P.J. Technological capability and productivity growth: an industrialized/industrializing country comparison. *Scientific Series*, Montreal, 1998.

VALENÇA, A.C.V. A indústria de máquinas e equipamentos para o setor de celulose e papel. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n.14, p. 93-110, 2001.

VILLASCHI FILHO, A. *Alguns elementos do sistema capixaba de inovação*. Nota Técnica do projeto Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e Proposição de Políticas de C&T. IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

VERMULM, R. O Setor de Bens de Capital. In: Schwatzman, S. (coord), *Science and technology in Brazil: a new policy for a global world*. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1995.

WESTPHAL, L.E; KIM,L.; DAHLMAN,C.J. *Reflections of Korea's Acquisition of technological capability*. Washington, The World Bank Research Department Economics and Research Staff, 1984.

YIN, R.K. Case study research – design and methods. *Applied Social Research Methods Series*, v. 5. 2ª edição. USA: Sage Publications, 1994.

APÊNDICE A

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS-CHAVES DOS
PROCESSOS DE APRENDIZAGEM**

Este apêndice apresenta Tabelas onde foram classificadas as características-chaves para cada um dos mecanismos de aprendizagem através dos quais foram operacionalizados os processos de aprendizagem na empresa, nos diferentes períodos analisados. As características-chaves foram analisadas à luz dos critérios estabelecidos no Capítulo 5 desta dissertação, baseando-se nas evidências empíricas coletadas para este estudo de caso (entrevistas, observação, pesquisa documental). As Tabelas 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, e 8.7 apresentadas no Capítulo 8 sumarizam os dados contidos nas Tabelas apresentadas neste Apêndice.

As tabelas a seguir fazem parte deste Apêndice:

Tabela A-1: Aquisição externa de conhecimento 1980 - 1990.....2-A

Tabela A-2: Aquisição interna de conhecimento 1980 - 19903-A

Tabela A-3: Codificação de conhecimento 1980 – 1990.....4-A

Tabela A-4: Socialização de conhecimento 1980 - 19905-A

Tabela A-5: Aquisição externa de conhecimento 1991 – 1995.....6-A

Tabela A-6: Aquisição interna de conhecimento 1991 – 1995.....7-A

Tabela A-7: Codificação de conhecimento 1991 – 1995.....8-A

Tabela A-8: Socialização de conhecimento 1991 – 19959-A

Tabela A-9: Aquisição externa de conhecimento 1996 - 2000.....11-A

Tabela A-10: Aquisição interna de conhecimento 1996 – 2000.....13-A

Tabela A-11: Codificação de conhecimento 1996 - 2000.....14-A

Tabela A-12: Socialização de conhecimento 1996 - 200015-A

Tabela A-1: Aquisição externa de conhecimento 1980 - 1990

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub-processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem-se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Importação de especialistas da matriz	1.	Mecanismo largamente utilizado entre 1980 e 1985, para projetos e até 1990 para comissionamento e partida de plantas	Contínua	Bom	5,7,9,15,20	3	2
Contratação de especialistas	2.	Contratação de especialistas para desenvolvimento da área de materiais, assistência técnica, engenharia de instalações (1986/1989)	Intermitente	Moderado	8,9,12,13,14,15,17,18,19,25	0	10
Consultores externos	3.	Uso de consultores externos para certificações	Baixa	Moderado	15,19	0	2
Treinamento externo	4.	Treinamentos identificados em informática, e outros inclusive no exterior.	Intermitente	Ruim (não havia sistematização)	5,25	1	1
	5.	Cursos de idiomas	Intermitente	Moderado	1,4,10	2	1
Participação em congressos e seminários	6.	Participação em congressos da ABTCP: seminário papel e celulose Brasil / Suécia	Intermitente	Ruim	1,7	0	2
Interação com Clientes e fornecedores	7.	Interação continuada para desenvolvimento de soluções para projetos.	Intermitente	Moderado	1,13,17	1	2
		N° de mecanismos - 7 → Moderada	Intermitente	Moderado		7	20

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-2: Aquisição interna de conhecimento 1980 - 1990

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: nº de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Treinamento Interno	8.	Treinamentos sistemáticos para caldeireiros e soldadores entre 1986 e 1990	Intermitente	Moderado	2,13,15,19	0	4
Através de atividades de rotina da empresa, 'Aprender-fazendo'	9.	Participação dos engenheiros recém-formados em projetos	Intermitente	Moderado	1,2,10,6,7,20,23	1	4
	10.	Composição em grupos de supervisão de montagem	Intermitente (com projetos)	Moderado	9,18,20,23	1	3
	11.	Participação de especialista da empresa em grupos de comissionamento e partida de plantas no exterior, entre 1984 e 1990	Intermitente	Moderado	2,18,21	0	3
Busca	12.	Pesquisa para desenvolvimento de codificação de materiais (1988)	Intermitente	Moderado	2,13,17,22	0	3
		Nº de mecanismos - 5 → Limitada	Intermitente	Moderado		2	17

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-3: Codificação de conhecimento 1980 – 1990

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: nº de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Codificações e Especificações de Materiais e equipamentos	13.	Até 1988 praticamente ausente. A partir daí inicia-se a codificação de materiais e criação dos padrões de engenharia	Baixa	Ruim	2,7,8,12,15,16,17,25	2	6
Elaboração de procedimentos administrativos	14.	Normas e regulamentos através de CI's e Memorandos	Intermitente	Ruim	19,26	0	2
Certificações de Processos e/ou de fabricação	15.	Certificação para projeto e fabricação de vasos de pressão conforme código ASME	Baixa	Moderado	2,3,8,13,16,19	2	4
Sistema de Controle operacionais e gerenciais	16.	Mecanismo ausente até 1989 Para sistematizar a emissão e controle de documentos foi criado aplicativo em planilha eletrônica (1989)	Baixa	Ruim	9,13,15	2	1
		Nº de mecanismos - 4 → Limitada	Baixa → Intermitente	Ruim → Moderado		6	13

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-4: Socialização de conhecimento 1980 - 1990

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores	17.	Intercâmbio com clientes e fornecedores durante a execução de projetos	Intermitente	Moderado	27,12,13,18,20	2	4
Solução compartilhada de problemas	18.	Participação em grupos de comissionamento e partida de fábricas, no Brasil e no exterior	Intermitente	Moderado	2,10,20	1	2
	19.	Trabalho em grupo para criação de codificação de materiais	Baixa	Moderado	1,3,8,10,14,20,21	2	4
	20.	Conversão sistemática de conhecimento através de reuniões de projeto na empresa	Intermitente	Moderado	1,9,10,18,19	2	3
	21.	Conversão sistemática de conhecimento através de reuniões de projeto na Suécia	Intermitente	Moderado	19	1	0
Visitas a fábricas no exterior	22.	Visitas à fábricas no exterior, principalmente pessoal de assistência técnica	Intermitente	Moderado	11,12	0	2
Rotação no trabalho, trabalho em grupos multidisciplinares, <i>task-forces</i>	23.	Técnicos trabalham em projetos, e posteriormente em supervisão de montagem	Intermitente	Moderado	9,10,18	1	2
	24.	Técnicos trabalham na fábrica e em supervisão de montagem	Intermitente	Moderado	10	0	1
Sistemas próprios para disseminação de informação	25.	Compartilhamento de dados em rede: uso incipiente de rede de computadores na engenharia (1989)	Baixa	Ruim	2,4,13	0	3
	26.	Murais e quadros de avisos; memorandos e comunicações internas	Intermitente	Ruim (abrangência e conteúdo limitados)	13,14	0	2
		N° de mecanismos - 10 → Moderada	Baixa → Intermitente	Moderado		9	23

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-5: Aquisição externa de conhecimento 1991 – 1995

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Importação de especialistas da matriz	1.	Técnicos do exterior para compor grupos para comissionamento e partida de plantas	Intermitente	Bom	13,22,40	1	2
	2.	Técnicos do exterior trabalhando na empresa, principalmente na área de caldeiras de recuperação	Contínua	Moderado	13, 19,24,32	1	3
Contratação de especialistas	3.	Contratação de especialistas para desenvolvimento da área de suprimentos, engenharia de processo, assistência técnica, elétrica e instrumentação	Intermitente	Bom	6,11,13,14,16,19,20,22,23,24,30 36,39	3	10
Consultores externos	4.	Desenvolvimento de sistemas (DCS, PCS, certificações, etc)	Intermitente	Bom	15,17,25,26,28,42	0	6
Treinamento externo	5.	Treinamentos em ferramentas de microinformática, principalmente entre 1990 e 1994	Contínua	Bom	15,16,17,22,25,28,40	0	6
	6.	Treinamento no exterior (principalmente para pessoal de engenharia de processo)	Contínua	Bom	3,11,12,14,16,22,24,29,37,41	3	7
	7.	Treinamentos na área de marketing, negociações, etc conforme necessidades específicas das áreas da empresa	Contínua	Moderado	17,23	0	2
	8.	Palestras cursos relacionados ao TQM (ex. EMBRAER, SENAI)	Contínua	Moderado (descontinuado)	10,14,17,25,33	1	4
	9.	Reembolso de cursos de idiomas	Contínua	Bom	17,20,36,37	0	4
	10.	Reembolso de cursos de graduação (50% das mensalidades)	Contínua	Bom	8	1	0
Participação em congressos e seminários	11.	Participação em congressos promovidos por associações ligadas a área de celulose e papel no Brasil, EUA e Escandinávia	Contínua	Bom	3,6,12,14,22,41	3	3
Interação com Clientes e fornecedores	12.	Seminários de tecnologia	Intermitente	Moderada (poucos seminários realizados)	6,11,22,41	2	2
	13.	Interação continuada com clientes e fornecedores para desenvolvimento de soluções para projetos	Contínua	Bom	1,2,3, 14,21,22,23,30,32,35	3	7
		N° de mecanismos - 13 → Diversa	Intermitente → Contínua	Moderada → Bom		18	56

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-6: Aquisição interna de conhecimento 1991 – 1995

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub-processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem-se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Atividades de P&D	14.	Desenvolvimento de seqüências originais de branqueamento, em laboratório	Intermitente	Moderado	3,6,11,13,16,22	2	4
Treinamentos internos	15.	Treinamentos sistemáticos em micro-informática	Contínua	Bom	4,5,8,17,24,31,42	1	6
	16.	Treinamento em <i>softwares</i> de projeto e processo (PEGS, PDMS, SIMUL., etc)	Intermitente	Bom	3,5,6, 14,18,22,31,41,42	3	6
	17.	Treinamentos relativos ao TQM (ex. PDCA) e sistema de qualidade	Contínua	Moderado	4,5,6,7,8,9,11,15,23,26,27,31,33,41	2	12
Através de atividades de rotina da empresa, 'Aprender-fazendo'	18.	Contratação e desenvolvimento de engenheiros recém-formados ou sem experiência para engenharia de instalações/processo	Baixa	Bom	3,6,16,19,21,22,38,40	4	4
	19.	Composição em grupos de supervisão de montagem	Intermitente (com projetos)	Bom	2,3,18,20,30,32,38,39,40	2	7
	20.	Participação de especialistas da empresa em grupos de comissionamento e partida de plantas no exterior	Intermitente	Moderado	3,9,19,22,32	2	3
Busca	21.	Pesquisa continuada para desenvolvimento de codificação e especificação de materiais	Contínua	Bom	2,13,18,24,26,28,29,34,37,41	1	9
	22.	Desenvolvimentos na área de engenharia de processo e projetos	Intermitente: principalmente a partir de 1992	Bom	1,3,5,6,11,12,13,14,16,18,20,24,29,30, 33,35,36,37,41	4	15
	23.	Desenvolvimento de metodologias relativas a impostos, taxas, benefícios, financiamentos	Intermitente	Moderado	3,7,13,17	1	3
		N° de mecanismos - 10 → Moderada	Intermitente → Contínua	Moderado → Bom	Moderada	22	69

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-7: Codificação de conhecimento 1991 – 1995

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Codificações e Especificações de Materiais e sistemas	24	Codificação de materiais e criação dos padrões de engenharia	Contínua	Bom	2,3,15,21,22,28,30,34,36,37,41	1	8
Elaboração de procedimentos administrativos	25	Procedimentos e instruções para implantação da ISO 9001 em 1995	Intermitente	Bom	4,5,8,24,27,28,42	3	4
Certificações de Processos para Projeto e Fabricação	26	Manutenção da certificação ASME	Contínua	Bom	4,17,21,28,33,34	1	5
	27	Levantamento de necessidades e registros de treinamentos	Intermitente (relatórios em 1992 e 1993)	Moderado	17,25	1	1
Sistema de Controle gerenciais e operacionais	28	DCS e SAC (1993)	Intermitente	Moderado	4,5,21,24,25,26,31,42	2	6
Codificação em forma Instruções técnicas e ferramentas para Projetos	29	TIG para Linha de Fibras a partir de 1992. A partir daí foram desenvolvidos também para outras áreas	Contínua	Moderado	6,21,22,30	0	43
		N° de mecanismos - 6 → Moderada	Intermitente → Contínua	Moderado → Bom		8	29

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-8: Socialização de conhecimento 1991 – 1995

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem-se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores	30.	Intercâmbio com clientes e fornecedores durante a execução de projetos	Contínua	Bom	3,4,5,13, 19,22,24,29,34,35, 38,40,42	5	8
	31.	Desenvolvimento da rede de computadores em conjunto com fornecedores	Intermitente	Bom	15,28,40	1	2
	32.	Desenvolvimento de soluções para montagem (<i>constructability</i>)	Contínua (c/projetos)	Moderado	2,13,19,20,35,38,40,42	4	4
Solução compartilhada de problemas	33.	Comitê da Qualidade	Contínua	Bom	8,17,21,26,27	0	5
	34.	Trabalho em grupo para criação de codificação de materiais, pesquisa em conjunto com a matriz	Contínua	Bom	21,24,26,30	1	3
	35.	Reuniões de projeto: conversão sistemática de conhecimento através de reuniões no Brasil	Contínua	Bom	11,13,30,32	3	2
	36.	Reuniões na matriz: conversão sistemática de conhecimento através de reuniões na Suécia	Contínua	Moderado	3,9,22,24	0	4
Visitas a fábricas no exterior	37.	Pessoal de vendas, engenharia de equipamentos, projetos e assistência técnica	Contínua	Moderado	6,9,21,22,24	0	5
Prototipagem	38.	A elaboração dos projetos em PDMS (3D), equivalente ao desenvolvimento de protótipos	Intermitente	Moderado	18,19,30,32,40,41	4	2
Rotação no trabalho, trabalho em grupos (multidisciplinares), <i>task- forces</i>	39.	Times de trabalho multifuncionais, multidisciplinares	Intermitente (a partir de 1995)	Moderado	3,19,38,39,42	3	2
	40.	Funcionários de projetos trabalham em supervisão de montagem	Intermitente	Bom	1,18,19,30,32	2	3
	41.	<i>Task-force</i> para introdução do PDMS	Contínua	Bom	6,11,12,16,21,22,24,29,42	1	8
Sistemas próprios para disseminação de informação	42.	Compartilhamento de dados em rede disseminada a partir de 1993	Intermitente	Moderado	4,5,15,16,25,28,31,38,39	3	6
	43.	Comunicação convencional através de quadros de avisos e murais, sinalização	Intermitente	Moderado			
		N° de mecanismos - 14 → Diversa	Intermitente → Contínua	Moderado → bom		27	54

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-9: Aquisição externa de conhecimento 1996 - 2000

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Importação de especialistas da matriz	1.	Técnicos do exterior para composição de grupos para comissionamento e partida de plantas	Intermitente (com os projetos)	Bom	25,23,41,53	0	4
	2.	Técnicos do exterior trabalhando na empresa, principalmente na área de caldeiras de recuperação	Contínua	Moderado	22,29,41	0	3
Contratação de especialistas	3	Contratação de especialistas para projeto mecânico, suprimentos, engenharia de processo, assistência técnica	Intermitente (menos importante do que no período anterior)	Bom	3,6,14,17,19,22,23,24,27,28,29, 31,40,46,49	3	12
Consultores externos	4.	Desenvolvimento de sistemas (por exemplo o PCS, certificações etc)	Intermitente	Bom	18,20,32,33,34,36,40,41,54,56	0	10
Treinamento externo	5.	Treinamentos em ferramentas de microinformática	Contínua	Bom	18,19,20,25,27,32,36,40,41,54	0	10
	6.	Treinamento no exterior (principalmente para pessoal de engenharia de processo)	Contínua	Bom	3,14,15,17,19,20,29,38,49	3	6
	7.	Treinamentos na área de marketing, negociações, impostos, taxações, etc conforme necessidades específicas das áreas da empresa	Contínua	Bom	8,13,20,28,31,46	2	4
	8.	Programa de desenvolvimento gerencial: Curso para diretores, gerentes e chefes ministrado pela FGV/EAESP	Intermitente	Bom	7,9,20	2	1
	9.	Palestras e outros cursos relacionados ao TQM (ex. EMBRAER, SENAI)	Intermitente	Moderado	8,14,18,20,32,43	2	4
	10.	Cursos de Idiomas: Quotas de participantes para cada departamento da empresa, inclusive para cursos de imersão	Contínua	Bom	20,24,25,46,49	0	5
	11.	Programa de desenvolvimento de gerentes de projeto: treinamento de gerentes de projeto no exterior (1992 – 1997)	Intermitente	Bom	48,51	0	2
	12.	Reembolso de mensalidades de cursos de graduação	Contínua	Bom	9	1	0
	13.	Reembolso de mensalidades de cursos de pós-graduação	A partir do ano 2000	Bom	7,48,51	1	2

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub-processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem-se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
Participação em congressos e seminários	14.	Participação em congressos promovidos por entidades e associações ligadas a área de celulose e papel no Brasil, EUA e Escandinávia	Contínua	Bom	6,15, 17,20,26,27,31	2	5
Interação com Clientes e fornecedores	15.	Seminários de tecnologia	Intermitente	Moderado	6,14, 27,41	2	2
	16.	Interação continuada para desenvolvimento de soluções para projetos	Contínua	Bom	17,26,27,28,30,40,42,45,56	0	9
		N° de mecanismos - 16 → Diversa	Contínua ¹	Bom		18	79

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

¹ Intensidade considerada contínua devido às características dos mecanismos 1, 3 e 4; o mecanismo 13 substituiu os mecanismos 8 e 13 de forma mais abrangente

Tabela A-10: Aquisição interna de conhecimento 1996 – 2000

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Atividades de P&D	17.	Desenvolvimento de seqüências originais de branqueamento, em laboratório	Contínua	Bom	3,6,14,17,19,27,31,38	3	5
Treinamentos internos	18.	Treinamentos sistemáticos em micro-informática	Contínua	Bom	3,6,14,17,19,22,25,27,38,39	5	5
	19.	Treinamento em <i>softwares</i> de projeto e processo (PEGS, PDMS, SIMUL etc)	Contínua	Bom	3,6,14,17,19,22,25,27,30,31,38,39,41	5	8
	20.	Treinamentos relativos ao TQM (ex. PDCA) e sistema de qualidade	Intermitente	Moderado	4,5,6,7,8,9,10,18,26,32,33,35,41	2	11
Através de atividades de rotina da empresa, 'Aprender-fazendo'	21.	Participação dos engenheiros recém-formados ou sem experiência em projetos	Contínua	Bom	3,6,19,22,23,26,27,50,53	5	3
	22.	Contratação e desenvolvimento de estagiários e trainees	Contínua	Bom	1,3,18,19,21,23,27,45	5	4
	23.	Composição em grupos de supervisão de montagem	Contínua	Bom	2,3,21,22,24,40,42,50,51,53	3	7
	24.	Participação de especialistas da empresa em grupos de comissionamento e partida de plantas no exterior	Contínua (grupo internacional a partir de 1997)	Bom	2,3,30,40,42,50,51	0	7
	25.	Participação de especialistas da empresa na execução de projetos no exterior	Intermitente	Bom	5,10,18,19,30,41	2	4
Busca	26.	Pesquisa continuada para desenvolvimento de codificação e especificação de materiais	Contínua	Bom	2,3,21,34,40,41,50,51	1	7
	27.	Desenvolvimentos na área de engenharia de processo e projetos, através de experimentação, comparação de resultados de balanço ou de laboratório com dados industriais etc	Contínua	Bom	3,5,6,14,15,17,19,21,22,24,29,31,38,39,40,45,46,48	5	13
	28.	Desenvolvimento de metodologias relativas a impostos, taxas, benefícios, financiamento	Contínua	Bom	3,7,16,47	0	4
		N° de mecanismos - 12 → Diversa	Contínua	Bom		36	78

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-11: Codificação de conhecimento 1996 - 2000

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem-se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Codificações e Especificações de Materiais e sistemas	29.	Codificação de materiais e criação dos padrões de engenharia	Contínua	Bom	2,3,18,26,27,34,36,40,46,49,44	2	9
	30.	Soluções modulares para projetos (1997 – 1998)	Intermitente	Moderado	16,19,24,25,38,42,50,52	1	7
	31.	Desenvolvimento do global mill balance	Contínua	Bom	3,5,14,17,19,27,38,39,52	2	7
Elaboração de procedimentos administrativos	32.	Elaboração de novos procedimentos e revisões de procedimentos existentes	Contínua	Moderado	4,5,9,20,34,35,38,43,53	3	6
Certificações de Processos de Projeto e Fabricação	33.	Manutenção da certificação ASME	Contínua	Bom	4,20,26, 36,43,44	1	5
	34.	Re-certificação dos processos pela ISO 9000 até o final de 2000	Contínua	Moderado	4,7,26, 29,32,36,43,45,54	3	6
	35.	Registros de treinamentos	Intermitente	Moderado	20,32	1	1
Sistema de Controle: DCS, SAC, PCS, SAP e gerenciais	36.	DCS / SAC	Contínua	Bom	4,5,26, 29,32,33,34,41,54	4	5
	37.	Integração entre sistemas operacionais e corporativos (SAP / PCS)	Contínua	Bom	36,47,54,56	1	3
Codificação em forma Instruções técnicas e ferramentas específicas para Projetos	38.	TIG para Linha de Fibras a partir de 1992. A partir daí foram desenvolvidos também para outras áreas	Contínua	Bom	6,17,26,27, 30,31,40,52	2	6
	39.	Programas para seleção e dimensionamento automático de equipamentos, ligados a balanços e bancos de dados	Contínua	Bom	3,18,19,27,31,38	2	4
		N° de mecanismos - 11 → Diversa	Contínua	Bom		22	59

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

Tabela A-12: Socialização de conhecimento 1996 - 2000

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: n° de mecanismos que interagem	
						Dentro	Entre
Desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores	40.	Intercâmbio com clientes e fornecedores durante a execução de projetos	Contínua	Bom	3,4,5,16,22,27,29,44,45,47,49,50,53,54	7	7
	41.	Interação continuada com matriz	Contínua	Bom	1,2,14,19,25,26, 48,50,54	3	6
	42.	Desenvolvimento de soluções para montagem (constructability)	Contínua	Bom	2,16,22,23, 30,45,49,50,53,54	5	5
Solução Compartilhada de Problemas	43.	Comitê da Qualidade	Intermitente	Moderada	9,20,26,32,33,34,35	0	7
	44.	Trabalho em grupo para codificação de materiais, pesquisa em conjunto com a matriz	Contínua	Bom	26,29,33,40	1	3
	45.	Reuniões de projeto: conversão sistemática de conhecimento através de reuniões no Brasil	Contínua	Bom	16,22,27, 34,40,42,45	3	4
	46.	Reuniões na matriz: conversão sistemática de conhecimento através de reuniões na Suécia	Contínua	Bom	3,10,27,29	0	4
	47.	Desenvolvimento de metodologias relativas a impostos, taxas, benefícios, financiamentos	Contínua	Bom	7,28, 36,40,54	2	3
	48.	<i>Global engineering e co-current engineering</i> : compartilhamento de modelos na empresa, com a matriz e com outras empresas	Contínua	Bom	11,25,41,51,50,54,56	5	2
Visitas a fábricas no exterior	49.	Pessoal de vendas, engenharia de equipamentos, projetos e assistência técnica	Contínua	Bom	6,10,12,26,27,40,42	2	5
Prototipagem	50.	A elaboração dos projetos em PDMS (3D) equivale ao desenvolvimento de protótipos	Contínua	Bom	21,22,30,40,41,48,54	4	3
Rotação no trabalho, trabalho em grupos (multidisciplinares), <i>task-forces</i>	51.	Times de trabalho multifuncionais, multidisciplinares	Contínua	Bom	3,11,22,40,54	2	3
	52.	Desenvolvimento dos módulos de projeto de instalações (<i>task-force</i>), mill balance	Contínua	Bom	30,31,38	0	3
	53.	Funcionários de projetos trabalham em supervisão de montagem	Intermitente	Bom	1,21,23,40,42	2	3

Sub-Processo	Código	Variedade: Mecanismos através dos quais os Sub- processos são operacionalizados (Limitada/Moderada/Diversa)	Intensidade: (baixa, intermitente, contínua)	Funcionamento: (Ruim, Moderado, Bom)	Interação: Código dos mecanismos que interagem (os códigos em negrito referem- se a interações entre mecanismos de processos diferentes)	Interação: nº de mecanismos que interagem	
Sistemas próprios p/ disseminação de informação	54.	Compartilhamento de dados em rede	Contínua	Bom	4,5,9,18,32,36,37 ,41,48,50,51,56	5	7
	55.	Comunicação convencional através de quadros de avisos e murais, sinalização	Intermitente	Moderado			
	56.	Modalidades de comunicação dinâmica: disponibilização de e-mail, Internet e Intranet para os funcionários	Contínua	Bom	4,16,37 ,40,41,48,55	4	3
		Nº de mecanismos - 16 → Diversa	Contínua	Bom		45	68

Fonte: Baseado em pesquisa do autor

APÊNDICE B

PROGRAMA PARA ENTREVISTAS

Coleta de informações iniciais

A partir de pesquisa documental foram levantados os principais projetos executados pela empresa durante o período em estudo. Esta lista oferece uma visão preliminar da diversidade e complexidade dos projetos realizados ao longo dos anos. A luz destas informações iniciais, as entrevistas serão realizadas para a coleta de evidências empíricas sobre a acumulação de competências tecnológicas na empresa e processos de aprendizagem subjacentes. Os principais projetos realizados (ou em execução) ao longo do tempo em estudo foram os apresentados na Tabela 1B. O código de escopo refere-se a Figura 1B.

Tabela 1B: Principais projetos realizados pela Kvaerner Pulping

Ano	Fábrica ou cliente	Projeto	Escopo (código)	Evento (diferencial em rel. aos projetos anteriores)
1978/1980	Celubahia	Branqueamento	-	Fornecimento FOB/Suécia
1980	Riocell	Branqueamento	2	Ponto inicial
1982	Sappi Ngodwana	Linha de Fibras	2	Primeiro projeto coordenado pela equipe do Brasil
1982/1991	CELPAV	Cozimento contínuo	2	
1986	Klabin	Cozimento/lavagem	3	Execução de engenharia de detalhamento de instalações
1989/1991	Aracruz	Cozimento/lavagem	4	
1990/1991	Bahia-Sul	Linha de Fibras; Caldeira de Recuperação	5	
1994	Cenibra	Linha de Fibras	5	Primeiro projeto em que se usou PDMS
1995	Bacell	Branqueamento	6	
1996	VCP/Jacareí	Linha de Fibras	6	
1996	Klabin	Branqueamento; <i>upgrade</i> caustificação, evaporação e caldeira de Recuperação	7	Projeto em regime EPC ¹ , várias áreas
1996	Aracruz	Caustificação	8	

¹ EPC = Engineering, Procurement, Construction. Fornecimento de projeto com responsabilidade pelo projeto, fornecimento de escopo total to projeto (alguns itens poderão estar excluídos), instalação e partida da planta.

Ano	Fábrica ou cliente	Projeto	Escopo (código)	Evento (diferencial em rel. aos projetos anteriores)
1997	BahiaSul	Estágio EOP	7	
1997	Alto Parana	Deslignificação por Oxigênio; Evaporação	7	Projeto de “exportação”
1999	Cenibra	Reforma do cozimento; deslignificação por Oxigênio	7	
1999	Klabin	Reforma da caldeira de recuperação	7	Engenharia co-corrente com Suécia (compartilhamento do modelos de engenharia em 3D)
2000	VCP/Jacareí	Lavagem	7	
2000	Ripasa	Reforma da caldeira de recuperação	7	
2001	Riocell	Reforma branqueamento e instalação da planta de evaporação	7	
2000	Aracruz	Reforma da caldeira de recuperação A	8	
2000	Aracruz	Reforma da caldeira de recuperação B	8	
2000	Aracruz	Cozimento / lavagem	7	“maestria” na execução de projetos EPC
2000	VCP Jacareí	Cozimento / lavagem	7	
2000/2001	Suzano	Filtros de licor branco e verde para planta de caustificação	7	

Fonte: Pesquisa em documentos da empresa e entrevistas-piloto

Figura 1B: Escopo de fornecimento dos projetos

Código	1	2	3	4	5	6	7	8
SDCD								
Instalação EPC								
E&I								
Montagem mecânica								
Engenharia de tubulações								
Supervisão, com., start-up								
Equipamentos								
Eng. básica								

Fonte: Pesquisa em documentos da empresa e entrevistas-piloto

Programa de Entrevistas

Os funcionários e ex-funcionários a serem entrevistados foram selecionados pelos cargos hierárquicos e funções que ocupam ou ocuparam na empresa e pelo tempo que nela trabalham. Os 15 entrevistados pré-selecionados detém, de certa forma, a memória organizacional podendo assim contribuir para o resgate de informações experiências ao longo dos anos.. Algumas entrevistas poderão levar a outros entrevistados, ainda não nomeados.

	Entrevistado	Cargo / função	Data prevista para entrevista
1.	nonono	diretor presidente	
2.	nonono	diretor administrativo	
3.	nonono	diretor pós-vendas (assistência técnica)	
4.	nonono	gerente de RH	
5.	nonono	gerente de projetos	
6.	nonono	gerente de projetos	
7.	nonono	gerente de engenharia de processo	
8.	nonono	engenharia de instalações	
9.	nonono	engenharia de instalações	
10.	nonono	assistência técnica	
11.	nonono	gerente de engenharia de produtos	
12.	nonono	gerente de engenharia de processo	
13.	nonono	ex-gerente de RH	
14.	nonono	ex-diretor de engenharia	
15.	nonono	ex-diretor industrial	
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Roteiro Básico de Perguntas

As entrevistas serão não-estruturadas. Os entrevistados descreverão suas experiências na execução de projetos, outras atividades desenvolvidas na empresa e sobre os processos de aprendizagem, dando sua opinião e pontos de vista. Portanto as questões abaixo funcionarão como roteiro ou guia para as entrevistas, sem o compromisso de que (todas) as perguntas serão feitas ou que as entrevistas serão limitadas a estas questões.

Grupo de Questões / Assunto	Objetivo
▪ Ano em que começou a trabalhar na empresa	Determinação da trajetória
▪ Função(ões) que desempenhou na empresa	Determinação da trajetória
▪ Foi contratado já com experiência na sua área ou começou a carreira aqui?	Aquisição de conhecimentos interna/externa
Relacionadas aos projetos: funções tecnológicas e processos de aprendizagem	
▪ Quais os projetos de que participou?	Determinação da trajetória
▪ Quem fez o que neste projeto?	Determinação da trajetória
▪ Utilizou-se ajuda externa (assistência da matriz no Brasil? Quem? Para que? ▪ Para quais atividades utilizou-se consultores externos, do Brasil ou exterior? ▪ Que atividades foram subcontratadas de sub-fornecedores? Alianças com fornecedores?	Determinação da trajetória. Aquisição de conhecimentos externa
▪ Quais as principais dificuldades encontradas?	Determinação da trajetória
▪ Como (estas dificuldades) foram sobrepujadas? i.e. como os problemas são resolvidos?	Determinação da trajetória Processos de aprendizagem
▪ Quais as principais ferramentas utilizadas para o projeto? ▪ Em caso de nova ferramenta, porque foi implementada? Como?	Determinação da trajetória, processos Processos de aprendizagem: treinamento, aprender fazendo
▪ O que deu certo, o que deu errado?	Determinação da trajetória Processos de aprendizagem: repetição de erros em projetos subsequentes pode significar problemas relacionados à socialização/codificação de conhecimentos). A reação da administração aos erros dá uma idéia sobre se o clima organizacional é favorável ou não à experimentação.
▪ O que foi aprendido de importante nos projetos (exemplos, histórias)? ▪ O que (foi aprendido e) pode ser aplicado no(s) próximo(s) projeto(s)?	Determinação da trajetória Processos de aprendizagem

Grupo de Questões / Assunto	Objetivo
Processos de Aprendizagem	
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as fontes de informação para a execução dos projetos (normas, padrões)? Onde estas informações são encontradas? 	Codificação de conhecimentos
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolve atividades de P&D? Quais? Em cooperação (matriz/laboratório/etc) 	Aquisição de conhecimento
<ul style="list-style-type: none"> Participa ou lidera de algum grupo de trabalho em com clientes ou fornecedores? 	Aquisição/conversão de conhecimentos: socialização
<ul style="list-style-type: none"> Participa de algum grupo de trabalho em conjunto com a matriz? 	Aquisição/conversão de conhecimentos: socialização
<ul style="list-style-type: none"> Participa de times de trabalho com colegas de trabalho na empresa? 	Aquisição/conversão de conhecimentos: socialização
<ul style="list-style-type: none"> Quais foram as sugestões que você deu para a melhoria dos processos e projetos? Quais sugestões foram implementadas? 	Aquisição/conversão de conhecimentos: socialização
<ul style="list-style-type: none"> Fez ou participou de ‘multiplicação’ dos treinamentos que recebeu externamente ou de conhecimentos em determinada área (treinamento interno)? 	Socialização de conhecimentos
<ul style="list-style-type: none"> Quais os treinamentos/cursos externos/internos que realizou? 	Variedade, intensidade, funcionamento, interação dos processos de aprendizagem
<ul style="list-style-type: none"> Quando os fez? Porque os fez? 	Intensidade, funcionamento
<ul style="list-style-type: none"> Quais as viagens/visitas que realizou à fábricas no exterior? 	Variedade, intensidade, funcionamento, interação dos processos de aprendizagem
<ul style="list-style-type: none"> Quando os fez? Porque os fez? Com quem? 	Intensidade, funcionamento, interação dos processos de aprendizagem
<ul style="list-style-type: none"> Tem recebido os treinamentos necessários, p/ desempenho de sua função? 	Variedade, Intensidade, funcionamento dos processos de aprendizagem
<ul style="list-style-type: none"> Tem recebido os treinamentos necessários para manter-se atualizado na sua área de atuação (mesmo que não relacionado diretamente às atividades que desempenha no momento) 	Variedade, interação; Funcionamento dos processos de aprendizagem

