

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

**ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS
E APRIMORAMENTO DE PERFORMANCE OPERACIONAL
SOB DIFERENTES REGIMES INDUSTRIAIS:
Evidências em Nível de Empresa da Indústria Química no Brasil
(1980 – 2007)**

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

ORIENTADOR ACADÊMICO: PROF. PAULO N. FIGUEIREDO (PhD)

MARCELIO SOUZA DA FONSECA

Rio de Janeiro, 2008

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

TÍTULO

**ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS E APRIMORAMENTO DE
PERFORMANCE OPERACIONAL SOB DIFERENTES REGIMES INDUSTRIAIS:**
Evidências em Nível de Empresa da Indústria Química no Brasil (1980 – 2007)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR
MARCELIO SOUZA DA FONSECA

E

APROVADA EM 25 DE AGOSTO DE 2008
PELA COMISSÃO EXAMINADORA

PAULO CESAR NEGREIROS DE FIGUEIREDO
DOUTOR (PhD) EM GESTÃO DA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

ROBERTO PEREIRA GUIMARÃES
DOUTOR (PhD) EM CIÊNCIA POLÍTICA

REGIS DA ROCHA MOTTA
DOUTOR (PhD) EM ENGENHARIA DE MINAS

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus queridos pais, Manuel e Margarida, que infelizmente já fizeram a passagem, pelos incentivos dados ao longo do nosso convívio e que me ensinaram a nunca desistir, mesmo que a situação se apresente por demais desfavorável.

À minha família, Ina, Marina e Rachel, sem as quais este momento não seria possível. Especial agradecimento à minha mulher e companheira Ina, que suportou o desconforto de ver, por várias vezes, o nosso lar repleto de livros e artigos espalhados por todos os lados. Ainda ouço das minhas filhas, Marina e Rachel, a quem eu amo muito, o incentivo necessário para uma segunda jornada após um dia longo de trabalho: - *vá estudar papai...*

Ao meu irmão Marcos, cunhada Rosana e sobrinhos César e Gizelle que abdicaram da minha presença em diversos momentos, mas que torceram o tempo todo para mais esta conquista.

À minha cunhada Inês e marido Evandro, que já passaram por esta etapa e tanto me incentivaram a nunca desistir. Aos meus sobrinhos Ian, Caio e Natália que foram obrigados a abrir mão das minhas chatas brincadeiras.

Aos meus sogros Isack e Irene, que entenderam o motivo da minha ausência em importantes momentos das suas vidas.

Estendo meus agradecimentos aos grandes amigos que fiz na Rioquima, e que contribuíram de forma marcante para que esta dissertação pudesse ser concluída. Especiais agradecimentos aos que participaram diretamente, contribuindo com seu tempo nas longas entrevistas (algumas vezes não tão longas), os quais listo aqui por ordem alfabética: Celso Bach, Dalva dos Santos, Floriano Peixoto, Francisco Rossi, José Avelar, Márcio Cantanhede, Maurício Lage, Oscar Mota, Ronaldo Conde e Sebastião Amaro.

Especiais agradecimentos ao Dr. Roberto Naegli que, na juventude dos seus quase 90 anos, se dispôs a colaborar com importantes informações sem as quais seria impossível sequer iniciar este estudo. Incluo neste seleto grupo o Sr. Peter Furger que, já aposentado, se prontificou a colaborar abrindo mão do seu tempo nas chatas ilhas de Angra.

Aos grandes amigos que fiz durante as tardes de sexta e ao longo de vários sábados na FGV. Seria impróprio descrever todos, pois poderia cometer um grave engano esquecendo de mencionar alguém.

À Geoplan (hoje Haztec), empresa que apoiou financeiramente este investimento em acumulação de capacidade via um processo de aprendizagem.

À direção, aos funcionários e, principalmente, aos professores da FGV que participaram de forma direta e indireta desta conquista. Recomendações especiais a srta. Georgina.

A um grande amigo que fiz recentemente, David de Moura, para o qual não encontro palavras para agradecer a paciência e disponibilidade para colaborar lendo e comentando esta dissertação.

Finalmente, ao Professor Figueiredo, que se dispôs a colaborar dedicando parte do seu disputado tempo para a superação desta etapa na minha vida. Muitas vezes de forma dura, porém necessária para que o objetivo fosse plenamente atingido.

RESUMO

Esta dissertação examina o desenvolvimento de *capacidades tecnológicas* e suas implicações para o aprimoramento de indicadores de *performance operacional*, sob diferentes *regimes industriais*. Esse exame foi conduzido em uma empresa do Setor Químico no Brasil (Clariant S.A. – Unidade de Duque de Caxias) no período de 1980 a 2007. O estudo cobriu dois regimes industriais experimentados pela economia brasileira, com características opostas entre si: o regime voltado para o mercado interno e o regime voltado para a economia aberta e exposto à competição globalizada.

Muito embora nos últimos quinze anos tenha havido uma profusão de estudos sobre acumulação de capacidades tecnológicas em nível de empresas, e no âmbito de economias emergentes, poucos têm examinado as implicações dessas capacidades para o aprimoramento da performance das empresas. Mais raros ainda são os estudos que examinam a relação entre essas duas variáveis ao longo de diferentes regimes industriais.

Buscando contribuir para o preenchimento dessa lacuna da literatura, esta dissertação examina essas questões à luz de modelos analíticos disponíveis na literatura internacional sobre acumulação de capacidades tecnológicas, no contexto de países em desenvolvimento. A capacidade tecnológica é examinada através de uma métrica que identifica tipos e níveis de capacidades para diferentes funções tecnológicas. É entendida como os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Tais recursos acumulam-se e incorporam-se aos indivíduos e aos sistemas organizacionais. Adicionalmente, por sua natureza difusa, a capacidade tecnológica está armazenada em pelo menos, quatro componentes: (a) sistemas técnicos e físicos; (b) pessoas; (c) sistema (tecido) organizacional; e (d) produtos e serviços.

Baseando-se em evidências empíricas de primeira mão, qualitativas e quantitativas, colhidas à base de extensivo trabalho de campo, esta dissertação encontrou os seguintes resultados:

1. A empresa atingiu níveis inovadores de capacidade tecnológica em todas as funções analisadas. Numa escala de 1 a 7, a empresa acumulou o Nível 5 em *Engenharia de Projetos*; o Nível 7 incompleto em *Processos e Organização da Produção*; o Nível 6 em *Produtos* e os Níveis 5 e 6 incompletos em *Equipamentos*. As funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos* foram priorizadas principalmente durante o regime de economia aberta, e as taxas de acumulação de capacidades apresentaram variações ao longo de todo o período estudado, embora as maiores taxas tenham ocorrido durante a transição dos regimes industriais.
2. Houve substancial aprimoramento dos indicadores de performance operacional. Por exemplo, a produtividade do trabalho apresentou elevadas taxas de crescimento durante o regime de economia aberta vs o regime de economia fechada (12,4% vs 2,85% ao ano). O aprimoramento deste, e dos demais indicadores, parece estar diretamente associado ao desenvolvimento de capacidades tecnológicas inovadoras da empresa, ocorrido principalmente durante o regime de economia aberta.

Alinhando-se com estudos anteriores, esta dissertação conclui que a empresa respondeu positivamente à mudança no regime industrial, acumulando capacidades tecnológicas inovadoras que influenciaram diretamente no aprimoramento dos indicadores de performance operacional estudados. As evidências confirmam o argumento de que a relação entre capacidades tecnológicas e performance da empresa é mais forte e mais direta em regimes de economia aberta e competição globalizada.

ABSTRACT

This dissertation examines the technological capability development and its impacts on the improvement of operational performance indicators through two different policy regimes. This relationship was examined in a unit of a large chemical company in Brazil (Clariant S.A. – Unidade de Duque de Caxias, Rio de Janeiro) over the period from 1980 to 2007. By doing so, the study covered two policy regimes experienced by the Brazilian economy with opposites characteristics: the inward-looking regime (Import Substitution Industrialization), and the outward-looking regime (New Economical Model).

Even though much has been written along the last fifteen years concerned about the accumulation of firm-level technological capabilities into the developing countries, only a few studies have analyzed the implications of those capabilities for the operational performance improvement. Much less yet are studies which consider the relationship between those two variables along two different policy regimes.

Reaching out to contribute to the fulfillment of this gap in literature, this dissertation examines these questions based on analytical framework available in the international literature in respect of the accumulation of technological capacities in the context of developing countries. This technological capability is examined through a special metric measurement which identifies types and levels of capabilities for different technological functions. It is understood as the resources needed to generate and manage technological change. Such resources are accumulated and embodied in skills, knowledge, experience and organizational systems (Bell & Pavitt, 1993). Additionally, due to its diffuse nature, the technological capability is stored in at least four elements: (a) technical systems; (b) individuals; (c) organizational system; and (d) products and services.

Based on the first-hand empirical evidences, qualitative and quantitative, collected through an extensive field work, this dissertation has come upon the following results:

1. The studied firm has reached innovative levels of technological capability in all of its analyzed functions. In a range of 1 to 7, the company accumulated level 5 in *Project Engineering*; level 7, not completed, in *Processes and Organization of the Production*; the level 6 in *Product-related* and levels 5 and 6, uncompleted, in *Equipment-related*. The functions *Processes and Organization of the Production* and *Products-related* were prioritized mainly during the outward-looking regime the accumulation rate (speed) of capability has shown variations through the hole period with had been studied, although the highest rates had occurred during the transition of the industrial regimes
2. There was substantial improvement of the operational performance indicators. For example, the labor productivity has shown high increasing rates during the outward-looking regime vs. inward-looking regime (12,4% vs. 2,85%). The improvement of this and of the other indicators, seem to be directly associated to the development of innovative technological capability of the firm which took place, mainly, during the outward-looking regime.

In line with previous studies, this dissertation concludes that the firm has positively responded to the change of policy regime by accumulating innovative technological capabilities which have directly influenced the improvement of operational performance. The evidences confirm the argument that the relation between technological capabilities and performance of the firm is much stronger and direct in an open economy policy regime in the wide-word competition.

SUMÁRIO

Agradecimentos	II
Resumo	III
Abstract.....	IV
Sumário.....	V
Lista de tabelas	X
Lista de figuras	XII
Lista de abreviaturas	XV
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Apresentação do Tema	1
1.2 Questões da Dissertação	4
1.3 Estrutura da Dissertação	5
CAPÍTULO 2 - RELEVÂNCIA DA DISSERTAÇÃO.....	7
2.1 Revisão de Alguns Estudos Envolvendo Capacidades Tecnológicas e Performance em Nível de Empresa.....	7
2.2 Revisão de Alguns Estudos sobre a Influência de Regimes Industriais na Acumulação de Capacidades Tecnológicas.....	10
2.3 Alguns Estudos sobre Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Indústria Química de Países da América Latina	14
CAPÍTULO 3 - MODELO DE ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO.....	19
3.1 Modelo Conceitual de Análise	19
3.1.1 Definição de capacidades tecnológicas	22
3.2 Métrica para Determinação da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas	24
3.3 Tipos e Níveis de Capacidades Tecnológicas.....	1
3.3.1 Níveis de capacidade em <i>Engenharia de Projetos</i>	1
3.3.2 Níveis de capacidade em <i>Processos e Organização da Produção</i>	4

3.3.3	Níveis de capacidade em <i>Produtos</i>	6
3.3.4	Níveis de capacidade em <i>Equipamentos</i>	7
3.3.5	Taxa (ou velocidade) do desenvolvimento da capacidades tecnológicas em nível de empresa.....	9
3.4	Principais Características dos Regimes Industriais Brasileiros a partir dos Anos 1950	10
CAPÍTULO 4 - DESENHO E MÉTODOS DA DISSERTAÇÃO.....		13
4.1	Elementos-Chave do Desenho da Dissertação	13
4.1.1	Questões da dissertação	13
4.1.2	Unidade de análise.....	14
4.1.3	Combinação de evidências quantitativas e qualitativas.....	14
4.1.4	Processo para seleção da empresa	15
4.2	Condução da Estratégia de Pesquisa	15
4.2.1	Execução da pesquisa	15
4.2.2	Tipos e fontes de evidências empíricas	16
4.2.3	Métodos de coleta de dados.....	17
4.3	Procedimentos de Análise das Evidências Empíricas	19
4.3.1	Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas.....	19
4.3.2	Direção da acumulação de capacidades tecnológicas.....	19
4.3.3	Critérios para mensurar a velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas.....	23
4.3.4	Indicadores de performance operacional	25
CAPÍTULO 5 - CONTEXTO EMPÍRICO DA DISSERTAÇÃO.....		27
5.1	A Indústria Química: uma breve apresentação.....	27
5.2	Aspectos Relevantes da Formação da Indústria Química no Mundo	30
5.3	Aspectos Relevantes da Formação da Indústria Química no Brasil.....	32
5.4	Grandes Marcos da Trajetória da Rioquima.....	35

CAPÍTULO 6 - TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA RIOQUIMA (1980 A 2007) 43

6.1	Tipos e Níveis atuais de Capacidades Tecnológicas da Rioquima (2007).....	44
6.2	Direção da Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Rioquima (1980 a 2007)	49
6.2.1	Índices da capacidade tecnológica da Rioquima	49
6.3	Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Rioquima e Influência de Eventos Externos à Empresa	51
6.3.1	Acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima sob vigência do regime protecionista (1980 a 1990).....	52
6.3.1.1	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Engenharia de Projetos na Rioquima (1980 A 1990).....</i>	55
6.3.1.2	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Processos e Organização da Produção na Rioquima (1980 A 1990)</i>	57
6.3.1.3	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Produtos na Rioquima (1980 A 1990)</i>	63
6.3.1.4	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Equipamentos na Rioquima (1980 A 1990).....</i>	65
6.3.2	Acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima sob vigência do regime de economia aberta (1990 a 2007)	67
6.3.2.1	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em engenharia de projetos na Rioquima (1990 a 2007).....</i>	71
6.3.2.2	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Processos e Organização da Produção na Rioquima (1990 a 2007).....</i>	74
6.3.2.3	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Produtos na Rioquima (1990 a 2007)</i>	78
6.3.2.4	<i>Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Equipamentos na Rioquima (1990 a 2007).....</i>	80
6.4	Taxa de Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Rioquima (1980 a 2007)...	82
6.4.1	Tempo que a Rioquima levou para mover-se do nível encontrado em 1980 aos demais níveis de capacidade tecnológica.....	84
6.4.2	Tempo de permanência da Rioquima em cada nível de capacidade tecnológica	87
6.4.3	Tempo decorrido para a transição dos níveis de capacidade tecnológica na Rioquima	89

CAPÍTULO 7 - APRIMORAMENTO DA PERFORMANCE

OPERACIONAL DA RIOQUIMA (1980 – 2007) 95

7.1	Apresentação dos Indicadores de Performance Operacional da Rioquima.....	95
7.1.1	Indicadores de natureza técnica (1982 a 2007)	97
7.1.2	Indicador de segurança operacional (1982 a 2004)	99
7.1.3	Indicadores de natureza comercial e de qualidade (2000 a 2007)	101
7.2	Implicações da Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Evolução dos Indicadores de Performance Operacional da Rioquima	103
7.2.1	Implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de performance operacional da Rioquima no período de 1980 a 1990	103
7.2.1.1	<i>Evolução do indicador produtividade do trabalho (1982 a 1990).....</i>	103
7.2.1.2	<i>Evolução do indicador de segurança operacional (1982 a 1990)</i>	107
7.2.2	Implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de performance operacional da Rioquima no período de 1990 a 2007	109
7.2.2.1	<i>Evolução do indicador produtividade do trabalho (1990 a 2007).....</i>	109
7.2.2.2	<i>Evolução do indicador consumo específico de água (1995 a 2007)</i>	112
7.2.2.3	<i>Evolução do indicador consumo específico de energia elétrica (1995 a 2001).....</i>	115
7.2.2.4	<i>Evolução do indicador de segurança operacional (1990 a 2004)</i>	117
7.2.2.5	<i>Evolução do indicador percentual da produção exportado (2001 A 2007)</i>	119
7.2.2.6	<i>Evolução do percentual de aumento das exportações (2001 a 2007)</i>	122
7.2.2.7	<i>Evolução do índice de qualidade (2000 a 2007).....</i>	123

CAPÍTULO 8 - ANÁLISES E DISCUSSÕES..... 126

8.1	Análise da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas sob Diferentes Regimes Industriais (1980 a 2007)	126
8.2	Análise das Implicações da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas no Aprimoramento de Alguns Indicadores de Performance Operacional da Rioquima (1980 a 2007)	138
8.2.1	Análise das implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de natureza técnica da Rioquima (1982 a 2007)	138
8.2.2	Análise das implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de segurança operacional (1982 a 2004)	142
8.2.3	Análise das implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de natureza comercial e de qualidade (2000 a 2007)	143

CAPÍTULO 9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	145
9.1 Questões da Dissertação	146
9.2 Conclusões sobre o Desenvolvimento de Capacidades Tecnológicas na Rioquima em Diferentes Regimes Industriais.....	146
9.3 Conclusões sobre a Influência da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Evolução de Indicadores de Performance Operacional da Rioquima	150
9.4 Outras Conclusões do Estudo	152
9.5 Recomendações para Dissertações Futuras	154
REFERÊNCIAS	155

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1 – Modelo para exame de capacidades tecnológicas em empresa da Indústria Química em países de industrialização tardia.
- Tabela 4.1 – Fontes de informação na Rioquima
- Tabela 4.2 – Relação dos participantes das entrevistas realizadas na Rioquima
- Tabela 4.3 – Índices por função construídos para o cálculo do índice de capacidade tecnológica agregado para a Rioquima
- Tabela 4.4 – Índices por função construídos para o cálculo do índice de capacidade tecnológica agregado em nível incompleto para a Rioquima
- Tabela 4.5 – Exemplo de cálculo do índice de capacidade tecnológica agregado para o ano de 1990
- Tabela 4.6 – Exemplo de tempo médio de transição entre o Nível 2 e os demais níveis de capacidade tecnológica para a função Engenharia de Projetos
- Tabela 4.7 – Exemplo de tempo médio de permanência em cada nível de capacidade tecnológica para a função Produtos
- Tabela 4.8 – Exemplo de tempo médio de transição entre os níveis de capacidade tecnológica para a função Processos e Organização da Produção
- Tabela 4.9 – Tipos de dados informados pela Rioquima para cálculo de indicadores de performance
- Tabela 4.10 – Indicadores de performance operacional construídos com base nos dados informados pela Rioquima
- Tabela 5.1 – Principais países produtores de produtos químicos no mundo
- Tabela 6.1 – Tipos e níveis de capacidades tecnológicas acumuladas na Rioquima (2007)
- Tabela 6.2 – Índices de capacidade tecnológica construídos para análise da trajetória da Rioquima no período de 1980 a 2007
- Tabela 6.3 – Ano em que a Rioquima desempenhou atividades relacionadas com o nível de capacidade tecnológica de cada uma das funções tecnológicas selecionadas
- Tabela 6.4 – Tempo médio (em anos) para acumulação do nível mais básico encontrado aos níveis máximos de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica
- Tabela 6.5 – Tempo de permanência da Rioquima (em anos), em cada nível de capacidade tecnológica por função específica

- Tabela 6.6 – Tempo (em anos) para mudança de nível de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica e por média agregada das funções
- Tabela 6.7 – Coeficientes angulares das retas que representam a regressão linear das curvas de progresso de cada função tecnológica e do nível agregado, por período
- Tabela 7.1 – Tipos e períodos dos indicadores de performance operacional na Rioquima
- Tabela 7.2 – Evolução dos indicadores de natureza técnica da Rioquima (1982 – 2007)
- Tabela 7.3 – Evolução do indicador de segurança operacional da Rioquima (1982 a 2004)
- Tabela 7.4 – Resultados da regressão linear da produtividade do trabalho em função da produção e do número de colaboradores (1982 a 1990)
- Tabela 7.5 – Resultados da regressão linear da produção em função do número de colaboradores (1982 a 1990)
- Tabela 7.6 – Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima no período de 1982 a 1990
- Tabela 7.7 – Resultados da regressão linear da produtividade do trabalho em função da produção e do número de colaboradores (1982 a 1990) e (1990 a 2007)
- Tabela 7.8 – Evolução do indicador consumo específico de água na Rioquima (1995 a 2007)
- Tabela 7.9 – Resultados da regressão linear do consumo específico de água em função do nível agregado de acumulação de capacidades tecnológicas (1995 a 2007)
- Tabela 7.10 –Evolução do indicador consumo específico de energia elétrica na Rioquima (1995 a 2007)
- Tabela 7.11 –Resultados da regressão linear do consumo específico de energia elétrica e nível agregado de acumulação de capacidades tecnológicas (1995 a 2007)
- Tabela 7.12 –Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima no período de 1990 a 2004
- Tabela 7.13 –Evolução do indicador percentual da produção exportado na Rioquima no período de 2001 a 2007
- Tabela 7.14 –Evolução do percentual de aumento das exportações na Rioquima (2001 a 2007)
- Tabela 7.15 –Evolução do índice de qualidade na Rioquima (2000 a 2007)
- Tabela 8.1 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no período de 1980 a 1990
- Tabela 8.2 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no período de 1990 a 2007
- Tabela 8.3 – Resultados da regressão linear da produtividade do trabalho em função do nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1982 a 2007)

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Modelo de análise da dissertação

Figura 5.1 – Participação da Indústria Química no PIB total brasileiro em % (1990 a 2007)

Figura 5.2 – Participação dos produtos químicos no PIB da indústria de transformação no Brasil (2005)

Figura 5.3 – Foto das instalações fabris da Rioquima (2006)

Figura 5.4 – Principais marcos da trajetória da Rioquima (1912 a 2007)

Figura 6.1 – Níveis de capacidades tecnológicas alcançados pela Rioquima até 2007 por função tecnológica

Figura 6.2 – Representação dos níveis à base de índices das trajetórias de acumulação de capacidade tecnológica para funções específicas e para o agregado das funções na Rioquima no período de 1980 a 2007

Figura 6.3 – Volume de produção da Rioquima associado com eventos externos à empresa, no período de 1980 a 2007 (1980 = 100)

Figura 6.4 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Engenharia de Projetos na Rioquima no período de 1980 a 1990

Figura 6.5 – Estrutura organizacional da Rioquima nos anos 1980

Figura 6.6 – Estrutura organizacional da Rioquima nos anos 1990

Figura 6.7 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Processos e Organização da Produção na Rioquima no período de 1980 a 1990

Figura 6.8 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Produtos na Rioquima no período de 1980 a 1990

Figura 6.9 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Equipamentos na Rioquima no período de 1980 a 1990

Figura 6.10 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Engenharia de Projetos na Rioquima no período de 1990 a 2007

Figura 6.11 – Estrutura organizacional da Rioquima nos anos 2000

Figura 6.12 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Processos e Organização da Produção na Rioquima no período de 1990 a 2007

Figura 6.13 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Produtos na Rioquima no período de 1990 a 2007

Figura 6.14 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica Equipamentos na Rioquima no período de 1990 a 2007

Figura 6.15 – Representação do tempo médio para acumulação do nível mais básico aos níveis máximos de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica

Figura 6.16 – Representação do tempo de permanência da Rioquima em cada nível de capacidade tecnológica por função específica

Figura 6.17 – Representação do tempo para mudança de nível de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica

Figura 6.18 – Representação do tempo para mudança de nível de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica e média agregada

Figura 7.1 – Evolução dos indicadores de natureza técnica da Rioquima (1982 – 2007)

Figura 7.2 – Evolução do indicador de segurança operacional da Rioquima (1982 a 2004)

Figura 7.3 – Evolução dos indicadores de natureza comercial (2001 – 2007)

Figura 7.4 – Evolução do indicador de qualidade na Rioquima (2000 – 2007)

Figura 7.5 – Valores de produtividade do trabalho, produção e colaboradores no período de 1982 a 1990

Figura 7.6 – Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima (1982 a 1990)

Figura 7.7 – Valores de produtividade, produção e colaboradores na Rioquima (1990 a 2007)

Figura 7.8 – Evolução do indicador consumo específico de água na Rioquima (1995 a 2007)

Figura 7.9 – Evolução do indicador consumo específico de energia elétrica na Rioquima (1995 a 2007)

Figura 7.10 – Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima no período de 1990 a 2004

Figura 7.11 – Evolução do indicador percentual da produção exportado na Rioquima no período de 2001 a 2007

Figura 7.12 – Evolução percentual do custo de alguns insumos de produção de corantes (2004 a 2007)

Figura 7.13 – Evolução percentual do custo de energias na produção de corantes (2004 a 2007)

Figura 7.14 – Evolução do percentual de aumento das exportações na Rioquima (2001 a 2007)

Figura 7.15 – Evolução do índice de qualidade na Rioquima (2000 a 2007)

Figura 8.1 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no período de 1980 a 1990

Figura 8.2 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no período de 1990 a 2007

Figura 8.3 – Evolução do indicador produtividade do trabalho *versus* nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1982 a 2007)

Figura 8.4 – Evolução do indicador consumo específico de água *versus* nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1995 a 2007)

Figura 8.5 – Evolução do indicador consumo específico de energia elétrica *versus* nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1995 a 2007)

Figura 8.6 – Evolução do indicador de segurança operacional *versus* o nível de capacidade tecnológica acumulado na função Processos e Organização da Produção, na Rioquima (1982 a 2004)

Figura 8.7 – Evolução dos indicadores de natureza comercial e de qualidade da Rioquima (2000 – 2007)

LISTA DE ABREVIATURAS

AL	América Latina
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CEME	Central de Medicamentos
CEPAL	Comissão Econômica para América Latina e Caribe
CQ	Controle de Qualidade
DATASUL	Empresa desenvolvedora de <i>softwares</i> de gestão empresarial
DNCB	<i>di-nitro-cloro-benzeno</i> (substância química utilizada na produção de corantes preto ao enxofre)
EBAPE	Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas
ERP	<i>Enterprise Resource Plan</i>
ETN	Empresa Trans-Nacional
EUA	Estados Unidos da América
FGV	Fundação Getúlio Vargas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITG	Empresa desenvolvedora de <i>softwares</i> de gestão empresarial
JIT	<i>Just in Time</i>
MCB	<i>mono-cloro-benzeno</i> (substância química utilizada na produção de corantes preto ao enxofre)
MRP	<i>Material Requisition Plan</i>
NME	Novo Modelo Econômico
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PQ	Produtos Químicos
PSI	Política de Substituição da Importações
PVC	Cloreto de Polivinila
SAMACO	<i>Safety, Maintenance and Control</i>

SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados – Empresa desenvolvedora de softwares corporativos
SIG	Sistema Integrado de Gestão
SODYECO	<i>Southern Dyestuff Company</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TQC	<i>Total Quality Control</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
USPTO	Escritório de Marcas e Patentes dos EUA do Departamento de Comércio
USA	<i>United States of America</i>

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema

Esta dissertação examina o processo de acumulação de *capacidades tecnológicas* e suas implicações para o aprimoramento de indicadores de *performance operacional* ao longo de dois diferentes *regimes industriais* experimentados pela economia brasileira: a *Política de Substituição das Importações*, de característica protecionista, com grande intervenção do governo e voltada para o mercado interno; e o *Novo Modelo Econômico*, de característica liberal, com pouca ou nenhuma intervenção do governo e voltado para a competição globalizada. O estudo foi conduzido em uma empresa da Indústria Química – a Clariant S.A., Unidade Industrial Duque de Caxias, Rio de Janeiro/Brasil (Rioquima) – no período compreendido entre 1980 e 2007. Nesta unidade a empresa produz *corantes sulfurosos*, tendo como principais consumidores de seus produtos, as empresas da Indústria Têxtil.

Faz quase vinte anos que o Brasil experimentou a mudança de regime industrial e muito ainda se discute sobre os efeitos derivados desta profunda alteração para o desenvolvimento industrial brasileiro. Até o início dos anos 1970, as questões relacionadas com regimes industriais e desenvolvimento tecnológico-industrial, em países de industrialização tardia, eram guiadas pelos estudos desenvolvidos por R. Prebisch (diretor da CEPAL) e colegas na década de 1950. Estes estudos apontavam para a existência de uma permanente assimetria entre países “ricos” e “pobres” sendo os primeiros privilegiados em detrimentos dos segundos. A saída proposta pelos autores era o desenvolvimento, pelos países “pobres”, de programas de substituição das importações acelerando o crescimento industrial e reduzindo a dependência de produtos manufaturados. Entretanto, a perspectiva da *dependência* desenvolvida na América Latina na segunda metade dos anos 1960 (ex.: Cardoso, F.H. & Falleto, E., 1970) identificou que, embora tenha havido substancial crescimento na *produção industrial* em função da Política de Substituição de Importações (PSI), as *atividades inovadoras*, por outro lado, eram discretas e representavam casos isolados (Bell, 2006).

Os estudos desenvolvidos por Jorge Katz e colegas, conduzidos em países da América Latina no período de 1975 a 1982, e os estudos dirigidos por Carl Dahlman e Larry E. Westphal, em

empresas localizadas na Índia, Coréia do Sul, Brasil e México, na década de 1970, desafiaram os preceitos da *dependência* e criaram as bases para novos estudos relacionados com a acumulação de capacidades tecnológicas em países recém-industrializados. Estes estudos deixaram de lado a questão estática da escolha de um determinado conjunto de técnicas e concentraram-se nas mudanças verificadas na tecnologia *ao longo do tempo* (Vera-Cruz, 2000; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2003b:21).

Estudos que se seguiram aprofundaram as pesquisas sobre a acumulação de capacidades tecnológicas e suas relações com os processos de aprendizagem, como por exemplo: Kim (1995, 1997); Dutrénit (2000); Figueiredo (2002, 2003a); Tacla e Figueiredo (2006). Entretanto, eles não analisaram profundamente como as empresas responderam às alterações no ambiente onde atuam, e quais as principais implicações destas alterações na trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas das referidas empresas (Vera-Cruz, 2006). Por outro lado, os diversos estudos que discutiram as vantagens e desvantagens de um e de outro regime industrial, fizeram uso de dados agregados e, muito embora possam ter contribuído para o entendimento de vários aspectos relacionados com as atividades inovadoras, a utilização deste tipo de dado não permite a real compreensão dos padrões de desenvolvimento da capacidade tecnológica em regiões, setores e, principalmente, em empresas – especialmente naquelas inseridas num contexto de industrialização tardia (Figueiredo, 2007a).

O perfeito entendimento destas questões é crucial especialmente para as empresas que atuam em economias emergentes e se deparam com um novo ambiente competitivo. Considerando que elas normalmente começam com níveis de performance abaixo dos padrões internacionais e, para atingir os níveis internacionais, suas taxas de melhoria de performance devem crescer mais rápido do que as taxas das empresas que operam em economias já desenvolvidas. No entanto, o alcance da performance competitiva internacional depende do quão rápido elas acumulam capacidades tecnológicas (Bell *et al*, 1982 *apud* Figueiredo, 2003b:36).

Conforme argumentado por Dosi (1985) *apud* Figueiredo (2003b:37), existe uma permanente assimetria entre empresas em termos de suas performances operacionais. Empresas geralmente podem ser classificadas como melhores ou piores de acordo com seu distanciamento da fronteira tecnológica. Em outras palavras, as diferenças na performance entre empresas (ou as diferenças da mesma empresa em momentos e ambientes distintos)

podem ser interpretadas como uma implicação da diferença na acumulação de capacidades tecnológicas. Contudo, este ponto é pouco explorado e somente uns poucos estudos em empresas de economias emergentes tem investigado melhorias na performance operacional associada com a capacidade tecnológica das empresas (ex.: Hollander, 1965; Katz *et al.*, 1978; Dahlman e Fonseca, 1978; Bell *et al.*, 1982; Mlawa, 1983; Tremblay, 1994; Figueiredo, 2002). Como resultado, uma análise do desenvolvimento dessas capacidades e de suas consequências na *performance operacional*, em nível de empresa, inserida em um contexto de países em desenvolvimento, sob diferentes *regimes industriais*, utilizando-se de um modelo analítico apropriado, permanece rara na literatura correspondente.

Adicionalmente aos estudos de Figueiredo (2007a, 2008), e por meio de um estudo de caso individual, esta dissertação visa agregar evidências empíricas que ajudem o entendimento dos padrões de desenvolvimento de capacidades tecnológicas, em economias emergentes, através da utilização de um modelo analítico baseado na estrutura proposta por Figueiredo (2002, 2003a) adaptada de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995). Visa também, contribuir agregando evidências empíricas de um setor ainda pouco explorado nesta linha de pesquisa empírica – a Indústria Química. Este setor apresenta características especiais que aumentam a relevância deste estudo, ou seja: a rápida maturação da inovação, a alta intensidade de capital e de P&D e o importante papel para o desenvolvimento tecnológico de outros setores.

A *capacidade tecnológica* é o elemento central desta dissertação e é entendida aqui segundo o conceito de Bell e Pavitt (1993, 1995) ou seja: *a capacidade tecnológica incorpora os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Tais recursos acumulam-se e incorporam-se aos indivíduos (aptidões, conhecimentos e experiência) e aos sistemas organizacionais (normas, procedimentos, instruções de trabalho, diretrizes, etc.).* Além disso, a capacidade tecnológica é de natureza difusa, ou seja, está amplamente disseminada por toda a organização. Em outras palavras, a capacidade tecnológica de uma empresa (ou de um setor industrial) está armazenada, acumulada, em pelo menos, quatro componentes: (a) sistemas técnicos e físicos; (b) pessoas; (c) sistema (tecido) organizacional; e (d) produtos e serviços (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1993, 1995; Figueiredo, 2002, 2007a).

O modelo de análise adotado para investigação da trajetória de acumulação de capacidade tecnológica, distingue capacidade de produção de “rotina” (capacidade de produzir bens a um

dado nível de eficiência e em atendimento a um dado requisito) de capacidade tecnológica de “inovação” (capacidade de criar, modificar ou aprimorar produtos, processos e organização da produção, ou equipamentos). Adaptado à terminologia adequada ao segmento estudado, o modelo é apresentado em colunas, que correspondem às capacidades tecnológicas por função; e linhas, que correspondem ao nível de dificuldade. A mensuração é feita através do tipo de atividade que expressa o nível de capacidade tecnológica, ou seja, o tipo de atividade que a empresa é capaz de conduzir sozinha. O modelo permite também, a identificação do tempo que uma empresa leva para saltar de um nível de capacidade tecnológica para o seguinte. Esta taxa de acumulação de capacidade é expressa em anos. Com base nos resultados obtidos através da aplicação empírica deste modelo, é possível investigar a existência (ou inexistência) de uma associação entre a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica, as mudanças no regime industrial e a evolução da performance operacional da empresa estudada. Esta relação está representada na estrutura analítica apresentada na Seção 3.1, que serve de suporte para o desenvolvimento desta dissertação.

Esta dissertação, entretanto, não avaliou profundamente os mecanismos organizacionais e os processos de aprendizado intra-empresa (Kim, 1997; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2003a; Tacla & Figueiredo, 2006; Andrade, 2007), assim como os “links” de conhecimento entre empresas (Ariffin & Bell, 1999), e a interação com Sistemas de Inovação (Lall, 1992; Kim, 1997, 1998; Albu & Bell, 1999). Não pretende inferir os resultados a outras organizações ou criar teorias a respeito. Não pretende analisar as implicações da acumulação de capacidade tecnológica para a melhoria na performance econômica da empresa embora haja uma ligação desta com a performance operacional (Figueiredo, 2002), e não considera a influência de fatores internos tais como: liderança, valores, cultura e crenças organizacionais (Vera-Cruz, 2000, 2006).

1.2 Questões da Dissertação

Esta dissertação foi desenvolvida para examinar as seguintes questões:

- 1 Como se desenvolveu a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica em uma empresa do setor químico – a Clariant - Unidade de Duque de Caxias – durante o período de 1980 a 2007?**

- 1.1 Especificamente, qual foi a direção e a velocidade da acumulação de capacidades de rotina e de inovação, desenvolvidas sob diferentes regimes industriais (o regime protecionista e o regime de economia aberta), para as funções tecnológicas selecionadas na métrica de capacidade tecnológica?
- 2 Quais foram as possíveis implicações da direção e da velocidade com que tais capacidades tecnológicas foram acumuladas, para o aprimoramento, ou não, de alguns dos indicadores de performance operacional exibidos pela empresa estudada, no período examinado (1980 a 2007)?

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em nove capítulos, além deste capítulo introdutório.

Capítulo 2 – Relevância da Dissertação

Este capítulo apresenta a revisão de alguns dos principais antecedentes na literatura empírica sobre acumulação de capacidades tecnológicas relacionados com esta dissertação, além das principais motivações que levaram a sua realização.

Capítulo 3 – Modelo de Análise da Dissertação

Neste capítulo serão apresentados os modelos analíticos à luz dos quais as evidências empíricas desta dissertação serão examinadas. Adicionalmente serão apresentados os principais conceitos utilizados ao longo da dissertação.

Capítulo 4 – Desenho e Métodos da Dissertação

Este capítulo apresenta o desenho e os métodos utilizados nesta dissertação. Além de apresentar as questões da dissertação, serão detalhados os procedimentos para adaptação dos modelos analíticos utilizados e os critérios utilizados para o exame das evidências empíricas coletadas.

Capítulo 5 – Contexto Empírico da Dissertação

Este capítulo apresenta alguns aspectos da evolução da Indústria Química no mundo assim como aspectos relevantes deste segmento no Brasil, objetivando evidenciar a sua importância

no desenvolvimento de países, setores e empresas. Apresenta também os principais marcos históricos da empresa estudada desde sua fundação.

Capítulo 6 – Trajetória de Desenvolvimento de Capacidades Tecnológicas na Rioquima (1980-2007)

Este capítulo descreve a trajetória de acumulação das capacidades tecnológicas desenvolvidas pela Rioquima ao longo do tempo. Essa trajetória é examinada em termos de direção e taxa (velocidade) de acumulação de capacidades para cada uma das quatro funções tecnológicas consideradas no estudo, à luz da métrica apresentada no Capítulo 3. As relações entre a trajetória e o regime industrial vigente também são examinadas neste capítulo.

Capítulo 7 – Aprimoramento da Performance Operacional da Rioquima (1980 – 2007)

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos durante o trabalho de campo, relativos aos indicadores de performance operacional. Estes indicadores serão avaliados qualitativamente e quantitativamente relacionando-os à trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas.

Capítulo 8 – Análises e Discussões

Este capítulo apresenta uma análise das evidências empíricas apresentadas nos Capítulos 6 e 7, buscando examinar o relacionamento entre a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Rioquima, a mudança no regime industrial brasileiro e a performance operacional da empresa investigada, com base no modelo de análise apresentado no capítulo 3.

Capítulo 9 – Conclusões e Recomendações

Neste capítulo serão apresentados os resultados finais do estudo além sugestões e recomendações para dissertações futuras.

CAPÍTULO 2

RELEVÂNCIA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação tem como elemento central a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, em nível de empresa, ao longo de diferentes regimes industriais e em um contexto de países emergentes. Desta forma, se apoia na literatura empírica relacionada com acumulação de capacidades tecnológicas naquele contexto. Segundo Figueiredo (2006b), o profundo entendimento das relações existentes entre regimes industriais, capacidades tecnológicas e aprimoramento de performance, em nível de empresa, pode fornecer recomendações práticas aos gestores de empresas públicas e privadas, assim como aos responsáveis pela elaboração e implementação de estratégias de governo, objetivando a aceleração do desenvolvimento industrial.

Este capítulo apresenta alguns dos principais estudos antecedentes desta dissertação e as principais motivações para a sua realização. A Seção 2.1 faz uma revisão de alguns estudos empíricos relacionados com acumulação de capacidades tecnológicas e performance, em nível de empresa, em países de industrialização tardia. A Seção 2.2 faz uma revisão de alguns estudos empíricos relacionados com a influência de regimes industriais no desenvolvimento de capacidades tecnológicas em países de industrialização tardia. A Seção 2.3 faz uma revisão de alguns estudos relacionados com a Indústria Química reforçando a necessidade de pesquisas, em nível de empresa, com tratamentos metodológicos similares ao adotado por esta dissertação.

2.1 Revisão de Alguns Estudos Envolvendo Capacidades Tecnológicas e Performance em Nível de Empresa

Conforme argumentado por Dosi (1985) *apud* Figueiredo (2003b:37), existe uma permanente assimetria entre empresas em termos de suas performances operacionais. Empresas geralmente podem ser classificadas como melhores ou piores de acordo com seu distanciamento da fronteira tecnológica. Em outras palavras, as diferenças na performance entre empresas (ou as diferenças da mesma empresa em momentos e ambientes distintos)

podem ser interpretadas como uma implicação da diferença no desenvolvimento e na acumulação de capacidades tecnológicas.

Dosi (1988) afirma que o processo de evolução tecnológica é cumulativo em cada empresa e que a capacidade de aprimorar sua performance é influenciada pelo modo como as empresas acumulam suas próprias capacidades tecnológicas. Logo, o perfeito entendimento destes processos de acumulação de capacidades é crucial para as empresas, principalmente para àquelas que atuam em economias emergentes. Considerando que elas começam com níveis de performance muito abaixo dos padrões internacionais, para atingir os níveis internacionais, suas taxas de melhoria de performance devem ser maiores do que as taxas das empresas que operam na fronteira tecnológica. O alcance da performance competitiva internacional depende do quão rápido elas acumulam capacidades tecnológicas (Bell *et al*, 1982 *apud* Figueiredo, 2003b:36). No entanto, somente alguns poucos estudos foram conduzidos preocupados com a performance da empresa em economias emergentes.

Hollander (1965) estudou a Du Pont nos EUA e um dos resultados deste estudo foi apontar a importância de se explorar mudanças na organização industrial das empresas como forma de compreender as diferenças de aprimoramentos de indicadores operacionais entre fábricas. Este estudo, embora não tenha sido desenvolvido em um país emergente, o foi em uma empresa que se utilizava pela primeira vez de uma tecnologia importada defrontando-se, portanto, com dificuldades similares às empresas de países de industrialização tardia.

Dahlman e Fonseca (1978) desenvolveram um estudo nas Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais (Usiminas), de 1956 a 1976, que evidenciou uma impressionante expansão da capacidade nominal (superior a 200%) configurando uma reação à crise financeira da empresa e a protelação de investimentos na mesma. Este estudo também apontou uma relação positiva entre a intensidade dos esforços inovadores internos e o aumento da produtividade. Tal relação também foi encontrada em um estudo desenvolvido por Mlawa (1983), em cinco empresas do setor têxtil na Tanzânia. Nestas, no entanto, a variação da produtividade foi lenta e negativa, associada à pouca intensidade dos esforços internos às empresas (Figueiredo, 2003b:21-22).

Katz *et al.*(1978), por sua vez, estudando uma empresa fabricante de raíom na Argentina (Ducilo), encontrou índices médios de melhoria do desempenho (produtividade do trabalho) associados à falta de continuidade dos esforços internos à empresa (por exemplo, no aprimoramento dos padrões operacionais e na melhoria da qualidade do produto).

Bell *et al.*, 1982, estudaram uma usina de galvanoplastia, na Tailândia, identificando que a ausência de melhorias nos processos e equipamentos estava ligada à ausência de esforços internos para criar recursos capazes de promover as mudanças que seriam responsáveis por melhores índices de utilização da capacidade instalada (Figueiredo, 2003b:22)

Tremblay (1994) estudou empresas produtoras de papel e celulose, no Canadá e na Índia, encontrando forte correlação entre o crescimento da produtividade e a capacitação tecnológica incorporada em sistemas organizacionais. Com isso, as perspectivas que definiam a acumulação de capacidades nas empresas de modo restrito, ou seja, incorporada apenas nos indivíduos e não nos sistemas organizacionais, foram definitivamente superadas (Silva, 2002).

Estudando duas empresas siderúrgicas brasileiras, Figueiredo (2002) estabelece um modelo analítico que examina a relação entre as estratégias intra-organizacionais de aprendizagem e a acumulação de capacidades tecnológicas. O modelo permitiu identificar a relação de processos internos e externos de aprendizagem com a trajetória de acumulação de capacidades. O estudo também identificou as diferenças entre as trajetórias de cada empresa que resultaram na avaliação assimétrica do valor de mercado de cada uma, no momento dos respectivos processos de privatização das empresas.

Resumindo, poucos estudos em empresas de economias emergentes têm investigado melhorias na performance operacional associada com acumulação de capacidades tecnológicas nas empresas, especialmente quando desenvolvidos em diferentes regimes industriais. Isto reforça a necessidade de estudos com este fim e emerge desta seção uma das questões a ser respondida por esta dissertação: quais as possíveis implicações da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas para o aprimoramento, ou não, da performance operacional, em nível de empresa?

2.2 Revisão de Alguns Estudos sobre a Influência de Regimes Industriais na Acumulação de Capacidades Tecnológicas

Segundo Vera-Cruz (2000), Dutrénit (2000) e Figueiredo (2003b:21), as bases para os estudos relacionados à acumulação de capacidades tecnológicas, em países em desenvolvimento, foram criadas por dois grandes movimentos. Ambos foram conduzidos na década de 1970 e criaram o alicerce para uma nova abordagem na literatura. O primeiro, apoiado pelo programa de pesquisa em ciência e tecnologia do BID (*Banco Interamericano de Desenvolvimento*) / CEPAL (*Comissão Econômica para América Latina e Caribe*), envolveu estudos em seis países da América Latina. Tais estudos foram liderados por Jorge Katz e conduzidos na indústria metal-mecânica, entre os anos de 1975 e 1982, incluindo pesquisas comparativas em nível de empresa. O segundo movimento, financiado pelo Banco Mundial e dirigido por Carl Dahlman e Larry E. Westphal, envolveu uma série de estudos realizados em empresas localizadas na Índia, Coréia do Sul, Brasil e México.

Ambos os projetos foram baseados em pesquisas em nível de empresas e demonstraram que, em muitas destas, ocorreram processos de aprendizagem tecnológica via negociação e assimilação de tecnologia; adaptação de máquinas e equipamentos ou procura por alternativas tecnológicas (Vera-Cruz, 2000). Contudo, a grande contribuição destes movimentos foi colocar o *tempo* como elemento central em uma análise fundamentalmente histórica (Bell, 2006). Abandonou-se a perspectiva estática de escolha de um dado conjunto de técnicas em favor de uma *perspectiva dinâmica*. Nesta, a taxa de mudança de variáveis-chave e o processo de construção – ou falha – das capacidades tecnológicas inovadoras, são muito mais importantes que o “nível” tecnológico em um dado momento (Bell, 2006; Figueiredo, 2007a).

Empregando a *perspectiva dinâmica* derivada dos estudos de Jorge Katz, Carl Dahlman e Larry Westphal, vários trabalhos foram conduzidos preocupados em examinar: as mudanças da capacidade tecnológica das empresas ao longo do tempo (p.ex.: Katz, 1976; Dahlman e Fonseca, 1978 e outros citados por Vedovello & Figueiredo, 2006); os processos internos de aprendizado como responsáveis pela aquisição de capacidades tecnológicas (p.ex.: Dahlman & Westphal, 1982; Katz, 1986 e 1987; Lall, 1987 e outros citados por Vera Cruz, 2000); a natureza das políticas intervencionistas e algumas de suas implicações na construção da capacidade tecnológica de empresas (p.ex.: Cooper, 1980; Maxwell, 1981 e outros citados por

Figueiredo, 2007a). Contudo, o foco destas pesquisas era largamente centrado em aspectos técnicos das capacidades tecnológicas deixando de fora o exame de outros aspectos tais como as dimensões organizacionais (Figueiredo, 2006b).

A partir da década de 1980 surgiram estudos voltados para a implantação e utilização de princípios e técnicas organizacionais, tais como *just in time* (JIT)¹, *qualidade total* (TQC/M)², *aprimoramento contínuo* (AC), influenciados pela reestruturação econômica e industrial que ocorreu em vários países em desenvolvimento durante os anos 1980 e pelo surgimento de um novo conjunto de estudos, nos países industrializados, baseado na disseminação das técnicas japonesas de gestão da produção. O mérito destes estudos foi ter examinado a difusão de técnicas organizacionais da produção no contexto de países emergentes. Contudo, não desenvolveram uma exposição de longo prazo assim como desenvolvida por aqueles estudos conduzidos na década de 1970 (Figueiredo, 2006b).

A partir de meados da década de 1990, começaram a surgir novos estudos que abordaram as capacidades tecnológicas a partir de uma perspectiva mais ampla. Os estudos de Kim (1997, 1998) por exemplo, detalharam estratégias de aprendizagem que empresas automobilística e de eletrônica coreanas utilizaram para cobrir o ‘*gap*’ tecnológico entre elas e empresas líderes destes mercados. Kim analisou tanto os processos de aprendizagem internos quanto os externos, concluindo que investimentos governamentais para o desenvolvimento de sistemas nacionais de inovação são fundamentais para aceleração dos processos de acumulação de capacidades em países em desenvolvimento. Estes e outros estudos relacionados com o comportamento tecnológico das empresas de países emergentes, promoveram o surgimento de uma linha de debate sobre a importância relativa das políticas governamentais intervencionistas *versus* os mecanismos do mercado (Vera-Cruz, 2000).

Conforme a primeira abordagem, um comportamento tecnológico bem sucedido depende de um ambiente estrategicamente estimulante, fundamentalmente patrocinado pela intervenção do Estado. Já conforme a segunda visão, políticas liberalizantes e o funcionamento dos mecanismos de mercado geram estímulos para o desenvolvimento tecnológico e, por esta razão, a intervenção direta do governo não é necessária e nem requerida. Logo, existe a

1 JIT é uma expressão ocidental para uma filosofia e uma série de técnicas desenvolvidas pelos japoneses da Toyota.

2 TQC/M – total quality control/management: gestão pela qualidade também desenvolvida pelos japoneses.

percepção de que a resposta das empresas ao mecanismo de mercado é praticamente instantânea e a abertura econômica deveria gerar mudanças positivas no comportamento tecnológico das empresas (Vera-Cruz, 2000:22).

Segundo Figueiredo (2007a, 2008), para os autores que defendem a maior participação do governo, as reformas dos anos 1990 não tiveram nenhum impacto positivo nos padrões de especialização industrial nos países da AL (Katz, 2000; Reinhardt & Peres, 2000; Ocampo, 2001; Cimoli & Katz, 2003; Katz, 2004; Narula, 2002). No entanto, considerando que esses estudos são baseados em dados agregados derivados do governo, eles não capturam algumas das particularidades dos padrões de desenvolvimento de capacidades tecnológicas em regiões, setores e empresas, e tendem a generalizar a “experiência da AL”, desconsiderando a grande diversidade industrial intracontinental. Mercado (2002) fornece um exemplo desta diversidade no seu estudo envolvendo a Indústria Petroquímica do Brasil e da Venezuela. Mercado concluiu que, apesar de se basearem no mesmo modelo de regime industrial, os resultados e trajetórias foram diferentes para ambas as indústrias. Isto ocorreu em função da decisão do tipo de industrialização adotado. A incorporação de atores locais ocorreu de diferentes formas e quantidades, estabelecendo importantes diferenças na consolidação da rede industrial.

Ainda segundo Figueiredo (2007a, 2008), os autores que defendem políticas liberalizantes e o funcionamento dos mecanismos de mercado, têm sugerido implicações positivas das mudanças estruturais na performance industrial (p.ex.: eficiência técnica, ganhos de produtividade e alocação de recursos no setor manufatureiro) tanto em uma amostra de países (p.ex.: Edwards, 1998) quanto em países específicos tais como Chile (Tybout *et al.*, 1990; Crespi, 2006), Colômbia e Bolívia (p.ex.: Robert & Tybout, 1991), México (p.ex.: Tybout & Westbrook, 1995), e Brasil (p.ex.: Moreira e Correa, 1998; Hay, 2001; Ferreira & Rossi, 2003).

Entretanto, a maioria destes estudos teve como foco o uso de indicadores de performance industrial, desconsiderando a construção de capacidades tecnológicas em nível de empresa. Foram utilizados dados baseados em indicadores convencionais tais como despesas com P&D, como uma proporção de PIB, ou o número de patentes registradas e garantidas às empresas pelo órgão americano de marcas e patentes (USPTO). Embora tais indicadores possam reproduzir alguns aspectos das atividades inovadoras, na maioria das situações eles

não são adequados para a mensuração de tais atividades inovadoras em um contexto de industrialização tardia (Figueiredo, 2008).

Segundo Figueiredo (2007a), alguns estudos concentrados no Brasil têm sugerido que as reformas estruturais têm empurrado empresas na adoção de “estratégias defensivas”, marcadas pela frágil capacidade de expandir e conduzir atividades inovadoras. Também sustentam a visão negativa da contribuição de subsidiárias de ETNs para o desenvolvimento industrial local (ver Ferraz *et al.*, 1996; Haguenaue *et al.*, 1998; Coutinho, 1997; Rocha & Kupfer, 2002 citados por Figueiredo, 2007a), ainda sugerindo que ETNs têm erodido a capacidade tecnológica inovadora existente local (ver Aman & Baer, 1998; Cassiolato *et al.*, 2001 citados por Figueiredo, 2007a). Tal generalização foi contradita em Costa & Queiroz (2002) e em Kannebley Jr. *et al.*, (2005). Entretanto, utilizando amostras de larga escala de setores e empresas derivadas do recenseamento industrial, estes estudos desconsideraram o “processo” de construção de capacidade a partir da perspectiva intra-setor e em nível de empresa. Por outro lado, alguns estudos de casos únicos (p. ex.: Consoni e Quadros, 2006; Tacla e Figueiredo, 2006; Figueiredo, 2007a, 2008; Andrade, 2007) sugerem uma maior variedade e um quadro positivo das atividades tecnológicas das ETNs no Brasil através do tempo, especialmente depois dos anos 1990 (Figueiredo, 2007a).

Como pode ser observado, passados quase vinte anos, permanece vivo o debate relacionado com as vantagens e as desvantagens de um ou de outro Regime Industrial. Conforme Figueiredo (2006b), o estudo envolvendo empresas de países de industrialização tardia, oferece um desafiador, rico e fértil cenário empírico para os pesquisadores da área e um maior esforço é necessário para expandir o foco de análise na tentativa de entender melhor as ligações entre capacidades tecnológicas dentro da empresa e outros fatores externos tais como sistemas de inovação e políticas macroeconômicas. Figueiredo (2007a) menciona que são raros os estudos em nível de empresa que façam uso de um modelo analítico adequado para o exame do desenvolvimento de capacidades tecnológicas, principalmente em um contexto de mudança no Regime Industrial, o que aumenta a relevância desta dissertação.

Portanto, outra questão a ser respondida por esta dissertação, emerge desta seção: como se desenvolve a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas em uma empresa sob a influência de diferentes regimes industriais?

2.3 Alguns Estudos sobre Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Indústria Química de Países da América Latina

Arvanitis e Villavicencio (1998), elaboraram um estudo envolvendo uma amostra de 142 empresas da Indústria Química mexicana de diversos tamanhos (pequenas, médias e grandes), que teve como objetivo: (i) identificar a capacidade de aprendizagem tecnológica e o comportamento inovador das empresas; (ii) propor uma taxonomia baseada na análise multifatorial de correspondência múltipla, que combina variáveis selecionadas (ex.: modificação de processo, adaptação de máquinas e equipamentos, etc.) com indicadores de aprendizagem tecnológica e inovação (ex.: capacidade de pesquisa e desenvolvimento, ligações tecnológicas com empresas estrangeiras, etc.). Segundo os autores, o estudo realça as relações mais significativas entre as variáveis e as mais importantes diferenças entre as empresas, e relaciona funções tecnológicas com alguns dados agregados numa análise multifatorial de dados obtidos através de um levantamento (*survey*). Com isso, obtêm-se uma classificação das empresas em 5 grandes grupos cujos perfis podem ser comparados.

Segundo os autores, a pesquisa revelou que as empresas pesquisadas demonstraram um alto nível de aprendizagem tecnológica para um relativo baixo nível de atividade inovadora (mais de 50% das empresas apresentaram menos de 10 inovações tanto em produto quanto em processo nos 5 anos anteriores ao estudo). A surpresa ficou por conta da descoberta de que as empresas que possuem maiores ligações tecnológicas com seus ambientes e grande acumulação de capacidades tecnológicas (denominadas de “*ativas*”), paradoxalmente demonstraram relativamente menos atividades inovadoras do que os outros tipos de empresas especialmente aquelas classificadas como “*autárquicas*”. Segundo os autores, a explicação parece ser o critério adotado quanto a classificação de produto e/ou processo inovador, ou seja, as empresas *ativas* parecem ser mais restritivas no entendimento do que é inovação.

Os autores concluem que durante o período da PSI, o desenvolvimento das empresas mexicanas estava baseado não na competitividade e na capacidade tecnológica, mas nas relações marcadas pelo clientelismo e trocas interpessoais. Após o regime de economia aberta as empresas necessitaram desenvolver as capacidades, inovação e competitividade. A aprendizagem tecnológica é uma pré-condição essencial para a inovação mas não uma condição suficiente. Interações com estruturas institucionais e econômicas são necessárias

para desenvolver estratégias de inovação mas as empresas devem aprender como gerenciar estas interações (ver Figueiredo, 2006a).

Este estudo tem o mérito de ressaltar a importância de fatores internos (ex.: processos de aprendizagem, codificação do conhecimento, etc.) e externos (interações com Sistemas de Inovação, ligações com ETNs, influência do contexto, etc.) à empresa, para a acumulação de capacidades tecnológicas. Permite uma comparação entre grupos (perfis) de empresas e com isso a identificação dos fatores que poderiam ser responsáveis por tal diferenciação, além de ressaltar a importância do setor químico na economia nacional e no processo inovador de outras empresas. Contudo, a estratégia de pesquisa utilizada (*survey* em uma amostra de empresas) e o modelo de análise empregado (análise multifatorial), desconsideram o “processo” de construção gradual de capacidade a partir da perspectiva em nível de empresa (Figueiredo, 2007a); não permitem o exame de como as capacidades foram construídas ao longo do tempo; não capturam algumas das particularidades dos padrões de desenvolvimento de capacidades tecnológicas em empresas pois fornecem apenas uma visão estática (*snapshot view*) não sendo possível a obtenção da taxa de acumulação, importante para as empresas de países de industrialização tardia, que buscam acelerar seus processos rumo a fronteira tecnológica (*catch up*).

Outro estudo envolvendo a Indústria Química foi elaborado por Alexis Mercado (2002). Neste, o autor compara a experiência tecnológica do setor no Brasil e na Venezuela, centrado na avaliação da aprendizagem tecnológica vista a partir de uma perspectiva que, segundo o autor, permite a identificação da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas. Para Mercado, no Brasil e na Venezuela o surgimento da Indústria Química foi induzido pela PSI e, apesar de se basearem no mesmo modelo de Regime Industrial, os resultados e trajetórias foram diferentes em função da decisão do tipo de industrialização e das possibilidades de crescimento econômico interno determinado pelo avanço na integração industrial. A incorporação de atores locais ocorreu de diferentes formas e quantidades, estabelecendo importantes diferenças na consolidação da rede industrial.

O estudo envolveu uma amostra de 176 empresas (98 da Venezuela e 78 do Brasil) durante o período de 1992 a 1995. Através da adoção de um modelo de análise multifatorial, o autor classifica as empresas em seis grandes grupos e identifica a superioridade das brasileiras nos grupos de maior performance inovadora. Relaciona a forte influência de fatores

socioinstitucionais de desenvolvimento de capacidades tecnológicas – especialmente aqueles relacionados com políticas e programas governamentais – aos esforços sustentados pela indústria brasileira em termos de aprendizagem tecnológica que se refletiram numa ampla integração produtiva e numa maior performance inovadora.

O autor conclui que a PSI foi importante na formatação de ambas as indústrias e que a evolução de cada complexo químico foi determinada pelas políticas industriais para os setores específicos. No Brasil estas ferramentas políticas foram importantes para integrar o segmento intermediário da Indústria Química. Esta integração implicou num processo de aprendizagem tecnológica condicionado pelas possibilidades de acesso à informação tecnológica e para incorporar novos atores locais. Na Venezuela os programas estratégicos foram fracos e, em consequência, o processo de integração foi deficiente. O autor também identifica um maior dinamismo no comportamento tecnológico de empresas “estrangeiras”, no Brasil, em direção à inovação. Isto, segundo ele, evidencia a importância que pode ter um fator socioinstitucional sobre os atores industriais, sendo capaz de induzi-los em assumir riscos em termos de desenvolvimento tecnológico.

O estudo de Mercado (2002) possui méritos similares ao estudo de Arvanitis e Villavicencio (1998) mencionado anteriormente, porém parece dar um passo a frente pois agrega o fator “tempo” descrevendo a trajetória da Indústria Química nos dois países (Venezuela e Brasil) e destacando os principais fatores que influenciaram na maior performance inovadora das empresas no Brasil, em especial aqueles relacionados com políticas e programas governamentais (socioinstitucionais). Entretanto, o estudo foi conduzido no nível meso e não avalia o tempo e as etapas necessárias para uma empresa atingir os níveis de capacidade tecnológica requeridos para competir no ambiente internacional.

Conclusões similares podem ser obtidas para o estudo Jasso & Torres (1998). O estudo examina os processos de aprendizagem e a geração de capacidades tecnológicas em mais de 50 empresas dos setores petroquímico e de autopeças no México. Neste, os autores concluíram que ambas as indústrias experimentaram importantes processos de aprendizagem através do uso e da assimilação de tecnologia adquirida de fontes externas. Contudo, foi conduzido em nível de setor, o que reforça a necessidade de estudos em nível de empresa.

Conforme pode ser observado, os estudos descritos nesta seção abordaram questões relacionadas com performance inovadora, capacidades tecnológicas, interações com o ambiente, alterações no comportamento tecnológico das empresas em resposta às alterações no regime industrial dos países de origem, comparações entre grupos de empresas de um mesmo setor e comparações entre o mesmo setor em diferentes países. Contudo, estes estudos foram conduzidos no nível meso e empregaram tratamentos metodológicos que se utilizam de dados agregados. Estes dados não capturam as nuances dos processos de acumulação de capacidades tecnológicas. Fornecem apenas uma visão estática do setor e não examinam a evolução da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas e o aprimoramento dos indicadores de performance operacional, ao longo do tempo e em nível de empresa.

Deriva-se desta seção uma terceira questão que está relacionada com o tratamento metodológico empregado para a mensuração de capacidades tecnológicas em empresas do setor químico: como se desenvolve a trajetória de uma empresa do setor químico em termos de direção e velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas no âmbito de países de industrialização tardia?

Resumindo este capítulo, esta dissertação tem como objetivo responder às questões levantadas buscando examinar as relações existentes entre a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas e o aprimoramento da performance operacional, em nível de empresa e em diferentes regimes industriais experimentados pela economia brasileira (*Política de Substituição das Importações e Novo Modelo Econômico*), através da utilização de um modelo analítico baseado na estrutura proposta por Figueiredo (2002, 2007a) adaptada de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995).

Considerando a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da empresa pesquisada como elemento central desta dissertação, as questões levantadas ao longo deste capítulo podem ser alinhadas da seguinte forma:

- 1 Como se desenvolveu a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica em uma empresa do setor químico, durante o período de 1980 a 2007?

- 1.1 Especificamente, qual a direção e a velocidade da acumulação de capacidades de rotina e de inovação, desenvolvidas sob diferentes regimes industriais (o regime protecionista e o regime de economia aberta), para as funções tecnológicas selecionadas na métrica de capacidade tecnológica?
- 2 Quais foram as possíveis implicações da direção e da velocidade com que tais capacidades tecnológicas foram acumuladas, para o aprimoramento, ou não, de alguns dos indicadores de performance operacional exibidos pela empresa estudada, no período examinado (1980 a 2007)?

Ao responder estas questões, esta dissertação pretende contribuir para o preenchimento de uma importante lacuna da literatura de acumulação de capacidades tecnológicas em empresas de economias emergentes, ou seja, adicionalmente ao estudo de Figueiredo (2007a, 2008), visa acrescentar evidências empíricas ao debate sobre as implicações das reformas estruturais ocorridas no Brasil no início dos anos 1990, dando um passo adiante agregando evidências relacionadas com a influência da trajetória da acumulação de capacidades tecnológicas no aprimoramento da performance operacional da empresa.

CAPÍTULO 3

MODELO DE ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos básicos e modelos analíticos à luz dos quais as evidências empíricas desta dissertação serão examinadas. Este capítulo está organizado em quatro seções. A Seção 3.1 apresenta o modelo conceitual de análise; revisa alguns dos conceitos ligados à capacidade tecnológica e apresenta algumas das limitações desta dissertação. A Seção 3.2 apresenta o modelo utilizado para o exame da trajetória de acumulação de capacidade tecnológica adaptado à Indústria Química, outros possíveis modelos, indicadores e suas limitações. A Seção 3.3 descreve os tipos e níveis de capacidades tecnológicas e como mensurar a velocidade de seu desenvolvimento. A Seção 3.4 apresenta as principais características de cada Regime Industrial.

3.1 Modelo Conceitual de Análise

Em um contexto de industrialização tardia normalmente predomina o emprego de duas teorias de análise: a *teoria da acumulação*, que enfatiza a oferta de investimentos em capital físico e capital humano como suficientes para promover o desenvolvimento, uma vez que as empresas otimizarão tais recursos a partir do acesso simétrico à informação e ao conhecimento (Chenery *et al.*, 1986 *apud* Figueiredo, 2006a); e a *teoria da assimilação* que, apesar de reconhecer a importância dos investimentos em capital físico e humano, considera aprendizado, construção de capacidades e inovação como fatores centrais na explicação do crescimento industrial (Nelson e Pack, 1999; Nelson, 2007 *apud* Figueiredo, 2008).

Esta última visão alinha-se com a “perspectiva evolucionária” sobre atividades tecnológicas das empresas (Rosenberg, 1982; Dosi *et al.*, 1994; Nelson & Winter, 2005; Nelson, 1991; Metcalfe, 1993 *apud* Figueiredo, 2007a). Tal perspectiva considera a empresa como uma organização dinâmica e como um repositório de conhecimento produtivo que a distingue de empresas similares ainda que atuantes no mesmo segmento (Winter, 1988 *apud* Figueiredo, 2007a). Este dinamismo e esta distinção pressupõem comportamentos tecnológicos distintos e podem ser vistos como um conjunto de respostas aos estímulos do ambiente (Bell *et al.*, 1982 *apud* Figueiredo, 2007a). Logo, é razoável presumir que a trajetória (velocidade e direção) da acumulação de capacidades tecnológicas é influenciada pelas mudanças no Regime Industrial.

De fato, conforme apontado por Lall (1992) *apud* Figueiredo (2008), regimes orientados para o mercado interno estimulam o emprego de materiais locais, a super utilização dos equipamentos disponíveis e a implantação e operação de unidades com escala produtiva reduzida, direcionada para o mercado interno principalmente. Por outro lado, regimes orientados para o mercado externo encorajam esforços no sentido de redução de custos de produção, aumento da qualidade do produto, aumento da produtividade, introdução de novos produtos no mercado mundial e a redução da dependência de dispendiosas tecnologias importadas.

Adicionalmente, conforme argumentado por Dosi (1985) *apud* Figueiredo (2003b:37), existe uma permanente assimetria entre empresas em termos de suas performances operacionais. Neste conceito, empresas geralmente podem ser classificadas como melhores ou piores de acordo seu distanciamento da fronteira tecnológica. Logo, as diferenças na performance entre empresas, podem ser interpretadas como uma implicação da diferença na direção e na velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas. O mesmo conceito pode ser aplicado para uma mesma empresa em momentos e ambientes distintos.

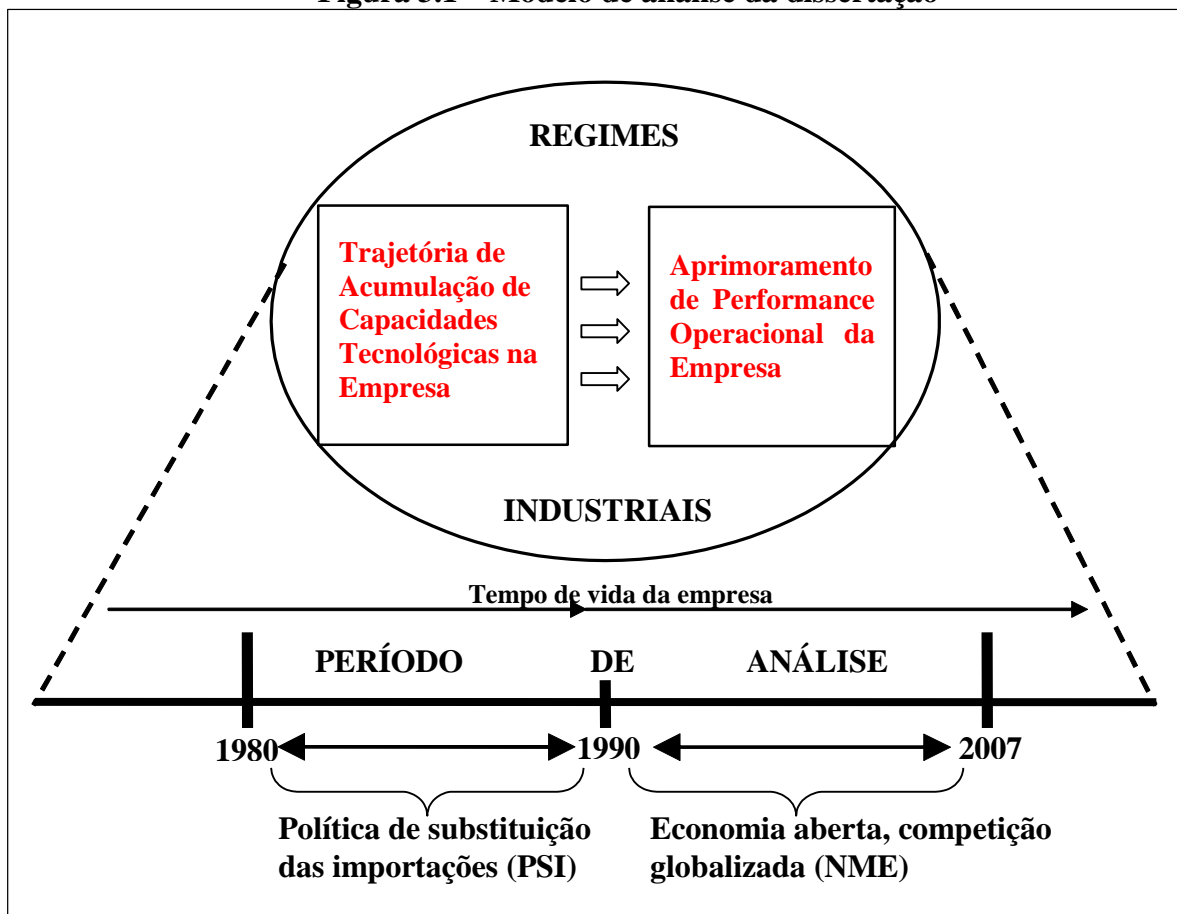
O entendimento destas questões é vital para as empresas que operam em economias emergentes, uma vez que elas normalmente iniciam com níveis de performance abaixo dos padrões internacionais. Para competirem em um novo ambiente de economia aberta, com competição globalizada, precisam aprimorar seus níveis de performance. Suas taxas de aprimoramento devem ser maiores que as taxas das empresas que já operam na fronteira tecnológica. O alcance da performance competitiva internacional depende do quão rápido elas acumulam capacidades tecnológicas (Bell *et al*, 1982 *apud* Figueiredo, 2003b:36). Logo, o conhecimento de ferramentas que possam acelerar o processo de acumulação de capacidades tecnológicas pode gerar substanciais ganhos na competitividade tanto interna quanto externamente.

A exemplo de Figueiredo (2002, 2003b, 2006a, 2007a, 2008), será adotado neste estudo a *teoria da assimilação* pela sua robustez analítica e empírica para explicar processos de inovação em empresas, setores industriais, regiões e países ao longo das últimas décadas. O emprego desta teoria, permite que os objetivos desta dissertação sejam atendidos de forma

ampla proporcionando a obtenção de evidências empíricas que contribuirão para o debate acerca das reformas estruturais ocorridas no Brasil em 1990.

Uma visão sistêmica das relações estudadas nesta dissertação é fornecida através da Figura 3.1. Nela o anel representa a influência dos diferentes regimes industriais vigentes no período estudado (1980 a 2007) sobre a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas desenvolvida pela empresa no mesmo período. Esta trajetória, por sua vez, exerce uma influência sobre a evolução da performance operacional da empresa estudada, que é representada pelas setas horizontais. As linhas pontilhadas limitam o tempo de vida da empresa enquanto os marcos verticais no eixo principal, delimitam o período do estudo.

Figura 3.1 – Modelo de análise da dissertação



Fonte: Elaboração própria com base em Figueiredo, 2003 b:60.

Esta dissertação reconhece tanto a importância quanto a influência de outros fatores na trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas e na performance da empresa, tais como: os mecanismos organizacionais e processos de aprendizado intra-empresa (Kim, 1997; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2003a; Tacla & Figueiredo, 2006); os “links” de conhecimento entre empresas (Ariffin & Bell, 1999); a interação com Sistemas de Inovação (Lall, 1992; Kim, 1997, 1998; Albu & Bell, 1999); a influência de fatores internos tais como: liderança, valores, cultura e crenças organizacionais (Vera-Cruz, 2000, 2006) e de outros fatores externos, tais como: fontes de inovação (P&D, clientes, fornecedores, concorrentes, organizações, etc.), localização geográfica e recursos naturais, etc. Contudo, estes fatores não fazem parte do escopo de pesquisa desta dissertação.

Esta dissertação também não pretende criar teorias a respeito (Dutrénit, 2004); não pretende analisar as implicações da acumulação de capacidades tecnológicas para a melhoria na performance econômica da empresa (Figueiredo, 2002), em virtude das limitações impostas pela empresa pesquisada; não examina outros tipos de capacidade tais como financeira, mercadológica e em outras áreas empresariais (por ex.: vendas, contabilidade) restringindo-se aos departamentos de produção, processos, engenharia, manutenção, qualidade e meio ambiente; não considera outras mudanças tais como na fronteira tecnológica da indústria.

3.1.1 Definição de capacidades tecnológicas

Existem na literatura, diversos conceitos para o termo *capacidade tecnológica*, especialmente para estudos em países em desenvolvimento. Lall (1982, 1987) a define como um esforço tecnológico interno para adquirir o domínio de novas tecnologias, adaptá-las para a realidade local e aperfeiçoá-las. Dahlman e Westphal (1982) definem o conceito de “domínio tecnológico”, alcançado através do “esforço tecnológico” para adquirir, adaptar e/ou criar tecnologia. Definição semelhante é utilizada em Bell (1982) e Scott-Kennis (1988). Em Westphal *et al.* (1984) o conceito é apurado, sendo definido como a capacidade de utilizar efetivamente o conhecimento tecnológico. Nas diversas definições acima, identifica-se uma característica comum associada ao esforço interno das empresas em adaptar e aprimorar a tecnologia adquirida (Figueiredo, 2003b:35).

Sob um ponto de vista mais restrito, Pack (1987) entende que a capacidade tecnológica está incorporada em um grupo de indivíduos (p. ex.: gerentes, técnicos e engenheiros). Porém, tal definição se mostra demasiado limitada ignorando o contexto organizacional onde se desenvolvem tais recursos. Para Enos (1991), a capacidade tecnológica envolve o conhecimento técnico (reunido em engenheiros e operadores) e a instituição. Todavia, essa definição, assim como a de Pack, sugere que as pessoas são o *locus* onde residem as capacidades tecnológicas e que as instituições somente as agregam, mas não as incorporam (Figueiredo 2004).

Baseados nas definições anteriores, Bell e Pavitt (1993, 1995) propuseram um conceito mais amplo, no qual capacidades tecnológicas são definidas como os recursos necessários para *gerar e gerir a mudança tecnológica*³. Esses recursos estão contidos em pelo menos quatro dimensões: (a) sistemas técnicos e físicos; (b) indivíduos (aptidões, conhecimentos e experiência); (c) sistema (tecido) organizacional; e (d) produtos e serviços (Figueiredo, 2002). Ainda de acordo com esta definição, as capacidades tecnológicas podem ser divididas entre *capacidades rotineiras* e *capacidades inovadoras*.

O primeiro grupo está relacionado à capacidade de produção. Correspondem aos recursos necessários para produzir bens e serviços em certo nível de eficiência, através de uma combinação de fatores tais como: habilidades, equipamentos, especificações de produtos e de produção, sistemas e métodos organizacionais. As capacidades inovadoras, por sua vez, correspondem aos recursos adicionais e distintos, necessários para criar e gerenciar a mudança tecnológica.

Esta dissertação utiliza a definição de capacidade tecnológica de Bell e Pavitt (1993, 1995). Além de estar em conformidade com a adoção da *teoria da assimilação*, é suficiente para identificar as capacidades tecnológicas acumuladas pela empresa, nas dimensões mencionadas anteriormente, e se adapta ao contexto de empresas que operam em países de industrialização tardia, inclusive já tendo sido utilizada em trabalhos empíricos anteriores como, por exemplo: Ariffin (2000); Figueiredo (2002, 2003a, 2003b, 2007a, 2008); Ariffin e Figueiredo (2004); Tacla e Figueiredo (2006); Vedovello e Figueiredo (2006); Andrade (2007).

3 *Mudança tecnológica* é definida como a passagem das atividades de absorção, adaptação, aprimoramento de tecnologias existentes à geração de tecnologia própria via engenharia, pesquisa e desenvolvimento (Figueiredo, 2004).

3.2 Métrica para Determinação da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas

Na literatura sobre capacidades tecnológicas existem diversas estruturas, modelos e indicadores para avaliar os níveis de acumulação capacidades tecnológicas em empresas. Kim (1997), por exemplo, divide a acumulação de capacidades em três diferentes estágios: imitação duplicativa, imitação criativa e inovação. Sua aplicabilidade, no entanto, é mais adequada à dimensão de produtos.

Hobday (1995) diferencia níveis de atividades desde as básicas de produção até as atividades de P&D. Esta estrutura, entretanto, não permite uma análise abrangente e detalhada dos níveis de capacidade ao longo do tempo (Figueiredo, 2001 *apud* Tacla, 2002).

Segundo Figueiredo (2004), a utilização de indicadores convencionais (gastos em P&D, educação, percentual de cientistas e engenheiros qualificados, registros de patentes, etc.) para mensurar as capacidades acumuladas pelas empresas, e por setores da economia, apresenta diversas limitações se utilizados em países em desenvolvimento. Estas limitações estão relacionadas com: (i) o desenvolvimento de atividades inovadoras em departamentos distintos dos laboratórios de P&D que são comuns em economias desenvolvidas; (ii) as restrições das empresas que operam em economias emergentes e não exportam significativamente produtos especializados e de marca própria para o mercado dos EUA não havendo, portanto, o registro de patentes; (iii) indicadores convencionais que não captam as características e elementos do tecido organizacional onde a capacidade tecnológica é desenvolvida, acumulada e sustentada; (iv) a abordagem estática que não permite esclarecer como empresas desenvolveram progressivamente níveis mais profundos de capacidades tecnológicas; e (v) os altos níveis de agregação normalmente empregados nos estudos convencionais que podem esconder as realidades das capacidades de inovação de setores industriais específicos (Metcalf, 2005 *apud* Andrade, 2007).

A acumulação de capacidades tecnológicas é fundamental para a performance competitiva das empresas, assim como para o desenvolvimento das suas capacidades de inovar. É por meio da aceleração da taxa de acumulação de capacidades tecnológicas que as empresas que operam em economias emergentes conseguem aproximar-se e/ou alcançar a fronteira tecnológica

em constante mudança (Figueiredo, 2004). A taxa ou velocidade de acumulação destas capacidades é medida pelo número de anos que a empresa leva para alcançar certo nível de capacidade. Portanto, conhecer melhor os fatores que impactam na direção e na velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas, permite não só entender o seu desenvolvimento como, principalmente, identificar os meios adequados para gerenciá-la de forma a se produzir os efeitos desejados. Como um dos princípios básicos de gestão afirma que somente é possível gerir bem aquilo que se pode medir bem, para alterar a taxa de acumulação de capacidades é necessário, primeiramente, medi-la.

Segundo Vedovello e Figueiredo (2006), o modelo de análise empregado para avaliação das capacidades tecnológicas (Tabela 3.1) tem como base os estudos de Dahlman *et al.* (1987) e Lall (1987; 1992; 1994) que, por sua vez, basearam-se nos estudos de Jorge Katz (1987). O princípio dessa métrica começou a ser desenvolvido pelo clássico estudioso russo Alexander Gerschenkron e depois aprimorada por Lall, em 1992 e, mais tarde, refinada por Bell e Pavitt em 1995. O modelo permite identificar e medir a capacidade tecnológica com base em atividades que a empresa é capaz de fazer ao longo de sua existência assim como distinguir *capacidades rotineiras* de *capacitações inovadoras*.

Vários estudos empregaram adaptações deste modelo com diferentes finalidades. Alguns foram desenvolvidos e aplicados dentro de um contexto de economias emergentes ou de industrialização tardia, especificamente o Brasil (Figueiredo, 2002, 2003a, 2003b, 2004, 2006a, 2007a, 2008; Ariffin & Figueiredo, 2004; Tacla e Figueiredo 2006). Tal destaque, permitiu um maior entendimento da aplicação da métrica e sua consequente adaptação ao caso em estudo nesta dissertação.

A Tabela 3.1 apresenta o modelo modificado para aplicação empírica na empresa estudada nesta dissertação. Algumas adaptações foram feitas tendo como base o modelo utilizado por Figueiredo (2002, 2003a, 2003b) para explicação das diferenças entre empresas siderúrgicas. Utilizou-se o modelo citado em função das similaridades entre as empresas em termos de natureza das operações, do foco em produto, de gestão e processos de produção. Outro fator que contribui para a adoção deste modelo é a possibilidade de comparar as trajetórias de empresas de diferentes indústrias (siderurgia e química) em oposição à uma das limitações do modelo apontadas por Dutrénit (2004). Contudo, a comparação sistemática entre empresas, não faz parte do escopo desta dissertação.

O modelo empregado é constituído de quatro colunas e sete linhas. As colunas mostram as capacidades tecnológicas por função tecnológica (*Engenharia de Projetos; Processos e Organização da Produção; Produtos e Equipamentos*); as linhas por nível de dificuldade. Elas são medidas pelo “*tipo de atividade que a empresa é capaz de realizar por si mesma em diferentes intervalos de tempo*” (Figueiredo 2004).

Várias características relacionadas com a aplicação empírica do modelo são ressaltadas em Figueiredo (2004). Aqui são destacadas algumas que apresentam aspectos relevantes relacionados com os objetivos desta dissertação:

- (a) o modelo não pressupõe que todas as unidades de uma mesma empresa necessariamente se capacitem nessa sequência linear;
- (b) o modelo também não pressupõe que as capacidades sejam construídas, acumuladas, sustentadas (ou debilitadas), ao mesmo tempo e à mesma velocidade, para as diferentes funções tecnológicas;
- (c) para certa função tecnológica pode-se alcançar uma profundidade de capacidade tecnológica, enquanto que em outra função pode-se acumular um nível mais superficial;
- (d) é possível uma empresa acumular partes de certas capacidades inovadoras sem que a acumulação de suas capacidades rotineiras esteja consolidada. Este fenômeno é denominado *acumulação truncada* ou *incompleta*.

A aplicação empírica deste modelo permite a análise da trajetória de acumulação das capacidades tecnológicas ao longo do tempo e a velocidade com que esta acumulação aconteceu. Esta trajetória e suas peculiaridades são cruciais para as empresas que buscam um processo de *catch-up* para alcançar suas concorrentes num contexto de economia aberta. Todavia ainda são pouco valorizadas nos estudos empíricos acerca de acumulação de capacidades tecnológicas e inovação (Figueiredo, 2004).

Tabela 3.1 – Modelo para exame de capacidades tecnológicas em empresa da Indústria Química em países de industrialização tardia.

Níveis de Capacidades	Funções Tecnológicas e Atividades Relacionadas			
	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Atividades centradas em Produtos	Atividades relacionadas a Equipamentos
CAPACIDADES DE ROTINA				
(1) Básico	Engenharia conceitual e básica adquirida de fontes externas. Engenharia de detalhamento para instalação de equipamentos isolados e máquinas simples.	Coordenação de rotina da planta. Absorção da capacidade efetiva da planta. PCP e CQ básicos.	Replicação de produtos seguindo especificações nacionais e internacionais. CQ de rotina. Fornecimento ao mercado interno.	Reposição rotineira de componentes de equipamentos. Participação em instalações e testes de performance.
(2) Renovado	Serviços rotineiros de engenharia na planta existente. Engenharia de detalhamento de sistemas mecânicos simples. Dimensionamento e seleção de equipamentos auxiliares (ex. bombas, tanques). Comissionamento e partida com assistência técnica externa.	Estabilidade dos processos. Coordenação aprimorada da planta. Obtenção de certificação para processos rotineiros (ex. ISO 9002).	Replicação aprimorada de especificações de produtos dados ou próprios. Obtenção de certificação internacional para CQ de rotina (ex.: ISO 9002).	Manufatura e reposição de componentes (ex.: moto-redutores, sistemas de acionamento, etc.) projetados e construídos segundo padrões internos. Manutenção corretiva própria.
CAPACIDADES INOVADORAS				
(3) Básico Superior	Estudos de viabilidade para expansões tecnicamente assistidos. Engenharia para sistemas auxiliares de tecnologia simples. Elaboração de especificações para aquisição de equipamentos padronizados.	Pequenas adaptações e intermitentes em processos produtivos, eliminação de gargalos e alongamento esporádico da capacidade.	Pequenas adaptações em especificações dadas. Criação de especificações e padrões próprios para produtos (nuances, contaminantes, propriedades físico-químicas).	Adaptações pequenas em equipamentos para ajustá-los às matérias primas e/ou necessidades locais.
(4) Pré-Intermediário	Engenharia de detalhamento de instalações (mecânica, elétrica, tubulação, civil). Expansões tecnicamente assistidas. Estudos de viabilidade para novas unidades e para desengargalamento da planta existente. Seleção de tecnologia, engenharia de aquisição (procura, compra, diligenciamento e inspeção), qualificação e desenvolvimento de fornecedores locais. Atividades de Gerenciamento de projetos.	Alongamentos sistemáticos de capacidade. Desenho e desenvolvimento de processos tecnicamente assistidos. Manipulação de parâmetros chaves de processo. Introdução e domínio de novas técnicas organizacionais (TQC/M, JIT).	Aprimoramentos sistemáticos em especificações dadas. "Engenharia reversa" sistemática. Desenvolvimento de especificações próprias.	Reforma de equipamentos chave (ex. reatores) sem assistência técnica. Engenharia reversa (básica e de detalhamento) para equipamentos chave. Manutenção preventiva.
CAPACIDADES INOVADORAS				
(5) Intermediária	Engenharia básica e de detalhamento de plantas individuais. Expansão da planta sem assistência técnica externa. Avaliação e seleção de tecnologias para sistemas auxiliares e principais de maior complexidade. Comissionamento, partida e treinamento sob assistência (parcial) externa.	Aprimoramento contínuo de processos. Desenho de sistemas automatizados. Integração de sistemas automatizados de processo e PCP. Alongamento rotinizado de capacidade.	Aprimoramento contínuo em especificações próprias. Desenho, desenvolvimento, produção e comercialização de produtos complexos, de maior valor sem assistência técnica. Certificação em desenvolvimento de produtos (ex.: ISO 9001).	Continua engenharia básica, de detalhamento e construção de equipamentos de sistemas auxiliares (ex.: sist. de filtração; de solubilização). Manutenção preditiva.
(6) Intermediário Superior	Engenharia básica e de detalhamento da planta inteira. Provisão integral e sistemática de serviços de assistência técnica, inclusive no exterior. Desenvolvimento de soluções inovadoras em engenharia de instalações para projetos. Desenvolvimento de engenharia conceitual (definições básicas de projeto, inclusive testes em laboratório) e engenharia básica de processo.	Integração entre sistemas operacionais e sistemas corporativos (ERP). Engajamento em processos de inovação baseados em pesquisa e engenharia. Certificação para desenvolvimento de produto e gestão por processos (ex. SIG).	Adição de valor a produtos desenvolvidos internamente. Desenho e desenvolvimento de produtos extra complexos e de alto valor agregado. Engajamento em projetos de desenvolvimento com usuários (ex.: produtos de maior biodegradabilidade)	Continua engenharia básica, de detalhamento e construção de equipamentos de sistemas principais (ex.: fenolação, tionação, etc.). Assistência técnica para outras empresas do grupo.
(7) Avançado	Engenharia de classe mundial. Novos desenhos de processos e P&D relacionado. Desenvolvimento de novos sistemas de produção via P&D. Centro de tecnologia (referência mundial) para desenvolvimento de novos conceitos para projetos industriais, com ou sem P&D	Produção de classe mundial. Desenhos e desenvolvimento de novos processos baseados em E e P&D.	Desenho e desenvolvimento de produtos de classe mundial. Desenho original via E, P&D.	Desenho e manufatura de equipamentos de classe mundial. P&D para novos equipamentos e componentes.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2002) e Tacla e Figueiredo (2006).

Legenda: E = engenharia; PCP = planejamento e controle da produção; CQ = controle de qualidade; SIG = sistema integrado de gestão (ISO 9000/14000 e OHSAS 18000)

3.3 Tipos e Níveis de Capacidades Tecnológicas

São sete os níveis de capacidade para as várias funções tecnológicas analisadas. Para a função *Engenharia de Projetos* as capacidades de rotina são desagregadas em quatro níveis e as inovadoras em três. Para as funções *Processos e Organização da Produção*; *Produtos e Equipamentos*, são dois os níveis de capacidades de rotina e cinco os que distinguem capacidades inovadoras. Esta dissertação considera que a capacidade tecnológica deve ser medida com base na capacidade de desempenhar, com seus próprios recursos técnicos e intelectuais, atividades inovadoras, ou seja, a capacidade de “criar” e/ou identificar uma oportunidade e não a capacidade de “aprovar” recursos financeiros e/ou a comercialização de novos produtos. Em outras palavras, a identificação de oportunidades surge através da atuação local, sendo portanto, esta etapa a determinante em um processo de inovação, muito embora haja sempre a necessidade de reportar à Matriz, no caso de ETNs como a Rioquima, sobre os processos e as decisões finais que devem ser suportadas por aquela.

Reitera-se que apesar da estrutura adotada nesta dissertação apresentar a capacidade tecnológica em níveis, não se deve presumir que as empresas necessariamente construam sua capacitação linearmente, nesta sequência (Bell & Pavitt, 1995).

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

3.3.1 Níveis de capacidade em *Engenharia de Projetos*

Engenharia é definida como a técnica de bem conjugar os conhecimentos especializados (científicos) de uma dada área do saber com a sua viabilidade técnico-econômica, para produzir novas utilidades e/ou transformar a natureza, em conformidade com ideias bem planejadas. *Projeto* é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado específico/exclusivo (PMBOK, 2000). Nesta dissertação, *engenharia de projetos* é definida como o esforço de um grupo de pessoas para a realização de uma tarefa coordenada e executada de forma economicamente viável (prazo e custos), utilizando-se de conhecimentos específicos, objetivando a obtenção de um produto ou serviço. Nesta função tecnológica, as capacidades de rotina são divididas em quatro níveis:

1. **Básico:** neste nível a empresa possui capacidade reduzida para a execução de projetos de engenharia, limitando-se a receber a engenharia básica da matriz ou de fonte externa (aquisição de tecnologia de processo) e, a partir daí, executar a engenharia de detalhamento para a instalação de equipamentos ou máquinas de menor complexidade.
2. **Renovado:** neste nível a empresa executa serviços rotineiros de engenharia na planta existente tais como: o dimensionamento e a seleção de equipamentos auxiliares (ex. bombas, tanques), a eliminação de gargalos e de interferências através de pequenas intervenções nas unidades produtivas. Desenvolve atividades de engenharia de detalhamento para sistemas mecânicos tais como: tubulações de interligação entre os equipamentos de processo, equipamentos auxiliares e tanques, plataformas de acesso e operação. Acompanha, quando necessário, o comissionamento e partida de sistemas e unidades produtoras efetuado com auxílio de assistência técnica externa. A empresa ainda não dispõe de capacitação para selecionar e especificar materiais e elaborar o layout de instalações.
3. **Básico Superior:** neste nível a empresa participa de estudos de viabilidade de expansões com apoio técnico externo. Desenvolve projetos de engenharia para sistemas auxiliares de tecnologia simples (ex.: sistemas de vapor, sistemas de resfriamento). Elabora especificações para aquisição de equipamentos padronizados (ex.: bombas, compressores). Possui 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:** a empresa é capaz de efetuar a engenharia de detalhamento de instalações mais complexas (mecânica, elétrica, tubulação, civil). Participa de expansões com apoio técnico externo. Efetua estudos de viabilidade para novas unidades e para eliminação de gargalos da planta existente. Seleciona a tecnologia de processo, possui conhecimento necessário para efetuar aquisições (procura, compra, diligenciamento e inspeção), qualificação e desenvolvimento de fornecedores locais. Início das atividades de gerenciamento de projetos. Esta atividade é particularmente relevante para as empresas que se envolvem com atividades de projetos e implantação de unidades e complexos industriais. Significa o embrião, o passaporte para a gestão da mudança tecnológica. Esta atividade pode variar de uma simples coordenação dos prazos de execução de serviços de

engenharia e de fabricação de máquinas e equipamentos isolados até o nível de capacidade para gestão de projetos de classe mundial, para a gestão de projetos de fábricas completas com fornecimento em regime “*Turn Key*”. 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 infraestrutura (ex. arruamento, pavimentação, edifícios administrativos, etc.).

A partir do nível intermediário, a empresa passa a desenvolver atividades inovadoras, de complexidade crescente (Níveis 5 a7). Estas atividades estão intimamente ligadas à engenharia básica que compreende: dimensionamento básico dos equipamentos; definição de materiais de construção; malhas de instrumentação e controle; diagramas de intertravamento; dimensionamento básico de tubulações (ex. materiais e diâmetros); filosofia de controle para automação, etc. Estas atividades denotam capacidades para adequar ou mudar a rota tecnológica:

5. ***Intermediário***: a empresa já executa a engenharia básica e de detalhamento de plantas individuais. Coordena e executa projetos de expansão da planta sem assistência técnica externa. Avalia e seleciona tecnologias para sistemas auxiliares e principais de maior complexidade. Efetua o comissionamento, partida e treinamento sob assistência (parcial) externa.
6. ***Intermediário superior***: nível 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 e em plantas piloto. Inclui o balanço total de energia da fábrica, a definição do processo a ser utilizado (rota tecnológica), consumos de utilidades globais, tratamento de efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos sólidos, etc. Após a definição da engenharia conceitual, parte-se para o desenvolvimento da engenharia básica. Provisão integral e sistemática de serviços de assistência técnica, inclusive no exterior. Desenvolvimento de soluções inovadoras em engenharia de instalações para projetos.
7. ***Avançado***: execução de engenharia de classe mundial. Novos desenhos de processos e P&D relacionado. Desenvolvimento de novos sistemas de produção via P&D. Centro de

tecnologia (referência mundial) para desenvolvimento de novos conceitos para projetos industriais, com ou sem P&D.

3.3.2 Níveis de capacidade em *Processos e Organização da Produção*

Processo é definido como um conjunto sequencial e peculiar de ações que objetivam uma meta. Em produção, é a sequência de passos, tarefas e atividades que convertem entradas em uma saída (ex.: processo de produção de corantes). Em gestão, processo é o conjunto de atividades realizadas na geração de resultados (Slack *et al.*, 1997). A função ‘processos e organização da produção’ define então, a capacidade em gerenciar e aprimorar os processos produtivos. Esta função está diretamente ligada ao acúmulo de capacidades tecnológicas, pois pode representar uma vantagem competitiva importante quando a empresa é capaz de desenvolver novos processos produtivos. Estes, por sua vez, podem conduzir a empresa ao “*catch up*” ou ao desenvolvimento de uma inovação radical. São dois os níveis de capacidades de rotina para esta função tecnológica:

1. **Básico:** neste nível, as atividades se concentram na coordenação rotineira da planta produtiva. As ferramentas de controle são simples (sem auxílio de softwares específicos) e a preocupação está associada a absorção da capacidade efetiva da planta. O PCP (planejamento e controle de produção) e CQ (controle de qualidade) são básicos, ou seja, voltados para a manutenção dos fluxos básicos da produção e para o controle de qualidade intermitente e baseado em inspeções visuais.
2. **Renovado:** neste nível, a empresa adquire uma maior capacidade de coordenação da planta, minimizando paradas por falta de matéria prima, por exemplo. Preocupa-se em garantir a estabilidade dos processos minimizando perdas no processo produtivo. Caracteriza-se pela implantação de sistema de controle de documentos e a certificação de processos com base em padrões internacionais como, por exemplo, obtenção de certificação ISO 9002.

A partir do nível *Básico Superior*, tem-se acumulada a base de capacidades que permite à empresa modificar e/ou aprimorar seus processos, de modo inovador.

3. **Básico Superior:** nesta fase a empresa já faz uso de sistemas para integração de informações e dados embora restritos a um departamento como o de produção (ex. MRP – *material requisition plan*). Capacita-se para pequenas e intermitentes adaptações e intervenções em processos produtivos visando a eliminação de gargalos e o alongamento esporádico de capacidade.
4. **Pré-intermediário:** aqui a empresa dá um passo a diante e já promove o alongamento sistemático de capacidade através da manipulação de parâmetros chave de processo. Utiliza técnicas organizacionais (ex.: JIT) e ferramentas avançadas ligadas a bancos de dados. Em termos de qualidade, este nível de capacidade corresponde à certificação ISO 9001 e de introdução de sistemas de gestão pela qualidade (TQC/M).
5. **Intermediário:** O aprimoramento contínuo de processos produtivos e organizacionais caracteriza este nível. A empresa é capaz de utilizar sistemas automatizados de controle de processos e sistemas de planejamento da produção PCP. Isto pode promover o alongamento rotinizado de capacidade via redução de perdas, paradas e eliminação de etapas manuais e desnecessárias.
6. **Intermediário superior:** aqui já ocorre a integração total entre sistemas operacionais e sistemas corporativos (ex.: ERP - *Enterprise Resource Planning*). Ocorre o engajamento em processos de inovação baseados em engenharia e P&D. O desenvolvimento de sistemas avançados para a integração entre sistemas operacionais e corporativos e de ferramentas avançadas de engenharia e simulação de processos. Em outras palavras, o desenvolvimento de processos inovadores, baseados em engenharia e P&D. Certifica-se para o desenvolvimento de produto e gestão por processos (ex. SIG – *Sistema Integrado de Gestão*).
7. **Avançado:** a empresa é capaz de produzir produtos de classe mundial. Está envolvida no desenho e desenvolvimento de novos processos baseados em engenharia e P&D. Passa a ser um centro de referência para criação de novos processos e produtos. Atinge a fronteira tecnológica nesta função.

3.3.3 Níveis de capacidade em *Produtos*

A função *Produtos* distingue a capacidade de replicar, desenvolver e pesquisar novos produtos e/ou adaptar os existentes. Na Indústria Química (IQ) os produtos estão diretamente associados aos processos produtivos. As inovações em produtos variam desde inovações incrementais em produtos ou componentes existentes até a criação de produtos completamente novos, muitas vezes até de forma acidental. São dois os níveis de capacidades de rotina para esta função tecnológica.

1. **Básico:** nesta fase a empresa é capaz de replicar os produtos seguindo especificações nacionais e internacionais muitas vezes associadas à tecnologia de processo selecionada. O controle de qualidade é exercido de forma rotineira e após fabricação do produto. Fornecimento ao mercado interno prioritariamente.
2. **Renovado:** aqui já acontece a replicação aprimorada de especificações de corantes dadas ou próprias. A empresa possui tecnologia de processo capaz de flexibilizar a especificação final do produto, controle de qualidade de rotina, porém não existe desenvolvimento. Trata-se da pura e simples replicação de especificações conhecidas no mercado. Este nível de capacitação permite a empresa adequar o produto à uma aplicação em particular sem modificar a classe ou o tipo.

A partir do Nível 3, '*Básico Superior*', a empresa desempenha atividades inovadoras em *Produtos*.

3. **Básico Superior:** neste nível a empresa é capaz de realizar pequenas adaptações em especificações dadas. De criar especificações próprias para corantes (nuances, contaminantes, propriedades físico-químicas) embora com algum suporte de processo da matriz ou do fornecedor da tecnologia de processo.
4. **Pré-intermediário:** aqui já ocorrem aprimoramentos sistemáticos em especificações dadas. A empresa é capaz de replicar produtos existentes no mercado de forma sistemática. Executa o desenho e desenvolvimento de processos tecnicamente assistidos. Desenvolve especificações próprias. Promove mudanças menores e

contribuições incrementais como a adaptação em função de matérias primas, condições de produção ou características do mercado local.

5. **Intermediário:** a empresa é capaz de efetuar o aprimoramento contínuo em especificações próprias. Projeta, desenvolve, produz e comercializa corantes complexos e de alto valor, sem assistência técnica externa. Certifica-se para o desenvolvimento de produto (ex.: ISO 9001)
6. **Intermediário-superior:** neste nível a empresa realiza o desenho e o desenvolvimento de corantes complexos e de alto valor agregado. Adiciona valor aos corantes desenvolvidos internamente. Engaja-se em projetos de desenvolvimento com usuários/clientes e/ou compartilhamento com a matriz. Realiza desenvolvimentos a partir de ensaios em laboratório ou testes piloto e de campo. É capaz de manipular variáveis de processo com conhecimento antecipado dos efeitos e com reprodutibilidade
7. **Avançado:** a empresa é capaz de realizar e conduzir projetos e desenvolvimentos de produtos de classe mundial. Criação de produtos originais via P&D. Etapa diretamente associada à função tecnológica de processos.

3.3.4 Níveis de capacidade em *Equipamentos*

A função *Equipamentos* distingue a capacidade de operar e manter os equipamentos chaves da produção da capacidade de especificar, desenvolver e pesquisar novos equipamentos e/ou adaptar os existentes na produção de novos produtos. As inovações em equipamentos não envolvem a fabricação destes propriamente dita, mas a capacidade de dimensioná-los e especificá-los de forma a produzir os produtos na quantidade e qualidade especificadas e com a segurança requerida. São dois os níveis de capacidades de rotina para esta função tecnológica.

1. **Básico:** neste nível a empresa somente é capaz de efetuar a reposição de rotina de componentes de equipamentos atuando de forma reativa na solução de problemas de manutenção e com auxílio externo. Participa em instalações e testes de performance executados com auxílio de recursos externos.

2. **Renovado:** a empresa já possui a capacidade de manufatura e reposição de componentes (ex.: moto-redutores, sistemas de acionamento, etc.) projetados e construídos segundo padrões internos. Efetua a manutenção corretiva com recursos próprios.

A partir do Nível 3, '*Básico Superior*', a empresa desempenha atividades inovadoras em *Equipamentos*.

3. **Básico Superior:** a empresa está apta a realizar pequenas adaptações em equipamentos para ajustá-los às matérias primas locais. Significa o início da capacidade de gerir a mudança tecnológica nesta função. A empresa conhece os efeitos da mudança e é capaz de promover adaptações incrementais.
4. **Pré-intermediário:** a empresa já desenvolveu a capacidade para realizar reformas em equipamentos chave para o processo produtivo (ex. reatores), sem contar com a assistência técnica externa, a não ser para serviços de menor complexidade ou para serviços cuja especificidade não justifica o investimento em instalações e profissionais devido a sua ocasionalidade. A empresa é capaz de realizar a engenharia reversa (básica e de detalhamento) para equipamentos chave, mesmo que com fabricação externa (caldeiraria). Efetua a *manutenção preventiva*⁴, o que denota sua capacidade de prever e antecipar problemas relacionados com a conservação e operacionalidade dos equipamentos.
5. **Intermediário:** a empresa executa de forma contínua, a engenharia básica, de detalhamento e construção de equipamentos de sistemas auxiliares (ex.: sist. de filtração; de solubilização). Efetua a *manutenção preditiva*⁵ sendo está um estágio mais avançado do que a preventiva.

4 Espécie de manutenção onde os componentes são trocados antes da quebra, mediante programação estabelecida por prazos de troca recomendados por fabricantes dos componentes e máquinas, e por histórico.

5 Espécie de manutenção onde os componentes de máquinas e equipamentos são acompanhados periodicamente com auxílio de sofisticadas ferramentas de diagnóstico e as trocas são programadas com base em estudos e históricos de cada componente, aproveitando ao máximo sua vida útil, trocando-os antes de entrarem em colapso.

6. **Intermediário-superior:** neste nível a empresa é capaz de executar, de forma contínua, a engenharia básica, de detalhamento e construção de equipamentos de sistemas principais (ex.: fenolação, tionação, etc.). Presta assistência técnica para outras empresas do grupo não só em atividades de engenharia de manutenção mas também em comissionamentos, testes de performance e partidas de sistemas e unidades produtivas.
7. **Avançado:** trata-se do nível máximo nesta função tecnológica não usualmente atingida por empresas do setor químico, dado a sua especificidade. Neste caso, a empresa é capaz de desenvolver o projeto e a manufatura de equipamentos de classe mundial. P&D para novos equipamentos e componentes.

3.3.5 Taxa (ou velocidade) do desenvolvimento da capacidades tecnológicas em nível de empresa

Adicionalmente ao exame da forma como a capacidade tecnológica é desenvolvida, o modelo analítico empregado nesta dissertação, permite a identificação da escala de tempo em termos de acumulação de capacidade tecnológica, ou seja, a velocidade ou taxa com que a empresa passa de um nível de capacidade para o seguinte. Esta velocidade é medida em número de anos necessários para alcançar um nível específico. Em outras palavras, a velocidade para alcançar um nível de capacidade tecnológica mais alto a partir de um nível inferior, medida em anos. Por exemplo: a empresa inicia uma atividade correspondente ao Nível 1 de uma determinada função tecnológica, no ano X. No ano Y esta mesma empresa inicia outra atividade do Nível 3 daquela mesma função tecnológica. Logo, a velocidade com que a empresa saltou do Nível 1 para o Nível 3 foi de $(Y - X)$ anos. Conforme argumenta Figueiredo (2007b):

“(...)Thus a concrete idea of whether and how rapidly firms and industries are moving through progressively higher levels of technological capabilities (from production-based into different degrees of innovative activities) is crucially important to advance our understanding of the process of technological accumulation in firms and industries in developing countries.(...)”

Logo, a determinação da velocidade de acumulação de capacidade tecnológica é importante para o estudo pois pode fornecer evidências que a relacionem com os diferentes regimes experimentados pela Rioquima. Em outras palavras, o objetivo é verificar se houve aceleração, desaceleração ou até mesmo retrocesso, na acumulação capacidade tecnológica nos diferentes períodos analisados (PSI e regime de economia aberta).

Conforme Bell (2006) argumenta, salvo raras exceções (por exemplo: Figueiredo, 2002/2003a; Tacla & Figueiredo, 2006; acrescento Figueiredo, 2007a; e Andrade, 2007) a comunidade acadêmica tem falhado em fornecer uma escala de tempo relacionada com o processo de acumulação de capacidade tecnológica, com as diferenças entre escalas e com as razões para tais diferenças. Desta forma, o entendimento a respeito destes assuntos fica limitado e um número maior de estudos torna-se necessário. Esta dissertação procura contribuir também nesta direção ou seja, fornecer evidências empíricas do tempo necessário para acumulação de capacidade tecnológicas inovadoras em uma empresa que não pertencente a indústria siderúrgica, de bens de capital, TIC ou eletrônica.

3.4 Principais Características dos Regimes Industriais Brasileiros a partir dos Anos 1950

No Brasil, são identificáveis dois contextos distintos a partir dos anos 1950: (i) o período correspondente à *Política de Substituição das Importações* (PSI), da segunda metade dos anos 1950 até o final dos anos 1980; e (ii) o período conhecido como *Novo Modelo Econômico* (NME), do final dos anos 1980 até os dias de hoje. Conforme já mencionado, diversos estudos apontam as vantagens e desvantagens de um e do outro regime (ver Seção 2.2). Uma análise mais cuidadosa deste impacto requer uma compreensão de como a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas se desenvolveu tanto num quanto no outro contexto e, desta forma, relacioná-la às principais características e principais eventos ocorridos dentro do período de vigência tanto de um quanto do outro regime, da PSI e do NME. Portanto, o contexto serve de suporte para o exame do desenvolvimento das capacidades tecnológicas da empresa.

Estes dois contextos são radicalmente diferentes considerando a função exercida pelo Estado, o grau de proteção e o nível de abertura da economia para a competição externa. Estes e

outros fatores de cada contexto, afetam diretamente a evolução da produção industrial, a estrutura dos mercados, o tipo de competição, a orientação da produção (mercado interno e/ou exportação) e as atitudes das empresas em direção a introdução de mudanças tecnológicas (Vera-Cruz, 2000).

A PSI foi implantada no Brasil em 1957. Consistiu de um conjunto de medidas que visava promover o desenvolvimento industrial através de uma política de substituição de importações e proteção da indústria doméstica. Estas medidas se constituíram, historicamente, no núcleo da estratégia de desenvolvimento e no principal instrumento de política industrial no Brasil até o início da década de 90 (Ferreira, 2002). A PSI era vista como um modelo para o avanço gradual em direção à industrialização. Eram previstos três estágios evolutivos: substituição dos bens de consumo; substituição dos produtos intermediários e, finalmente, substituição dos bens de capital (Vera-Cruz, 2000). As principais características deste regime são (Figueiredo, 2007a):

- (a) altas tarifas de “valor adicionado” e aplicação de barreiras não-tarifárias para produtos importados;
- (b) exercício de poder discricionário do governo federal controlando o nível de importações através da Lei do Similar Nacional e através de uma lista com 1300 produtos com importação proibida, o chamado anexo C;
- (c) existência de dispositivos reguladores tais como submissão de planos anuais de importação, critérios especiais para concessão de benefícios fiscais, estabelecimento de condições especiais aos exportadores (regime “drawback”) e redução ou isenção de tributos de importação somente em condições especiais.

A partir do choque dos juros de 1979 e, em especial, após a moratória mexicana em 1982, todos os países da América Latina enfrentaram sérias restrições de divisas – no plano externo – e aceleração inflacionária e deterioração dos indicadores socioeconômicos no plano interno. No Brasil, várias tentativas de estabilização monetária e retomada do crescimento foram realizadas, sem sucesso, através de sucessivos planos econômicos baseados em diferentes interpretações acerca das origens da instabilidade.

O prolongamento da crise ao longo da década de 1980 deu espaço para a tese que identificava na grande participação do Estado na economia e no fechamento do mercado interno ao comércio internacional as fontes das restrições ao crescimento.

No período conhecido como “Nova Política Industrial”, entre 1985 e 1988, o governo brasileiro realizou uma tentativa de reduzir a redundância da estrutura tarifária para um nível inferior (de 90 para 43%) e de reduzir do número de regimes especiais de tributação. Entretanto, conforme aponta Hay (2001), tal tentativa esbarrou na forte pressão de grupos de produtores locais.

A partir de 1988, iniciou-se o processo de abertura comercial que reduziu o nível e a dispersão da proteção às atividades domésticas competitivas. Foi editada uma reforma aduaneira cuja principal linha foi a incorporação na estrutura tarifária de muitas das barreiras não tarifárias criadas pelo acirramento do protecionismo da primeira metade da década. Essa reforma pode ser considerada, tão somente, uma preparação para a liberalização comercial que se seguiria, tendo, no entanto, pouco impacto efetivo (Figueiredo, 2007a).

Às vésperas da década 1990, seguindo a orientação das principais instituições internacionais, as propostas de políticas passaram a apresentar um denominador comum. Essa nova visão ficou conhecida na literatura como “Consenso de Washington” (Williamson, 1990), ou “novo modelo econômico” (Reinhardt e Peres, 2000). O novo “modelo de crescimento”, proposto como solução para a crise dos países periféricos, parte do pressuposto de que os desequilíbrios econômicos tiveram origem no próprio modelo de industrialização adotado, qual seja, o modelo de industrialização por substituição de importações (Brito, 2002).

No Brasil as reformas foram introduzidas pelo governo Collor e representaram a principal mudança no regime protecionista (Hay, 2001). Tais reformas cobriram três áreas: (a) o anexo C foi eliminado; (b) todas as barreiras não tarifárias foram removidas; (c) introdução de um cronograma de redução tarifas em 4 anos reduzindo-as ao range de 0 – 40%. Em 1994 com a implantação do “Plano Real” a economia atingiu a estabilização em termos macro com redução significativa da inflação.

É com este pano de fundo que o estudo foi desenvolvido aumentando a sua complexidade.

CAPÍTULO 4

DESENHO E MÉTODOS DA DISSERTAÇÃO

Este capítulo apresenta os principais elementos do desenho, da estratégia e os métodos utilizados nesta dissertação. A Seção 4.1 apresenta os elementos-chave da dissertação como questões da dissertação, unidade de análise, combinação de critérios qualitativos e quantitativos e como ocorreu a seleção da empresa. A Seção 4.2 descreve a execução da pesquisa no campo; os tipos, fontes e métodos de coleta dos dados utilizados para responder as questões da dissertação. A Seção 4.3 descreve os procedimentos realizados para a análise das evidências empíricas coletadas.

4.1 Elementos-Chave do Desenho da Dissertação

4.1.1 Questões da dissertação

Esta dissertação foi desenvolvida para examinar as seguintes questões:

- 1 Como se desenvolveu a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica em uma empresa do setor químico – a Clariant - Unidade de Duque de Caxias – durante o período de 1980 a 2007?**
 - 1.1 Especificamente, qual foi a direção e a velocidade da acumulação de capacidades de rotina e de inovação, desenvolvidas sob diferentes regimes industriais (o regime protecionista e o regime de economia aberta), para as funções tecnológicas selecionadas na métrica de capacidade tecnológica?**
- 2 Quais foram as possíveis implicações da direção e da velocidade com que tais capacidades tecnológicas foram acumuladas, para o aprimoramento, ou não, de alguns dos indicadores de performance operacional exibidos pela empresa estudada, no período examinado (1980 a 2007)?**

Para responder às questões de pesquisa, é necessária uma metodologia que permita capturar, com razoável nível de detalhe, informações qualitativas que propiciem a reconstrução do contexto interno e externo à empresa durante o período analisado; que permita a associação de dados quantitativos e qualitativos de forma a estabelecer e/ou reforçar a relação causal entre as variáveis de interesse. Tais condicionantes nos conduzem à escolha do método do *estudo de cas* (Yin, 2005:64). Esta metodologia tem vantagens particulares quando a pesquisa é focada em questões do tipo “como” e “por que” a respeito de um conjunto de eventos contemporâneos da vida real, especialmente aqueles que não estão totalmente pesquisados. É também recomendada para estudos de eventos no passado quando pessoas relevantes para o processo/evento ainda estão disponíveis para serem sistematicamente entrevistadas e reportarem retrospectivamente o ocorrido (Yin, 2005:26).

4.1.2 Unidade de análise

A unidade de análise do estudo de caso tipo I (Yin, 2005:61), é a **trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas** seguida pela empresa estudada, uma vez que representa a variável chave para responder às questões da pesquisa.

4.1.3 Combinação de evidências quantitativas e qualitativas

Esta dissertação faz uso de dados qualitativos e também de dados quantitativos, sendo predominante a incidência dos primeiros. Esta técnica é possível uma vez que métodos quantitativos e qualitativos não são mutuamente excludentes (Figueiredo, 2006c:207). Podem-se colher no mesmo estudo tanto informações qualitativas quanto quantitativas (Patton, 1990). Os elementos qualitativos se traduzem no modo como são apresentadas as evidências empíricas: em forma de histórias. Tais histórias estruturam-se em moldes cronológicos, analíticos e comparativos. O tratamento qualitativo permitirá abordar as questões relativas à trajetória da empresa e às características dos diferentes regimes industriais. O método quantitativo tornará mais consistente o diagnóstico dessas questões principalmente quando da relação das variáveis qualitativas com as quantitativas, especialmente com a performance operacional.

4.1.4 Processo para seleção da empresa

As questões da pesquisa serão examinadas em um estudo concentrado na Clariant S.A. – Unidade Industrial Duque de Caxias (Rioquima), Rio de Janeiro/Brasil. Todavia, o processo foi iniciado em outra empresa ainda durante a disciplina de Gestão da Inovação Tecnológica, ministrado pelo professor Dr. Paulo N. Figueiredo, no curso de mestrado executivo na Fundação Getúlio Vargas - EBAPE. A empresa inicialmente selecionada foi a Bayer S.A. – unidade Material Science, em Belford Roxo/Brasil. No decorrer do curso vislumbrei a possibilidade de conduzir uma pesquisa envolvendo a Bayer e Sistemas de Inovação para realização do trabalho de fim de curso, o qual foi efetuado com sucesso. Contudo, diversas razões impediram a continuidade da pesquisa relacionada com esta dissertação na Bayer e a empresa que apresentava características similares (setor de atuação e tempo de atividade), além da facilidade de contato pessoal, era a Rioquima.

Considerando seu longo tempo de atividade, a empresa atravessou os dois regimes industriais experimentados pela economia brasileira e, portanto, atendia aos requisitos da pesquisa uma vez que representa uma importante fonte de informação e o conhecimento prévio de sua história foi proporcionado pela experiência que possuo atuando no segmento químico (23 anos) e pelo período em que trabalhei na empresa (1994 a 1999 inclusive).

4.2 Condução da Estratégia de Pesquisa

4.2.1 Execução da pesquisa

Conforme já mencionado, a pesquisa foi planejada inicialmente para ser conduzida na unidade Material Science da Bayer do Brasil S. A. Durante o curso de Gestão da Inovação Tecnológica foi conduzido um estudo piloto naquela unidade objetivando a elaboração de um artigo como trabalho final de disciplina. O título do trabalho é *Capacidade Tecnológica e Interação com Sistema Nacional de Inovação: Estudo Piloto na Bayer do Brasil*.

O trabalho final foi concluído em maio de 2007 e os contatos foram mantidos objetivando dar início aos levantamentos preliminares com foco na obtenção de uma visão panorâmica das atividades tecnológicas desenvolvidas, do nível de documentação disponível, da

disponibilidade dos potenciais envolvidos nas entrevistas, etc. Um dos gerentes foi contatado e se dispôs a servir de elo de comunicação entre a empresa e o pesquisador.

Contudo, devido a uma série de obstáculos encontrados na Bayer, não foi possível dar continuidade, neste momento, à pesquisa. O próprio gerente interlocutor se desligou da empresa semanas depois, indo atuar em uma empresa siderúrgica; o nível das atividades dos demais envolvidos estava tão intenso (provocado por um programa de novos investimentos no parque fabril) que seria impraticável disponibilizar tempo para as entrevistas. A alternativa viável mais próxima para a substituição era a Rioquima visto as facilidades no relacionamento entre o pesquisador e os integrantes empresa, atuais e passados. A preferência pela Bayer devia-se a presunção de que ela dispunha de um maior volume de informações, principalmente em termos de indicadores de performance operacional, o que poderia proporcionar uma maior riqueza de detalhes aumentando a validade do estudo.

O cronograma inicial previa uma fase de entrevistas e levantamento de dados durante os meses de agosto e setembro de 2007, com revisão em novembro de 2007. Devido aos obstáculos encontrados, as entrevistas foram conduzidas na Rioquima, nos meses de dezembro de 2007 e janeiro de 2008. Meses preferidos para as férias o que também se tornou um obstáculo para a pesquisa mesmo após a troca das empresas.

Para realizar entrevistas com um importante participante do processo de acumulação de capacidades na Rioquima, e que hoje se encontra atuando na unidade de produção de corantes ao enxofre na Espanha – a unidade CastellBisbal, centro de referência no desenvolvimento de novos produtos e processos, foi utilizado um recurso disponível na internet para comunicação com voz e imagem via grande rede de computadores - o software Skype™. Este dispositivo proporcionou o contato verbal e visual com o entrevistado e até a gravação das entrevistas.

4.2.2 Tipos e fontes de evidências empíricas

As informações e dados foram coletados de fonte primária, a partir de técnicas variadas: pesquisa documental, entrevistas individuais e coletivas com diversos níveis funcionais da empresa - estruturadas ou não - e observações diretas no local. As principais fontes estão apresentadas na Tabela 4.1 a seguir.

Tabela 4.1 – Fontes de informação na Rioquima

Origem	Detalhes	
Entrevistas abertas semiestruturadas com auxílio de roteiros: entrevistas chave organizadas em grupos.	Grupo 1:	Diretor e ex-diretores técnicos e de produção
	Grupo 2:	Gerentes de fábrica, de produção, de desenvolvimento, de qualidade e ex-gerente de produto
	Grupo 3:	Supervisores de infraestrutura, de segurança e meio ambiente, de produção e de manutenção
Entrevistas informais	Envolvem encontros informais, contato via telefone e via mensagens eletrônicos. O objetivo é identificar outras possíveis fontes de informação, projetos conduzidos no passado, verificar informações obtidas nas entrevistas formais, coletar opiniões individuais sobre eventos causa e consequências.	
Arquivos, documentos e páginas na internet	Relatórios anuais, publicações comemorativas e históricas, atas de reuniões. O objetivo é coletar informações complementares a respeito dos projetos e eventos; verificar a consistência das informações obtidas nas entrevistas, identificar/ratificar eventos marcantes, obter dados quantitativos (indicadores de performance técnica).	
Observações diretas no local	Departamentos de engenharia, manutenção, produção, energias, qualidade, segurança e meio ambiente. O objetivo é coletar informações de como os problemas são resolvidos, quais os recursos e ferramentas utilizados, como ocorre o fluxo de informação	

Fonte: Adaptado de Figueiredo, 2006c:206-207; e de Andrade, 2007

4.2.3 Métodos de coleta de dados

Foram realizadas entrevistas formais semiestruturadas com ex-diretores, diretores, gerentes e supervisores da empresa. A maioria das entrevistas foram gravadas, posteriormente transcritas e um resumo foi submetido aos entrevistados para aprovação. Cada entrevista teve duração aproximada de duas a três horas. Durante as entrevistas foram feitas anotações abreviadas de tópicos que não estavam inclusos no questionário para serem abordados em oportunidades futuras com outros entrevistados, assuntos muitas vezes relacionados com outras funções tecnológicas. A Tabela 4.2 apresenta a relação dos participantes das entrevistas por cargo ou função.

Foram elaborados roteiros das entrevistas de forma a direcionar o foco da pesquisa para a função tecnológica desejada e com isso evitar desvios. As entrevistas ocorreram no local de

trabalho dos profissionais ativos e em locais diversos para os inativos. Os roteiros foram organizados da seguinte forma:

- Roteiro 1 – Assuntos genéricos e estratégicos
- Roteiro 2 – Assuntos relacionados com Engenharia de Projetos
- Roteiro 3 – Assuntos relacionados com Processos e Organização da Produção
- Roteiro 4 – Assuntos relacionados com Produtos
- Roteiro 5 – Assuntos relacionados com Equipamentos/Manutenção
- Roteiro 6 – Assuntos relacionados com Saúde, Segurança e Meio Ambiente

A Tabela 4.2 apresenta a relação dos participantes por função exercida pelo entrevistado. Também fornece uma visão do período coberto pela entrevista e dos assuntos abordados (roteiros).

Tabela 4.2 – Relação dos participantes das entrevistas realizadas na Rioquima

Cargo ou Função do entrevistado	Período coberto pelas entrevistas	Número de entrevistas	Roteiros de entrevista aplicados
Ex-diretor Técnico	Anos 40 até anos 90	4	1, 2, 3, 4, 5, 6
Ex-diretor Industrial	Anos 90	2	1, 2, 3, 6
Diretor de Produção	Anos 90 até 2007	3	1, 2, 3, 5, 6
Gerente de Produto	Anos 80 até anos 90	3	3, 4, 5
Gerente de Fábrica	Anos 90 até 2007	4	1, 3, 4, 6
Gerente de Desenvolvimento	Anos 80 até 2007	3	3, 4, 6
Supervisor de Infraestrutura	Anos 80 até 2007	2	2, 5
Supervisor de Manutenção	Anos 80 até 2007	2	5
Supervisor de Produção	Anos 70 até 2007	1	3, 4, 5
Supervisor de Meio Ambiente	Anos 80 até 2007	2	3, 6

Fonte: Elaboração do próprio

4.3 Procedimentos de Análise das Evidências Empíricas

4.3.1 Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas

Os principais eventos internos identificados e ratificados por mais de uma fonte, foram dispostos em uma matriz (5 x 4) denominada “Matriz de Eventos”. Esta matriz consiste de cinco linhas que representam períodos de tempo que foram divididos em função de eventos considerados *a priori*, de grande impacto. Nas colunas foram dispostas as funções tecnológicas estudadas. Em seguida, foram elaborados pequenos textos analíticos relativos a cada célula. A partir da síntese destes dados, foi descrita a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas (Capítulo 6) para cada uma das funções tecnológicas estudadas. Esta descrição foi feita levando-se em conta a subdivisão do período de tempo em estudo, que vai de 1980 a 2007. A matriz de eventos também serviu de base para a construção de quatro eixos horizontais, cronológicos, com indicação dos principais eventos determinantes de cada um dos sete níveis tecnológicos para as quatro funções tecnológicas estudadas. Desta forma, é possível a associação qualitativa da trajetória com diferentes eventos ocorridos na vigência dos regimes industriais experimentados pela Rioquima.

4.3.2 Direção da acumulação de capacidades tecnológicas

De modo similar ao estudo desenvolvido por Andrade (2007), adotou-se a elaboração de um índice de capacidade tecnológica agregada. O objetivo é constituir uma perspectiva quantitativa dos níveis de capacidade tecnológica para a empresa pesquisada. Os índices representam uma importância relativa de cada função tecnológica e foram desenvolvidos especificamente para aplicação no presente estudo servindo de sugestão para aplicações futuras em empresas da indústria química. Seguem os mesmos princípios das métricas representadas na Tabela 3.1, ou seja, existe uma equivalência entre os índices de capacidade tecnológica e os respectivos níveis do modelo analítico.

Os critérios de construção dos referidos índices consideram a opinião dos envolvidos nas entrevistas sobre a importância relativa de cada função tecnológica na trajetória da Rioquima; a atividade principal da Rioquima de produção de corantes (produtos) via processos produtivos associados; a direção priorizada na trajetória de acumulação de capacidades

tecnológicas e aos paradigmas de desenvolvimento da indústria química, ou seja, produtos e processos (ver Freeman, 1995).

A Tabela 4.3 apresenta os índices correspondentes às capacidades tecnológicas por função tecnológica para a empresa em estudo. As áreas sombreadas representam os índices correspondentes aos níveis de capacidades inovadoras, enquanto que a área não sombreada, aos níveis de capacidades de rotina.

Tabela 4.3 – Índices por função construídos para o cálculo do índice de capacidade tecnológica agregado para a Rioquima

Nível de capacidade tecnológica	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Valor agregado de capacidade tecnológica
1	0,20	0,30	0,30	0,20	1,0
2	0,40	0,60	0,60	0,40	2,0
3	0,60	0,90	0,90	0,60	3,0
4	0,80	1,20	1,20	0,80	4,0
5	1,00	1,50	1,50	1,00	5,0
6	1,20	1,80	1,80	1,20	6,0
7	1,40	2,10	2,10	1,40	7,0

Fonte: Adaptado de Andrade (2007) elaborado com base em Dutrénit (2002)

Nota: As células esverdeadas representam níveis inovadores de capacidade tecnológica.

Levando-se em conta os critérios adotados na criação dos índices, atribuiu-se, dentro de uma escala de 0 a 1, o valor de 0,30 para as funções tecnológicas *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*. As atividades relacionadas com as funções *Engenharia de Projetos* e *Equipamentos* receberam pesos iguais a 0,20. A lógica está na maior associação que foi observada nos dois agrupamentos feitos e leva em consideração o suporte dado pelas duas últimas às duas primeiras.

Para obtenção dos índices relativos ao Nível 2 em diante, fez-se a multiplicação de cada um dos valores ou índices correspondentes ao Nível 1 por dois, correspondendo por sua vez aos níveis de capacidade tecnológica. Em outras palavras, cada valor ou índice foi multiplicado pelo nível subsequente de capacidade tecnológica (2 a 7). Isto gerou os valores ou índices correspondentes a cada uma das funções tecnológicas.

Para um maior refinamento acerca dos níveis de capacidade tecnológica alcançados pela empresa alvo dessa dissertação, foram também determinados níveis intermediários. A razão está no fato de que as empresas muitas vezes, não conseguem desenvolver todas as atividades tecnológicas equivalentes a cada um dos sete níveis de capacidade descritos na Tabela 3.1. Isto é, dentre um N número de atividades previstas pela métrica para mensuração de capacidades tecnológicas (Tabela 3.1), é possível que em alguns níveis, apenas algumas das atividades são efetivamente realizadas pela empresa em estudo. Assim, não obstante a empresa ter obtido sucesso em atingir um determinado nível por ter sido capaz de desenvolver capacidades equivalentes ao mesmo, este nível está incompleto no que diz respeito às suas atividades como um todo. Para estes casos, foi adotada a solução de indicar que a empresa alcançou um determinado nível de capacidade tecnológica de maneira incompleta. A notação visual para representar estes casos foi o uso do sinal ‘*’.

Para os níveis incompletos de capacidade tecnológica o procedimento dos índices de capacidades tecnológicas é basicamente o mesmo do descrito nos parágrafos anteriores. Seguindo as mesmas premissas de grau de relevância entre as funções tecnológicas, o índice correspondente a um determinado nível incompleto de capacidade tecnológica equivale à média aritmética entre os níveis imediatamente inferior e superior. Assim, nestes casos, a soma das linhas resultará no nível correspondente, decrescido de 0,5. Nestes casos, o Nível 3*, por exemplo, é substituído por 2,5 e assim sucessivamente. A Tabela 4.4 apresenta os índices para os níveis incompletos de capacidade tecnológica.

Tabela 4.4 – Índices por função construídos para o cálculo do índice de capacidade tecnológica agregado em nível incompleto para a Rioquima

Nível de capacidade tecnológica	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Valor agregado de capacidade tecnológica
1*	0,15	0,23	0,23	0,15	0,8
2*	0,30	0,45	0,45	0,30	1,5
3*	0,50	0,75	0,75	0,50	2,5
4*	0,70	1,05	1,05	0,70	3,5
5*	0,90	1,35	1,35	0,90	4,5
6*	1,10	1,65	1,65	1,10	5,5
7*	1,30	1,95	1,95	1,30	6,5

Fonte: Adaptado de Andrade (2007) elaborado com base em Dutrénit (2002)

Nota: As células esverdeadas representam níveis inovadores de capacidades, (*) significa nível incompleto

Posteriormente, para a realização do processo de mensuração quantitativa e de agregação da capacidade tecnológica da Rioquima, as evidências relativas a cada uma das funções tecnológicas foram substituídas pelos valores definidos nas Tabelas 4.3 e 4.4 ao longo do período de tempo examinado (1980-2007). Esta substituição permitiu gerar um índice que expressa o nível de capacidade tecnológica em nível da empresa pesquisada de forma agregada, ou seja, envolvendo as quatro funções tecnológicas examinadas. Por exemplo: em 1990 a Rioquima havia atingido o seguinte nível agregado (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Exemplo de cálculo do índice de capacidade tecnológica agregado para o ano de 1990

Função Tecnológica	Nível de capacidade tecnológica atingido em 1990.	Índice de capacidade tecnológica correspondente, obtido das Tabelas 4.3 e 4.4.
Engenharia de Projetos	4	0,8
Processos e Organização da Produção	5	1,5
Produtos	5*	1,35
Equipamentos	4	0,8
Valor agregado de capacidade tecnológica calculado		$0,8 + 1,5 + 1,35 + 0,8 = \mathbf{4,45}$

Fonte: Adaptado de Andrade (2007) e com base nos dados empíricos

Com base nos valores do índice agregado de capacidades tecnológicas ano a ano, é possível construir a trajetória do Nível agregado de capacidade tecnológica e proceder a uma comparação com os níveis atingidos por cada função tecnológica, independentemente, e no mesmo período. Com isso, é possível observar qual função obteve maior avanço (ou menor) em relação ao nível agregado e em que período de tempo isto ocorreu. O exame dessas trajetórias permite o estudo do comportamento de acumulação de capacidades ao longo do tempo e a associação qualitativa com eventos que possam ter influenciado no maior (ou menor) desenvolvimento de uma função em especial. Os resultados dessa análise serão apresentados no Capítulo 6.

4.3.3 Critérios para mensurar a velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas

Uma vez obtida a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, é possível realizar o exame dos tempos envolvidos (medido em anos) no processo de acumulação de capacidades para funções tecnológicas diversas na empresa. Este exame, a ser realizado a luz da métrica apresentada na Tabela 3.1, pode ser feito sob três pontos de vista:

- Tempo médio que a empresa levou para mover-se do nível básico aos seus níveis máximos alcançados.
- Tempo médio de permanência da empresa em cada nível de capacidade, por função tecnológica específica.
- Tempo médio que a empresa levou para mover-se do nível (N) ao nível seguinte (N + 1) de capacidade tecnológica.

A determinação destas velocidades é muito importante para o estudo pois pode fornecer evidências que relacionem a capacidade tecnológica com o regime industrial vigente e com a performance operacional. Em outras palavras, o objetivo é verificar as possíveis implicações da direção e da velocidade com que tais capacidades tecnológicas foram acumuladas, para o aprimoramento, ou não, de alguns dos indicadores de performance operacional exibidos pela empresa estudada, no período examinado (1980 a 2007).

Os tempos médios (número de anos) que a Rioquima levou para evoluir do Nível 2 (nível mínimo encontrado na empresa no ano de 1980) aos níveis máximos de capacidade tecnológica em 2007 são calculados subtraindo o ano correspondente ao nível de capacidade tecnológica máximo atingido do ano de 1980 (início do período de análise). Por exemplo: se a Rioquima atingiu o Nível 6 no ano de 1990 para a função *Produtos*, o tempo médio para atingir tal nível é obtido subtraindo-se 1990 de 1980, ou seja, 10 anos. A Tabela 4.6 mostra os exemplos dos tempos de transição entre os níveis de capacidade tecnológica para a função *Engenharia de Projetos*. Este mesmo procedimento deve ser realizado para o cálculo do tempo médio de transição entre nível de capacidade tecnológica correspondente ao ano de 1980, para as demais funções tecnológicas.

Tabela 4.6 – Exemplo de tempo médio de transição entre o Nível 2 e os demais níveis de capacidade tecnológica para a função *Engenharia de Projetos*

Função tecnológica: <i>Engenharia de Projetos</i>	
Intervalo entre níveis de capacidade tecnológica	Tempo médio de transição (anos)
Nível 2 ao Nível 3	2
Nível 2 ao Nível 4	10
Nível 2 ao Nível 5	21
Nível 2 ao Nível 6	23
Nível 2 ao Nível 7	28

Fonte: Adaptado de Andrade, 2007

O próximo exame refere-se ao tempo médio de permanência da empresa em cada nível de capacidade tecnológica, por função tecnológica específica. Este tempo é obtido a partir da simples contagem da incidência de níveis específicos de ao longo do período examinado (1980-2007). Um exemplo da contagem para a função *Produtos* é apresentado na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Exemplo de tempo médio de permanência em cada nível de capacidade tecnológica para a função *Produtos*

Função tecnológica: <i>Produtos</i>	
Níveis de capacidade tecnológica	Tempo médio de permanência em cada nível (anos)
Nível 1	3
Nível 2	5
Nível 3	3
Nível 4	10
Nível 5	2
Nível 6	3
Nível 7	Nível não atingido

Fonte: Adaptado de Andrade, 2007

Finalmente, realiza-se a identificação do tempo médio que a empresa levou para mover-se do nível (N) ao nível seguinte (N + 1), de acordo com a sequência da métrica, conforme demonstrado na Tabela 4.8.

Com base nas informações obtidas através deste modelo, é possível proceder a uma análise mais apurada dos tempos envolvidos no processo de acumulação de capacidades tecnológicas da Rioquima no período estudado (1980 a 2007) e com isso desenvolver uma relação entre os

níveis de capacidades tecnológicas acumulados com os indicadores de performance operacional.

Tabela 4.8 – Exemplo de tempo médio de transição entre os níveis de capacidade tecnológica para a função *Processos e Organização da Produção*

Função tecnológica: <i>Processos e Organização da Produção</i>	
Níveis de capacidade tecnológica	Tempo médio de transição de nível (anos)
Nível 2 ao Nível 3	2
Nível 3 ao Nível 4	2
Nível 4 ao Nível 5	0
Nível 5 ao Nível 6	14
Nível 6 ao Nível 7	2

Fonte: Adaptado de Andrade, 2007

4.3.4 Indicadores de performance operacional

Serão considerados alguns dos indicadores de produtividade utilizados pela Clariant (Holding) para comparação entre as unidades produtivas. Anualmente cada unidade do grupo envia à matriz os dados referentes ao número de horas trabalhadas, consumo de matérias primas, consumo de energia elétrica, consumo de água, produção, emissões atmosféricas, geração de efluentes, dados relacionados com acidentes e incidentes, dados financeiros, etc. Estes são utilizados para a construção de indicadores que auxiliam no processo de tomada de decisão no campo estratégico. Em alguns casos os indicadores podem ser utilizados para a definição do local (unidade) onde será produzido um determinado produto em substituição a outro que não apresente performance competitiva adequada.

A Clariant disponibilizou apenas os dados qualificados na Tabela 4.9, seja por indisponibilidade da informação, seja por obediência às normas internas que não permitem a divulgação de determinados indicadores, principalmente financeiros, em se tratando de unidades produtivas isoladas. Com base na natureza do dado de origem do indicador construído, foi possível o agrupamento em três classes: (i) indicadores de natureza técnica; (ii) indicador de segurança operacional; e (iii) indicadores de natureza comercial e de qualidade.

Tabela 4.9 – Tipos de dados informados pela Rioquima para cálculo de indicadores de performance

Descrição	Símbolo	Unidade	Período de disponibilidade
Número médio de colaboradores no ano	C	Homem	1982 a 2007
Produção anual	P	Toneladas	1980 a 2007
Número de incidentes no ano	I	Adimensional	1982 a 2004
Consumo de água	AG	M ³ /ano	1995 a 2007
Consumo de energia elétrica	EE	Gj/ano	1995 a 2007
Índice de qualidade	Q	kg rejeitado/kg vendido [%]	2000 a 2007
Exportações	EX	Toneladas/mês	2001 a 2007

Fonte: Elaboração própria com base nos dados empíricos

A partir das informações disponibilizadas pela Rioquima (Tabela 4.9), foram construídos os indicadores apresentados na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Indicadores de performance operacional construídos com base nos dados informados pela Rioquima

Descrição do Indicador	Dados de Origem	Unidade	Classe do Indicador	Período de disponibilidade
Produtividade do trabalho	P/C	[toneladas/homem]	Técnica	1982 a 2007
Consumo específico de água	AG/P	[m ³ /ton. ano]	Técnica	1995 a 2007
Consumo específico de energia elétrica	EE/P	[GJ/ton. ano]	Técnica	1995 a 2007
Segurança operacional	I/C	Incidentes/homem [%]	Segurança operacional	1982 a 2004
Índice de qualidade	Q	kg rejeitado/kg vendido [%]	Comercial e qualidade	2000 a 2007
Percentual da produção exportado	EX/P	ton. exportada/ton. produzida [%]	Comercial e qualidade	2001 a 2007
Percentual de aumento das exportações	EX/EX	[% de aumento/ano] 2001 = 100%	Comercial e qualidade	2001 a 2007

Fonte: Elaboração própria com base nos dados empíricos

Com base nestes indicadores é possível avaliar as implicações do processo de acumulação de capacidades tecnológicas (ainda que o período de certos indicadores não permita uma avaliação mais ampla) em algumas áreas da empresa/unidade.

CAPÍTULO 5

CONTEXTO EMPÍRICO DA DISSERTAÇÃO

Este capítulo destaca alguns importantes aspectos da Indústria Química no Brasil e no mundo, com o principal objetivo de ressaltar a relevância do setor para o desenvolvimento de algumas das principais economias do mundo (Alemanha e EUA), assim como para a economia brasileira. Destaca também, alguns eventos marcantes da história da empresa estudada, examinando brevemente as iniciativas para a construção e manutenção das suas capacidades tecnológicas. A Seção 5.1 faz uma breve caracterização da Indústria Química. A Seção 5.2 apresenta importantes aspectos relacionados com a formação do setor no mundo enquanto que a Seção 5.3 destaca os aspectos da sua formação no Brasil, basicamente relacionados com o período de vigência da PSI. Finalizando, a Seção 5.4 descreve os principais marcos históricos da Rioquima desde a sua fundação em 1912.

5.1 A Indústria Química: uma breve apresentação

A Indústria Química pode ser definida com base no conceito relacionado às atividades de produção ou no conceito relacionado ao segmento do mercado em termos de especialidade. No primeiro, seguindo a Classificação Industrial Padrão (SIC)⁶, é aquela cuja produção envolve, em geral, a fabricação de químicos básicos (derivados do carvão, petróleo e minerais), de produtos medicinais e farmacêuticos, e de borrachas e plásticos de engenharia, ou polímeros (Upstill *et al.*, 2006). No segundo, é aquela cujos produtos são subdivididos em quatro grandes categorias: (a) químicos básicos – produção em grandes volumes de químicos inorgânicos, petroquímicos a granel, químicos orgânicos intermediários, resinas plásticas, borrachas sintéticas, surfactantes (sabões), pigmentos, etc.; (b) especialidades químicas – produção em volumes menores de adesivos, selantes, catalisadores, revestimentos, química fina, aditivos plásticos, gases industriais, corantes, etc.; (c) ciências da vida – produtos farmacêuticos, produtos biológicos, substâncias de diagnóstico, saúde animal, vitaminas etc.; e (d) produtos de consumo – detergentes, alvejantes, produtos de higiene pessoal e doméstica, fragrâncias etc. (Swift, 1999).

6 - Sigla em inglês que significa “Standard Industrial Classification”.

Ao longo dos seus 150 anos, a Indústria Química vem sendo transformada pela introdução de produtos e processos inovadores cuja força motriz reside na P&D conduzidas pelas corporações, universidades e laboratórios nacionais. A indústria produz mais de 70.000 substâncias químicas diferentes (Upstill *et al.*, 2006; Swift, 1999) com um valor adicionado de mais de US\$ 2,0 trilhões por ano (base 2006). Os principais países produtores são indicados na Tabela 5.1, a seguir.

Observar que o Brasil ocupa a nona colocação, o que pode ser considerada uma posição de destaque no cenário internacional, considerando a recente formação da sua indústria.

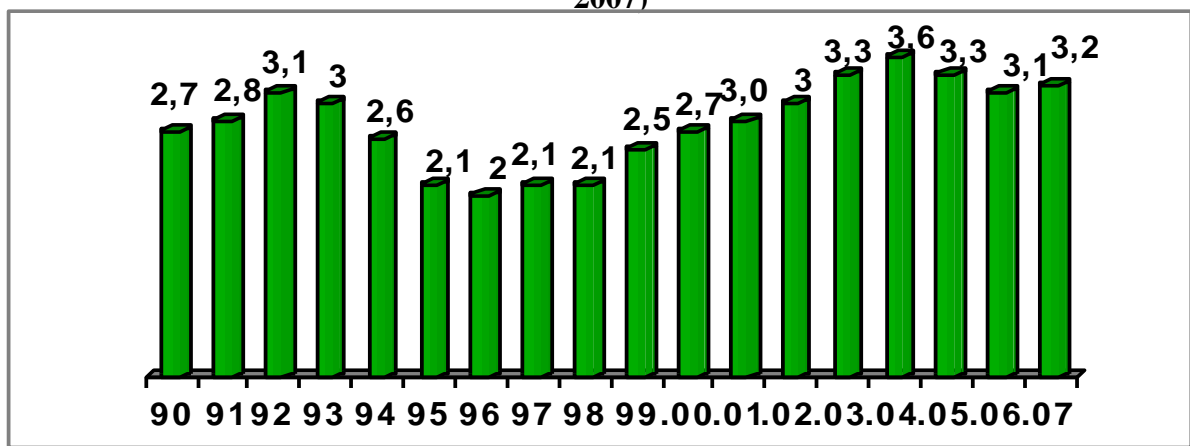
Tabela 5.1 – Principais países produtores de produtos químicos no mundo

País produtor	Faturamento líquido em 2006 [US\$ bilhões]
Estados Unidos	637
China	310
Japão	223
Alemanha	204
França	125
Coréia	105
Reino Unido	101
Itália	99
Brasil	82
Índia	76
Espanha	58

Fonte: <http://www.abiquim.org.br>

No Brasil, a Indústria Química participa ativamente de quase todas as cadeias e complexos industriais, inclusive serviços e agricultura, desempenhando papel de destaque no desenvolvimento das diversas atividades econômicas do País. De acordo com os dados do IBGE, a participação da indústria química no PIB total foi de 3,2% em 2007 (Figura 5.1). Levando-se em consideração toda a matriz industrial brasileira, segundo o IBGE, o setor químico ocupou, em 2005, último dado disponível, a terceira posição, respondendo por cerca de 11% do PIB da indústria de transformação (Figura 5.2).

Figura 5.1 - Participação da Indústria Química no PIB total brasileiro em % (1990 a 2007)



Fonte: <http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain>

Figura 5.2 – Participação dos produtos químicos no PIB da indústria de transformação no Brasil (2005)



Fonte: <http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain>

Portanto, a Indústria Química brasileira ocupa um lugar de destaque não só na economia nacional mas também, no cenário mundial. Tal posicionamento reforça a importância de estudos no setor, tais como esta dissertação.

5.2 Aspectos Relevantes da Formação da Indústria Química no Mundo

Na última metade do século 19, os avanços no entendimento da química orgânica propiciaram um intenso progresso tecnológico na emergente Indústria Química. Numa análise histórica, dois padrões de especialização, correspondentes aos *Paradigmas de Produção*, podem ser identificados: (i) um derivado do carvão (química do alcatrão ou do carvão), originalmente desenvolvido na Alemanha, e (ii) outro derivado do petróleo (petroquímico). Este último, em termos de descoberta científica, também teve origem na Alemanha, mas seu significativo desenvolvimento tecnológico ocorreu nos EUA (Mercado, 2002).

No caso da química do carvão, o desenvolvimento tecnológico e científico foi concentrado na síntese e produção de corantes orgânicos⁷, uma atividade que teve grande influência no desenvolvimento de outras sínteses orgânicas. A Indústria Química assumia então, fortes ligações com a ciência formal, especialmente no desenvolvimento e na produção de corantes sintéticos. A academia de química fornecia o conhecimento, as técnicas e os profissionais treinados para usá-las, enquanto as empresas buscavam “apenas” serem bem-sucedidas no novo negócio (Nelson & Nelson, 2002). Este período inicia o que Rothwell (1992) apud Dogson *et al.* (2006///) denominou de geração “science push”, na qual grandes investimentos em P&D representavam a força motriz do processo de inovação, a fonte da inovação que “empurravam” a empresa numa trajetória evolutiva, presumindo-se uma demanda substantiva para os resultados da P&D.

Inovação em produtos e processos já ocorria a mais de um século, mas foi a Alemanha, nos anos 1870, com sua indústria de corantes sintéticos, a primeira a observar que poderia ser lucrativo colocar a pesquisa de novos produtos e o desenvolvimento de novos processos químicos, em uma base regular, sistemática e profissional (Freeman, 1995).

Dessa forma, novos produtos e novas empresas químicas surgiram nas décadas de 1870 e 1880 (BASF, Hoechst e Bayer) o que favoreceu um forte desenvolvimento da indústria de corantes, cabendo à Alemanha a parcela de 57% da produção total mundial. Tal fato acarretou um grande avanço da área de pesquisa e, por sua vez, o desenvolvimento de novos produtos.

7 Substâncias químicas inicialmente desenvolvidas e produzidas para conferir cor aos tecidos.

Indubitavelmente, tais descobertas e inovações, como por exemplo o índigo sintético⁸, vários outros corantes sintéticos e fármacos, foram os principais fatores no estabelecimento da Indústria Química alemã na posição de liderança antes e após a primeira guerra mundial (Freeman, 1995). Este enorme sucesso fez com que outras empresas trilhassem a mesma trajetória, promovendo a ocorrência do mesmo fenômeno – inovação social do departamento de P&D – em outros países como, por exemplo, na Suíça com o surgimento das gigantes CIBA e SANDOZ.

O sucesso das empresas levou à proliferação de diversos tipos de profissionais. P&D tornou-se uma atividade altamente especializada. Laboratórios de pesquisa industrial foram fundados predominantemente por empresas químicas que operavam no segmento de corantes. Supridas pelas universidades, as equipes técnicas estavam incumbidas de criar novos corantes sintéticos comercializáveis. As leis de patentes alemãs foram modificadas para capacitarem as empresas a serem proprietárias das fórmulas químicas dos novos produtos. Os departamentos de química das universidades alemãs ajustaram suas políticas e expectativas para o novo fato de que grande parte dos seus estudantes iria para a indústria. Os governantes eram persuadidos pela Indústria Química alemã a aumentarem seus suportes para a pesquisa acadêmica e treinamento na química orgânica. As empresas alemãs obtinham inicialmente a vantagem nesta nova tecnologia baseada na ciência.

O sistema universitário alemão era inicialmente bem a frente dos do resto do mundo em pesquisa e treinamento de químicos. As empresas alemãs eram rápidas para inventarem e colocarem em prática o sistema industrial de pesquisa laboratorial, e o sistema universitário acomodou-se relativamente rápido a este novo contexto. Tais interdependências promoveram, além do desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social marcante naquela região. Companhias alemãs foram pioneiras no que Nelson & Nelson (2002) denominaram de “tecnologia social”. Quando as três grandes empresas foram fundidas em 1926, para formar a gigante IG Farben Trust, elas reforçaram seus departamentos de P&D e fizeram várias outras inovações chave em materiais sintéticos, fibras e borrachas (PVC, poliestireno, Buna, etc.) (Freeman, 1995). Este desenvolvimento resultou no domínio desta nova indústria pelas empresas alemãs que durou mais de meio século (Nelson & Nelson, 2002).

8 Substância produzida artificialmente e utilizada para tingimento de tecido conhecido pelo nome de “jeans”.

Na indústria petroquímica, cujo grande crescimento ocorreu no início do século 20, o desenvolvimento tecnológico foi consolidado em torno dos avanços da engenharia. Neste caso, a planta industrial constituía o “locus” da inovação tecnológica. Como consequência, a inovação foi orientada para projetar e melhorar os processos produtivos. Após a segunda guerra mundial, um grande desenvolvimento de P&D foi observado. Uma das áreas da química que experimentou importantes avanços foi a catálise heterogênea⁹. Isto induziu avanços tecnológicos nos processos de síntese de diversos produtos orgânicos que, por sua vez, impulsionaram o padrão de química industrial baseado no petróleo. A tendência era desenvolver plantas industriais de larga escala com intensivo uso de materiais e energia. No segmento intermediário inovações chave também ocorreram. Os avanços farmacológicos, especificamente no desenvolvimento de técnicas de produção de antibióticos, constituíram uma importante indução do desenvolvimento tecnológico. Algumas das grandes empresas químicas que orientaram suas atividades de P&D para a síntese de compostos orgânicos exploraram a farmacologia também, permitindo a consolidação de um modelo intensivo de P&D em empresas transnacionais.

Para produtos de alto valor unitário, o paradigma da Indústria Química europeia prevaleceu. Estes dois paradigmas de produção (europeu e americano) foram utilizados por grandes empresas e o crescimento da disponibilidade de matérias primas permitiu a estas organizações explorarem novas áreas produtivas. Entretanto, a integração da produção foi outra característica de consolidação dos complexos industriais. As ligações produtivas que foram formadas partindo da petroquímica, permitiram o desenvolvimento e consolidação do segmento intermediário. No fim dos anos 1950, a Indústria Química estava consolidada como um complexo industrial segmentado, embora concentrado em poucas empresas (Mercado, 2002).

5.3 Aspectos Relevantes da Formação da Indústria Química no Brasil

Salvo raras exceções, a Indústria Química da AL foi formada, de maneira representativa, dentro do cenário tecnoprodutivo voltado para grandes complexos industriais (paradigma americano) e com predominância do segmento atuante na fase a montante da inovação. Vários

9 - A catálise é a mudança de velocidade de uma reação química devido à adição de uma substância (catalisador) que praticamente não se transforma ao final da reação.

destes processos foram determinados por arranjos socioinstitucionais, principalmente de política econômica e industrial. A origem está na Política de Substituição das Importações (PSI) proposta pela CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e Caribe) e adotada firmemente pelo Brasil e por outros países da AL (Mercado, 2002).

O primeiro estágio da indústria começa em 1950 com a implantação de algumas empresas atuantes no último segmento da cadeia de valor (produtores de tintas, solventes, lubrificantes, medicamentos e sabões), especialmente empresas de capital estrangeiro (ex.: uma subsidiária da Bayer AG em 1956). Ao mesmo tempo, o estado criou as condições para o desenvolvimento da indústria petroquímica. No Brasil, a crescente demanda por energia e transporte para a indústria gerou uma maior demanda de combustíveis o que criou as condições favoráveis para a formação da PETROBRAS em 1953. Seus objetivos eram direcionados para o desenvolvimento da indústria nacional de petróleo tanto em refino quanto na comercialização de combustíveis. Também objetivava o desenvolvimento da exploração e produção de petróleo. O “start up” e a operação contínua das primeiras plantas de refino resultaram em algum aprendizado tecnológico e geração de capacidade tecnológica endógena. O aumento da produção das primeiras refinarias e a concepção do novo complexo industrial consolidou este segmento industrial.

A criação da subsidiária petroquímica da PETROBRAS – PETROQUISA – em 1968 foi o ponto de partida. A companhia dirigiu as atividades das plantas existentes e iniciou a construção da PETROQUÍMICA UNIÃO no pólo de Triunfo/RS em 1971 e da COPENE no pólo de Camaçari/BA em 1972. O Brasil desejava a maior participação da iniciativa privada no setor e o processo de diversificação para produzir alguns produtos orgânicos intermediários foi iniciado e conduzido pela PETROQUISA com a crescente incorporação de atores privados locais em associação com grupos estrangeiros, o modelo Tripartite (Teixeira, 1983 *apud* Mercado, 2002). O processo de aquisição de tecnologia se deu através do fornecimento de “pacotes fechados” (ou “caixas pretas”) muitas vezes através da simples transferência de processos produtivos de empresas transnacionais (Cortes and Bocock 1984, Teixeira 1983 *apud* Mercado, 2002). Este mecanismo foi muito criticado porque não propiciava a obtenção de bons acordos na aquisição de tecnologia.

Contudo, o cenário macroeconômico favorável caracterizou esta fase no Brasil. Conhecido como “milagre econômico brasileiro”, este período foi caracterizado por substanciais aumentos da atividade produtiva, tendo como principais fatores de estímulo, a adoção de uma política industrial agressiva, criando um ambiente favorável para o acesso ao financiamento internacional para o desenvolvimento industrial.

Na segunda metade dos anos 1970, a implementação de uma política industrial específica para o setor promoveu o desenvolvimento do setor intermediário e o início da construção do complexo petroquímico da COPESUL. Esta empresa foi constituída por uma “joint venture” sendo a PETROQUISA responsável pela negociação com empresas estrangeiras que contribuíram através do suporte tecnológico enquanto que os grupos nacionais privados respondiam pelo aporte de capital (Teixeira 1983 *apud* Mercado, 2002).

Nos anos 1980, a química adquiriu relevância na estratégia industrial, o que acelerou a diversificação dos complexos petroquímicos. A ordem era estimular o desenvolvimento das especialidades químicas. O estado, inspirado pelos resultados com a reserva de mercado para a indústria de computadores e de telecomunicações, adotou políticas para direcionar o setor químico. A constituição de uma “holding” para o desenvolvimento das especialidades químicas, a NORQUISA (Nordeste Química SA), em 1980, visava integrar os subsetores de segunda geração. A empresa tinha a participação de 17 outras empresas de segunda geração, da COPENE e do BNDES. O programa incluía novas plantas em Camaçari sob o esquema de “joint ventures” formado pela NORQUISA e grupos nacionais e estrangeiros. Ao mesmo tempo, outro importante programa foi desenvolvido objetivando fortalecer o subsetor de química fina: a Central de Medicamentos (CEME) que estimulou o desenvolvimento de empresas farmacêuticas nacionais também sob a manta da PSI.

Com o fim da PSI a política de comércio exterior foi drasticamente modificada redefinindo o cenário da Indústria Química brasileira. O estado parou de investir como produtor reduzindo sua participação direta no setor. A PETROQUISA encerrou suas atividades e a responsabilidade para o desenvolvimento do setor foi entregue à iniciativa privada. Muitas empresas, algumas delas ETNs, interromperam ou mesmo descontinuaram algumas linhas de produção no Brasil. Mais de 50% das linhas de produtos de toda a indústria foram paralisadas. Segundo levantamento realizado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

Exterior, somente na área da química fina 1096 unidades produtivas (de um total de 1913) foram fechadas no Brasil, bem como 355 projetos de desenvolvimento industrial foram cancelados, gerando um déficit na balança comercial de mais de 700% (Mercado e Antunes, 1998; Oliveira, 2005).

5.4 Grandes Marcos da Trajetória da Rioquima

A Rioquima iniciou suas atividades em 1912, com a fundação da empresa Naegeli & CIA. – a primeira indústria de anilinas na AL – pelo então engenheiro têxtil Max Naegeli e seu irmão Roberto Naegeli. Os irmãos Naegeli contrataram um químico inglês com o objetivo de iniciar a produção dos chamados corantes diretos, de tecnologia de produção mais simples de ser absorvida. Logo nos primeiros anos, a empresa já produzia um corante preto, a base de enxofre, e uma série completa de corantes diretos para tingir e estampar. A fábrica funcionava no Rio de Janeiro, no bairro de Todos os Santos, e também produzia auxiliares químicos utilizados no processo de tingimento de tecidos na Indústria Têxtil. Esta indústria, por sua vez, dependia fortemente dos corantes importados e, com o advento da 1ª. Guerra Mundial (1914 – 1918), a importação de produtos alemães, entre eles os corantes têxteis, foi totalmente restringida. A Alemanha detinha o monopólio mundial do mercado de corantes na época. Em entrevista, o Dr. João Roberto Naegeli declarou:

“(...) a importância econômica do corante era tão grande que existem informações não confirmadas que os EUA receberam um carregamento de corantes, proveniente da Alemanha, via submarino para furar o bloqueio dos ingleses durante a 1ª. guerra mundial. (...)”

A saída para a restrição imposta pelo bloqueio militar, parecia estar no fortalecimento do único fabricante nacional do produto. Surgiu então, uma real oportunidade de crescimento que foi abraçada pelos fundadores. Em 1917, os produtos da Naegeli já gozavam de reconhecimento não só no Brasil como na Argentina e no Uruguai. Em apenas 5 anos a produção saiu de 10 ton./ano para 245 ton./ano representando um crescimento de mais de 2300%.

Mesmo com uma demanda crescente, a fabricação dos corantes no Brasil não foi uma tarefa fácil. Não havia disponibilidade de produtos químicos intermediários obrigando a importação

dos mesmos. O Brasil produzia principalmente insumos básicos tais como ácido sulfúrico, soda cáustica, cloro, etc. e o setor intermediário da cadeia produtiva era ainda muito incipiente. Mesmo assim, para atender a demanda da crescente indústria têxtil paulista, foi inaugurada uma fábrica filial na cidade de São Paulo, que operava às margens do rio Tietê.

A Naegeli permaneceu sozinha no mercado brasileiro até 1924, quando três outras fábricas de corantes foram implantadas no Brasil nos anos 1924, 1925 e 1927. Os anos seguintes foram difíceis devido a forte concorrência. Os grandes fabricantes europeus¹⁰, que haviam perdido o mercado brasileiro e grande parte do mercado mundial em consequência da primeira guerra, após um decênio dedicado à reconstrução e recuperação das suas forças, “invadiram” o Brasil praticando preços aviltados e, muitas vezes, fornecendo corantes equivalentes aos fabricados pela Naegeli, como bonificação na aquisição de maior quantidade de corantes de maior valor agregado. A Naegeli foi obrigada a encerrar suas atividades fabris em São Paulo e descontinuar a produção de corantes no Rio de Janeiro, mantendo apenas as atividades voltadas para a produção de auxiliares químicos do processo de tingimento.

Em 1934, o filho mais velho de um dos fundadores, Max Júnior, reiniciou a produção de corantes recebendo boa aceitação por parte dos antigos clientes da empresa. Em 1943 seu irmão mais novo – João Roberto – integrou-se a sociedade logo após completar seus estudos em química. Os irmãos Naegeli retornavam ao mercado de corantes, agora representados pela segunda geração.

Nos anos 1950, a produção já atingia níveis recordes embora concentrada em corantes azóicos solúveis e preto ao enxofre em pó. A conjuntura econômica brasileira começava a atrair mais as atenções internacionais. O Brasil crescia e os irmãos Naegeli decidiram que era hora de buscar novos produtos para atender um mercado cada vez mais exigente. Em 1957 associaram-se à então maior empresa de corantes ao enxofre do mundo, a americana Southern Dyestuff Company (SODYECO). Formou-se então, a Naegli S. A. Indústrias Químicas. O acordo previa o suporte técnico para a produção de uma recente linha de produtos solúveis desenvolvida pela empresa americana, um processo inovador de produção de corantes ao enxofre. Conforme relatou o Dr. Roberto:

¹⁰ Existem registros da produção de corantes sulfurosos em 1880 na planta da Hoechst em Frankfurt embora, segundo o Dr. João Roberto Naegli, todo o desenvolvimento dos corantes ao enxofre tenha ocorrido na fábrica de Casella, na Alemanha, a partir de 1892, fábrica esta adquirida posteriormente pela Hoechst.

“(...) foi quando começaram a aparecer nos EUA, máquinas de tingimento contínuo que produziam 40 a 60 m/min de tecido tinto. Alimentar uma máquina dessas, era uma tarefa difícil considerando-se a aplicação de soluções a partir corantes pós, como era o caso do preto ao enxofre. A ideia era produzir corantes em solução que foram denominados de “ready to dye”, ou seja, prontos para tingir. Foi um sucesso total... uma grande inovação, tanto que o processo de produção e o produto foram patenteados pela SODYECO. (...)”

Com isto, esta linha de produção de corantes foi priorizada em consequência do forte apoio recebido da SODYECO na transferência da nova tecnologia de síntese. O acordo de transferência de tecnologia previa o aproveitamento dos equipamentos das antigas instalações, o fornecimento pela empresa americana de parte dos principais equipamentos (reatores) de produção e a assimilação do processo de produção, propriamente dito, pelo Dr. Roberto (como é conhecido o Sr. João Roberto Naegeli), então químico responsável pela produção da nova linha de corantes. Houve intensa troca de informações e, após diversas visitas do Dr. Roberto à SODYECO, um técnico americano permaneceu no Brasil, por aproximadamente seis meses, para garantir a assimilação da nova tecnologia. A experiência foi tão bem sucedida que a Naegeli S.A. foi a pioneira na fabricação de corantes a cuba sulfurados no Brasil.

A partir deste ponto, o processo de produção foi conduzido no Brasil e, num curto espaço de tempo, a empresa já contava com uma linha de oito cores de corantes a base de enxofre. Os corantes azóicos foram ainda produzidos por mais algum tempo, mas logo em seguida, a linha de produção havia migrado integralmente para os corantes a base de enxofre.

É importante ressaltar que todo este processo promoveu a formação de outras parcerias de grande importância. A necessidade de novos equipamentos propiciou um acordo entre a Naegeli e a Jean Lieutaud – um fabricante de vasos de pressão estabelecido no Rio de Janeiro – para a produção de reatores a serem utilizados nos processos produtivos.

Figura 5.3 – Foto das instalações fabris da Rioquima¹¹ (2006)

Fonte: Acervo da Rioquima

Todo o desenvolvimento de novos produtos e processos produtivos, estava a cargo da SODYECO que os repassava para a Naegeli SA, caso houvesse oportunidades concretas de sua aplicação no Brasil. Contudo, a PSI implantada em 1957 favorecia a adoção, pelo cliente, dos padrões de qualidade do fabricante, e não o inverso. As poucas melhorias implementadas nos produtos e processos, focavam o aumento das margens pela redução de custos de fabricação e pelo aumento da vida útil dos equipamentos, as atenções estavam concentradas principalmente na produção, com pequenas adaptações.

O que poderia parecer favorável por um lado, apresentava-se desvantajoso por outro. As dificuldades impostas pela PSI à importação, e o risco de desabastecimento de insumos importantes, forçaram a adoção de uma estratégia de verticalização da produção na empresa. Matérias primas necessárias à produção de corantes (especialmente o preto) tais como dinitro-cloro-benzeno (DNCB) e mono-cloro-benzeno (MCB), passaram a ser fabricadas na planta de Duque de Caxias sendo necessário construir capacitação técnica para a realização de tais projetos.

11 Instalações atuais da Rioquima localizada na rod. Washington Luiz, km 20 – Rio de Janeiro/RJ

Uma equipe de projetistas foi contratada para a condução dos referidos projetos de verticalização assim como para a manutenção do parque fabril, cujas instalações cresciam não só fisicamente como também em complexidade. A condução do projeto ficava a cargo do Dr. Roberto, enquanto que o detalhamento ficava a cargo dessa nova equipe técnica contratada.

Segundo informações obtidas durante as entrevistas, muitos projetos foram desenvolvidos, conduzidos e implantados utilizando-se o método de *erros e tentativas*. Muitas experiências positivas e negativas foram acumuladas conforme o relato a seguir por um dos entrevistados:

“(...) o muro de contenção da encosta do DNCB foi feito com base em um artigo publicado pela Universidade de Pernambuco, obtido pelo Dr. Roberto. A tecnologia era baseada em trincheiras de guerra e usada para contenção de açudes, muros de arrimo, etc. Consistia de sacos de juta com saibro e traço de areia com cimento na proporção de 5 : 1, dispostos com uma inclinação de 70°. Estão lá no mesmo local a mais de 20 anos...muita coisa nós fomos obrigados a fazer, a aprender a fazer, a desenvolver, para economizar (...)”

Conforme informações colhidas durante as entrevistas, a associação com a SODYECO operou de forma muito independente, com a gestão localizada e autônoma. A principal preocupação era o resultado financeiro da empresa. As margens eram significativas, típicas de um mercado monopolista e protecionista, onde muitas vezes “*a mão invisível*” do mercado não atua. Tal lucratividade despertou o interesse do grupo Sandoz, um grande grupo multinacional de origem Suíça, que, seguindo uma estratégia para assumir a liderança mundial na fabricação de corantes ao enxofre, adquiriu a Naegeli S.A, em 1983, já rebatizada com o nome de Rioquima. Com a nova aquisição, os irmãos Naegeli se retiraram da sociedade. A autonomia de gestão permaneceu ainda por mais sete anos aproximadamente, tendo o Dr. Roberto como diretor técnico até sua aposentadoria, que ocorreu em 1990.

Neste mesmo ano (1990) a Sandoz assumiu definitivamente a gestão completa da empresa coincidindo com o momento de transição da PSI para o NME, ou seja, uma mudança substancial no regime industrial brasileiro que trouxe vários desafios para a nova gestão. A abertura das fronteiras brasileiras facilitou a entrada de produtos de origem chinesa que, embora de qualidade duvidosa, possuíam preços muito abaixo dos praticados pela Rioquima forçando-a a uma redução substancial das suas margens. Mais uma vez a empresa se deparava com competidores que a obrigavam a adotar estratégias defensivas (tal como nos anos 1920)

provocando, num primeiro momento, a redução do sortimento via migração da fabricação de alguns produtos para outras unidades do grupo, dentro e fora do Brasil, assim como a desverticalização descontinuando a produção de alguns intermediários que também poderiam ser importados com baixos custos da China. Alguns desses, como por exemplo sulfidrato de sódio (NaHS) e MCB, foram descontinuados devido a forte pressão ecológica e de saúde ocupacional exercida pelo grupo Sandoz. Outros, como polissulfeto de sódio (Na_2S_x) e DNCB, tiveram suas instalações modernizadas objetivando a redução dos custos de produção e a mitigação de riscos ao ambiente e ao homem. Uma intensa e profunda mudança organizacional ocorreu na Rioquima. A principal missão do departamento de P&D foi concentrada no desenvolvimento de produtos que tivessem boa aceitação pelo mercado e preços competitivos com os produtos “chineses”.

Na primeira metade dos anos 1980, ainda sob a coordenação do Dr. Roberto porém idealizado pelo então gerente de desenvolvimento, um programa de codificação do conhecimento foi iniciado com a contratação de jovens químicos. Esse programa, denominado “informações técnicas”, tinha como missão registrar os efeitos e as alterações no produto final, provocadas pelas modificações em variáveis de processo tais como: temperaturas de reação, pressão do vapor nas serpentinas dos reatores, taxas de refluxo, etc. O conhecimento acumulado ao longo de aproximadamente oito anos de programa fez com que a busca por produtos de menor custo fosse abreviada, embora ainda não totalmente satisfatória. Outro ponto a favor do programa era a possibilidade de se reproduzir os efeitos desejados no produto final partindo de alterações nas variáveis de processo. Tal fato garantiria uma menor variabilidade na qualidade e nas características dos produtos finais, o que não ocorria com os similares chineses. Mesmo assim, o controle manual dos processos ainda provocava algumas alterações na qualidade final dos produtos. Para se ter uma ideia, em 1993, o volume dos reatores ainda era medido com o auxílio de réguas de madeira, ou seja, uma grande dependência da observação humana que propiciava a falta de reprodutibilidade.

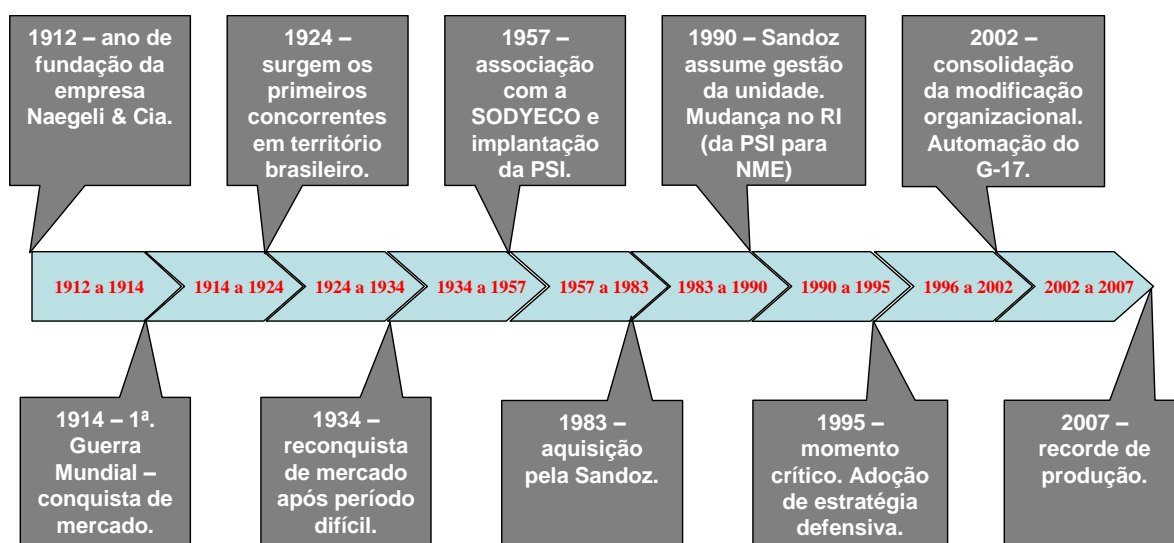
Diversos esforços foram concentrados na introdução de novas técnicas de gestão e de programas de qualidade mas as vendas não corresponderam aos patamares anteriores. Em consequência, em 1995, a jornada de trabalho foi reduzida em vinte por cento buscando-se a redução associada dos custos de produção – uma tentativa de se reduzir os impactos do grave momento econômico que a empresa atravessava.

Neste mesmo ano de 1995, seguindo uma tendência mundial do setor químico, consolidou-se o movimento estratégico do grupo Sandoz, através do “spin off” da sua divisão química, formando a Clariant Muttenz Ltda que, num passo seguinte, fundiu-se com a Hoechst Especialidades Químicas, em 1997. Como parte integrante deste movimento estratégico, e dada as dificuldades que a Rioquima enfrentava, foi criado um grupo de trabalho com integrantes da recém criada Clariant e da própria Rioquima com o propósito de avaliar alternativas para a continuidade ou não da síntese dos corantes na Rioquima. Uma das alternativas seria a solubilização de corantes importados na forma pó, também da China. Tal medida foi colocada em prática nos EUA e teve como resultado o fortalecimento da posição do concorrente no mercado americano. Isto só serviu para agravar a crise, culminando com o fechamento da fábrica de Mount Holly (EUA) anos depois, em 2001.

Em colaboração com tanto com Castellbisbal (fábrica de corantes do grupo Clariant na Espanha) quanto com Mount Holly, o grupo de P&D da Rioquima desenvolveu um corante preto que possuía características similares aos anteriores, porém com a vantagem da eliminação de algumas etapas no seu processo de fabricação. Isto representou uma redução de quase 40% nos custos de produção e o adiamento na decisão sobre a síntese de corantes na fábrica. Mais tarde, outro corante preto disperso, com forte apelo ecológico, desenvolvido em Mount Holly porém sem grande sucesso por lá, apresentou um grande volume de vendas no Brasil, *dado a estratégia adotada pelo departamento de marketing da empresa. Dito pelo gerente de produto na época, “...as margens deste produto eram tão boas que possibilitaram o lucro necessário para o reinvestimento na modernização da fábrica...”*. Este investimento consistiu na modernização dos equipamentos e na automação dos processos. Outro passo importante, e que certamente teve impacto na Rioquima, foi a adoção pelo grupo Clariant, em 1998, de um ERP em nível mundial (SAP R3). Este passo contribuiu para a racionalização e aprimoramento dos processos administrativos.

A Figura 5.4 a seguir, resume o que foi selecionado como sendo os principais marcos na trajetória da empresa estudada e que certamente afetaram a sua performance assim como o seu rumo, estratégias e decisões. Esta dissertação faz uma análise de parte do período (1980 a 2007) de sua existência visto as dificuldades encontradas para a obtenção de evidências de períodos anteriores, além daquelas provenientes das entrevistas com o Dr. Roberto e do publicação comemorativa do jubileu de ouro (1912 -1962).

Figura 5.4 – Principais marcos da trajetória da Rioquima (1912 a 2007)



Fonte: Elaboração própria com base nas evidências empíricas

CAPÍTULO 6

TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA RIOQUIMA (1980 A 2007)

Este capítulo examina a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas desenvolvida pela Rioquima ao longo do período compreendido entre 1980 e 2007. Ao fazer isso, o estudo cobriu dois regimes industriais experimentados pela economia brasileira, com características opostas: o regime voltado para o mercado interno (*Política de Substituição de Importações*), e o regime voltado para economia aberta, exposto à competição globalizada (*Novo Modelo Econômico*). O exame foi conduzido à luz de modelos analíticos disponíveis na literatura internacional sobre acumulação de capacidades tecnológicas, em nível de empresa, no contexto de países em desenvolvimento.

A Seção 6.1 apresenta os tipos e níveis atuais (2007) de capacidades tecnológicas desenvolvidas e acumuladas pela Rioquima. A Seção 6.2 apresenta a direção da acumulação de capacidades tecnológicas por nível agregado das funções e por função tecnológica específica, ao longo de todo o período analisado. A Seção 6.3 examina a evolução dessas capacidades subdividindo o período de análise em dois subperíodos: o primeiro correspondente ao período de 1980 a 1990, quando ainda vigia o regime protecionista brasileiro; e o segundo, correspondente ao período 1990 a 2007 sob vigência do regime de economia aberta ou liberal. Ambos subperíodos são examinados por função tecnológica (*Engenharia de Projetos; Processos e Organização da Produção; Produtos e Equipamentos*) relacionando a direção da acumulação de capacidades com alguns eventos ocorridos sob a vigência de cada regime. A Seção 6.4 examina a taxa (velocidade) de acumulação de capacidades tecnológicas associando-a aos eventos relativos a cada regime industrial.

Neste trabalho, **Rioquima** significa a atual unidade fabril Duque de Caxias da Clariant AG, produtora de corantes sulfurosos. O nome Rioquima foi mantido na maior parte desta dissertação apenas para simplificação no entendimento.

6.1 Tipos e Níveis atuais de Capacidades Tecnológicas da Rioquima (2007)

Esta seção descreve os tipos e níveis de capacidades tecnológicas que a Rioquima apresenta atualmente, segundo as evidências captadas durante o trabalho de campo. Para examinar tais capacidades, este trabalho baseou-se nas atividades realizadas dentro das funções tecnológicas *Engenharia de Projetos, Processos e Organização da Produção, Produtos e Equipamentos*, empregando a métrica apresentada no Capítulo 3.







Foram encontradas evidências de que em todas as funções analisadas, a empresa adquiriu plenamente as capacidades tecnológicas de rotina assim como estágios avançados das capacidades tecnológicas inovadoras, a saber: na função “*Engenharia de Projetos*” a Rioquima atingiu o Nível 5 – Inovativo Intermediário; na função “*Processos e Organização da Produção*”, o Nível 7 – Avançado – de maneira incompleta; e na função “*Produtos*”, a empresa atingiu o Nível 6 – Inovativo Intermediário Superior. Já para a função “*Equipamentos*”, os Níveis 5 e 6 foram atingidos de forma incompleta. A Tabela 6.1 e a Figura 6.1, resumem a situação atual da empresa.

Esse acúmulo de capacidades inovadoras nas diferentes funções tecnológicas vai ao encontro do argumento de Figueiredo (2003b) relacionado com a interdependência das funções, ou seja:

“(...) uma empresa de país emergente dificilmente conseguirá aproximar-se da fronteira tecnológica sem que haja acumulado e sustentado altos níveis de competência tecnológica nas diversas funções tecnológicas.(...)” (Figueiredo, 2003b:219).

Considerando a definição utilizada nesta dissertação, existem evidências de que a Rioquima atingiu o Nível 5 de capacidade tecnológica para a função *Engenharia de Projetos*, especialmente em função da execução do projeto denominado “up grade do galpão 17”. A gestão técnico-econômica do projeto (*Gerência de Projetos*) e o conhecimento prévio da relação causa-efeito do processo de produção (*Engenharia Básica*), foram apontadas como as principais causas de sucesso do referido projeto. Contudo, a empresa parece estar satisfeita com o nível alcançado preferindo concentrar seus esforços em outra direção.

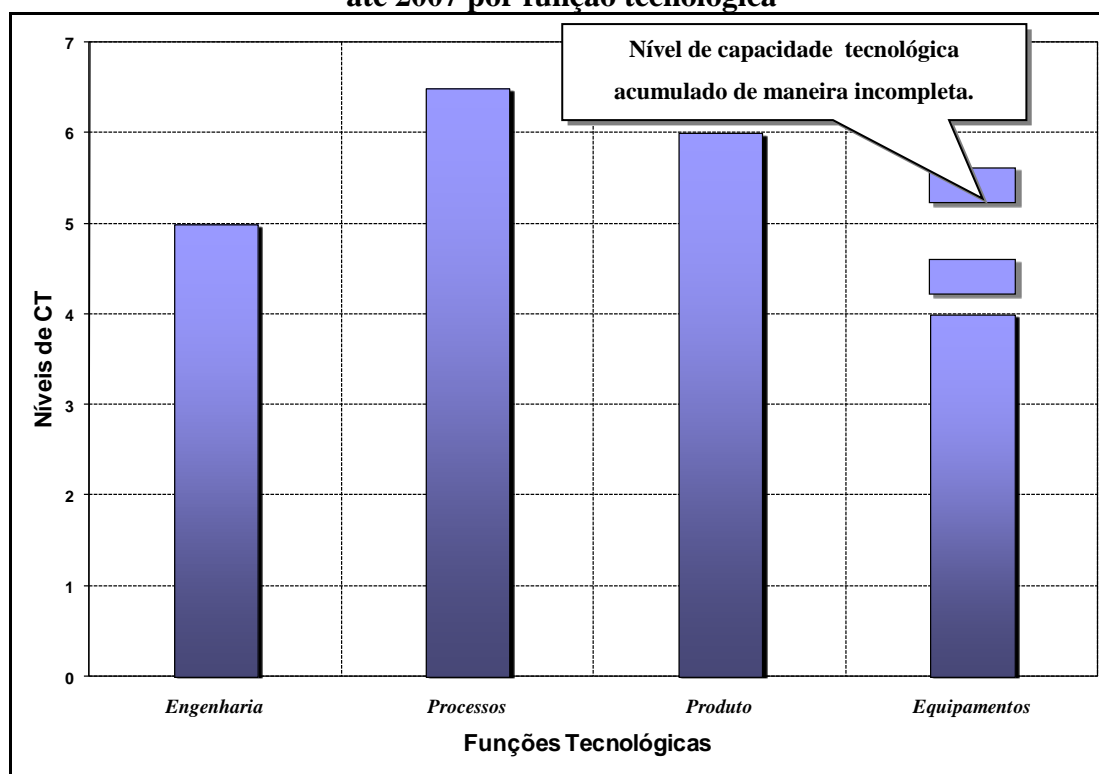
Tabela 6.1 – Tipos e níveis de capacidades tecnológicas acumuladas na Rioquima (2007)

Níveis de capacidade tecnológicas	Funções Tecnológicas Níveis acumulados			
	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
CAPACIDADES INOVADORAS				
(7) Avançado	Não atingiu	Atingiu Parcialmente	Não atingiu	Não atingiu
 (6) Intermediário Superior	Não atingiu	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Parcialmente
 (5) Intermediário	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Parcialmente
CAPACIDADES DE ROTINA		Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente
 (4) Pré-intermediário	Atingiu Totalmente			
 (3) Básico-Superior	Atingiu Totalmente			
 (2) Renovado	Atingiu Totalmente	CAPACIDADES DE ROTINA		
		Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente
 (1) Básico	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

O foco parece então estar concentrado nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*. Ambas as funções atingiram e sustentaram níveis altos de capacidade tecnológica e estão diretamente relacionadas com os “paradigmas de produção” da Indústria Química Americana e Européia, respectivamente (ver Seção 5.2). Em outras palavras, o maior desenvolvimento destas funções pode estar relacionado com conceito de “path dependency” (Dosi, 1988) para o qual as empresas tendem a se desenvolver com maior performance, com maior velocidade, naquilo que já possuem prévio conhecimento técnico.

Figura 6.1 – Níveis de capacidades tecnológicas alcançados pela Rioquima até 2007 por função tecnológica



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Com base nas evidências que serão apresentadas ao longo deste capítulo, a Rioquima chegou ao ano de 2007 capacitada para desenvolver novos processos, produtos e novas aplicações para os produtos existentes. Tal capacitação se traduz pelo aumento do volume das exportações (ver Figura 7.3 na Seção 7.1.3), dado a necessidade de atendimento aos requisitos cada vez mais exigentes do mercado externo, e pela necessidade de atendimento aos consumidores internos voltados também à exportação (Vicunha, Coteminas, Santista, etc.). Para tal, a empresa obteve a certificação internacional nas três normas (ISO 9000 ver. 2000; ISO 14000 e OHSAS 18000) que compõem o Sistema Integrado de Gestão (SIG), recentemente averbadas por entidade reconhecida internacionalmente. Em outras palavras, a capacidade tecnológica está acumulada no “tecido organizacional” da empresa uma vez que *todas as atividades estão procedimentadas e a rastreabilidade é total* (segundo o atual gerente da fábrica).

A empresa modernizou suas instalações físicas (laboratórios), adquiriu novos equipamentos de análises e uniformizou seus procedimentos de padronização de produtos com outras unidades do grupo Clariant, em especial com os do centro de excelência em corantes ao enxofre da Clariant, a unidade Castellbisball, na Espanha. Tais investimentos possibilitaram a

produção de produtos de classe mundial e até o atendimento do mercado europeu quando da interrupção temporária da produção de Castellbisbal, em 2006.

A empresa está envolvida no desenvolvimento de novos processos de produção e de aplicação dos novos produtos com os clientes, podendo somente ser relatado que se trata de um novo processo de aplicação de dois tipos distintos de corantes, ao mesmo tempo, reduzindo o tempo de aplicação e aumentando sobremaneira a produtividade do cliente e as possíveis combinações de efeitos finais (nuances) no substrato (tecidos).

A utilização de um ERP corporativo reforça a capacidade organizacional uma vez que é possível armazenar tanto informações técnicas quanto administrativo-financeiras. Desta forma, tais informações podem ser inter-relacionadas compondo o conhecimento necessário para a gestão da empresa em um contexto de mudança.

Essas evidências confirmam que a empresa atingiu o Nível 6 para a função tecnológica *Produtos* e o Nível 7*¹², no caso da função *Processos e Organização da Produção*, considerando a métrica adotada no capítulo 3.

Especificamente para a função *Produtos*, os objetivos da empresa parecem estar relacionados com o reforço e sustentação dos níveis acumulados, visto os recentes investimentos em equipamentos piloto, com possibilidades de simulação de processos produtivos. Isto compõe um sistema que possibilita o desenvolvimento de novos produtos, ou adaptações dos atuais, principalmente o desenvolvimento conjunto com os clientes. A empresa possui capacidade para fabricar produtos recém desenvolvidos pelo centro de desenvolvimento tecnológico do grupo assim como produtos já consagrados e de classe mundial. Entretanto, todo e qualquer novo desenvolvimento deve ser submetido a aprovação do centro tecnológico, antes de sua comercialização. Isto impede que a empresa vá além do Nível 6 para a função *Produtos*, embora a Rioquima pareça dominar completamente o binômio desenvolvimento-produção. Tal domínio encontra sustentação no fato de que um dos atuais gerentes de produtos da unidade Castellbisbal/Espanha, tem origem na Rioquima, participou do programa de informações técnicas (programa criado em 1982 objetivando identificar as relações causa-efeito das variáveis de processo, ver Seção 6.3.1.2) e ocupou durante vários anos o cargo de

12 O símbolo (*) significa nível incompleto de capacidade tecnológica

gerente de produção da própria Rioquima. Outro fato que reforça o argumento, é a recente visita (2007) do atual gerente de desenvolvimento da Rioquima à unidade do México, para fornecer suporte técnico na produção de novos produtos e reforçar o posicionamento da Clariant frente a concorrência dos produtos chineses, em atendimento principalmente ao mercado americano.

Para a função *Equipamentos*, as adversidades enfrentadas pela empresa com a concorrência externa, após a mudança no regime industrial em 1990, parecem ter impedido a consolidação da acumulação de capacidade nos Níveis 5 e 6, ou seja, algumas atividades consideradas de Nível 6 foram executadas sem que o Nível 5 fosse completamente acumulado. Também há evidências de que os níveis atingidos encontram-se de acordo com os objetivos atuais da empresa. Tais evidências estão relacionadas com a adoção de uma estratégia que privilegia as capacidades essenciais da empresa (produtos e processos) favorecendo o desenvolvimento de parcerias com outras empresas tais como fabricantes de equipamentos e prestadores de serviços, que suprem as necessidades atuais da Rioquima. Uma evidência de tal padrão de comportamento é a parceria desenvolvida com fabricantes de reatores como no caso do reator *fenolador* A-200. Este equipamento, extremamente crítico em termos de segurança, foi desenvolvido em conjunto com um fabricante para atender a necessidade do projeto de automação do galpão 17. Não obstante, a empresa forneceu recentemente suporte técnico para a fábrica do grupo instalada no México. Este suporte consistiu no suprimento de desenhos e procedimentos relacionados a fabricação e manutenção de equipamentos produtivos, ou seja, um repasse do conhecimento acumulado com a parceria desenvolvida com fornecedores externos.

Uma vez apresentado o atual estágio de acumulação de capacidade tecnológica para as funções tecnológicas selecionadas, faz-se necessário, para o cumprimento dos objetivos desta dissertação, compreender como este processo transcorreu ao longo do tempo e quais eventos teriam influenciado na sua trajetória. É o que será apresentado nas próximas seções.

6.2 Direção da Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Rioquima (1980 a 2007)

Nesta seção será apresentada a direção da acumulação de capacidades tecnológicas da Rioquima, com base nas funções e níveis definidos na métrica apresentada no Capítulo 3, tendo como ponto inicial de análise o estágio de acumulação de capacidade tecnológica identificado em 1980. Tal ponto de partida justifica-se em função da inexistência de mais de duas fontes de evidências empíricas em períodos anteriores, conforme já mencionado na Seção 5.4.

6.2.1 Índices da capacidade tecnológica da Rioquima

No intuito de se obter uma perspectiva quantitativa e agregada dos níveis de capacidades tecnológicas na Rioquima, foram construídos índices de capacidade tecnológica especificamente para este estudo de caso (Tabela 6.2). Estes índices foram construídos com base nos critérios estabelecidos na Seção 4.3.2 e seguem os mesmos princípios da métrica representada na Tabela 3.1, ou seja, existe uma correlação entre os índices de capacidade tecnológica e os respectivos níveis do modelo analítico.

A Figura 6.2 apresenta a evolução da trajetória de acumulação de capacidade tecnológica da Rioquima à base de níveis, pela perspectiva de cada função específica, e pela perspectiva do agregado das funções, calculado com base nos índices definidos para este estudo de caso (ver Tabelas 4.3 e 4.4).

É importante ressaltar que, com base nas evidências coletadas durante o trabalho de campo, as atividades de rotina das funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos* (Níveis 1 e 2, rotineiro básico e rotineiro renovado) estavam plenamente atendidas e não se investigou em que momento da trajetória da empresa tais níveis foram alcançados. O mesmo se aplica à função *Engenharia de Projetos*, cujos Níveis 1 e 2 também se encontravam plenamente atingidos embora, para esta função, e considerando a métrica adotada no capítulo 3, as atividades inovadoras só se iniciam no Nível 5 (inovativo intermediário), enquanto para as duas primeiras, no Nível 3 (inovativo *Básico Superior*). A única função na qual atividades inovadoras foram identificadas no ano de 1980, foi na função *Equipamentos*. Nesta, a

Rioquima já desempenhava atividades inovadoras (Nível 4* - nível incompleto entre os níveis inovativos *Básico Superior* e *Intermediário*) e não se consegue precisar quando foram iniciadas. Não foi investigado se, e em que momento anterior a 1980, a empresa acumulou e perdeu capacidade tecnológica acima dos níveis identificados.

Tabela 6.2 – Índices de capacidade tecnológica construídos para análise da trajetória da Rioquima no período de 1980 a 2007

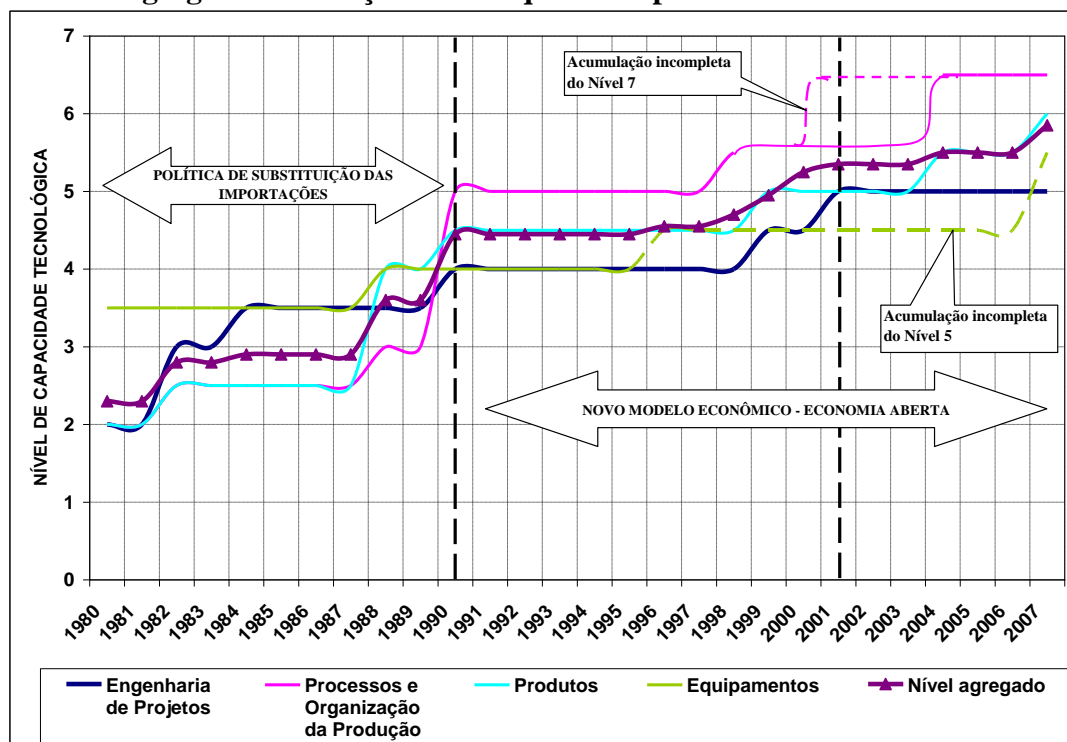
Nível de capacidade tecnologia		Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Valor agregado de capacidade tecnológica
1	completo	0,20	0,30	0,30	0,20	1,0
2	completo	0,40	0,60	0,60	0,40	2,0
3	incompleto	0,50	0,75	0,75	0,50	2,5
	completo	0,60	0,90	0,90	0,60	3,0
4	incompleto	0,70	1,05	1,05	0,70	3,5
	completo	0,80	1,20	1,20	0,80	4,0
5	incompleto	0,90	1,35	1,35	0,90	4,5
	completo	1,00	1,50	1,50	1,00	5,0
6	incompleto	1,10	1,65	1,65	1,10	5,5
	completo	1,20	1,80	1,80	1,20	6,0
7	incompleto	1,30	1,95	1,95	1,30	6,5
	completo	1,40	2,10	2,10	1,40	7,0

Fonte: Elaboração própria com base em Andrade, 2007

Como pode ser observado na Figura 6.2, na trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Rioquima percebe-se a existência de três fases com características visualmente similares, ou seja, períodos de grandes alterações (saltos de níveis de capacidades tecnológicas) seguidos de períodos de pouca ou nenhuma movimentação (patamares). Tomando-se por base a curva correspondente ao nível agregado, as fases podem ser agrupadas da seguinte forma: a primeira compreendida entre os anos de 1980 e 1990; a segunda entre os anos de 1990 e 2001 e a terceira de 2001 a 2007. Esta segmentação vai ao encontro dos objetivos do estudo pois faz coincidir com marcos importantes na trajetória da Rioquima, especialmente os anos de 1990 e 2001. No primeiro, a Sandoz (hoje Clariant) assumiu a gestão completa da empresa e o governo Collor introduziu as reformas que representaram a principal mudança no regime industrial protecionista brasileiro, promovendo a liberação comercial. No segundo, a Rioquima iniciou o projeto “*up grade* do G-17” que foi um dos principais responsáveis pelo aumento da competitividade da empresa no mercado interno e externo. Uma análise dos

impactos causados por estes e outros eventos ocorridos nestes e nos demais anos, será apresentada nas seções seguintes.

Figura 6.2 - Representação dos níveis à base de índices das trajetórias de acumulação de capacidade tecnológica para funções específicas e para o agregado das funções na Rioquima no período de 1980 a 2007



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

A Figura 6.2 também evidencia a direção priorizada pela empresa, especialmente após o ano de 1988 quando os níveis de capacidade tecnológica de ambas as funções tecnológicas *Produtos* e *Processos e Organização da Produção* superaram o nível agregado. Este direcionamento tem tanto implicações diretas, que serão discutidas no Capítulo 7, quanto causas, que serão examinadas na seção seguinte.

6.3 Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Rioquima e Influência de Eventos Externos à Empresa

Esta seção examina a evolução das capacidades tecnológicas desenvolvidas pela Rioquima subdividindo o período de análise em dois subperíodos. A Seção 6.3.1 examina o período ainda sob à vigência do regime protecionista (1980 a 1990) e a Seção 6.3.2, o período correspondente à vigência do regime de economia aberta ou liberal (1990 a 2007). Ambos subperíodos serão examinados por função tecnológica (*Engenharia de Projetos*; *Processos e*

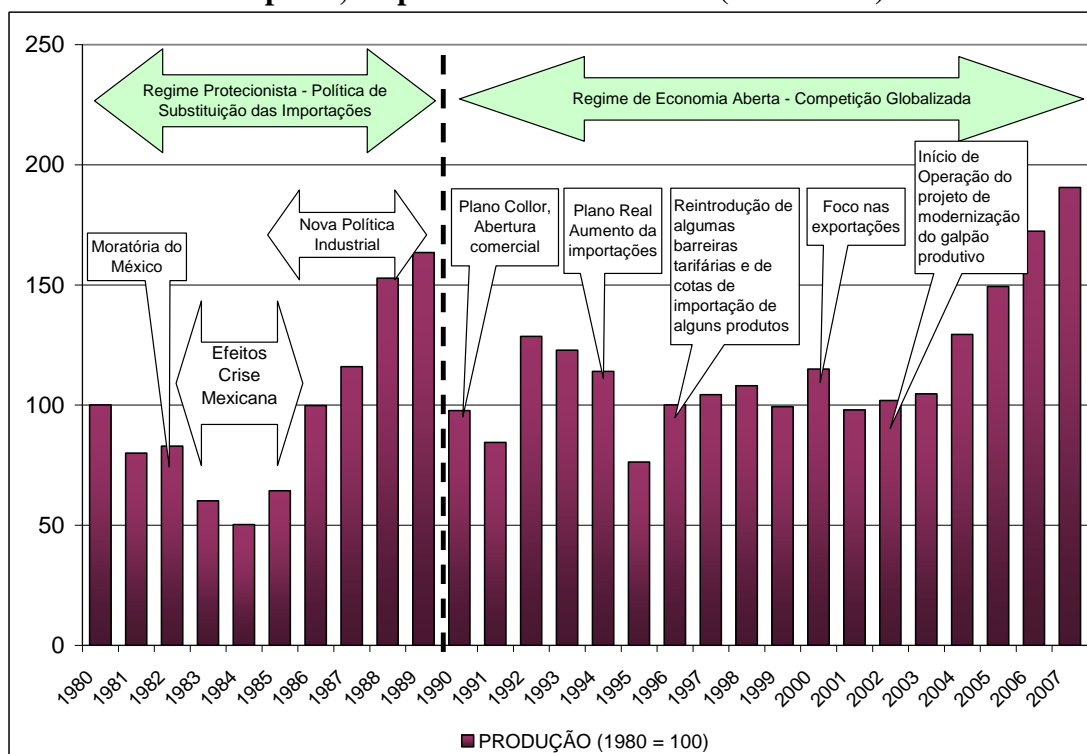
Organização da Produção; Produtos e Equipamentos) e serão discutidas as possíveis relações entre a direção da acumulação de capacidades tecnológicas e alguns eventos ocorridos dentro da vigência de cada regime e que possam ter influenciado no direcionamento da acumulação das referidas capacidades.

6.3.1 Acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima sob vigência do regime protecionista (1980 a 1990)

Com base nas evidências apresentadas na Figura 6.2, observa-se que os níveis de capacidades tecnológicas acumulados nas funções *Produtos e Processos e Organização da Produção*, em boa parte do período analisado (1980 a 1990), estão abaixo da média da Rioquima (Nível agregado), somente superando-a após os anos de 1988 e 1990, respectivamente. Observa-se o inverso no caso das funções *Engenharia de Projetos e Equipamentos*, que passaram boa parte do período acima da média tendo a posição se invertido em 1988 e 1990, respectivamente. Tal ocorrência pode sugerir que a Rioquima não se sentia estimulada a investir na construção de capacidades nas funções *Produtos e Processos e Organização da Produção*, além das então existentes naquele período. Um dos motivos para esta falta de estímulo pode estar associado ao forte apoio tecnológico da SODYECO que, por sua vez, concentrava os esforços relacionados ao desenvolvimento dessas funções, e os resultados positivos eram repassados à Rioquima. Outro possível motivo pode estar relacionado com a dificuldade, ou mesmo a impossibilidade, na importação de produtos com similar nacional, conforme política imposta pelo regime protecionista. Tal medida reduziu, ou mesmo impediu, a presença de concorrentes externos. Este “domínio” do mercado teria reduzindo ainda mais a necessidade de concentrar esforços naquela direção (*Produtos e Processos e Organização da Produção*), naquele momento.

A crise econômica instaurada no início da década, provocada pelo choque dos juros de 1979 e pela a moratória mexicana em 1982, causou sérias restrições de divisas e recessão econômica na maioria dos países da América Latina. Este evento gerou incertezas e pode também ter contribuído para a redução dos esforços em acumulação de capacidades tecnológicas naquelas funções. O impacto da crise foi mais acentuado entre os anos de 1983 e 1984, quando a Rioquima apresentou os piores níveis de produção até hoje registrados, tomando-se por base a produção de 1980 (ver Figura 6.3).

Figura 6.3 – Volume de produção da Rioquima associado com eventos externos à empresa, no período de 1980 a 2007 (1980 = 100)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Por outro lado, o maior desenvolvimento das funções *Engenharia de Projetos* e *Equipamentos*, pode estar associado às restrições à importação de componentes, máquinas e equipamentos necessários à operação da fábrica. Tal condição criou um ambiente favorável ao desenvolvimento de capacidades internas para suprir a demanda por serviços especializados ainda não disponíveis no mercado nacional (os principais equipamentos da Rioquima foram importados da empresa associada americana SODYECO). A Rioquima dependia da continuidade operacional e, portanto, das capacidades relacionadas com a função *Equipamentos*. Isto pode ter justificado o avanço desta função tecnológica em período anterior, resultando no estágio acumulação de capacidade tecnológica (Nível 4*) encontrado de em 1980.

O desenvolvimento da função tecnológica *Engenharia de Projetos* também pode estar associado ao regime protecionista, visto a necessidade de verticalização da produção em função das dificuldades de importação e do risco de desabastecimento de insumos fundamentais à produção dos corantes (exemplo: o projeto de implantação da unidade de produção da matéria prima *dinitro-cloro-benzeno* (DNCB), necessária à produção da cor

preta). Esta função tecnológica foi a segunda, depois da função *Equipamentos*, a atingir os níveis de capacidade tecnológica 3 e 4*, em 1982 e 1984 respectivamente.

No período compreendido entre os anos de 1988 e 1990, observa-se um grande salto, especialmente nas funções *Produtos* e *Processos e Organização da Produção*. Este fato pode estar associado à implantação do que foi denominado de “Nova Política Industrial” que, a partir de 1988, foi responsável por uma reforma aduaneira que poderia representar o prenúncio da quebra do paradigma de anos de subvenção da produção interna via PSI. A empresa teria percebido o momento como propício para investir na modernização de seus processos e produtos (informatização do PCP, introdução de novas técnicas gerenciais, aprimoramento contínuo, codificação do conhecimento), dado a iminente abertura econômica defendida como solução para os problemas da economia brasileira, cujas causas eram atribuídas aos anos de vigência do modelo de industrialização adotado pela política industrial do Brasil (PSI).

Esta Nova Política Industrial facilitou a importação de máquinas, apoiou o investimento em pesquisa e desenvolvimento, em programas de exportação e concedeu incentivos fiscais à ampliação da capacidade de setores industriais (Decretos-Leis 2.433, 2.434 e 2.435). O setor têxtil foi um dos principais beneficiados dessas medidas (Monteiro Filha e Correa, 2002). Em consequência, e associado com a forte desvalorização cambial no período, as exportações de artigos têxteis aumentaram (US\$ 0,9 bilhão em 1980; US\$ 1,0 bilhão em 1985 e US\$ 1,25 bilhão em 1990) e, em 1989, a Rioquima registrou um recorde na produção de corantes, somente superado em 2006 (ver Figura 6.3).

Nas seções seguintes (6.3.1.1 a 6.3.1.4) serão descritas as evidências empíricas que serviram de base para a construção de cada uma das trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas das quatro funções tecnológicas que compõem esta dissertação, no período de 1980 a 1990.

6.3.1.1 Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Engenharia de Projetos na Rioquima (1980 A 1990)

Em 1980 a empresa desenvolvia atividades que estavam direcionadas para o detalhamento parcial e a execução de pequenos projetos de *desengargalamento* da planta. Tais atividades eram executadas com o auxílio de um projetista contratado em 1979 e egresso de uma fábrica têxtil. Com apoio do departamento de manutenção, eram realizadas atividades de Nível 1 e 2, relacionadas com a instalação e/ou substituição de equipamentos e/ou componentes, seja por término de vida útil, seja por quebra prematura, seja para o aumento de capacidade.

A equipe de projetos foi reforçada, dois anos mais tarde, com a contratação de novos projetistas e desenhistas objetivando a execução de projetos de verticalização da produção dos corantes ao enxofre, em especial do corante preto, principal produto da empresa. Esta equipe de projetos atuava sob supervisão do então diretor técnico, Dr. Roberto. Este contava com forte apoio da SODYECO no fornecimento de desenhos e especificações para os equipamentos principais. O departamento de manutenção fornecia o apoio necessário para as diversas atividades de suporte aos projetos pois possuía instalações capazes de fabricar equipamentos de maior complexidade. Não havia ainda um departamento de engenharia consolidado e os integrantes da equipe de projetos permaneciam alocados no departamento de manutenção.

No período compreendido entre os anos 1980 e 1982, a empresa foi incumbida de conduzir um projeto em Salva Tierra, no México. Lá, a implantação de uma nova fábrica de corantes sulfurosos foi conduzida sob a coordenação do Dr. Roberto e com a supervisão direta do então gerente de desenvolvimento da Rioquima. Este último foi deslocado para o México de posse apenas de alguns desenhos de arranjo de equipamentos e outros desenhos de fabricação dos principais equipamentos (fornecidos pela SODYECO). Não se dispunha de projetos detalhados tais como, fluxogramas de engenharia, plantas de tubulação, isométricos, diagramas elétricos, cronogramas de execução, etc. Segundo o relato de um dos entrevistados, a planta no México foi construída de forma “artesanal”, porém com um custo que representou a metade daquele inicialmente orçado pela SODYECO.

Em 1982 a estrutura de engenharia foi reforçada com a contratação de um engenheiro civil para coordenar e complementar a equipe. Desta forma, foi possível iniciar os projetos de

implantação de novas unidades de produção de intermediários (unidades de produção de *dinitro-cloro-benzeno* DNCB e de *mono-cloro-benzeno* MCB). Com isso, a empresa parece ter reunido capacidade para desempenhar as atividades de condução de projetos de implantação de sistemas auxiliares e de unidades de produção, passando por: estudos de viabilidade; engenharia de detalhamento de sistemas mecânicos e sistemas auxiliares; dimensionamento e seleção de equipamentos auxiliares (ex. bombas, tanques); elaboração de especificações para aquisição de equipamentos padronizados e comissionamento e partida com assistência técnica externa. Em outras palavras, a Rioquima reuniu a capacidade necessária para o desenvolvimento de projetos de maior envergadura envolvendo alguns milhões de dólares e tecnologia não proprietária. Isto corresponde ao Nível 3 de acumulação de capacidades tecnológicas na função em análise.

Com o desenrolar dos projetos das unidades de DNCB e MCB e as diversas interferências com outras unidades produtivas, novas necessidades foram surgindo e exigiram o desenvolvimento de capacidades com maior nível de complexidade tais como: engenharia de detalhamento de instalações (mecânica, tubulação, elétrica, instrumentação e civil), seleção de tecnologia, engenharia de aquisição (procura, compra, diligenciamento e inspeção), qualificação e desenvolvimento de fornecedores locais, que foram sendo supridas a medida que o projeto se desenvolvia. Os projetos envolviam o fornecimento de equipamentos e sistemas complexos tais como sistemas de destilação (MCB) e reatores com dispositivos à prova de explosão (DNCB).

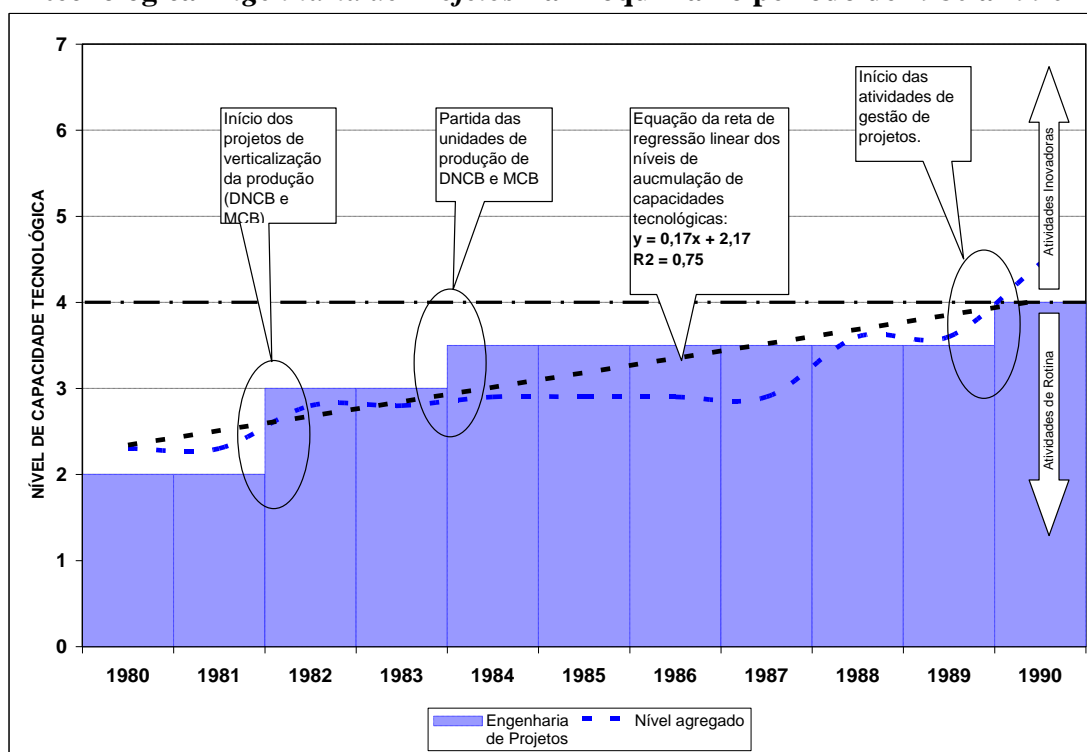
Com o início de operação destas unidades, em 1984, a empresa havia acumulado capacidade tecnológica no Nível 4 (rotineiro pré-intermediário), embora ainda de maneira incompleta, pois não possuía as ferramentas formais de gerenciamento de projeto, fundamentais para o preenchimento dos requisitos deste nível da função *Engenharia de Projetos*.

Ao assumir completamente a gestão da Rioquima, em 1990, a Sandoz formalizou a existência do departamento de engenharia e introduziu a utilização de um manual técnico e de gestão de projetos bastante detalhado. O novo departamento fora composto de uma equipe de profissionais próprios, complementada por profissionais de empresas contratadas, em diversas especialidades (mecânica, tubulação, elétrica, instrumentação e civil). Os projetos seriam conduzidos por coordenadores que, dependendo do porte, seriam indicados pela matriz, na

Suíça, ou por lideranças locais, nas filiais. Este conjunto de novas medidas configura a acumulação completa do Nível 4 na função.

A Figura 6.4 representa a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica no período correspondente à PSI para a função em análise.

Figura 6.4 - Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Engenharia de Projetos* na Rioquima no período de 1980 a 1990



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

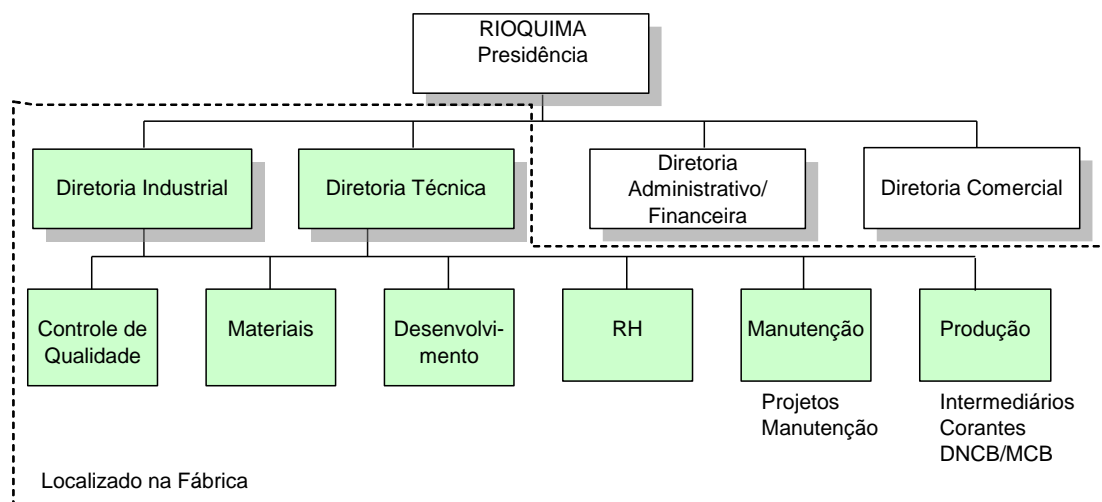
6.3.1.2 Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Processos e Organização da Produção na Rioquima (1980 A 1990)

Segundo relatos colhidos durante as entrevistas de campo, até o ano 1980 a Rioquima possuía uma posição consolidada no mercado de corantes têxteis com níveis de produção e qualidade adequados aos requisitos da época. O controle da produção era efetuado com auxílio de fichas preenchidas manualmente configurando a existência de PCP (planejamento e controle da produção) básico voltado para a manutenção dos fluxos da produção. O controle de qualidade (CQ) estava baseado em ensaios segundo padrões internacionais uma vez que foram copiados dos procedimentos analíticos fornecidos pela SODYECO, ou seja, dado a parceria desenvolvida entre as empresas, todos os procedimentos de padronização e controle de

processos de produção dos corantes adivinham da SODYECO. A Rioquima concentrava-se na absorção da capacidade produtiva efetiva da planta e na garantia da estabilidade dos processos produtivos reduzindo perdas por paradas de produção. Atendia fundamentalmente o mercado local e alguns poucos países da AL em raras situações (quando o mercado não podia ser atendido pela SODYECO). Fabricava diversos produtos (diferentes cores) com tecnologia exclusiva da SODYECO, sua principal fonte de novos produtos e processos inovadores, embora tivesse efetuado algumas poucas intervenções em processos produtivos visando, quase que exclusivamente, a adaptação às matérias primas disponíveis no mercado local, condição imposta pela vigência do regime protecionista.

A empresa estava organizada conforme o organograma da Figura 6.5 onde se percebe uma organização departamentalizada, seguindo o rito da escola clássica, ou seja, a empresa estava organizada em departamentos com funções e/ou tarefas específicas e especializadas, e uma autoridade linear.

Figura 6.5 – Estrutura organizacional da Rioquima nos anos 1980



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Estas evidências sugerem que, em 1980, a Rioquima desempenhava as atividades de rotina (Níveis 1 e 2, rotineiro básico e renovado) na função tecnológica em análise. Segundo relato do Dr. Roberto – Diretor Técnico à época:

“(...) a Rioquima não estava preocupada, naquela época, com desenvolvimento de novos produtos pois recebia total suporte técnico da empresa associada SODYECO. Não era necessário inovar pois o mercado era “comprador” e protegido pela lei do similar nacional.” (...)

Em 1982 foi criado, pelo então gerente de desenvolvimento, o que poderia ser considerada a mais importante iniciativa para a futura gestão da mudança tecnológica – o departamento de informações técnicas. Este departamento tinha como principais atividades o estudo empírico e o registro das principais relações “causa-efeito” do processo produtivo. Com isso, seria possível conhecer o efeito da mudança de variáveis de processo (ex.: pressão do vapor) na qualidade e características do produto final (ex.: nuance do corante). Um registro (codificação do conhecimento) até hoje utilizado e com consulta restrita a alguns funcionários da empresa visto a qualidade e importância das informações ali contidas. Outro importante aspecto, que reforça a necessidade de sua confidencialidade, é o caráter empírico das reações de síntese dos corantes ao enxofre, ou seja, não há um perfeito entendimento até hoje, da lei de formação dos produtos com base nos reagentes.

Este programa representou um avanço no domínio dos processos produtivos propiciando o alongamento da capacidade produtiva, ainda que eventual nos primeiros anos. Foi possível a eliminação de alguns gargalos da produção como, por exemplo, o reprocessamento de produtos uma vez que a ocorrência de efeitos indesejáveis foi reduzida pela manipulação de variáveis de processo. Esta manipulação e, portanto, adequação e/ou aprimoramento no processo produtivo, pode ser considerada como o início das atividades inovadoras características do Nível 3 (inovativo *Básico Superior*) segundo a métrica adotada nesta dissertação (Tabela 3.1).

Não obstante a implantação do programa de informações técnicas, o controle de qualidade era efetuado com os mesmos recursos técnicos e de pessoal do controle de processos. Prevalecia ainda o conceito de aprovação e reprovação dos produtos acabados. Não havia uma visão sistêmica de modo que o processo pudesse ser efetivamente controlado ainda durante a fase produção. Com isso, em caso de reprovação da partida (lote de produção) pelo CQ, os estoques de semiacabados e/ou fora de especificação aumentavam reduzindo as margens da empresa. Esta forma de atuação permaneceu até 1990 quando as atividades foram distribuídas em dois setores distintos fortalecendo uma atividade que era denominada “controle em processo”.

Em 1988 foi introduzido um sistema informatizado (DATASUL) de gerenciamento do processo produtivo (MRP – *Material Requisition Plan*), em substituição às fichas de controle da produção. Isto permitiu a gestão informatizada de estoques, a geração de ordens de serviço

para a produção e o controle em processo mais apurado que, em conjunto com as outras medidas adotadas (informações técnicas), consolidaram a acumulação da capacidade tecnológica no Nível 3 (inovativo *Básico Superior*).

O ano de 1990 foi marcado por grandes transformações, tanto no nível macro quanto no nível micro. No macro, o governo Collor implantou o plano de estabilização econômica conhecido como Collor I. No nível micro, a Divisão Química da Sandoz, que havia adquirido a empresa em 1983, assumiu a gestão integral da Rioquima promovendo alterações na sua estrutura organizacional. A Rioquima perdeu o *status* de empresa passando a integrar um conjunto de quatro fábricas (unidades) instaladas no Brasil. Com isso, visando ganhos de produtividade, algumas atividades de apoio foram remanejadas para a matriz em São Paulo. Esta centralização de atividades obrigou a Rioquima a adotar novas técnicas de gestão em suas dependências como, por exemplo, a implantação de técnicas relacionadas com o princípio JIT, em consonância com as atividades de logística desenvolvidas em São Paulo. Neste sentido, metas de redução de estoques de produtos acabados, intermediários e matérias primas eram estipuladas pela a diretoria da divisão em reuniões mensais (informação extraída de atas dos comitês gerencias). A Rioquima passou a ser gerida matricialmente acompanhando as tendências da matriz com uma organização corporativa.

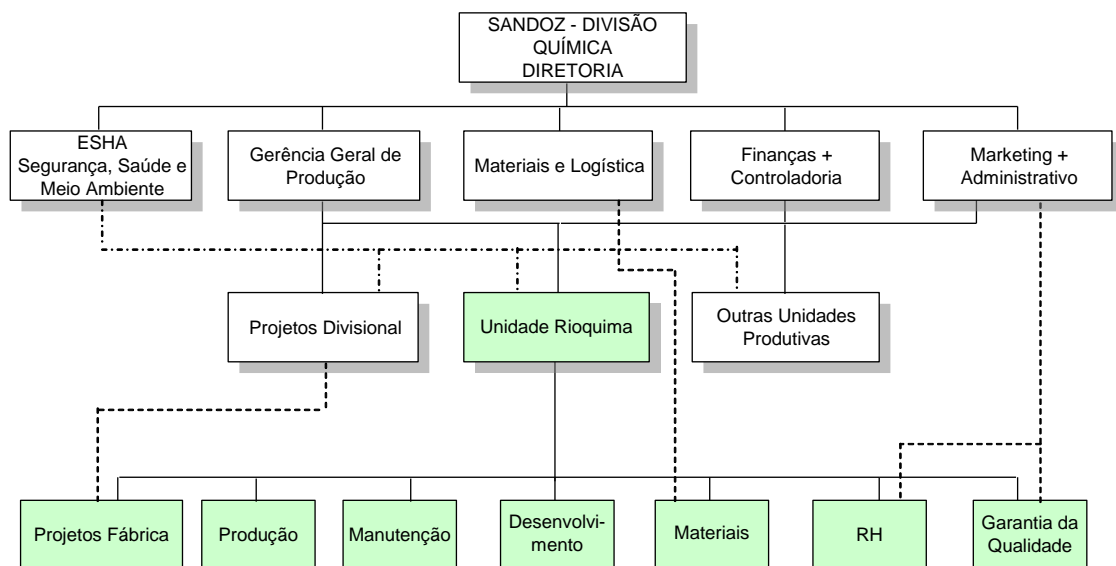
O exemplo da logística foi seguido com a implementação da Engenharia Divisional. Este departamento, que passou a gerir os projetos de investimentos em conjunto com as unidades fabris, foi o responsável pela introdução das práticas de *gestão de projetos* via procedimentos manualizados.

A garantia da qualidade passou a ser exigida em todos os níveis (TQM) da empresa. Uma nova equipe foi constituída para construir e gerir os processos da fábrica em consonância com as diretrizes definidas pela matriz. Esta equipe de apoio localizou-se fisicamente na fábrica, mas foi gerida pela diretoria de marketing em São Paulo. Neste momento o conhecimento acumulado e codificado com o programa de informações técnicas foi fundamental para o maior domínio na manipulação dos parâmetros chave de processos, promovendo o aprimoramento contínuo.

Ainda em 1990, uma nova ferramenta de gestão da informação foi implantada (Sistema ITG) em substituição ao DATASUL. O novo Sistema ITG representou um avanço em relação ao

sistema anterior pois permitiu a simulação de custos com base em estruturas de produto, ou seja, permitiu avaliar, antecipadamente, o impacto no custo final do produto provocado por alterações no processo produtivo e nas composições relativas dos insumos de produção. Em outras palavras, tornou-se possível a simulação do custo dos produtos e, com isso, a concentração do foco no aprimoramento das etapas do processo e nas matérias primas de maior impacto (aprimoramento contínuo do processo).

Figura 6.6 – Estrutura organizacional da Rioquima nos anos 1990



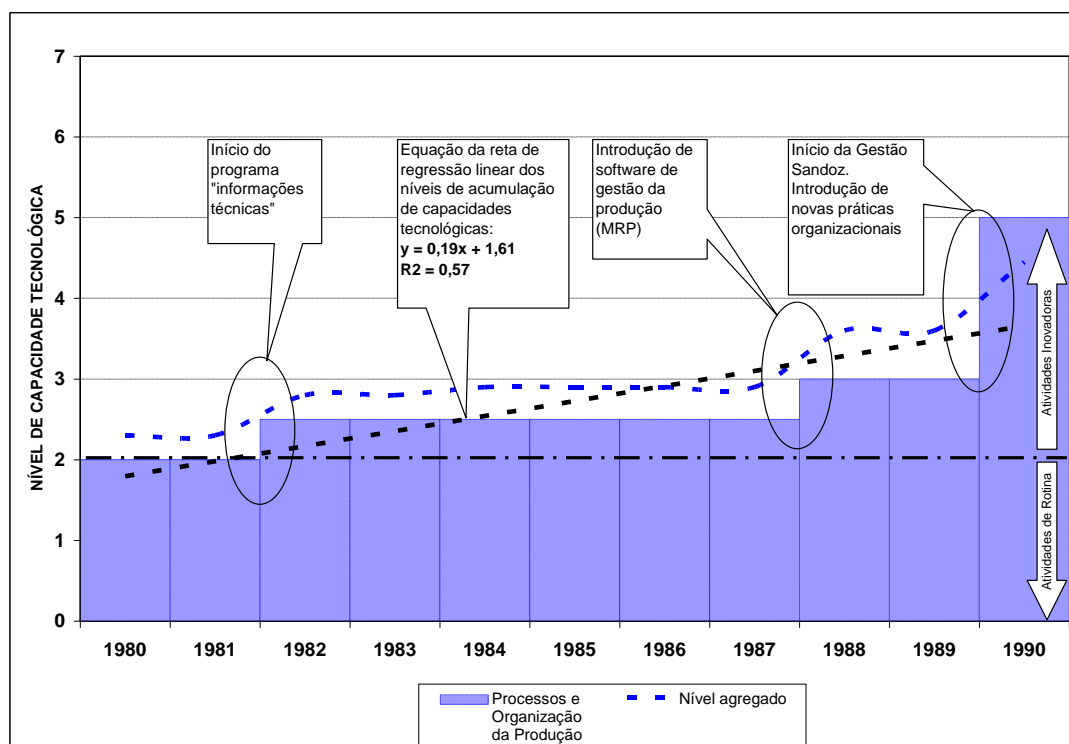
Fonte: Derivado da pesquisa de campo

O organograma foi alterado para a configuração conforme apresentado na Figura 6.6. Neste, evidencia-se a organização “matricial” acompanhando as tendências da matriz e a introdução das novas técnicas organizacionais. Com isso, foi possível explorar as sinergias existentes entre as unidades e implantar um modelo corporativo de gestão da qualidade proporcionando à empresa a adoção de ferramentas utilizadas em empresas de países desenvolvidos.

Naquele mesmo ano (1990), a área de processos foi desvinculada da área de controle de qualidade e incorporada pela área de desenvolvimento. A principal missão era compilar todas as informações obtidas durante a vigência do programa de informações técnicas. Dois profissionais de nível técnico e um de nível superior foram exclusivamente dedicados ao desenvolvimento das melhorias apontadas pelo programa. O esforço foi concentrado no sentido de recuperar as margens perdidas em função da concorrência externa dos produtos chineses. A Sandoz introduziu as *guidelines* de segurança operacional, o que acarretou a descontinuidade da produção de alguns produtos intermediários e a necessidade de

investimento em outros, objetivando aumentar a segurança operacional de toda a unidade. O Dr. Roberto permaneceu como consultor evitando-se assim, a dispersão do conhecimento tácito acumulado ao longo de vários anos de experiência.

Figura 6.7 - Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Processos e Organização da Produção* na Rioquima no período de 1980 a 1990



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Resumindo, a introdução pela Sandoz de todas as modificações e novas atividades descritas, promoveu um grande salto no nível de acumulação de capacidades tecnológicas, ou seja, um conjunto de alterações tão profundas, em tão pouco tempo, que sugere uma acumulação conjunta dos Níveis 4 e 5 (inovativo pré-intermediário e intermediário), considerando a métrica adotada para o caso em análise. Portanto, o maior benefício destas medidas está relacionado com oportunidade da Rioquima em *gerar e gerir a mudança tecnológica*. A Figura 6.7 representa a trajetória descrita.

6.3.1.3 *Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Produtos na Rioquima (1980 A 1990)*

Não há como desvincular totalmente a função *Processos e Organização da Produção* da função *Produtos*. Ambas as funções parecem estar tão interligadas que tem-se a impressão que uma não consegue progredir sem a outra ou uma progride em razão do progresso da outra. Portanto, algumas etapas descritas aqui poderão parecer redundantes mas tal redundância é necessária para um melhor entendimento do processo de acumulação de capacidade tecnológica na função em análise.

Conforme descrito anteriormente, em 1980 a empresa fabricava diversos produtos (corantes preto e cores) com tecnologia fornecida exclusivamente pela SODYECO. Esta capacidade em replicar os produtos seguindo especificações internacionais, a existência de um controle de qualidade também seguindo padrões internacionalmente aceitos (padrão SODYECO), a capacidade de flexibilizar a especificação final do produto (índices de redução, teor de sulfetos, etc.), o atendimento ao mercado interno e, ocasionalmente, ao mercado da AL, sugerem que a empresa, em 1980, reunia totalmente as capacidades de rotina (Níveis 1 e 2 – rotineiro básico e renovado) para a função tecnológica *Produtos*.

O programa intitulado “informações técnicas”, criado em 1982, também exerceu forte influência no acúmulo de capacidades tecnológicas na função *Produtos*. O avanço gradual no conhecimento das relações causa-efeito das variáveis de processo permitiu que a empresa fosse capaz de realizar adaptações em especificações dadas e de criar especificações próprias ao longo do tempo, como, por exemplo, nuances, matizes, concentração, poder tintorial, etc. Tais atividades estão relacionadas com o Nível 3 (inovativo *Básico Superior*) de capacidade tecnológica da função em análise.

Em 1988, o programa de informações técnicas foi reforçado com a alocação de uma equipe exclusiva para a gestão das atividades inerentes. Com isso, a empresa reforçou sua capacidade para desempenhar atividades relacionadas com aprimoramentos sistemáticos em especificações dadas. O desenvolvimento de “cores” ocorreu com maior intensidade neste período (vermelho, castanho, verde). A empresa tornou-se capaz de replicar produtos existentes no mercado de forma sistemática pois, diante do conhecimento prévio de uma determinada característica de um produto, conseguia-se replicar aquele efeito através da

mudança de uma variável conhecidamente responsável por tal efeito. Tal argumento é evidenciado pelo relato do ex-gerente de produção da Rioquima (atualmente na Espanha):

“(...) Outra coisa muito importante que fizemos (e aí eu já estava no departamento de Inf. Técnicas) foi a elaboração de um controle específico do processo de tonação nos TR’s. Esse controle tinha como objetivo principal conseguirmos uma reprodutibilidade satisfatória entre partidas dos corantes de alta temperatura. Era simplesmente uma correlação entre as seguintes temperaturas:

- 1) Temperatura dos Y’s: temperatura dos dutos de transmissão...*
- 2) Temperatura de superfície do cilindro: Medição através de uma pistola de infra vermelho (IR).....*
- 3) Temperatura de chaminés 1 e 2 : tratava-se da temperatura de combustão dos gases da queima...*
- 4) Temperatura de gases: Essa temperatura era medida através de um sensor ...*

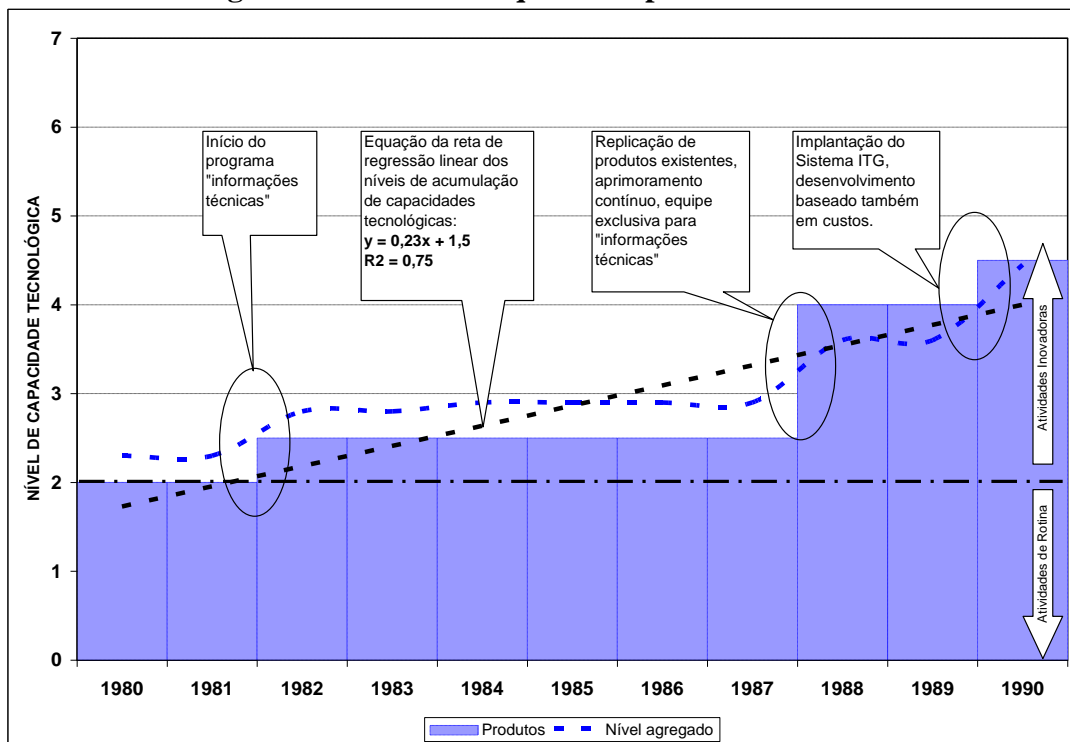
Ficamos aproximadamente 1 ano elaborando estatisticamente todos os parâmetros. O resultado foi simplesmente fantástico. O sucesso foi tamanho, que me mandaram para os USA apresentar o projeto para a reunião de produção de corantes sulfurosos a qual acontecia a cada 2 anos.(...)”

Estas capacidades, em conjunto com aquelas já acumuladas e relacionadas com mudanças incrementais, tais como a adaptação às matérias primas fabricadas na própria empresa (ex.: DNCB, MCB e NaHS), consolidam o acúmulo de capacidades tecnológicas no Nível 4, de forma completa.

Com a implantação do sistema ITG, em 1990, iniciou-se uma nova fase no desenvolvimento de produtos. A empresa, que já possuía o conhecimento prévio das relações entre variáveis de processo e efeitos no produto final, passou a conhecer, antecipadamente, o efeito de uma mudança da variável de processo no custo final do produto. Tornou-se mais rápido, seguro e sistemático avaliar o impacto de cada matéria prima e de cada etapa do processo produtivo no custo final de produção de cada produto. Desta forma, a empresa reforçou sua capacidade de aprimoramento contínuo dos produtos. O foco das atenções concentrou-se na busca pela redução de custos objetivando a recuperação das margens perdidas pelo enfrentamento da nova concorrência, quando da abertura econômica promovida pela alteração no regime industrial em 1990. Tais capacidades podem ter atenuado os efeitos da liberação econômica, reduzindo o impacto provocado pelas importações de produtos chineses.

Esta possibilidade de conjugar aprimoramentos técnicos com reduções de custos de produção está relacionada com o Nível Inovativo Intermediário (Nível 5) de capacidade tecnológica na função *Produtos*, embora este nível não deva ser considerado completamente atendido considerando os demais requisitos da métrica descrita no Capítulo 3, ou seja, faltava a certificação para o desenvolvimento de produtos (ex.: ISO 9001). Portanto, a trajetória pode ser resumida conforme a Figura 6.8.

Figura 6.8 - Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Produtos* na Rioquima no período de 1980 a 1990



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

6.3.1.4 Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Equipamentos na Rioquima (1980 A 1990)

Com base nos levantamentos de campo, em 1980 a Rioquima desenvolvia atividades de manutenção corretiva envolvendo até a fabricação de equipamentos e periféricos, a exceção de reatores e vasos de pressão que exigem equipamentos especiais não disponíveis na fábrica naquele momento. Segundo um dos entrevistados, a equipe de manutenção contava com mais de 100 profissionais das diversas especialidades (civil, elétrica, mecânica e hidráulica) que efetuavam praticamente todas as intervenções na fábrica. A equipe atuava na solução de problemas sem apoio externo, chegando a desenvolver adaptações que envolviam a utilização

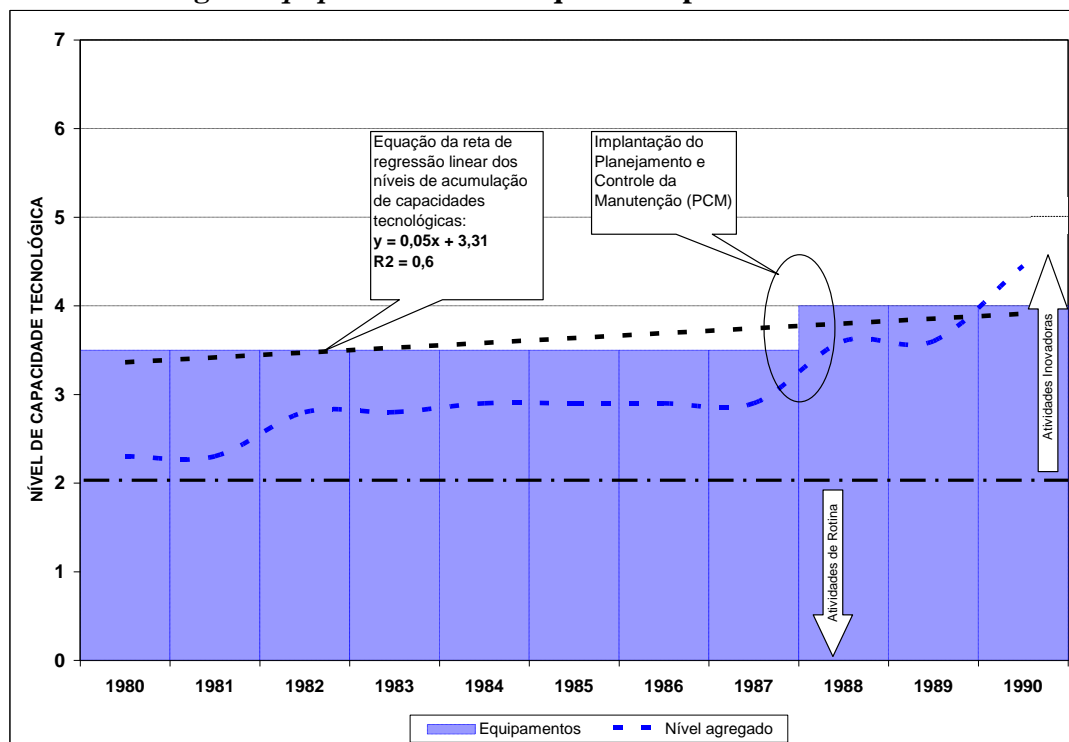
de caixas redutoras de caminhão como sistemas de acionamento para agitadores dos reatores. A engenharia reversa era uma prática comum e, em alguns casos, eram efetuados aprimoramentos em equipamentos como, por exemplo, a modificação no projeto da serpentina de um trocador de calor espiral cujo desenho original havia sido enviado pela SODYECO. O projeto mecânico deste trocador de calor foi adaptado para facilitar a recuperação da serpentina interna em futuras manutenções. Contudo, o fato de que a equipe de manutenção atuava de forma reativa e, portanto, não havia ainda desenvolvido a capacidade de prever e antecipar problemas relacionados aos equipamentos, sugere que a acumulação de capacidades tecnológicas tenha atingido o Nível 4 (inovativo pré-intermediário) da função em análise, porém de maneira incompleta (Nível 4*).

Este Nível 4 foi complementado em 1988, com a criação de um setor denominado PCM, ou seja, um apêndice do departamento de manutenção destinado exclusivamente ao **Planejamento e Controle da Manutenção**, que desenvolveu um plano de manutenção preventiva, inexistente até aquela época na fábrica. A existência de um plano de manutenção desta natureza, denota a capacidade de prever e antecipar problemas relacionados com a conservação e operacionalidade dos equipamentos, aumentando o seu tempo de campanha (operação sem interrupções) e, com isso, a capacidade produtiva da fábrica. Adicionalmente, o planejamento implica na necessidade de procedimentação, traduzindo o conhecimento tácito em conhecimento codificado.

Outra contribuição importante, que reforçou o Nível 4 da função *Equipamentos*, foi a introdução de um programa, em 1990 pela Sandoz, denominado de SAMACO (*SAfety, MAintenance and COntrol* – segurança, manutenção e controle). Este programa tem como linha-mestre a manutenção preventiva de todos os equipamentos considerados críticos para a segurança operacional. Isto promoveu um maior conhecimento das variáveis que impactam a segurança operacional e, desta forma, o conhecimento de alguns dos principais parâmetros de dimensionamento de vários equipamentos considerados críticos para a segurança, tais como dispositivos de alívio de pressão (válvulas de segurança/alívio) acoplados a reatores, somente para citar um exemplo. Com isso, a empresa passou a acumular, ao longo do tempo, o conhecimento necessário para a especificação de equipamentos de menor complexidade (por exemplo, o solubilizador D-320)

Resumindo, até o ano de 1990 a Rioquima havia acumulado o Nível 4 (inovativo pré-intermediário) da função *Equipamentos* sendo sua trajetória representada pela Figura 6.9.

Figura 6.9 - Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Equipamentos* na Rioquima no período de 1980 a 1990



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

6.3.2 Acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima sob vigência do regime de economia aberta (1990 a 2007)

Retornando à Figura 6.2 (Seção 6.2), observa-se que no período compreendido entre os anos de 1990 e 1997, houve uma aparente estabilidade em todas as funções tecnológicas, ou seja, não houve avanço na acumulação dos níveis de capacidades tecnológicas. Já no período compreendido entre os anos de 1998 e 2001 observa-se o inverso, houve evolução em três das quatro funções tecnológicas examinadas (exceto na função *Equipamentos*).

O comportamento observado no início do período pode estar relacionado com a abertura comercial iniciada pelo governo federal em 1990 (Plano Collor). Segundo Oliveira (2005), este processo ocorreu sem qualquer período de adaptação à nova situação de mercado e as empresas responderam adotando uma estratégia defensiva num primeiro momento. Segundo levantamento realizado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior,

somente na área da química fina 1096 unidades produtivas foram fechadas no Brasil, bem como 355 projetos de desenvolvimento industrial foram cancelados (Oliveira, 2005).

No segmento têxtil, principal setor consumidor dos produtos da Rioquima, o saldo da balança comercial passou de superavitário em 1990 (+ US\$ 1,25 bilhões) para deficitário em 1996 (- US\$ 1 bilhão). No início do processo de abertura, as importações de tecidos afetaram as tecelagens, tinturarias, estamparias e até fiações. Em seguida, importaram-se as confecções prontas, e, com isso, o segmento foi ainda mais duramente atingido. As importações de produtos têxteis, com especial destaque para tecidos planos (um dos principais consumidores de corantes da Rioquima), apresentaram grande crescimento (Monteiro Filha e Correa, 2002). Este desequilíbrio da balança comercial foi intensificado em função das medidas adotadas pelo então governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, com a implantação do Plano Real em 1994, e pela consequente apreciação cambial em relação ao dólar americano (1994 a 1999). Segundo Kume e Piani (2004), esta situação poderia ter sido prevista evitando-se o elevado desequilíbrio nas contas externas:

“(...) Quando as reduções tarifárias foram aplicadas, em setembro de 1994, já se podia perceber que as importações vinham apresentando uma trajetória crescente desde janeiro de 1993 e que a entrada de capitais externos, após a implantação do Plano Real, provocara uma forte valorização cambial. Assim, se de um lado o instrumento tarifário foi considerado importante para assegurar a estabilidade dos preços, principalmente no início do programa de estabilização, por outro as autoridades encarregadas pela condução da política econômica assumiram claramente os riscos de um eventual desequilíbrio nas contas externas, ao expor em demasia a indústria nacional à competição internacional, quando os resultados da abertura comercial executada, principalmente no período 1991-1993, ainda não estavam totalmente consolidados.(...)” (Kume e Piani, 2004).

Em 1995, como consequência, a Rioquima registrou o quarto pior nível de produção desde 1980 (ver Figura 6.3 na Seção 6.3.1). Diferentemente dos anos 1980, não havia mais a “proteção” da PSI e nem a rentabilidade de ativos financeiros característica da época, e que suportaram as atividades da empresa durante a crise do início dos anos 1980. A concorrência dos produtos chineses intensificou-se e vários estudos foram conduzidos internamente visando a descontinuidade da síntese dos corantes na Rioquima. Ou seja, estudos com o

objetivo de interromper as atividades na fábrica em consequência da forte competição externa (eu participei do estudo de três alternativas).

Em 1996, em razão de um ligeiro retrocesso no programa de liberação comercial, conduzido principalmente através da elevação de tarifas de um grupo de bens de consumo (automóveis, motocicletas, bicicletas, tratores, eletroeletrônicos de consumo, **tecidos** e tênis) e da reintrodução de dificuldades administrativas na importação, tais como a exigência de pagamento à vista nas compras externas com financiamento externo inferior a um ano, a criação de uma lista de produtos para os quais eram exigidas a licença prévia de importação e a aplicação de salvaguardas (Kume *et al*, 2003), as importações apresentaram uma tendência de queda. No setor têxtil as importações de tecidos caíram cerca de 30% em relação ao ano anterior. Controlou-se a tendência de aumento das importações destes artigos com auxílio de algumas medidas adotadas pelo governo federal, dentre as quais a Portaria 201, de 10 de agosto de 1995, que elevou as alíquotas de importação de 18% para 70%, tendo isso vigorado até 27 de abril de 1996, e a Portaria Interministerial 7, de 22 de maio de 96, que estipulou cotas para a importação de tecidos asiáticos, adotada logo após o término de vigência da anterior. Esta última se mostrou uma medida mais eficaz para a redução do déficit da balança comercial setorial (Monteiro Filha e Correa, 2002).

Estas intervenções do governo federal podem ter gerado o estímulo para o ligeiro crescimento do nível agregado de capacidades tecnológicas da Rioquima, percebido a partir de 1998 (ver Figura 6.2 na Seção 6.2.1). Esta retomada foi observada pelo avanço de quase todas as funções tecnológicas, exceto a função *Equipamentos* que se manteve estacionada no Nível 5*. Na função *Engenharia de Projetos* o efeito foi provocado, principalmente, pela implantação do projeto para absorção de gás sulfídrico em 1999; na função *Processos e Organização da Produção* pela implantação de um ERP (SAP R3) em nível corporativo em 1998; e na função *Produtos* pelo desenvolvimento de um novo produto mais concentrado (maior poder tintorial) em 1999 (*preto VSL 200*). Estes investimentos tiveram como foco, principalmente, o aumento da produtividade. Contudo, o principal reflexo percebido foi a permanência das atividades produtivas na Rioquima, ou seja, a manutenção da síntese dos corantes, muito embora a empresa tenha adotado algumas medidas de *down sizing* que serão descritas nas Seções 6.3.2.2 e 6.3.2.3 adiante. Em outras palavras, a empresa parece ter “sobrevivido” às dificuldades impostas pela alteração no regime industrial em função de uma estratégia defensiva adotada no momento inicial (redução de investimentos, redução de sortimento, redefinição das atividades que compõem as competências essenciais da empresa e

externalização das periféricas) e em função das intervenções do governo federal regulando as importações que, por sua vez, estimularam ações para a melhoria de produtividade.

Nos anos seguintes (2001 a 2007), a Rioquima concentrou ainda mais suas atenções nas funções *Produtos e Processos e Organização da Produção*. Estas funções foram as principais responsáveis pelo progresso observado no nível agregado de capacidade tecnológica. A Rioquima, fortemente sustentada pelo programa de informações técnicas, obteve importante sucesso na comercialização de um novo corante (*preto 4G EV*), que trouxe substanciais ganhos de produtividade para os clientes finais (empresas têxteis), ganhos importantes num ambiente de forte competição externa (ver Seção 6.3.2.3). Este esforço se manteve concentrado na obtenção da certificação na ISO 9001/2000, e posteriormente nas ISO 14000 e OHSAS 18000; no investimento em equipamento piloto para simulação de novos processos de obtenção de produtos; na modernização física dos laboratórios de controle de qualidade e de desenvolvimento; na uniformização dos procedimentos de padronização dos produtos com outras unidades do grupo Clariant e, principalmente, no investimento realizado na modernização da fábrica (US\$ 2,0 milhões), em 2001/2002, que elevou o patamar de qualidade dos produtos da Rioquima propiciando o aumento de sua competitividade no mercado externo. Por outro lado, tal esforço pode ter sido também influenciado por uma estratégia mal sucedida que resultou no fechamento, em 2001, da maior fábrica de corantes a base de enxofre do grupo, instalada nos EUA (antiga SODYECO). Nesta, as atividades de síntese de corantes foram suspensas e a empresa passou a importar o produto da China na forma pó e solubilizá-lo para posterior comercialização. Como consequência desta equivocada medida, o posicionamento do concorrente foi fortalecido culminando com o fechamento completo da fábrica.

Nas seções seguintes (6.3.2.1 a 6.3.2.4) serão apresentadas as evidências empíricas que serviram de base para a construção de cada uma das trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas das quatro funções tecnológicas que compõem esta dissertação, no período de 1990 a 2007.

6.3.2.1 *Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em engenharia de projetos na Rioquima (1990 a 2007)*

Em 1990 foi formalizado o departamento de engenharia pela Sandoz. Os projetos que se seguiram foram conduzidos por coordenadores locais como, por exemplo, os projetos de implantação da unidade de produção de Polissulfeto de Sódio¹³ e o projeto referente ao “up grade” do DNCB. O primeiro foi concebido seguindo os rígidos padrões de segurança impostos pela Sandoz e objetivou a produção do intermediário em equipamento específico e de forma automatizada. Antes o intermediário era produzido no mesmo equipamento no qual se produzia o produto principal. Tal projeto proporcionou não só o desengargalamento da produção, via redução do tempo de reação, aumentando a capacidade de toda a planta, como também uma maior qualidade e uniformidade do produto intermediário e, em consequência, do produto final. O segundo projeto teve como objetivos a troca do reator principal e a automação do processo de produção do DNCB aumentando a segurança, a estabilidade do processo e o rendimento da reação.

A implantação de um sistema de tratamento biológico para os efluentes industriais (1994), foi conduzida sob a coordenação de um engenheiro da matriz da Sandoz, embora tenha havido também o envolvimento de profissionais locais (eu fui um deles). A tecnologia empregada foi suprida pela empresa Sulzer do Brasil¹⁴, em regime *turn key*.

Ao final do ano de 1994, e início do ano 1995, embora a Rioquima já estivesse apta a conduzir os projetos de maneira completa, a engenharia básica ainda era desenvolvida por fontes externas, fosse pela matriz, por centros tecnológicos ou via fornecedores de “pacotes” tecnológicos tais como a Sulzer. Alguns pequenos projetos em termos de valor (fusão do DNCB), foram totalmente concebidos e implantados com recursos técnicos da empresa.

Nos anos seguintes, de 1995 a 1998, muito pouco foi investido na fábrica considerando o difícil momento que a empresa atravessava e a estratégia defensiva adotada. Aqui vale ressaltar que, ao final do ano de 1995, a Rioquima já não mais dispunha de equipe própria de engenharia. Dado a necessidade de redução de custos e a formação da Clariant como empresa distinta do grupo Sandoz (em 1995), a equipe terceirizada, e alguns integrantes da equipe de

¹³ Um produto intermediário utilizado na produção de corantes preto ao enxofre.

¹⁴ Empresa subsidiária de uma ETN de origem Suíça.

própria, foram dispensados e houve remanejamento interno de outros profissionais. As atividades de projeto foram direcionadas para outra equipe concentrada na unidade de Resende que, devido ao seu maior porte, reunia as atividades denominadas de infraestrutura e “prestava serviços” para as outras unidades do novo grupo formado (Clariant). Na Rioquima, permaneceu um único profissional que passou a exercer diversas outras funções além das de projeto. É importante destacar que este profissional remanescente é aquele mesmo projetista contratado em 1979, que participou dos diversos projetos até então implantados na Rioquima, e que hoje ocupa uma função de supervisão na empresa. Portanto, grande parte do conhecimento tácito acumulado ao longo do tempo na função tecnológica em análise, foi preservado e posteriormente codificado.

Até aqui a Rioquima havia conduzido seus projetos de investimento com as capacidades tecnológicas acumuladas até o ano de 1990, ou seja, no Nível 4. Em 1999 a empresa retomou os investimentos com a implantação de um projeto com forte apelo ecológico e também com considerável ganho de produtividade, visto a recuperação de um insumo de produção (sulfeto de sódio – Na_2S). Trata-se do sistema de absorção de gás sulfídrico (H_2S) que foi conduzido, quase que na sua totalidade, pela equipe no Brasil – especificamente pela equipe da engenharia de Resende e de produção da Rioquima.

Este projeto exigiu da empresa as atividades de gestão de projetos, engenharia de detalhamento nas suas diversas especialidades (mecânica, civil, elétrica e instrumentação), montagem eletromecânica, comissionamento e partida. Além disso, este projeto marca o início da elaboração da engenharia básica ainda que para um sistema considerado auxiliar, porém de elevado grau de responsabilidade dado as características letais do referido gás e considerando a importância dada pela Clariant à segurança operacional. Este projeto elevou o nível de capacidade da Rioquima, na função em análise, para Nível 5*, ou seja, o início das atividades inovadoras nesta função tecnológica.

O Nível 5 foi complementado em 2001, com a condução de um projeto que pode considerado um “divisor de águas” na existência da Rioquima – o chamado “up grade do galpão 17”. Este projeto foi conduzido nos anos de 2001 e 2002, sob a coordenação da engenharia de Suzano¹⁵ e com forte envolvimento do pessoal da Rioquima, responsável pelo fornecimento de todos os

15 A matriz da Clariant havia sido transferida de Resende/RJ para a cidade de Suzano/SP após fusão com Hoechst em 1997.

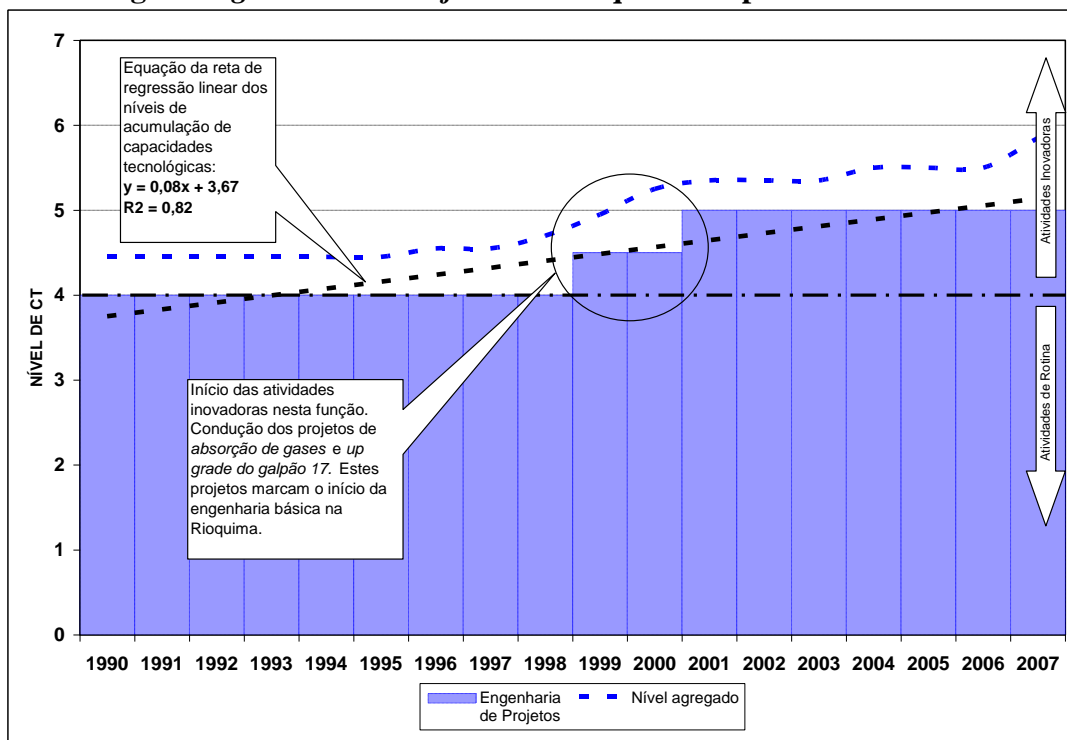
dados básicos para que a equipe de engenharia detalhasse o projeto. Este projeto representou um grande avanço tecnológico para a empresa e colocou-a em pé de igualdade com empresas de países desenvolvidos, ou seja, em condições de igualdade para competir no mercado internacional, com estabilidade e reprodutibilidade nos processos produtivos e substanciais ganhos de produtividade, segundo o gerente da fábrica. A gestão técnico-econômica do projeto e o conhecimento prévio da relação causa-efeito do processo, foram apontadas como as principais causas de sucesso do referido projeto. Contudo, a empresa parece estar plenamente atendida com o estágio alcançado na função *Engenharia de Projetos*, preferindo concentrar seus esforços em outra direção.

A função tecnológica *Engenharia de Projetos* parece estar fragmentada em dois centros: o centro produtivo, responsável pelas variáveis de processo, conhecedor do processo e do produto; e o centro de serviços, responsável pela gestão técnica, administrativa e financeira do projeto, com manuais e técnicas de gestão devidamente procedimentados e com aval da matriz.

Diante das evidências, pode-se admitir que, em 2001, a Rioquima acumulou o Nível 5 (inovativo intermediário) de capacidade tecnológica na função *Engenharia de Projetos*, passando por um estágio intermediário (Nível 5*), no ano de 1999, com implantação do projeto de absorção de gás sulfídrico. Contudo, não há evidências de esforços no sentido de se atingir os níveis 6 e 7, e é importante ressaltar a influência exercida pelo departamento ESHA (sigla em inglês para meio ambiente, segurança e saúde ocupacional) com laboratórios específicos na matriz que desenvolvem sistemas de segurança para os processos produtivos de todas as fábricas do grupo Clariant espalhadas pelo mundo. Se algum risco é identificado, o projeto é interrompido até a sua completa mitigação. Isto representa uma importante fonte de consulta e aprendizado considerando os estudos já desenvolvidos e disponibilizados às unidades.

A Figura 6.10 resume a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica na função *Engenharia de Projetos* no período de 1990 a 2007.

Figura 6.10 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Engenharia de Projetos* na Rioquima no período de 1990 a 2007



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

6.3.2.2 Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Processos e Organização da Produção na Rioquima (1990 a 2007)

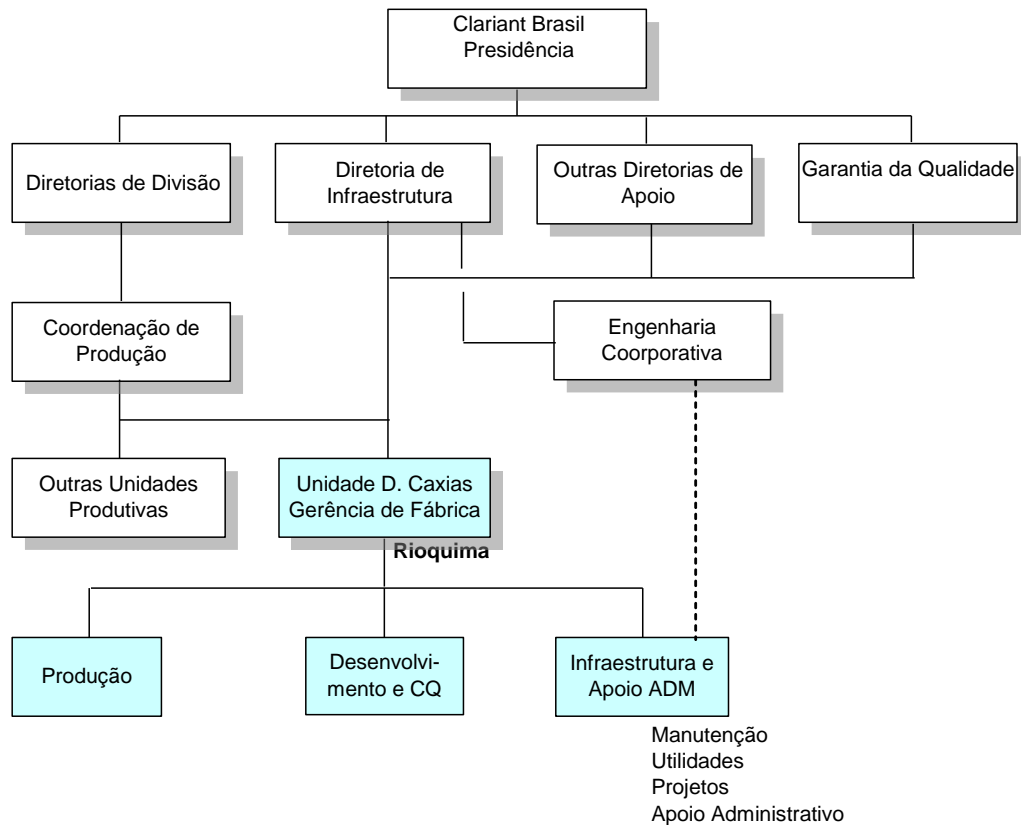
Dando continuidade ao processo de modernização organizacional introduzido pela gestão Sandoz, em 1994 a unidade obteve a certificação na norma ISO 9002 reforçando e sustentando os níveis de rotina já acumulados. No plano internacional consolidou-se o processo de “spin off” da Divisão Química, formando a Clariant Ltd Muttentz, uma empresa autônoma relacionada na bolsa de valores, em 1995. No plano nacional, as medidas adotadas pelo governo do então presidente Fernando Henrique Cardoso intensificaram o processo de abertura econômica, aumentando a concorrência de produtos chineses e indianos, e a produção, que vinha se mantendo na média de 7000 a 8000 ton./ano, despencou para o patamar em torno de 5000 ton./ano (ver Figura 6.3 na Seção 6.3.1). Tal nível de produção e vendas obrigou a empresa a adotar medidas de impacto visando a redução dos custos de produção. A autonomia decisória foi drasticamente reduzida, um novo organograma foi constituído e a unidade respondeu com a redução de sortimento via migração da produção de alguns produtos para outras unidades do grupo dentro e fora do Brasil (ex.: corantes obtidos em processos com altas temperaturas que foram direcionados para Castellbisbal/Espanha). O

contingente foi reduzido para 139 funcionários, seja via absorção de serviços por outras unidades do grupo, seja pela dispensa de profissionais ligados diretamente à produção e às atividades administrativas não mais desempenhadas na unidade.

Em 1997 teve início um novo processo de reestruturação em consequência da fusão com a Hoechst Especialidades Químicas. Ao final deste mesmo ano a unidade contava com efetivo de 96 funcionários diretos mesmo tendo retornado ao patamar de produção de 7000 ton./ano.

Neste mesmo ano de 1997, considerando as poucas restrições à importação de produtos químicos intermediários da China e de outros países asiáticos, e a necessidade de redução dos custos com vistas nos ganhos de produtividade, a produção de DNCB foi descontinuada na Rioquima. Este insumo passou a ser importado da China e/ou da Índia, com custos inferiores aos praticados no Brasil, ou seja, o preço de importação, posto na fábrica, com taxas e tributos, era inferior ao custo de produção própria da Rioquima. Em consequência, o efetivo foi reduzido ainda mais (83 funcionários) mantendo-se o mesmo nível de produção dos anos anteriores.

Em 1998, visando o aprimoramento dos seus processos administrativos, a Clariant implantou, em nível mundial, um software de gestão empresarial (ERP) conhecido pelo nome de SAP (Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados). Com isso, seguindo a métrica adotada nesta dissertação (ver Capítulo 3), a Rioquima atingiu o Nível 6* de capacidade tecnológica, ou seja, iniciou atividades pertencentes ao nível Inovativo – Intermediário Superior. É importante ressaltar que a implantação no Brasil foi considerada um sucesso, dado as características e porte do sistema implantado, sendo utilizada por muitos como um “bench mark” em termos de implantação deste tipo de software corporativo. Entretanto, esta medida foi responsável pela dispensa de um grande número de funcionários do grupo Clariant em todo o mundo. Em decorrência, algumas reestruturações ocorreram dando o formato do organograma (Figura 6.11) muito próximo do que é praticado hoje (2007).

Figura 6.11 – Estrutura organizacional da Rioquima nos anos 2000

Fonte: derivado da pesquisa de campo

Percebe-se no novo organograma, um achatamento da pirâmide administrativa da unidade embora mantida a gestão matricial em nível corporativo. A Garantia da qualidade foi elevada em um nível e passou a coordenar e padronizar todos os processos relacionados com as unidades produtivas. Um dos benefícios foi a simplificação e unificação dos procedimentos de gestão da qualidade total. Com isso a gestão da mudança assumiu uma forma mais simples, unificada, e disseminou-se por toda a nova organização. Mantendo a tradição da “escola” Européia, os programas de incentivo à inovação foram intensificados. No âmbito da unidade, o achatamento não provocou mudanças na gestão da qualidade e do desenvolvimento. As atividades permaneceram independentes embora exploradas de forma sinérgica.

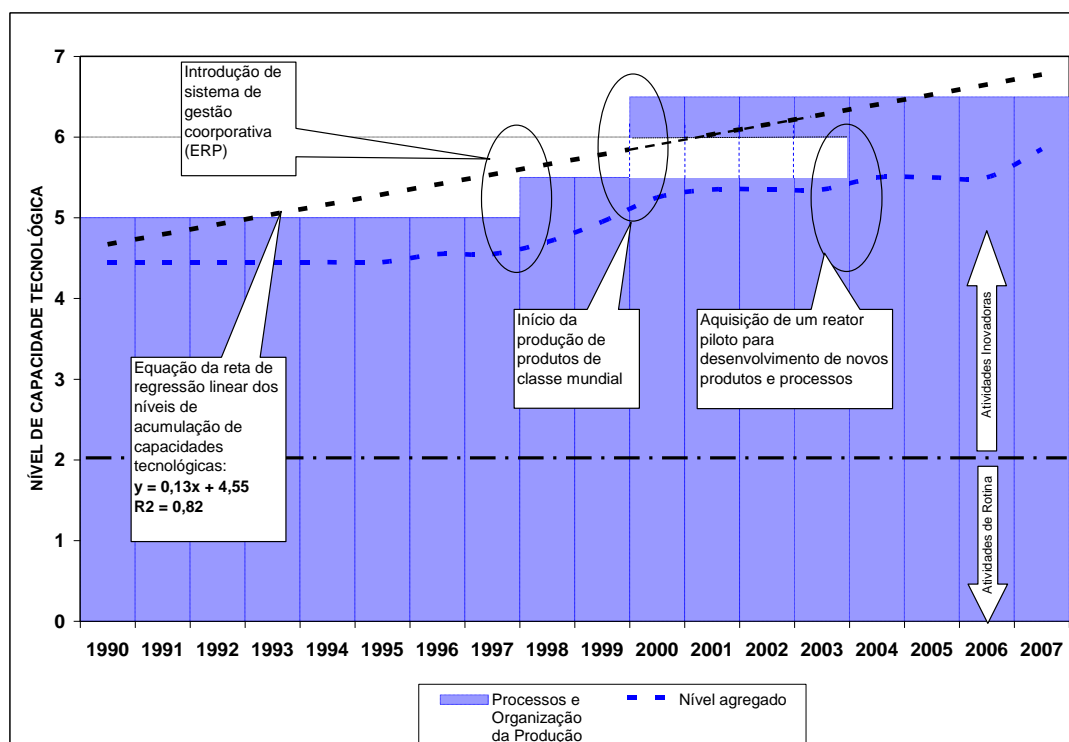
Em 1999 a Rioquima, apoiada por Castellbisbal, direcionou parte das suas atenções para o mercado externo e iniciou um esforço com vistas às exportações para o mercado Latino Americano, Indonésia e Austrália. A qualidade foi reforçada como um requisito fundamental e, com o objetivo de reforçar e melhorar a sua posição no cenário internacional, assim como em atendimento às exigências do mercado local, a Rioquima certificou-se na norma ISO 9001. Esta medida representou um diferencial competitivo em relação aos produtos

importados, visto que vários clientes no Brasil, visando o mercado internacional, requisitavam tal certificação para atendimento aos requisitos de exportação dos clientes finais de seus produtos. Em 2002 a certificação foi revalidada com a versão 2000 da norma.

Outras medidas necessárias ao atendimento dos padrões internacionais, e consequente incremento das exportações, foram a modernização física dos laboratórios de CQ e de P&D (instalações, bancadas, equipamentos de análise, equipamentos de tingimento) e a uniformização dos procedimentos de análises e de padronização dos corantes, ocorrida em 2000. Esta adequação foi necessária para o atendimento aos mercados consumidores globais e alinhamento com os procedimentos e padrões utilizados em Castellbisbal. Desta forma, tornou-se possível atender o mercado global com a mesma qualidade a partir de qualquer unidade do grupo Clariant. Assim sendo, a Rioquima capacitou-se à produção de produtos de classe mundial executando uma atividade do Nível 7 da função em análise. Percebe-se que a empresa iniciou uma atividade de um nível superior (Nível 7*) sem completar todas as atividades relacionadas com o nível inferior (Nível 6). A Figura 6.12 mostra esta lacuna a partir do ano 2000 e até o ano 2004 quando o nível foi completado.

A aquisição de um reator piloto, em 2004, equipado com dispositivos de controle e registros dos parâmetros da reação, para simulação de processos de síntese dos corantes, em conjunto com a certificação para o desenvolvimento de produto e gestão por processos (SIG), composto das normas ISO 9000/2000; ISO 14000 e OHSAS 18000, ocorrida em 2007, consolidam o atendimento aos requisitos do Nível 6 de capacidade tecnológica para a função tecnológica *Processos e Organização da Produção*. Com isso, a Rioquima aproximou-se da *Fronteira Tecnológica*, segundo a métrica adotada, e passou a integrar um grupo seleto de unidades capazes de desenvolver produtos e processos inovadores. A Figura 6.12, resume a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica na função *Processos e Organização da Produção*.

Figura 6.12 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Processos e Organização da Produção* na Rioquima no período de 1990 a 2007



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

6.3.2.3 Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Produtos na Rioquima (1990 a 2007)

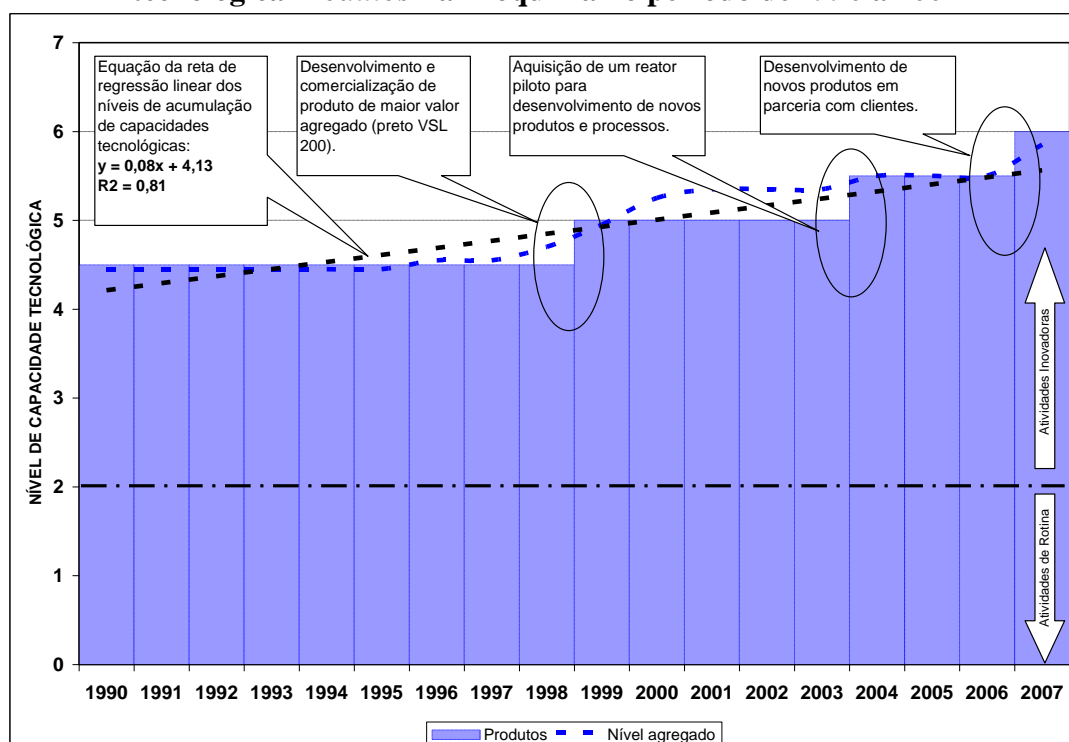
Com auxílio do Sistema ITG, implantado em 1990, e a consequente possibilidade de simulação dos custos dos processos produtivos associados com testes em escala de laboratório, foi desenvolvido, em 1994, um corante preto que possuía características similares às dos demais corantes, porém com um custo de fabricação bem inferior dado a eliminação de algumas etapas no seu processo de fabricação.

Durante vários anos este produto, denominado de *preto RDT*, liderou as vendas e o seu aprimoramento estava centrado em pequenas melhorias incrementais até que, após uma maior integração nas relações com as outras unidades do grupo (Castellbisbal/Espanha e Mount Holly/EUA), a partir de 1998, um corante com maior concentração (maior poder tintorial), e consequentemente maior valor agregado, foi desenvolvido e sua comercialização iniciada em 1999. O produto foi denominado de *preto VSL 200* e sua comercialização permanece ativa nos dias de hoje. O desenvolvimento deste produto, em conjunto com a certificação na norma ISO 9001, consolidam a acumulação de capacidade tecnológica no Nível 5 da função *Produtos*.

Em 2000, um novo produto denominado de *preto 4G EV*, originalmente desenvolvido nos EUA mas sem boa performance comercial por lá, foi lançado no Brasil com um forte apelo ecológico. Este produto proporcionou uma redução de aproximadamente 50% no tempo de aplicação do corante no substrato (tecido). Isto representou um elevado ganho para o cliente final pois, com o mesmo equipamento e, portanto, sem investimento adicional, as empresas têxteis usuárias do produto foram capazes de aumentar substantivamente a produção, reduzindo custos e aumentando suas possibilidades de competição na economia globalizada (ganho de produtividade). Devido ao aprimoramento das características deste corante ecológico, associado ao fechamento da unidade de Mount Holly/EUA, a Rioquima passou a usufruir dos direitos de “royalties” deste produto, em nível mundial.

Com a implantação do reator piloto, em 2004, e o engajamento em um processo de desenvolvimento, em parceria com um cliente, de um produto que possa ser aplicado em conjunto com outros tipos de corantes, proporcionando assim uma infinidade de possíveis combinações (receitas) no processo de tingimento, a Rioquima atinge, em 2007, o Nível 6 de capacidade tecnológica na função *Produtos*. A Figura 6.13, resume a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica na função *Produtos*.

Figura 6.13 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Produtos* na Rioquima no período de 1990 a 2007



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

6.3.2.4 *Acumulação de níveis de capacidade tecnológica em Equipamentos na Rioquima (1990 a 2007)*

Após a implantação da manutenção preventiva em 1988, com excelentes resultados para a continuidade operacional, a Rioquima iniciou, em 1996, um processo de implantação da *manutenção preditiva*. Isto representou um avanço em relação ao modelo anterior, pois proporcionou a redução dos custos de manutenção, a possibilidade de detecção antecipada de possíveis falhas em equipamentos, principalmente rotativos e sistemas elétricos, e a troca de peças e componentes em momentos oportunos, evitando-se paradas não programadas da produção. Segundo um dos entrevistados, a economia foi de aproximadamente 10% nos custos de manutenção comparados ao ano anterior a implantação da preditiva.

Neste mesmo ano de 1996, seguindo uma tendência internacional de *outsourcing* que sucedeu à abertura comercial (Kupfer, 2003), a Rioquima externalizou todas as atividades de manutenção adotando um modelo de gestão que privilegiava as funções tecnológicas relacionadas com produtos e processos. Este tipo de reestruturação passou pela definição das atividades que são prioritárias e daquelas que, sendo periféricas, não constituem apostas estratégicas da organização. Deste modo, a organização pode concentrar os esforços num número reduzido de atividades onde deseja construir e manter vantagens competitivas desenvolvendo recursos, capacidades e inovação em melhores condições do que a concorrência.

Em 2000, a empresa redefiniu as atividades consideradas *essenciais* e *periféricas* e migrou para um modelo misto de *outsourcing* e equipe própria que, segundo um dos entrevistados, é o modelo que mais se adequa às necessidades da fábrica, pois proporciona a manutenção do conhecimento das atividades principais dentro da empresa e a possibilidade de externalização das atividades de menor impacto no processo produtivo (ex.: enrolamento de motores, serviços de pintura, etc.) e/ou daquelas cuja especialização não justifica a manutenção de um recurso exclusivo na fábrica (ex.: reparos em dispositivos eletrônicos de controle de processos).

Em 2001 a empresa desenvolveu, em parceria com um fabricante de equipamentos, o reator *fenolador* A-200. Este equipamento foi fabricado para atender a necessidade do projeto de automação do galpão 17 e é considerado extremamente crítico em termos de segurança

operacional, levando-se em conta a reação química que é desenvolvida no seu interior (*fenolação*).

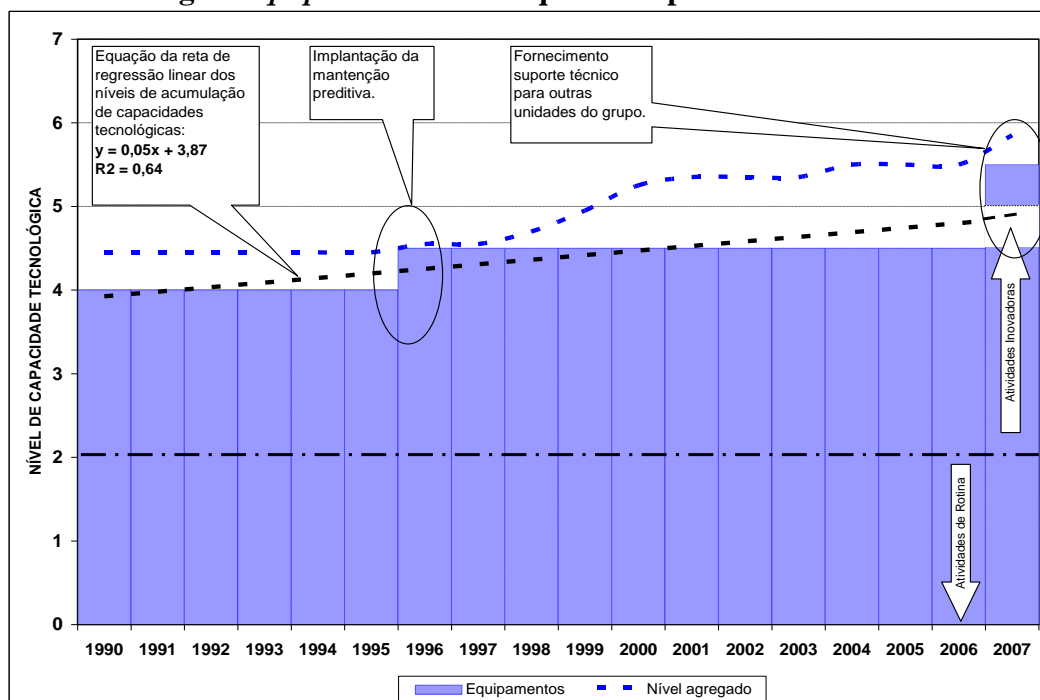
Em 2002 a empresa iniciou um intenso trabalho de codificação de todos os procedimentos ligados não só, mas também, à manutenção (instruções de trabalho), que culminou na certificação da empresa na norma ISO 9001/2000, em 2003. Estes procedimentos, em conjunto com os desenhos dos principais equipamentos, foram fornecidos à unidade do México, quando em visita do gerente desta unidade à Rioquima, em 2007, caracterizando uma assistência técnica para outras unidades do grupo sendo uma atividade integrante do Nível 6 (inovativo intermediário superior).

Para a função *Equipamentos*, a estratégia defensiva adotada logo após a mudança no regime industrial em 1990, e as facilidades de importação de peças, componentes e até equipamentos inteiros, em um segundo momento, parecem ter criado as condições para a formação de um ambiente desfavorável a consolidação da acumulação de capacidade nos níveis 5 e 6 de forma completa. A empresa não sentiu a necessidade de concentrar as atenções no desenvolvimento de capacidades ligadas à engenharia básica de equipamentos, por exemplo. Contudo, os níveis atuais de acumulação de capacidades tecnológicas parecem atender às necessidades da empresa.

Conhecidos os principais elementos de caracterização dos níveis de acumulação de capacidade tecnológica, é necessário desenvolver uma visão agregada do tempo necessário para o processo de acumulação em si, ou seja, com que taxa se desenvolveu o processo de acumulação de capacidades tecnológicas ao longo do tempo. Isto será examinado na Seção 6.4 a seguir.

A Figura 6.14 resume a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica na função *Equipamentos*.

Figura 6.14 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na função tecnológica *Equipamentos* na Rioquima no período de 1990 a 2007



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

6.4 Taxa de Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Rioquima (1980 a 2007)

Esta seção examina os tempos envolvidos (medido em anos) no processo de acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima descrito nas seções 6.2 e 6.3 anteriores. Esses tempos são examinados de três diferentes formas no período de 1980 a 2007:


- Tempo (em anos) que a Rioquima levou para mover-se do nível encontrado em 1980 aos demais níveis de capacidade, por função tecnológica (Seção 6.4.1).
- Tempo (em anos) de permanência da Rioquima em cada nível de capacidade, por função tecnológica (Seção 6.4.2) e
- Tempo (em anos) que a Rioquima levou para mudar de níveis, por função específica, considerando níveis de capacidade tecnológica, completos ou não (Seção 6.4.3).

Enquanto a Tabela 6.1 (Seção 6.1) demonstra quais foram os níveis máximos de capacidade tecnológica alcançados pela Rioquima, em cada uma das funções tecnológicas, a Tabela 6.3 representa o ano em que a Rioquima desempenhou atividades relacionadas com cada nível de

capacidade tecnológica, de cada uma das funções tecnológicas analisadas, durante todo o período examinado (1980 a 2007), segundo a métrica adotada e descrita no capítulo 3. As células com fundo esverdeado representam os níveis correspondentes às atividades inovadoras, enquanto as demais representam níveis relacionados com capacidades de rotina.

Pode-se observar que, no ano de 1980, os Níveis 1 e 2 de todas as funções tecnológicas já haviam sido atingidos, considerando as evidências empíricas coletadas durante o trabalho de campo e descritas nas seções anteriores. Não se pode contudo, afirmar quanto tempo foi necessário para que a empresa acumulasse, por completo, tais capacidades, diferentemente de outros estudos (por exemplo, Figueiredo, 2003b, 2007a; Tacla e Figueiredo, 2006; Andrade, 2007) que consideraram empresas desde a sua fundação. Tais níveis são considerados de grande importância para o desenvolvimento e sustentação de atividades inovadoras (Figueiredo, 2003b:218) e a ausência deste dado se justifica pela já mencionada falta de mais de uma fonte de evidências empíricas em períodos anteriores ao ano de 1980. Na função relacionada a *Equipamentos*, a Rioquima já desempenhava atividades inovadoras e não se investigou, pelas mesmas razões, quando tais atividades foram iniciadas.

Tabela 6.3 – Ano em que a Rioquima desempenhou atividades relacionadas com o nível de capacidade tecnológica de cada uma das funções tecnológicas selecionadas

Nível de capacidade tecnológica			Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
	7	completo	não atingiu	não atingiu	não atingiu	não atingiu
		incompleto	não atingiu	2000	não atingiu	não atingiu
	6	completo	não atingiu	2004	2007	não atingiu
		incompleto	não atingiu	1998	2004	2007
	5	completo	2001	1990	1999	não atingiu
		incompleto	1999	1990	1990	1996
	4	completo	1990	1990	1988	1988
		incompleto	1984	1990	1988	1980
	3	completo	1982	1988	1988	1980
		incompleto	1982	1982	1982	1980
	2	completo	1980	1980	1980	1980
	1	completo	1980	1980	1980	1980

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: As células esverdeadas representam níveis inovadores de capacidades tecnológicas

6.4.1 Tempo que a Rioquima levou para mover-se do nível encontrado em 1980 aos demais níveis de capacidade tecnológica

Com base na Tabela 6.3 foi construída a Tabela 6.4 e desta, o gráfico representado na Figura 6.15. A Tabela 6.4 resume o número de anos que a Rioquima levou para acumular os diferentes níveis de capacidades tecnológicas. A taxa ou velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas foi medida pelo número de anos que a empresa levou para completar o desenvolvimento de atividades pertinentes a cada um dos níveis, a partir da ano inicial do estudo (1980). Em outras palavras, a Tabela 6.4 proporciona uma visão de quanto tempo a empresa levou para mover-se do nível de acumulação de capacidades tecnológicas encontrado em 1980 (Nível 2, exceto para a função *Equipamentos* que partiu do Nível 4*) a cada um dos níveis subsequentes, de acordo com a sequência da métrica considerada, também considerando níveis incompletos.

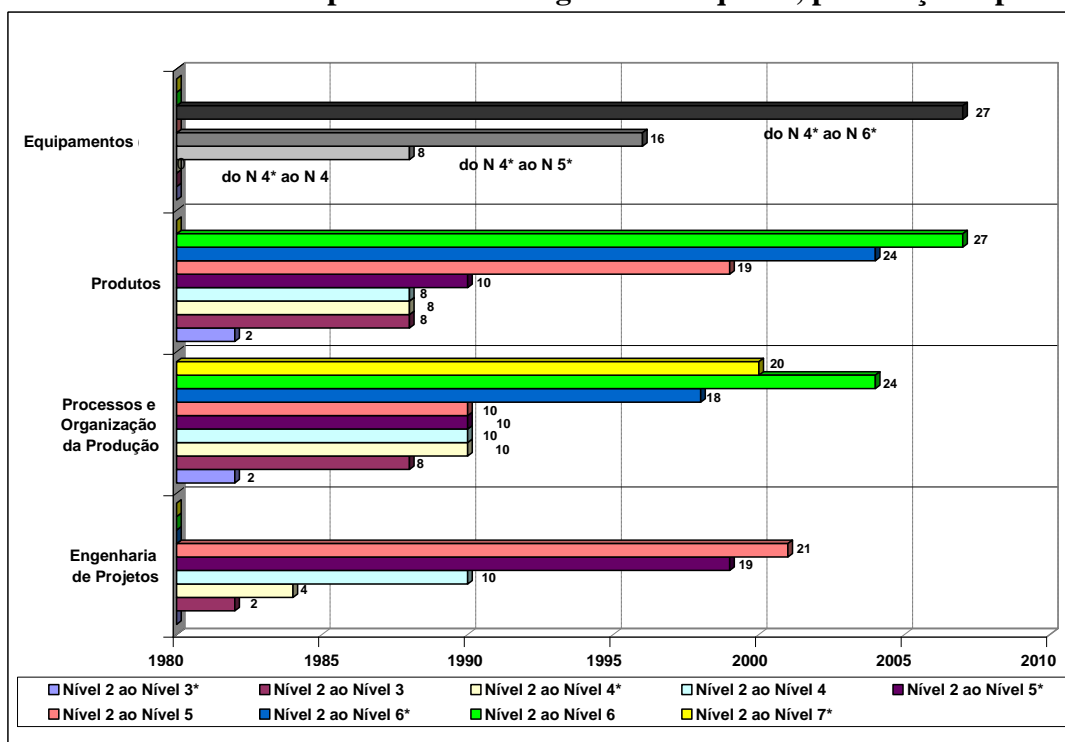
Tabela 6.4 - Tempo médio (em anos) para acumulação do nível mais básico encontrado aos níveis máximos de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica

Intervalo entre os Níveis de capacidade tecnológica	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos (**)
Nível 2 ao Nível 3*	0	2	2	nível já acumulado
Nível 2 ao Nível 3	2	8	8	nível já acumulado
Nível 2 ao Nível 4*	4	10	8	nível já acumulado
Nível 2 ao Nível 4	10	10	8	8
Nível 2 ao Nível 5*	19	10	10	16
Nível 2 ao Nível 5	21	10	19	não atingiu
Nível 2 ao Nível 6*	não atingiu	18	24	27
Nível 2 ao Nível 6	não atingiu	24	27	não atingiu
Nível 2 ao Nível 7*	não atingiu	20	não atingiu	não atingiu

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa Nível incompleto de capacidade tecnológica; (**) partindo do Nível 4*

Figura 6.15 - Representação do tempo médio para acumulação do nível mais básico aos níveis máximos de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa Nível incompleto de capacidade tecnológica

Com base na Figura 6.15, pode-se observar que a Rioquima apresentou um comportamento irregular, em termos de taxa de acumulação de capacidades tecnológicas, alternando períodos com grande número de alterações (11 alterações, inclusive de níveis incompletos, na faixa entre 5 e 10 anos), com períodos de pouca ou nenhuma alteração (nenhuma alteração entre 11 e 15 anos). É importante perceber que a faixa correspondente ao período com maior número de alterações de níveis de capacidades tecnológicas, situa-se entre os anos de 1985 e 1990 inclusive, enquanto a faixa com menor número, entre os anos de 1990 exclusive e 1995. Logo, o período de maior atividade ocorreu imediatamente antes da mudança no *regime industrial*, seguido do período de nenhuma alteração imediatamente após esta mudança. Conforme já apontado, estas evidências sugerem que a empresa iniciou um período de preparação (1985 a 1990) para enfrentar as possíveis mudanças vindouras e, após a introdução efetiva e o forte impacto destas mudanças, a empresa parece ter adotado uma estratégia defensiva diante do quadro de incertezas apresentado à época (1990 a 1995). No período seguinte (1995 a 2000 inclusive), a Rioquima retomou o esforço para acumulação de capacidades tecnológicas efetuando cinco alterações. Isto pode estar associado à intervenção do governo através de medidas de regulação das importações, como aquelas tomadas em 1996 e descritas na Seção 6.3.2, que estabeleceram cotas e um aumento das alíquotas de importação de tecidos asiáticos.

As alterações seguintes (três entre 2000 e 2005, e duas entre 2005 e 2007) parecem estar associadas ao esforço da empresa para aumentar a sua participação no mercado externo.

As trajetórias das funções tecnológicas analisadas apresentaram características tais como *níveis incompletos* e *acumulação conjunta*. A primeira ocorreu na função *Processos e Organização da Produção*, no ano 2000, quando a empresa ainda não havia completado a acumulação no Nível 6 e já desenvolvia algumas atividades do Nível 7. O mesmo fenômeno ocorreu na função *Equipamentos*, durante o ano 2007, quando o Nível 5 não havia sido completamente acumulado e a empresa já desenvolvia algumas atividades relacionadas com o Nível 6 de capacidade tecnológica. Por outro lado, os anos de 1988 e 1990 foram responsáveis pela acumulação conjunta de dois níveis de capacidade tecnológica em duas funções tecnológicas. Em outras palavras, um nível pode ter sido acumulado no mesmo período de tempo que outro nível, numa mesma função tecnológica (*acumulação conjunta*). Para a função *Processos e Organização da Produção*, os níveis 4 e 5 foram acumulados conjuntamente no ano de 1990 e, para a função *Produtos*, o Nível 3 foi complementado em conjunto com a acumulação completa do Nível 4, no ano de 1988.

As funções *Processos e Organização da produção* e *Produtos*, iniciaram suas atividades inovadoras no mesmo ano (1982) e seguiram uma trajetória similar até o ano de 1990 quando houve um leve descolamento. Ambas atingiram o Nível 6 de capacidade tecnológica com pequena diferença na velocidade (3 anos em um total de 27 anos), sendo que a primeira foi um pouco mais além, atingindo o Nível 7 de maneira incompleta. O mesmo não se pode afirmar para as duas outras funções tecnológicas (*Engenharia de Projetos e Equipamentos*) que se encontram estacionadas ao entorno do Nível 5.

Confirma-se a percepção mencionada na Seção 6.3.2, quanto a concentração do foco nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*, prioritariamente às demais. Estas funções atingiram os níveis mais elevados de capacidade tecnológica (7* e 6, respectivamente). No entanto, vale ressaltar que a função *Equipamentos* foi a primeira identificada como tendo atingido níveis correspondentes às capacidades inovadoras (níveis 3 e 4* nesta função).

Os tempos necessários para que a Rioquima atingisse níveis elevados de capacidade tecnológica (Nível 6 – Intermediário Superior) em ambas as funções *Processos e*

Organização da Produção e Produtos (vinte e quatro e vinte e sete anos, respectivamente), devem ser analisados com cautela, dado que o ponto de partida para a contagem não coincide com o ano de fundação da empresa. Contudo, podem ser comparados com os vinte e cinco anos que USIMINAS levou para saltar do Nível 2 para o Nível 5 de capacidade tecnológica, na função *Processos e Organização da Produção*, e com os mesmos vinte e cinco anos que esta mesma empresa levou para atingir o Nível 6, a partir do Nível 2, no caso da função *Produtos* (ver Figueiredo, 2003b:212).

6.4.2 Tempo de permanência da Rioquima em cada nível de capacidade tecnológica

A Tabela 6.5 e a Figura 6.16 mostram o tempo que a Rioquima ficou estacionada em níveis específicos de capacidade para cada uma das funções tecnológicas aqui examinadas. A obtenção dos tempos foi realizada a partir da simples contagem da incidência de níveis específicos de capacidade tecnológica ao longo do período examinado (1980 a 2007). Foram considerados os níveis incompletos de capacidades tecnológicas e também a ocorrência de *acumulação conjunta* de dois ou mais níveis.

O tempo de permanência nos níveis básicos 1 e 2 das funções analisadas (e no Nível 3 e inferiores para a função *Equipamentos*) não foram considerados pois não há disponibilidade de informação para tal apontamento.

A Tabela 6.5 corresponde ao tempo de permanência em cada nível ignorando-se a ocorrência de acumulação em níveis intermediários (embora não esquecendo que para a função *Equipamentos* os níveis 5 e 6 encontram-se incompletos). A Figura 6.16 representa graficamente estes tempos médios.

Observa-se que, embora as médias referentes ao tempo de permanência por função tecnológica estejam muito próximas, existe uniformidade somente na taxa de acumulação de capacidade tecnológica na função tecnológica *Processos e Organização da Produção* (menor desvio padrão), o mesmo não se aplicando às demais funções tecnológicas. A função *Engenharia de Projetos* ficou estacionada no Nível 4 por quinze anos, período compreendido entre os anos de 1984 e 1998 inclusive. A função *Produtos* ficou estacionada no Nível 5 por um período de 14 anos, correspondendo ao intervalo entre os anos de 1990 e 2003 inclusive, e

a função *Equipamentos* ficou estacionada por, pelo menos, 27 anos nos Níveis 4* e 5* correspondendo ao período de 1980 a 2006 inclusive.

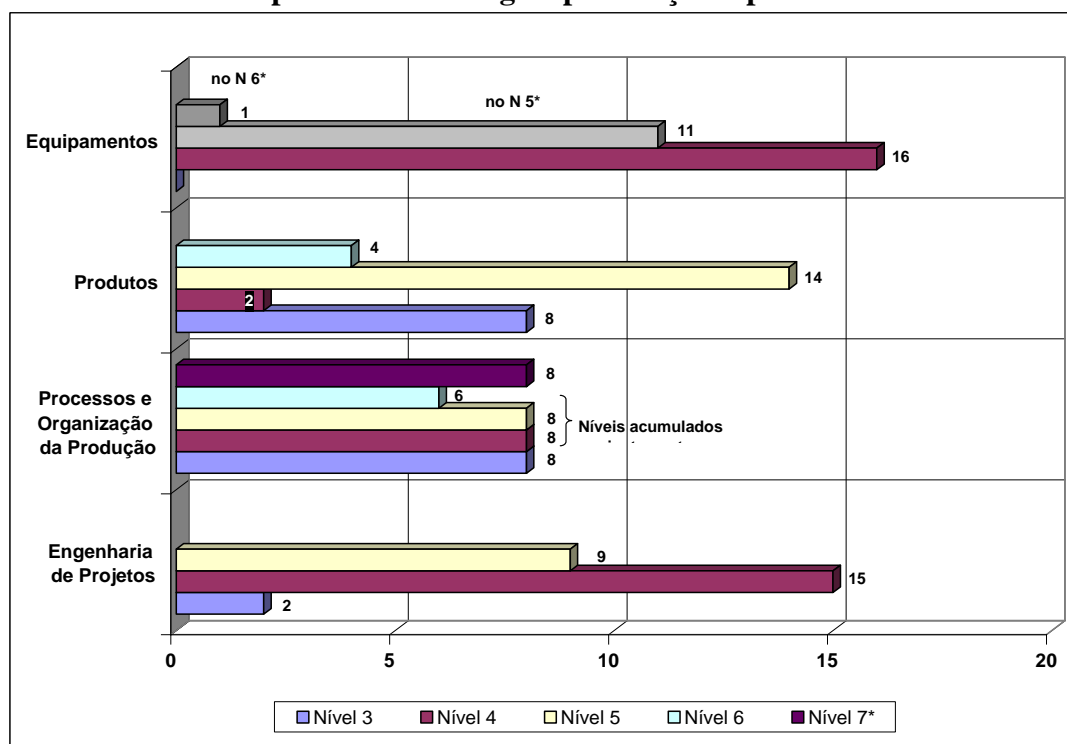
Tabela 6.5 - Tempo de permanência da Rioquima (em anos), em cada nível de capacidade tecnológica por função específica

Nível de capacidade tecnológica	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos (**)
Nível 3	2	8	8	nível atingido antes de 1980
Nível 4	15	8	2	16
Nível 5	9	8	14	11 (*)
Nível 6	não atingiu	6	4	1 (*)
Nível 7*	não atingiu	8	não atingiu	não atingiu
Média por Função	8,7	7,6	7,0	9,3
Desvio Padrão	6,5	0,9	5,3	7,6

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa Nível incompleto de capacidade tecnológica; (**) partindo do Nível 4*

Figura 6.16 - Representação do tempo de permanência da Rioquima em cada nível de capacidade tecnológica por função específica



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa Nível incompleto de capacidade tecnológica

O Nível 4 de capacidade tecnológica na função *Engenharia de Projetos*, iniciado em 1984 e completado em 1990, permitiu que a Rioquima desenvolvesse projetos voltados para o aumento da produtividade e para aumento da segurança operacional (unidade de produção de Polissulfeto de Sódio e “up grade” do DNCB) assim como para a implantação de uma Estação de Tratamento de Efluentes, necessária à manutenção das atividades da Rioquima. Todos estes projetos foram conduzidos no período de 1994 a 1995 e os dois primeiros foram relevantes para o enfrentamento da crise de vendas em 1995.

O longo tempo de permanência da função *Produtos* no Nível 5, pode estar associado à estratégia defensiva adotada pela empresa logo após a mudança do regime industrial. Contudo, este nível contribuiu para o desenvolvimento de produtos de menor custo (preto RDT em 1995) e de maior valor agregado (preto VSL 200 em 1998 e preto 4G EV em 2000). Estes dois últimos foram de grande relevância para o aumento da produtividade dos clientes têxteis e contribuíram para o acúmulo de margens necessárias para a modernização da fábrica em 2001/2002.

A pouca atenção dada à função *Equipamentos* está diretamente associada a estratégia defensiva adotada pela empresa a partir de 1990 e ao foco nas competências essenciais a partir de 1996. Contudo, esta função tecnológica foi de grande importância durante a PSI e a Rioquima acumulou conhecimento suficiente para compartilhar com a unidade no México.

6.4.3 Tempo decorrido para a transição dos níveis de capacidade tecnológica na Riquima

Através da Tabela 6.6 e da Figura 6.17, confirma-se a percepção de que a Rioquima priorizou as funções tecnológicas *Processos e Organização da Produção* e *Produtos* em detrimento das demais. Isto está evidenciado através da rápida passagem do Nível 3 para o Nível 5 (em apenas dois anos) na função *Processos e Organização da Produção*, e da passagem do Nível 3 para o Nível 5*, também em dois anos, na função *Produtos*. Tal fato ocorreu entre os anos de 1988 e 1990. Por outro lado, as mesmas funções levaram 14 e 11 anos para se consolidarem nos níveis 6 e 5, respectivamente. Esta consolidação ocorreu durante os anos compreendidos entre 1990 e 2004, para a primeira, e entre 1988 e 1999, para a segunda função.

Tabela 6.6 - Tempo (em anos) para mudança de nível de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica e por média agregada das funções

Intervalo entre os Níveis de CT	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos (**)	Média
Nível 2 ao Nível 3*	0	2	2	nível já acumulado	1,3
Nível 3* ao Nível 3	2	6	6	nível já acumulado	4,7
Nível 3 ao Nível 4*	2	2	0	nível já acumulado	1,3
Nível 4* ao Nível 4	6	0	0	8	3,5
Nível 4ao Nível 5*	9	0	2	8	4,8
Nível 5* ao Nível 5	2	0	9	não atingiu	3,7
Nível 5 ao Nível 6*	não atingiu	8	5	11	8,0
Nível 6* ao Nível 6	não atingiu	6	3	não atingiu	4,5
Nível 6* ao Nível 7*	não atingiu	2	não atingiu	não atingiu	2,0

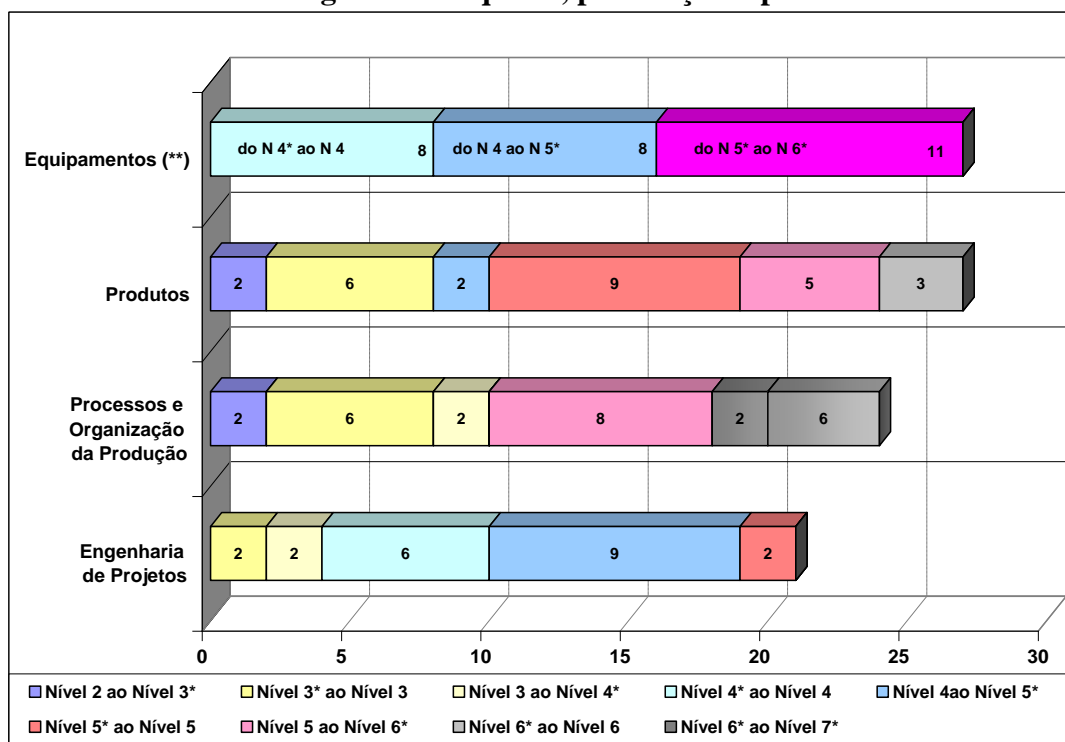
Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa Nível incompleto de capacidade tecnológica; (**) partindo do Nível 4*

As velocidades foram maiores nas funções *Processos e Organização da Produção e Produtos*, o que pode ser confirmado pelos coeficientes angulares das retas que representam a regressão linear da curva de progresso de cada função tecnológica, ao longo de período estudado (ver Figuras 6.4; 6.7 a 6.10; 6.12 a 6.14), apresentados na Tabela 6.7.

A análise do coeficiente angular da reta correspondente à função *Processos e Organização da Produção* mostra que ele é duas vezes maior que o da função *Engenharia de Projetos* e três e meia vezes o da função *Equipamentos*, quando considera-se todo o período de análise (1980 a 2007). Quando este período é fragmentado em dois subperíodos, observa-se que, com exceção da função *Equipamentos*, todas as demais velocidades, expressas pelos coeficientes angulares das retas, foram maiores no período sob a vigência do regime protecionista do que no período de vigência do regime liberal. Contudo, esta análise merece um pouco mais de cuidado pois estes maiores coeficientes angulares estão associados aos grandes saltos de níveis de capacidades tecnológicas percebidos nas funções *Processos e Organização da Produção e Produtos* nos anos de 1988 a 1990. Estes saltos, conforme já mencionado, podem estar diretamente associados à Nova Política Industrial implantada a partir de 1988 e também à implantação de uma nova gestão por parte da Sandoz em 1990. Logo, estão situados em uma zona do tempo correspondente ao ponto de transição entre os dois regimes exigindo cuidado na análise destes coeficientes.

Figura 6.17 - Representação do tempo para mudança de nível de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa Nível incompleto de capacidade tecnológica; (**) partindo do Nível 4*

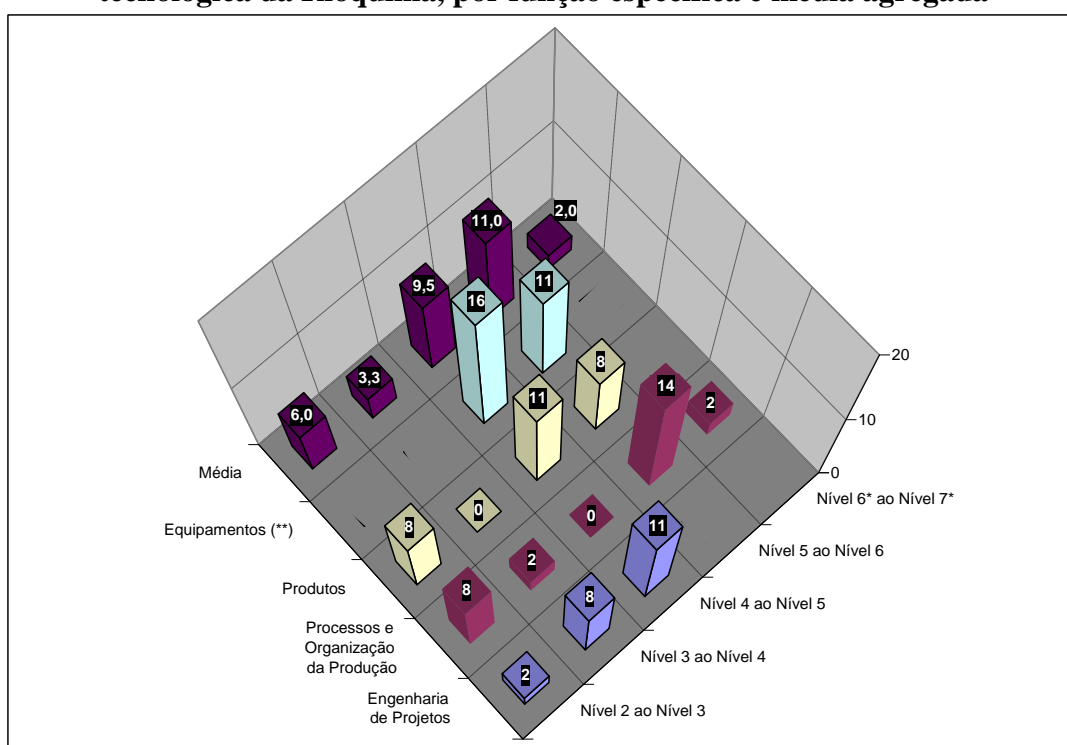
Tabela 6.7 – Coeficientes angulares das retas que representam a regressão linear das curvas de progresso de cada função tecnológica e do nível agregado, por período

Período	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Nível Agregado
1980 a 1990	0,17	0,19	0,23	0,05	0,17
R ²	0,75	0,57	0,75	0,60	0,80
1990 a 2007	0,08	0,13	0,08	0,05	0,09
R ²	0,82	0,82	0,81	0,64	0,90
1980 a 2007	0,10	0,20	0,14	0,06	0,13
R ²	0,88	0,91	0,88	0,84	0,94

O tempo necessário para a mudança de um nível de capacidade tecnológica para o seguinte, numa mesma função tecnológica, parece não obedecer a nenhum padrão específico embora se perceba a ocorrência de um tempo maior na média por transição de nível de capacidade tecnológica a medida que os níveis avançam (ver Figura 6.18). Isto pode sugerir que, a medida que os níveis aumentam, aumenta também o esforço (de coordenação e de investimentos) necessário para o passo seguinte conforme apontado por Tacla (2002).

Entretanto, também é possível sugerir que tal fato tenha decorrido de uma decisão deliberada de não avançar com o processo de acumulação de capacidades tecnológicas, dado as circunstâncias adversas internas e/ou externas à empresa.

Figura 6.18 - Representação do tempo para mudança de nível de capacidade tecnológica da Rioquima, por função específica e média agregada



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa Nível incompleto de capacidade tecnológica; (**) partindo do Nível 4*

Mesmo considerando que a acumulação de capacidades tecnológicas tenha ocorrido com taxas diferentes para cada uma das funções tecnológicas, deve ser considerada a inter-relação que ocorre entre elas (Figueiredo, 2003b:219). O esforço concentrado na função *Processos e Organização da Produção*, especialmente com o programa “informações técnicas” a partir de 1982, propiciou o desenvolvimento tanto da função *Equipamentos*, pois gerou a necessidade de um levantamento detalhado dos fatores específicos de cada equipamento que impactavam em alguma característica do produto final, quanto da função *Produtos*, pois permitiu conhecer, ainda que empiricamente, quais variáveis poderiam ser alteradas para se produzir um determinado efeito no produto final.

A função *Engenharia de Projetos* também sofreu influência da função *Processos e Organização da Produção*, pois o Nível 5 somente foi atingido dado o investimento da Sandoz em gestão de projetos nos anos 1990. Por outro lado, não se deve esquecer que as

atividades de engenharia eram desenvolvidas inicialmente no departamento de manutenção portanto, a função *Engenharia de Projetos* teve sua fase embrionária na função *Equipamentos*. Isto pode justificar porque esta última função estava mais avançada que a primeira (na realidade mais avançada que todas as demais funções analisadas), em termos de acumulação de capacidade tecnológica, no ano de 1980, ponto de partida do presente estudo.

Resumindo, as evidências empíricas descritas e analisadas no presente capítulo podem ser dispostas da seguinte forma:

- Em termos de nível de capacidade tecnológica, em 1980 a Rioquima possuía capacidades de rotina no Nível 2 para a maioria das funções tecnológicas. A exceção era a função *Equipamentos* que já desenvolvia atividades inovadoras no Nível 4*. O processo de acumulação ocorreu em ritmo lento até 1988 a partir de quando grandes saltos foram percebidos nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*. Estas funções atingiram os Níveis 5 e 5* em 1990, respectivamente. A função *Engenharia de Projetos* acumulou o Nível 4 também em 1990, enquanto que a função *Equipamentos* elevou-se em apenas meio nível, atingindo o Nível 4. Deste ponto em diante, o processo de acumulação de níveis de capacidade tecnológica ficou estagnado, somente sendo retomado a partir de 1997, quando apresentou um novo ritmo de crescimento. Em 2007 a Rioquima havia acumulado o Nível 5 na função *Engenharia de Projetos*; o Nível 7* na função *Processos e Organização da Produção* e, na função *Produtos*, a empresa atingiu o Nível 6. Já para a função “*Equipamentos*”, os Níveis 5 e 6 foram atingidos de forma incompleta.
- Em termos de trajetória, no período compreendido entre 1980 e 1987 o desenvolvimento de capacidades tecnológicas priorizou a função *Engenharia de Projetos*, ao passo que, a partir de 1988, a prioridade se desenvolveu no sentido das funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*. A função *Equipamentos* já executava atividades inovadoras e parece ter se desenvolvido em período anterior a 1980.
- Em termos de velocidade (taxa) de acumulação de capacidades tecnológicas, os grandes saltos foram observados no período compreendido entre 1988 e 1990, seguido de um período de estagnação entre 1990 e 1997, novo período de crescimento entre

1997 e 2001 e, a partir deste ponto, um crescimento menos acelerado até atingir os níveis máximos já mencionados.

Percebe-se que os períodos marcados por forte aceleração e desaceleração na velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas, estão associados a eventos relacionados com alterações no regime industrial e com medidas intervencionistas de políticas de governo dentro de cada regime industrial. Também há evidências de influências de estratégias corporativas externas ao ambiente nacional e de troca na liderança da gestão da empresa.

Isto sugere que, conforme apontado por Bell *et al.*, 1982 *apud* Figueiredo, 2007a, a trajetória, a velocidade e a direção da acumulação de capacidade tecnológica são influenciadas pelo ambiente, em especial pelo regime industrial, e a Rioquima parece ter respondido positivamente à mudança de um regime de característica protecionista para um regime de economia aberta. Isto se evidencia pelo fato de que a Rioquima foi capaz de evoluir de uma unidade de replicação de produtos utilizando tecnologia externa, para uma unidade desenvolvedora de produtos e processos inovadores explorando, inclusive, o desenvolvimento em parceria com seus principais clientes.

CAPÍTULO 7

APRIMORAMENTO DA PERFORMANCE OPERACIONAL DA RIOQUIMA (1980 – 2007)

O objetivo deste capítulo é descrever a evolução de alguns dos indicadores de performance operacional da Rioquima e relaciona-los com a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas nos períodos correspondentes à disponibilidade de cada dado (ver Tabela 4.9 na Seção 4.3.4). A Seção 7.1 apresenta os indicadores construídos a partir de dados disponibilizados pela equipe gerencial da Rioquima que foram agrupados em três classes: (i) indicadores de natureza técnica; (ii) indicador de segurança operacional e (iii) indicadores de natureza comercial e de qualidade e a Seção 7.2 examina a relação existente entre a evolução de cada indicador com a acumulação de níveis de capacidade tecnológica das funções tecnológicas consideradas nesta dissertação (*Engenharia de Projetos, Processos e Organização da Produção, Produtos e Equipamentos*).

7.1 Apresentação dos Indicadores de Performance Operacional da Rioquima

Serão considerados nesta dissertação alguns indicadores utilizados pela Clariant (Holding) para comparação entre as unidades produtivas. Conforme descrito anteriormente, cada unidade integrante do grupo Clariant envia à matriz, anualmente, diversos dados que são utilizados para a construção de indicadores que, por sua vez, auxiliam no processo de tomada de decisão estratégica do grupo. Em alguns casos, tais indicadores podem ser utilizados para a definição da unidade (fábrica) onde será produzido um determinado produto em substituição à outra unidade que apresente uma performance inferior. Tal situação foi experimentada pela Rioquima, que se viu ameaçada quando do período de forte competição com os produtos importados da China na primeira metade dos anos 1990. A unidade de produção de corantes ao enxofre do grupo Clariant, nos EUA (Mount Holly/Carolina do Norte) também experimentou tal situação embora o desfecho tenha sido diferente. Esta unidade foi descomissionada em 2001 em razão da perda de sua competitividade, especialmente no mercado americano. Outros fatores podem ter contribuído para o encerramento de suas atividades mas estão fora do escopo desta dissertação.

Para o estudo objeto desta dissertação, a Clariant permitiu somente a utilização dos dados descritos na Tabela 4.9 (Seção 4.3.4), seja por indisponibilidade da informação, seja por obediência às normas internas que não permitem a divulgação de determinados indicadores, principalmente dados econômicos e financeiros em se tratando de unidades produtivas isoladas. Com base então nos dados informados, o que se constitui numa limitação desta dissertação, foram elaborados os indicadores conforme dispostos na Tabela 7.1.

Da natureza do dado de origem do indicador construído, derivou-se o agrupamento em três classes: (i) indicadores de natureza técnica; (ii) indicador de segurança operacional; e (iii) indicadores de natureza comercial e de qualidade. Desta forma é possível avaliar as implicações do processo de acumulação de capacidades tecnológicas (ainda que o período de certos indicadores não permita uma avaliação mais ampla) em algumas áreas da empresa/unidade.

Tabela 7.1 – Tipos e períodos dos indicadores de performance operacional na Rioquima

Descrição do Indicador	Unidade	Classe do Indicador	Período de disponibilidade
Produtividade do trabalho	[toneladas/homem]	Técnica	1982 a 2007
Consumo específico de água	[m ³ /ton.]	Técnica	1995 a 2007
Consumo específico de energia elétrica	[GJ/ton.]	Técnica	1995 a 2007
Segurança operacional	Incidentes/homem [%]	Segurança operacional	1982 a 2004
Índice de qualidade	kg rejeitado/kg vendido [%]	Comercial e qualidade	2000 a 2007
Percentual da produção exportado	ton. exportada/ton. produzida [%]	Comercial e qualidade	2001 a 2007
Percentual de aumento das exportações	[% de aumento/ano] 2001 = 100%	Comercial e qualidade	2001 a 2007

Fonte: Elaboração própria com base nos dados empíricos

7.1.1 Indicadores de natureza técnica (1982 a 2007)

Os indicadores desta categoria foram assim classificados por estarem diretamente associados aos dados especificamente de natureza técnica-operacional ainda que seus aprimoramentos possam influenciar em outras áreas da empresa. Suas avaliações permitem identificar qual o nível de aprimoramento (desempenho da planta) alcançado pela empresa ao longo do tempo e como as taxas estão relacionadas à trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da empresa.

O primeiro deles, a *produtividade do trabalho*, é definido como sendo a razão entre a produção (em toneladas de produto final produzido) e número de funcionários alocados na unidade fabril ao final de cada ano. É um indicador largamente utilizado na literatura objetivando investigar a performance comparativa entre empresas, segmentos industriais e até países (ex.: Hollander, 1965; Katz, 1969; Tremblay, 1994; Figueiredo, 2003b).

O segundo, *consumo específico de água*, é definido como sendo a razão entre o consumo anual de água (em metros cúbicos - m³) e a produção anual em toneladas. Sua avaliação pode permitir a associação com alterações no processo produtivo indicando melhorias na concentração dos produtos finais e consequente aumento do valor agregado. Tal desenvolvimento só é possível através da identificação e tratamento de interferentes que promovem a perda de qualidade do produto (cristalização) diminuindo a sua validade (vida útil) e, conseqüentemente, a perda de valor.

O terceiro indicador, *consumo específico de energia elétrica*, medido em gigajoules por tonelada produzida de produto final, está diretamente associado ao aspecto operacional da unidade e sua avaliação pode permitir a associação com melhorias em processos produtivos, diminuição de reprocessamentos, aumento de eficiência de processos produtivos, redução de perdas por influência da acumulação de capacidades tecnológicas no nível organizacional da empresa, etc.

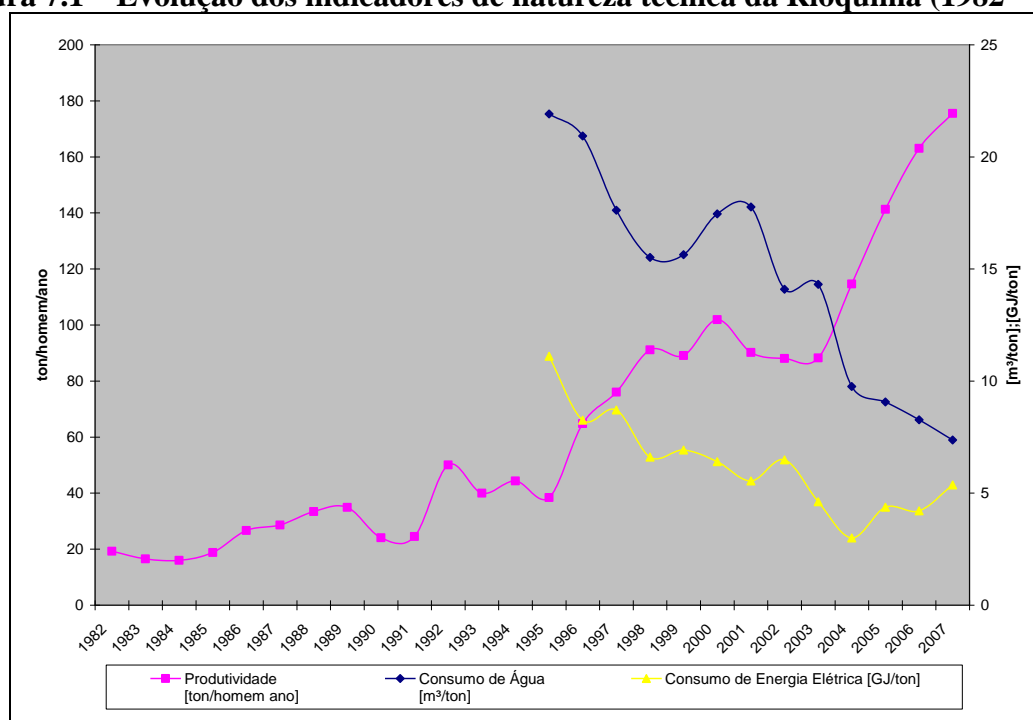
A Tabela 7.2 e a Figura 7.1 a seguir, mostram a evolução dos indicadores técnicos, calculados a partir dos dados disponibilizados pela equipe gerencial da Rioquima:

Tabela 7.2 – Evolução dos indicadores de natureza técnica da Rioquima (1982 – 2007)

Ano	Produtividade do trabalho [ton/homem]	Média geométrica da produtividade (n-1, n, n+1)	Consumo específico de Água [m³/ton]	Média geométrica do consumo de água (n-1, n, n+1)	Consumo específico de Energia Elétrica [GJ/ton]	Média geométrica do consumo de energia elétrica (n-1, n, n+1)
1982	19	-	nd	-	nd	-
1983	17	17	nd	-	nd	-
1984	16	17	nd	-	nd	-
1985	19	20	nd	-	nd	-
1986	27	24	nd	-	nd	-
1987	29	29	nd	-	nd	-
1988	33	32	nd	-	nd	-
1989	35	30	nd	-	nd	-
1990	24	27	nd	-	nd	-
1991	25	31	nd	-	nd	-
1992	50	37	nd	-	nd	-
1993	40	45	nd	-	nd	-
1994	44	41	nd	-	nd	-
1995	38	48	22	-	11	-
1996	65	57	21	20	8	9
1997	76	77	18	18	9	8
1998	91	85	16	16	7	7
1999	89	94	16	16	7	7
2000	102	94	17	17	6	6
2001	90	93	18	16	6	6
2002	88	89	14	15	6	5
2003	88	96	14	13	5	4
2004	115	113	10	11	3	4
2005	141	138	9	9	4	4
2006	163	159	8	8	4	5
2007	176		7		5	

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Legenda: nd = não disponível; n = termo central da média geométrica

Figura 7.1 – Evolução dos indicadores de natureza técnica da Rioquima (1982 – 2007)

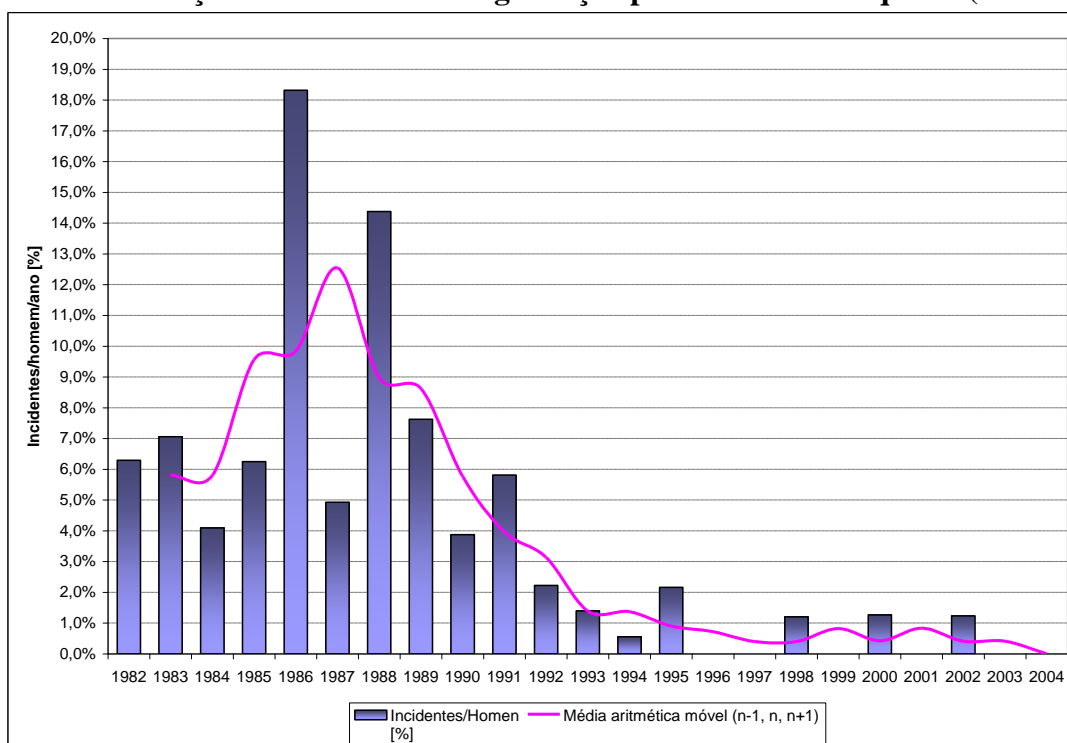
Fonte: Derivado da pesquisa de campo

7.1.2 Indicador de segurança operacional (1982 a 2004)

O único dado disponibilizado pela empresa, cujo indicador relacionado foi classificado como de segurança operacional, foi o número de incidentes/ano. Este indicador está relacionado com incidentes que, de alguma forma, impactam a continuidade operacional e, conseqüentemente, causam prejuízos à empresa, seja pela interrupção na produção seja por perda de matérias primas e/ou produtos intermediários ou acabados. Trata-se de algum evento que tenha dado causa a algum tipo de interrupção na produção. A sua análise poderá representar o aprimoramento técnico via treinamentos operacionais, eliminação de riscos operacionais, automação de processos produtivos, procedimentação em razão da implantação ou implementação de políticas de segurança e sistemas de gestão, indicando a acumulação de capacidades tecnológicas no tecido organizacional da empresa. O indicador construído corresponde ao número de *incidentes por número de funcionários*, em percentual.

A Figura 7.2 e a Tabela 7.3 demonstram como este indicador se comportou ao longo do período compreendido entre os anos de 1982 e 2004.

Figura 7.2 – Evolução do indicador de segurança operacional da Rioquima (1982 a 2004)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Tabela 7.3 – Evolução do indicador de segurança operacional da Rioquima (1982 a 2004)

Ano	Incidentes/Homen [%]	Média aritmética móvel (n-1, n, n+1)
1982	6,3%	
1983	7,1%	5,8%
1984	4,1%	5,8%
1985	6,3%	9,6%
1986	18,3%	9,8%
1987	4,9%	12,5%
1988	14,4%	9,0%
1989	7,6%	8,6%
1990	3,9%	5,8%
1991	5,8%	4,0%
1992	2,2%	3,1%
1993	1,4%	1,4%
1994	0,6%	1,4%
1995	2,2%	0,9%
1996	0,0%	0,7%
1997	0,0%	0,4%
1998	1,2%	0,4%
1999	0,0%	0,8%
2000	1,3%	0,4%
2001	0,0%	0,8%
2002	1,2%	0,4%
2003	0,0%	0,4%
2004	0,0%	0,0%

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota-se uma substancial redução no número de incidentes especialmente após o ano de 1992. Se levarmos em consideração que o número de funcionários foi reduzido enormemente ao longo dos anos (6% no período de 1982 a 1990 e 71% no período de 1990 a 2007) esta redução torna-se ainda mais significativa sugerindo um elevado nível de aprimoramento trazido pela introdução de normas e procedimentos de segurança.

7.1.3 Indicadores de natureza comercial e de qualidade (2000 a 2007)

Os indicadores desta categoria estão, de certa forma, relacionados com os aspectos comerciais, ainda que seus aprimoramentos possam ter sido influenciados por outras áreas da empresa. Suas avaliações permitem identificar o nível de aprimoramento na qualidade do produto final assim como a sua penetração no mercado internacional, evidenciando o nível de acumulação de capacidades tecnológicas alcançado pela empresa relacionado com a sua competitividade.

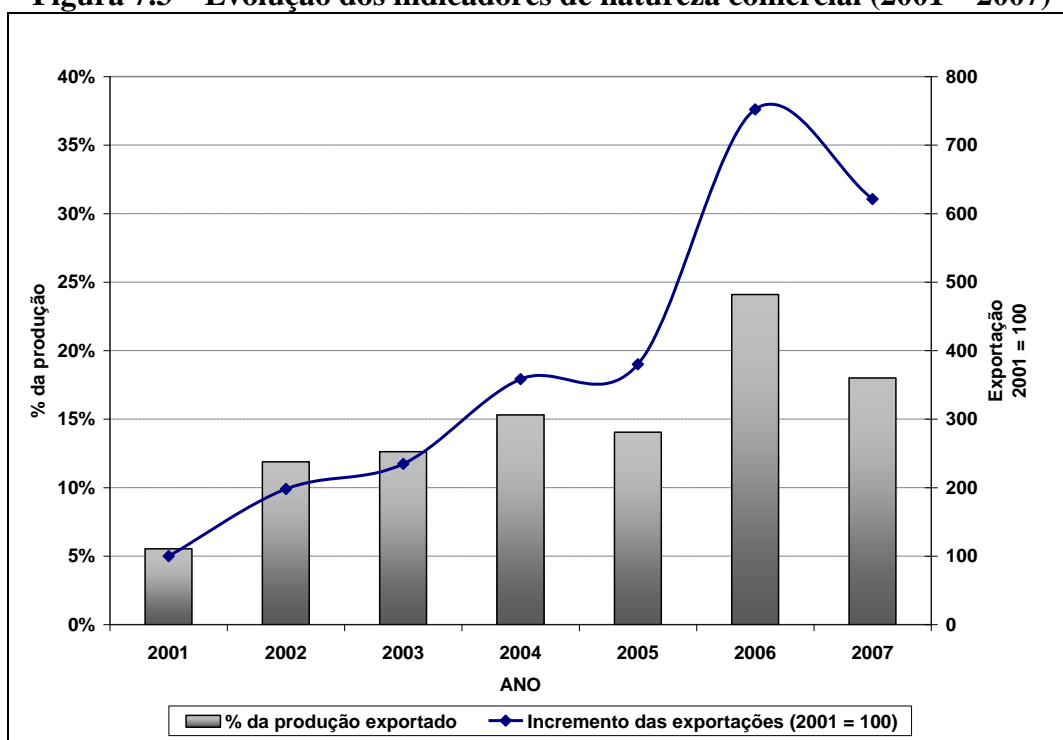
O primeiro deles, o *percentual da produção exportado*, é definido como sendo a razão entre a quantidade de produto final exportado (em toneladas) e a produção anual da Rioquima também em toneladas. É um indicador que permite avaliar o aumento da parcela da produção exportada e com isso a importância do mercado externo para a empresa assim como o incremento do grau de competitividade da empresa no mercado internacional.

O segundo indicador, *percentual de aumento das exportações*, é definido como sendo o incremento da quantidade de produto exportado anualmente, atribuindo ao ano de 2001 o valor cem (100). Sua avaliação pode permitir a associação com aprimoramentos no processo produtivo indicando melhorias na qualidade do produto e sua maior aceitabilidade no mercado externo. A empresa encontra-se preparada para competir no mercado internacional.

O terceiro indicador, *índice de qualidade*, é definido como sendo a razão entre a quantidade de produto rejeitado e a quantidade de produto comercializado, em percentual. Sua avaliação, em conjunto com os demais indicadores deste grupo, permite ratificar os níveis de capacidades tecnológicas alcançados pelo menos em termos de qualidade do produto final e melhorias nos controles de processos evitando-se perdas não só de produto acabado como também de energia e com reprocessamentos. Também pode ser relacionado com o aumento das exportações.

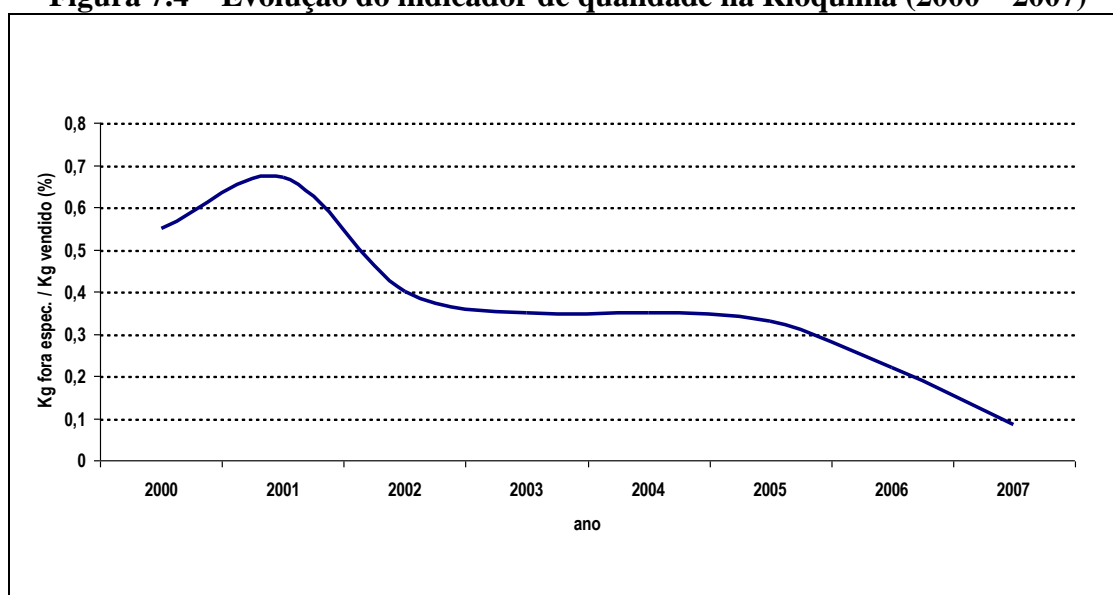
As figuras 7.3 e 7.4 evidenciam a evolução dos indicadores comerciais e de qualidade.

Figura 7.3 – Evolução dos indicadores de natureza comercial (2001 – 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 7.4 – Evolução do indicador de qualidade na Rioquima (2000 – 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

7.2 Implicações da Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Evolução dos Indicadores de Performance Operacional da Rioquima

Esta seção analisa as implicações da acumulação de capacidades tecnológicas para o aprimoramento em indicadores de performance operacional na Rioquima. A Seção 7.2.1 examina as implicações durante o período de 1980 a 1990 (vigência do regime protecionista) e a Seção 7.2.2, durante o período de 1990 a 2007 (vigência do regime de economia aberta).

7.2.1 Implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de performance operacional da Rioquima no período de 1980 a 1990

Nesta seção serão avaliados os indicadores de *Produtividade do trabalho* e de *Segurança Operacional*. Não foram disponibilizados dados para a construção de outros indicadores no período em análise, seja pela indisponibilidade do dado, seja pela não permissão para divulgação daqueles disponíveis, especialmente dados econômicos e financeiros de unidades individuais como no caso da Rioquima.

7.2.1.1 Evolução do indicador produtividade do trabalho (1982 a 1990)

O primeiro indicador a ser examinado é a *produtividade do trabalho*. Para um melhor exame das implicações da acumulação das capacidades tecnológicas neste indicador, julgou-se necessário identificar a principal fonte causadora da sua variação, ou seja, qual o principal agente de mudança: se a variação da quantidade produzida ou se a variação do número de colaboradores. Este mesmo critério será adotado na análise deste indicador na Seção 7.2.2.1.

De posse dos valores de produtividade, produção e número de funcionários alocados na Rioquima, no período de 1982 a 1990, calculou-se os valores da regressão linear tabulados na Tabela 7.4. Identificando-se o principal agente de causador da variação da produtividade, é possível avaliar qual função tecnológica teve maior contribuição para a variação deste indicador no período em análise.

O coeficiente de determinação (R^2) indicado da Tabela 7.4 sugere que o principal agente causador da variação da produtividade do trabalho foi a variação da produção.

Tabela 7.4 – Resultados da regressão linear da produtividade do trabalho em função da produção e do número de colaboradores (1982 a 1990)

Período	Variação da Produtividade em função da variação da:	Coeficiente de Correlação (r)	R^2	Coeficiente da Regressão	Valor de F	F de significação
1982 a 1990	Produção	0,9830	0,9662	0,1757	200,27	2,0878E-06
	Mão de Obra	0,7987	0,6380	0,1569	12,34	0,0098

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Com base nos valores da estatística F de significação ($< 0,01$), observa-se que a hipótese nula (não existe relação linear entre as variáveis) foi rejeitada em ambos os casos, o que pode indicar a existência de uma relação também entre a produção e o número de funcionários alocados na fábrica (covariância). Relação esta confirmada pelos resultados constantes na Tabela 7.5.

Tabela 7.5 – Resultados da regressão linear da produção em função do número de colaboradores (1982 a 1990)

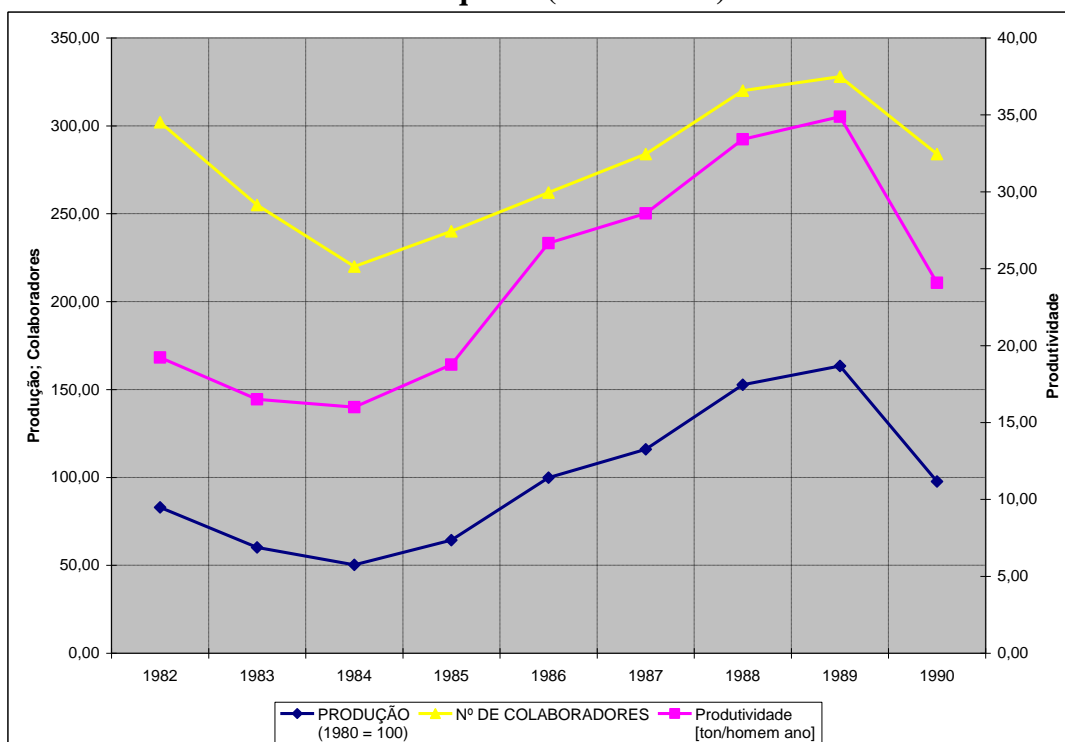
Período	Variação da Produção em função da variação da:	Coeficiente de Correlação (r)	R^2	Coeficiente da Regressão	Valor de F	F de significação
1982 a 1990	Mão de Obra	0,8850	0,7832	0,9725	25,28	0,00151621

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

A Tabela 7.5 mostra que todos os coeficientes são positivos, significando que o aumento da produção foi obtido pelo aumento da mão de obra, ou o inverso, necessitou-se de mais mão de obra para atender a um aumento na produção. A hipótese nula foi rejeitada no nível de significância de 1% ($F_{sig} < 0,01$).

Retornando à Tabela 7.4, observa-se uma relação positiva tanto entre a produtividade e produção (o que é lógico) quanto entre produtividade e número de colaboradores (o que, *a priori*, não parece tão lógico).

Figura 7.5 – Valores de produtividade do trabalho, produção e colaboradores na Rioquima (1982 a 1990)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Para explicar este comportamento, pois o esperado é uma relação inversamente proporcional entre produtividade do trabalho e mão de obra, deve-se levar em consideração que: (i) no período analisado houve uma forte crise econômica que resultou no pior nível de produção (1983 a 1985) desde 1980, seguido de um período de forte reaquecimento das vendas (1988 e 1989), que resultou, respectivamente, no quarto e no terceiro melhores volumes de produção desde 1980, superados somente em 2006 e 2007 (ver Figura 6.3 na Seção 6.3.1). Isto causou forte flutuação da mão de obra alocada; (ii) não houve investimento em aumento de capacidade produtiva e sim na verticalização da produção com os projetos de implantação de intermediários (DNCB e MCB); (iii) a produção da Rioquima era pouco (ou quase nada) automatizada, o que significa grande dependência do fator humano; (iv) os processos produtivos dos corantes fabricados na Rioquima não são contínuos (e sim em bateladas) propiciando a supressão ou implementação, conforme a necessidade, de um ou mais turnos (jornada) de trabalho assim como supressão ou implementação de jornadas de trabalho nos finais de semana; e (v) as instalações são fixas e estão disponíveis para a produção a qualquer momento, ou seja, um incremento no número de colaboradores (ou no número de horas trabalhadas) pode significar um substancial incremento no volume de produção. Logo, diante do descrito, parece razoável que o indicador *produtividade do trabalho* varie positivamente

com a variação positiva da mão de obra da mesma forma que varia positivamente com a variação positiva do volume de produção, neste período de análise.

Os grandes saltos de níveis de capacidades tecnológicas concentraram-se entre os anos de 1988 e 1990 e foram devidos ao acúmulo de níveis nas funções tecnológicas *Processos e Organização da Produção e Produtos*, com o programa “informações técnicas”, implantação de sistemas informatizados de gestão da produção e diversas alterações organizacionais implementadas em 1990 pela então Sandoz. Portanto, não houve tempo suficiente para que os efeitos destas últimas alterações pudessem ser percebidos. Os efeitos do programa informações técnicas parecem ter sido mais efetivas em termos qualitativos, mas os dados para a confirmação desta suposição não foram disponibilizados e estariam relacionados com os índices de qualidade de produto, estoque de produtos reprovados, índices de reclamação de clientes, etc.

A função *Engenharia de Projetos* contribuiu no início de período (1982 a 1984) com a implantação dos projetos de verticalização da produção, o que normalmente contribui de forma negativa para a produtividade do trabalho (Benavente *et al.*, 1997). A função *Equipamentos* manteve-se estável portanto, não houve influência desta função no indicador em questão.

Em resumo, durante o período analisado, existem evidências empíricas de que a variação do indicador de produtividade do trabalho foi fortemente influenciada por fatores externos à Rioquima, mais especificamente pelas condições de mercado. Este argumento é reforçado pelo fato de que 96% da variação da produtividade do trabalho pode ser explicada pela variação da produção ($R^2 = 0,96$) que, por sua vez, está diretamente ligada ao volume de vendas que é um reflexo direto do momento econômico. Por outro lado, a forte associação positiva entre a variação do número de colaboradores e o volume de produção ($R^2 = 0,78$) sugere que os baixos níveis de acumulação de capacidades inovadoras teriam influenciado negativamente fazendo com que a produção fosse fortemente dependente do fator humano (baixo nível de automação e de sistemas informatizados). Para reforçar o argumento, conforme já mencionado, o controle de nível dos reatores, até 1993, era efetuado com auxílio de uma régua de madeira evidenciando a grande dependência do fator humano.

7.2.1.2 *Evolução do indicador de segurança operacional (1982 a 1990)*

Conforme descrito anteriormente, a análise deste indicador poderá representar o grau de aprimoramento técnico obtido com treinamentos operacionais, mitigação de riscos operacionais, automação de processos produtivos e introdução de procedimentos e normas relacionadas com políticas de segurança e sistemas de gestão, indicando que a acumulação de capacidade tecnológica foi incorporada ao *tecido* organizacional da empresa. A Tabela 7.6 e a Figura 7.6 reproduzem o comportamento deste indicador no período compreendido entre 1982 e 1990.

É importante ressaltar que os processos de obtenção de corantes sulfurosos envolvem reações químicas de obtenção de intermediários e de produtos finais que devem ser controladas com extremo rigor. São reações dos tipos cloro-sulfonação em meio ácido, cloração e nitração de anéis benzênicos, fenolação de dinitro-cloro-benzeno, etc. Portanto, ocorrências relacionadas com estes processos, considerando instalações com baixo nível de automação, não são incomuns. Logo, o profundo conhecimento do processo produtivo e a implantação de sistemas de gestão que privilegiem políticas rígidas de segurança operacional, são fundamentais para o aprimoramento deste indicador. Este nível de capacidade tecnológica está associado com o Nível 4 na função tecnológica *Processos e Organização da Produção*, ou seja, com a utilização de técnicas organizacionais relacionadas, por exemplo, com gestão pela qualidade total e normas ISO 9000 e 14000.

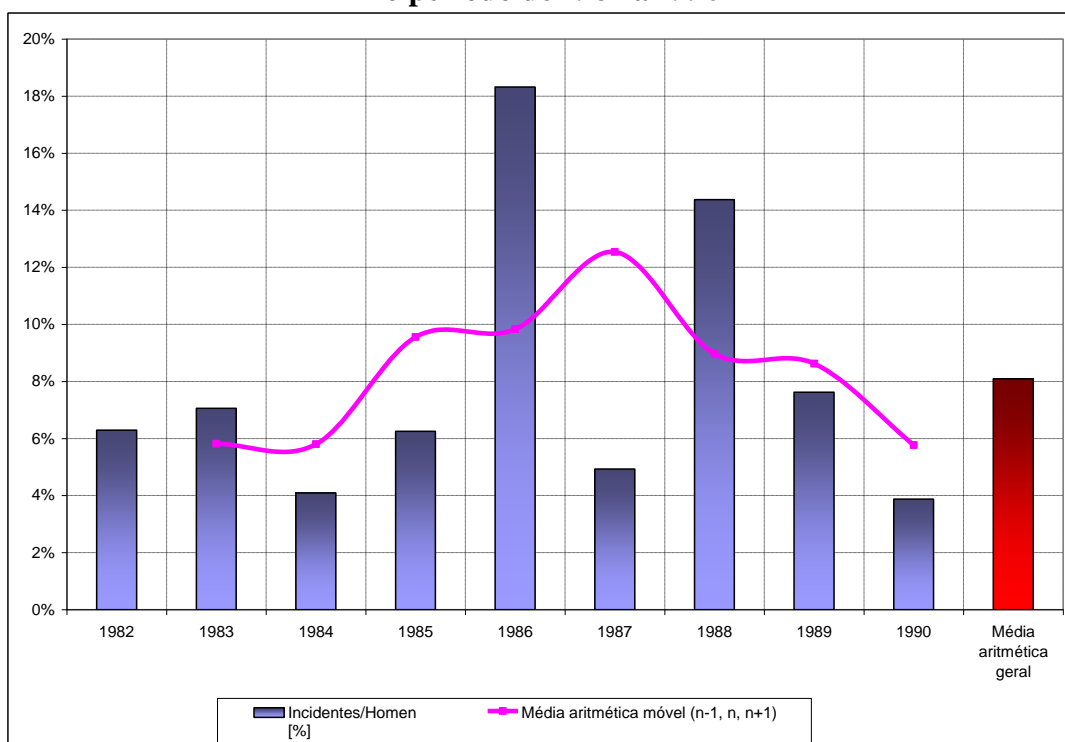
Com base nas evidências empíricas levantadas durante o trabalho de campo, a Rioquima estava desempenhando atividades dos Níveis 3* e 3 na maior parte de período em análise na função tecnológica *Processos e Organização da Produção*. Portanto, é de se esperar certo nível de incidentes elevando o indicador que, em tese, deveria estar próximo de zero.

Tabela 7.6 – Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima no período de 1982 a 1990

Ano	Incidentes/Homen [%]	Média aritmética móvel (n-1, n, n+1)
1982	6%	
1983	7%	6%
1984	4%	6%
1985	6%	10%
1986	18%	10%
1987	5%	13%
1988	14%	9%
1989	8%	9%
1990	4%	6%
Média aritmética geral	8%	

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 7.6 – Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima no período de 1982 a 1990



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Embora não seja o objetivo deste estudo investigar as ocorrências no período, verifica-se, na Figura 7.6, um elevado nível de incidentes no ano de 1986. Segundo informações obtidas durante a fase de entrevistas, esta maior incidência está relacionada com a unidade de produção mono-cloro-benzeno (MCB) que apresentava intensos processos corrosivos, elevado esforço de manutenção e diversos problemas operacionais. A unidade foi descomissionada em 1987 com o início da produção do MCB pela Hoechst do Brasil.

7.2.2 Implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de performance operacional da Rioquima no período de 1990 a 2007

Nesta seção serão avaliados os indicadores de *Produtividade do trabalho*, *Consumos Específicos de Água e de Energia Elétrica*, de *Segurança Operacional*, *Percentual de Produção Exportado*, *Percentual de Aumento das Exportações* e *Índice de Qualidade*. Não foram disponibilizados dados para a construção de outros indicadores no período em análise pelas razões descritas na Seção 7.2.1.

7.2.2.1 Evolução do indicador produtividade do trabalho (1990 a 2007)

Serão adotados os mesmos critérios de avaliação empregados na Seção 7.2.1.1, ou seja, com base nos valores correspondentes à produtividade, produção e número de funcionários alocados na Rioquima no período de 1990 a 2007, obtêm-se os valores da regressão linear envolvendo estas variáveis. Objetivando facilitar a comparação, a Tabela 7.7 apresenta também os valores correspondentes à regressão do período anterior (1982 a 1990).

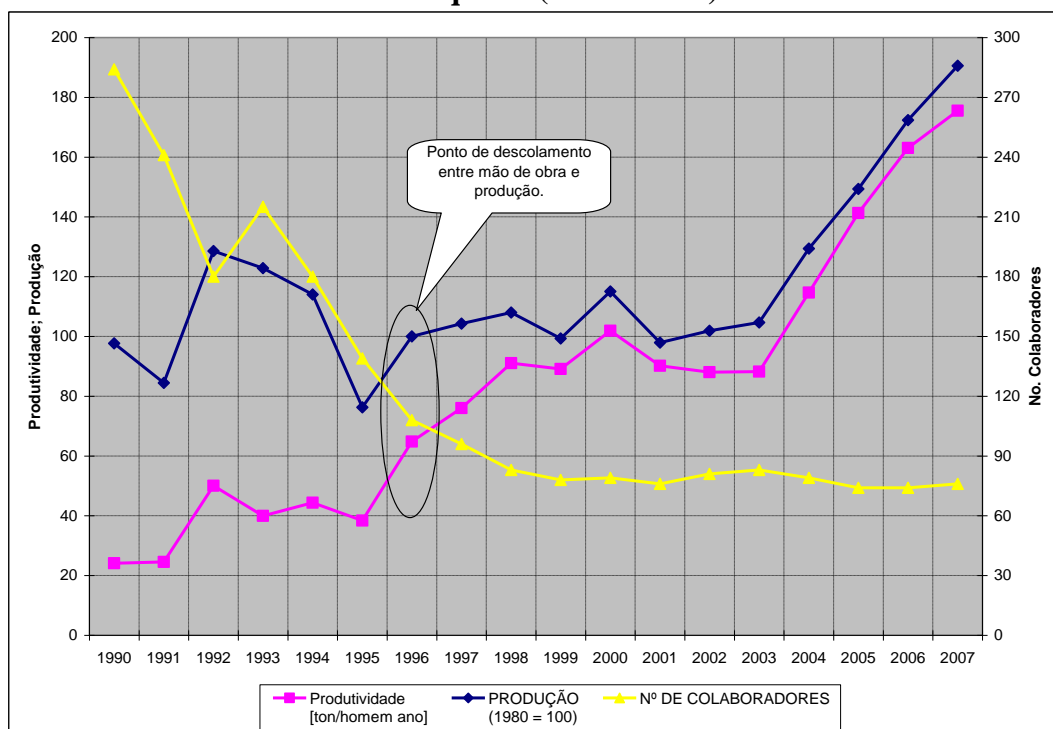
Tabela 7.7 – Resultados da regressão linear da produtividade do trabalho em função da produção e do número de colaboradores (1982 a 1990) e (1990 a 2007)

Período	Variação da Produtividade em função da variação da:	Coeficiente de Correlação Linear (r)	R^2	Coeficiente da Regressão	Valor de F	F de significação
1982 a 1990	Produção	0,9830	0,9662	0,1757	200,27	2,0878E-06
	Mão de Obra	0,7987	0,6380	0,1569	12,34	0,0098
1990 a 2007	Produção	0,8036	0,6458	1,2222	29,1701	0,0001
	Mão de Obra	-0,7790	0,6069	-0,5178	24,7039	0,0001

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Observa-se um comportamento oposto àquele percebido no período anterior no que se refere a relação de proporcionalidade entre as variáveis *produtividade* e a *mão de obra*, ou seja, a relação é inversamente proporcional diferentemente do período correspondente ao regime protecionista. A hipótese nula (não existe relação linear entre as variáveis) foi rejeitada em ambos os casos no nível de significância de 1,0% ($F_{sig} < 0,01$). Isto significa que a variação da produtividade pode ser explicada tanto pela variação da produção (~65%) quanto pela variação inversa da mão de obra (~61%), o que parece lógico numa primeira análise.

Figura 7.7 – Valores de produtividade, produção e colaboradores na Rioquima (1982 a 1990)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Vários autores concordam que um dos principais efeitos da exposição do mercado interno à competição externa, é a busca pelo ganho de produtividade em um ambiente cada vez mais competitivo e em constante mudança (Hay, 2001; Kupfer, 2003; Benavente *et al.*, 1997; Kume *et al.*, 2003 Kume e Piani, 2004; Figueiredo, 2008, entre outros). Tais ganhos de produtividade, que explicariam o descolamento entre produção e mão de obra (ver Figura 7.7), estão normalmente associados aos investimentos em modernização do parque fabril, implantação de sistemas corporativos de gestão, concentração em atividades “essenciais” da empresa e externalização das periféricas, desverticalização da produção, entre outras medidas. Conforme Hay (2001) aponta:

“(...) Respostas às questões relacionadas com a abertura econômica, sugerem que o primeiro instinto da indústria Brasileira foi aumentar a competitividade via aumento da produtividade das plantas existentes, aumento da qualidade dos produtos e através de investimentos em novas tecnologias (...)”

A Rioquima iniciou este período sob uma nova gestão desenvolvendo atividades inovadoras em quase todas as funções tecnológicas. A exceção ficou por conta da função *Engenharia de Projetos* que somente atingiu um nível de capacidade tecnológica inovadora (Nível 4*) em

1999, com a implantação de um projeto para absorção e recuperação de gases como insumo de produção.

Os níveis de capacidades tecnológicas atingidos permitiram à empresa, executar atividades relacionadas com o princípio JIT, gestão pela qualidade total (TQM/C) e normas ISO 9000 e 14000, aprimoramento contínuo, gestão matricial, utilização de sistemas corporativos (ERPs), normas e procedimentos relacionados com a segurança operacional, desenvolvimento e aprimoramento de produtos e processos, manutenção preventiva e preditiva, entre outras atividades. Contudo, os ganhos na produtividade do trabalho parecem também estar relacionados com outras medidas implementadas pela gestão da Sandoz (posteriormente Clariant). A partir de 1990 o grupo adotou uma estratégia defensiva para a unidade Rioquima, reduzindo o sortimento, transferindo a produção de alguns produtos outras unidades do grupo (Espanha), desverticalizando a produção de intermediários (aquisição no mercado externo e/ou produção em Resende) e externalizando parte das atividades da manutenção e projetos. Estas medidas estão diretamente relacionadas com a redução da mão de obra que, conforme Tabela 7.7, explica ~61% do incremento percebido no indicador de *produtividade do trabalho*. Por outro lado, não fosse o nível de capacidade tecnológica atingido nas diversas funções tecnológicas, é possível sugerir que dificilmente a Rioquima teria “sobrevivido” à nova situação de competição globalizada determinada pela abertura econômica.

Embora a Rioquima tenha acumulado elevados níveis de capacidades tecnológicas inovadoras ao longo deste período de análise (Nível 5 em *Engenharia de Projetos*, Nível 7* e complemento do Nível 6 em *Processos e Organização da Produção*, Nível 6 em *Produtos* e, finalmente, Nível 6* em *Equipamentos*), outro grande contribuinte para o aumento da produtividade do trabalho, foi o projeto “*up grade*” do *Galpão 17*. Este projeto representou um grande avanço tecnológico para a empresa e, reduzindo o *gap* tecnológico entre ela e as empresas de países desenvolvidos, ou seja, colocou a Rioquima em condições de igualdade para competir no mercado internacional, com estabilidade e reprodutibilidade nos processos produtivos e substanciais ganhos de produtividade. A Rioquima atingiu um índice correspondente a 75% dos valores de produtividade do trabalho praticado por outra empresa do grupo Clariant em um país industrializado (Espanha).

Conforme pode ser observado na Figura 6.3 (Seção 6.3.1), a partir do ano 2001, a Rioquima apresentou um substancial crescimento na produção (praticamente dobrou em seis anos)

acompanhado de um considerável aumento no volume das exportações, 600% em 6 anos (ver Seções 7.2.2.5 e 7.2.2.6). Este crescimento pode, por um lado, estar associado ao aquecimento da economia brasileira e ao encerramento das atividades de outra unidade de produção de corantes ao enxofre do grupo (Mount Holly/EUA). Este último fator pode ter favorecido a participação dos produtos da Rioquima no continente americano. Por outro lado, é possível afirmar que o nível de competitividade internacional tenha sido alcançado em decorrência de um substancial esforço no acúmulo de capacidades tecnológicas, especialmente nas funções tecnológicas *Produtos e Processos e Organização da Produção*, e em menor grau na função *Engenharia de Projetos*, que proporcionaram a melhoria na performance da empresa como um todo.

7.2.2.2 Evolução do indicador consumo específico de água (1995 a 2007)

O *consumo específico de água* é definido como sendo a razão entre o consumo anual de água em metros cúbicos (m³) e a produção anual em toneladas (ton.). Sua avaliação pode permitir a associação com alterações no processo produtivo, redução das perdas com reprocessamentos assim como alterações em padrões comportamentais evitando-se desperdícios. Os valores obtidos durante a coleta de dados estão representados na Tabela 7.8 e na Figura 7.8.

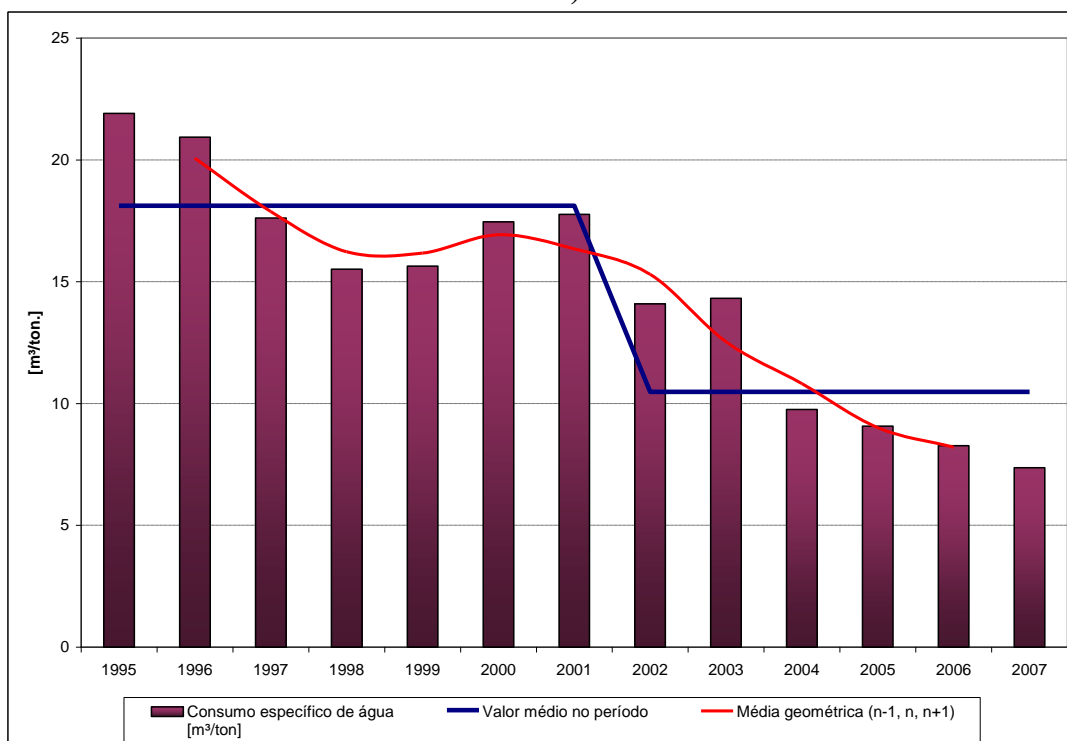
Tabela 7.8 – Evolução do indicador consumo específico de água na Rioquima (1995 a 2007)

Ano	Consumo específico de água [m ³ /ton]	Média geométrica do consumo de água (n-1, n, n+1)
1995	22	
1996	21	20
1997	18	18
1998	16	16
1999	16	16
2000	17	17
2001	18	16
Média (1995 a 2001)	18	
2002	14	15
2003	14	13
2004	10	11
2005	9	9
2006	8	8
2007	7	
Média (2002 a 2007)	10	

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Uma análise mais apurada da variação do indicador *consumo específico de água* requer dados relacionados com os tipos e volumes de produtos fabricados ao longo do período de análise. Isto permitiria uma conclusão consistente através da relação entre o tipo de produto, o teor de água no produto final (concentração) e o consumo específico de água no processo produtivo. Os dados disponibilizados não permitem uma conclusão definitiva e sim uma indicação de tendência. Em outras palavras, o consumo específico de água guarda uma relação com os produtos cuja produção foi priorizada em um dado momento, ou seja, a partir do ano de 1999 a produção do *preto VSL 200* (produto mais concentrado) foi priorizada em detrimento do *preto RDT* o que explicaria uma queda no consumo específico de água. Já a partir do ano 2000, o *preto 4G EV* foi priorizado em função do apelo ecológico e do ganho de produtividade para o cliente. Este corante apresenta um maior consumo específico de água dado o seu processo de fabricação, o que explica uma pequena elevação do indicador nos anos 2000 e 2001. Este consumo volta a cair quando o *preto VSL 200* tem a sua comercialização priorizada novamente.

Figura 7.8 – Evolução do indicador consumo específico de água na Rioquima (1995 a 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Outro fator relevante para a redução do indicador, especialmente após o ano de 2002, foi o projeto “*up grade*” do *Galpão 17*, que trouxe consigo importantes modernizações das

instalações de utilidades. O sistema de refrigeração foi substituído, reduzindo o consumo de água nas torres de resfriamento, e o sistema de distribuição de vapor e retorno de condensado também foi aprimorado, permitindo um uso mais racional do vapor, e consequentemente, da água. Adicionalmente, foram implantados pela Rioquima programas institucionais de caráter educativo comportamental com o propósito de conservação de energia muito em função da crise energética iniciada em 2001.

É importante destacar que, neste período, a Rioquima acumulou elevados níveis de capacidades inovadoras (o Nível 5 da função *Engenharia de Projetos* foi completado, o Nível 6 da função *Processos e Organização da Produção* foi completado, o Nível 6 também foi atingido na função *Produtos* e, finalmente, o Nível 6* em *Equipamentos*). Logo, a redução de mais de 44 % no valor médio do indicador quando comparado o período de 1995 a 2001 com o período de 2002 a 2007, conforme apresentado na Tabela 7.8, permite sugerir que existe uma estreita relação entre o acúmulo de capacidades tecnológicas e o aprimoramento do indicador em análise.

Tal relação pode ser verificada através dos dados obtidos com a regressão linear entre a variação do indicador e a variação do índice correspondente ao nível agregado (Tabela 7.9). Observa-se uma relação inversamente proporcional em que mais de 70% da variação negativa do indicador de consumo específico de água é explicada pela variação positiva no nível agregado de acumulação de capacidades tecnológicas.

Tabela 7.9 – Resultados da regressão linear do Consumo Específico de Água em função do nível agregado de acumulação de capacidades tecnológicas (1995 a 2007)

Período	Variação do consumo específico de água em função da variação da acumulação de capacidades tecnológicas na:	Coefficiente de Correlação Linear (r)	Coefficiente de Determinação R^2	Coefficiente da Regressão	Valor da estatística F	F de significação
1995 a 2007	Nível Agregado	-0,8384	0,7029	-8,8145	26,03	0,0003

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

7.2.2.3 Evolução do indicador consumo específico de energia elétrica (1995 a 2001)

Este indicador, *consumo específico de energia elétrica*, é definido como a razão entre a quantidade de energia elétrica consumida no ano, medida em gigajoules, pela produção em toneladas de produto final por ano. Está diretamente associado ao aspecto operacional de toda unidade e sua avaliação pode permitir a associação com melhorias em processos produtivos e gerenciais, reduções de perdas de processo e alterações em padrões comportamentais. Os valores obtidos durante a coleta de dados estão representados na Tabela 7.10 e na Figura 7.9.

Tabela 7.10 – Evolução do indicador consumo específico de energia elétrica na Rioquima (1995 a 2007)

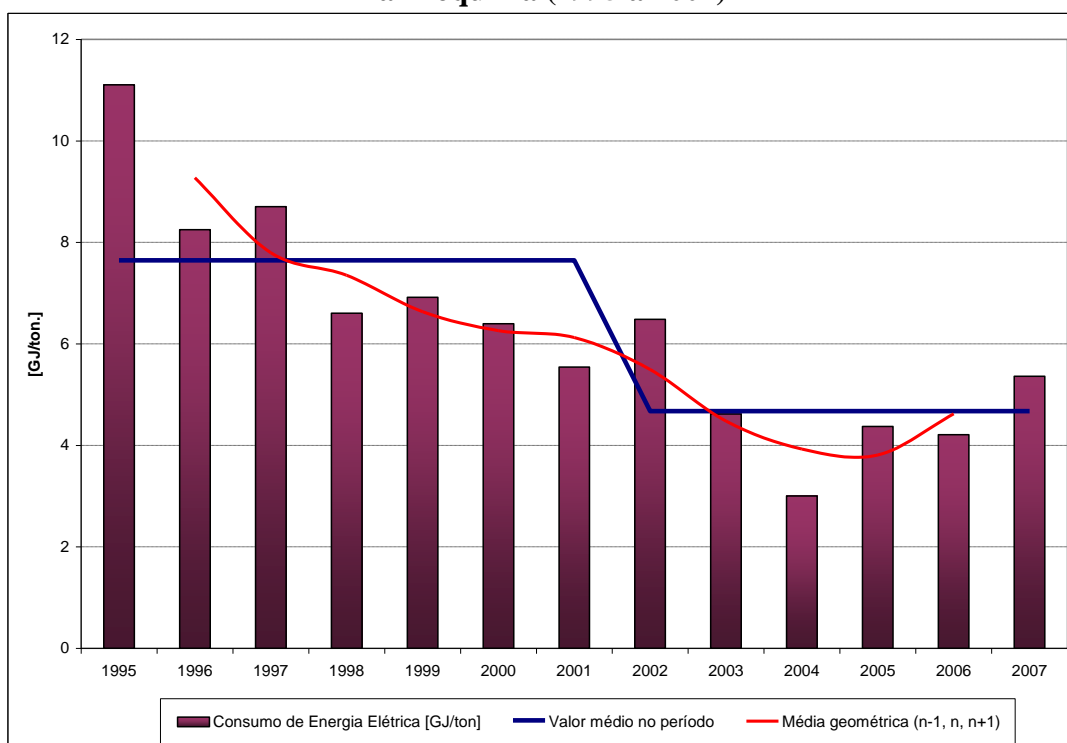
Ano	Consumo específico de energia elétrica [GJ/ton]	Média geométrica do consumo de energia elétrica (n-1, n, n+1)
1995	11	
1996	8	9
1997	9	8
1998	7	7
1999	7	7
2000	6	6
2001	6	6
Média (1995 a 2001)	8	
2002	6	6
2003	5	4
2004	3	4
2005	4	4
2006	4	5
2007	5	
Média (2002 a 2007)	5	

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Conforme já mencionado, neste período a Rioquima atingiu elevados níveis de capacidades tecnológicas em todas as funções analisadas (Nível 5 em *Engenharia de Projetos*, Nível 7* em *Processos e Organização da Produção*, Nível 6 em *Produtos* e, na função *Equipamentos* a empresa conseguiu acumular o Nível 6* mesmo sem completar os níveis anteriores completamente) e o indicador em questão, guarda relação, em maior ou menor grau, com todas estas funções tecnológicas que compõem o presente estudo. Em outras palavras, o consumo específico de energia elétrica pode ser influenciado pelo aprimoramento nos equipamentos consumidores, pela utilização de processos mais eficientes, pelo aumento da escala de produção, pela implementação de novos padrões comportamentais, pela simples eliminação ou redução de desperdícios, pela conservação adequada dos equipamentos, entre

outras tantas possíveis medidas. Desta forma, é razoável supor que o indicador em questão apresente uma maior dependência do Nível agregado de capacidade tecnológica, o que pode ser verificado através dos resultados da regressão linear na Tabela 7.11 a seguir, que apresenta os valores da correlação linear entre a evolução indicador de consumo específico de energia elétrica e a evolução do nível agregado de capacidade tecnológica:

Figura 7.9 – Evolução do indicador consumo específico de energia elétrica na Rioquima (1995 a 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Tabela 7.11 – Resultados da regressão linear do Consumo Específico de Energia Elétrica e nível agregado de acumulação de capacidades tecnológicas (1995 a 2007)

Período	Variação do consumo específico de energia elétrica em função da variação da acumulação de CT na:	Coefficiente de Correlação Linear (r)	R^2	Coefficiente da Regressão	Valor de F	F de significação
1995 a 2007	Nível Agregado	-0,8436	0,7117	-4,0583	27,15	0,0003

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Neste período, um dos principais fatores de redução deste indicador está associado aos programas de economia de energia elétrica estimulados pela anunciada crise energética, em 2001.

Os investimentos mencionados na Seção 7.2.2.2 (modernização das utilidades), o nível de acumulação de capacidades tecnológicas, especialmente na função *Equipamentos* com a introdução da manutenção preditiva, os projetos de modernização das instalações do Galpão 17 (2002), contribuíram também, para uma substancial redução na média de consumo específico de energia elétrica, que correspondente a quase 40%, quando comparados os períodos de 1995 a 2001 com 2002 a 2007.

7.2.2.4 *Evolução do indicador de segurança operacional (1990 a 2004)*

Na Tabela 7.12 e na Figura 7.10, observa-se uma redução de mais de 500% na média do indicador em relação a média do período anterior. Este nível de redução é bastante expressivo e demonstra o grande esforço da empresa para a sua concretização, o que está diretamente associado ao esforço na acumulação de capacidades tecnológicas, especialmente na função *Processos e Organização da Produção*, que saiu do Nível 3 em 1989 para o Nível 7* em 2000. Neste período foram implementadas medidas pelo grupo Sandoz/Clariant (treinamentos operacionais, investigação e mitigação de riscos operacionais, automação de processos produtivos, gestão por processos, políticas de segurança, etc.) que contribuíram para a significativa redução no indicador.

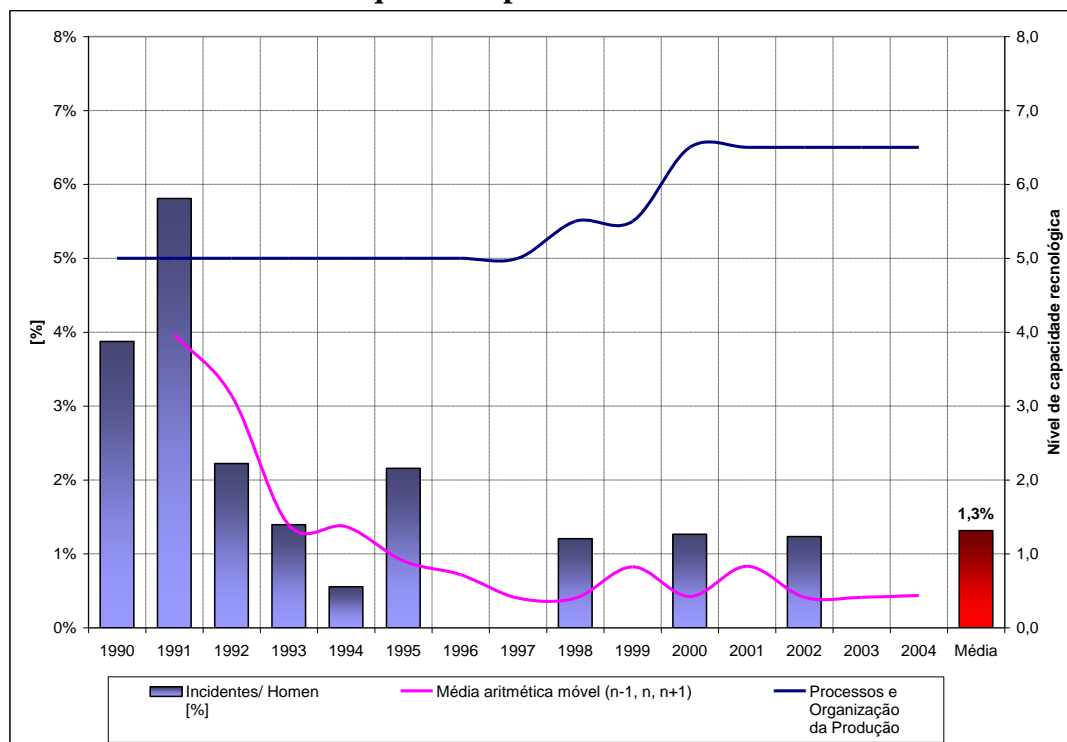
Mais uma vez ressalta-se a importância deste indicador para as empresas da Indústria Química, pois o profundo conhecimento do processo produtivo e a implantação de sistemas de gestão que privilegiem políticas de segurança operacional são fundamentais para o aprimoramento deste indicador. Este nível de capacidade tecnológica está associado com o Nível 4 na função tecnológica *Processos e Organização da Produção*, ou seja, com a utilização de técnicas organizacionais relacionadas, por exemplo, com gestão pela qualidade total e normas ISO 9000 e 14000. Como pode ser observado na Figura 7.10, no período em análise, a Rioquima já desempenhava atividades inovadoras no Nível 5 da função *Processos e Organização da Produção* e, portanto, é possível afirmar a relação entre o indicador e o nível de capacidades tecnológicas acumuladas na empresa.

Tabela 7.12 – Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima no período de 1990 a 2004

Ano	Incidentes/ Homen [%]	Média aritmética móvel (n-1, n, n+1)
1990	4%	
1991	6%	4%
1992	2%	3%
1993	1%	1%
1994	1%	1%
1995	2%	1%
1996	0%	1%
1997	0%	0%
1998	1%	0%
1999	0%	1%
2000	1%	0%
2001	0%	1%
2002	1%	0%
2003	0%	0%
2004	0%	0%
Média aritmética geral	1,3%	

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 7.10 – Evolução do indicador de segurança operacional na Rioquima no período de 1990 a 2004



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

7.2.2.5 Evolução do indicador percentual da produção exportado (2001 A 2007)

Este indicador, *percentual da produção exportado*, é definido como sendo a razão entre a quantidade anual de produto exportado (em toneladas) e a produção anual da Rioquima, também em toneladas (o crescimento relativo dos volumes exportados). Permite identificar a evolução da capacidade competitiva da empresa no mercado internacional e serve de termômetro da sua orientação da produção, ou seja, se a empresa está voltada para o mercado externo ou para o mercado interno.

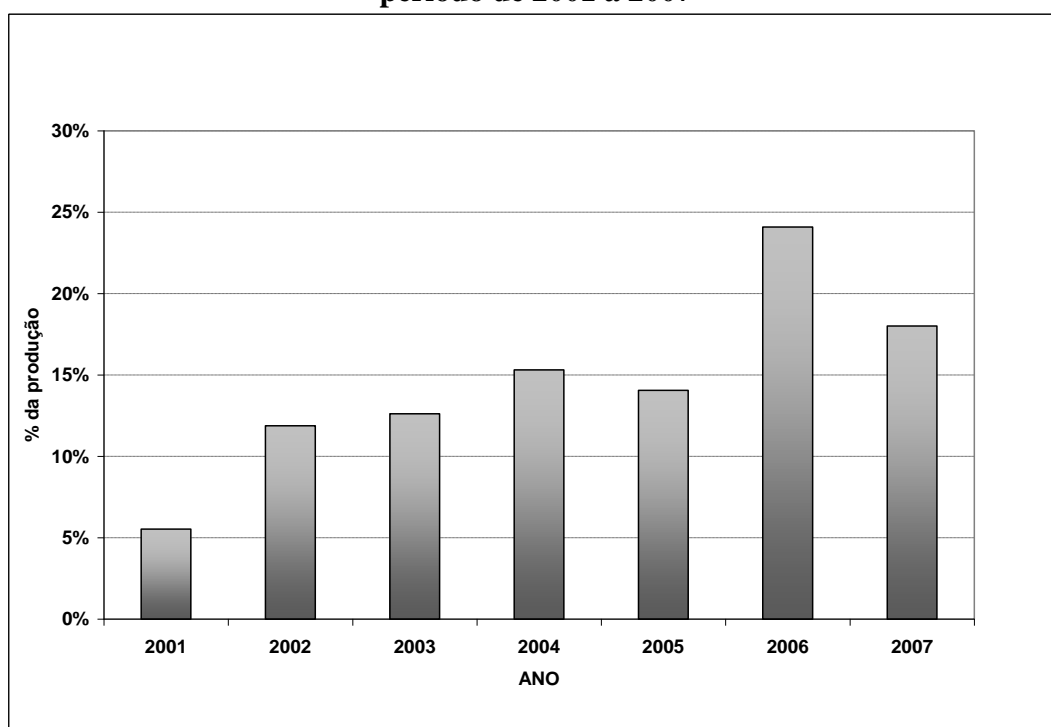
Os valores obtidos durante a coleta de dados estão representados na Tabela 7.13 e na Figura 7.11.

Tabela 7.13 – Evolução do indicador percentual da produção exportado na Rioquima no período de 2001 a 2007

ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
% da produção exportado	6%	12%	13%	15%	14%	24%	18%

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 7.11 – Evolução do indicador percentual da produção exportado na Rioquima no período de 2001 a 2007



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

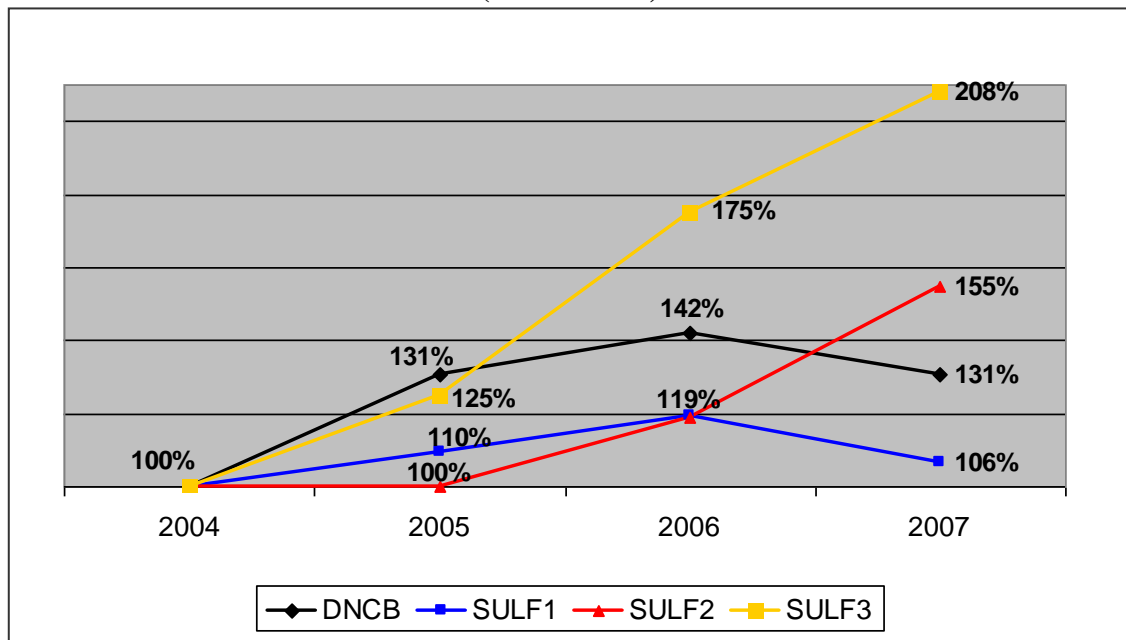
Com base nos dados da Tabela 7.13, observa-se que a Rioquima está redirecionando parte substancial da sua produção para o atendimento do mercado externo. Este direcionamento atingiu um valor próximo de 25% em 2006, o que representa um crescimento de cinco vezes em apenas cinco anos. Visando não só reforçar seu posicionamento como também ampliar suas fronteiras, a empresa vem desenhando uma trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas direcionada para as funções *Processos e Organização da Produção e Produtos* sem, contudo, desconsiderar a importância das demais funções (*Engenharia de Projetos e Equipamentos*).

O mercado atualmente explorado é composto de países da América Latina, Indonésia e Austrália e foi disponibilizado, em parte, pelo encerramento das atividades produtivas da unidade de Mount Holly/EUA. Para atendê-lo, a Rioquima modernizou suas instalações físicas (laboratórios), adquiriu novos equipamentos de análises e equipamento piloto de desenvolvimento, uniformizou seus procedimentos de padronização de produtos com a unidade Castellbisbal/Espanha, obteve a certificação internacional nas três normas (ISO 9000 ver. 2000; ISO 14000 e OHSAS 18000) que compõem o Sistema Integrado de Gestão (SIG), investiu em automação de processos produtivos e também na informatização dos processos administrativos. Tais investimentos possibilitaram a produção de produtos de classe mundial e até o atendimento do mercado europeu quando da interrupção da produção de Castellbisbal, em 2006, o que pode justificar a elevação deste indicador no referido ano.

Evidencia-se desta forma, a importância da acumulação de capacidades tecnológicas para a melhoria do indicador em análise, contudo, eventos externos como a recente sobrevalorização da moeda brasileira podem atrapalhar os planos da empresa tanto no mercado externo quanto no mercado interno. A sobrevalorização do barril de petróleo no mercado internacional pode trazer consequências indesejáveis devido ao aumento, por exemplo, do preço do frete marítimo, num momento de grande dependência externa provocando aumentos nos preços dos insumos. As Figuras 7.12 e 7.13 mostram alguns dos reajustes ocorridos nos principais insumos de produção da Rioquima

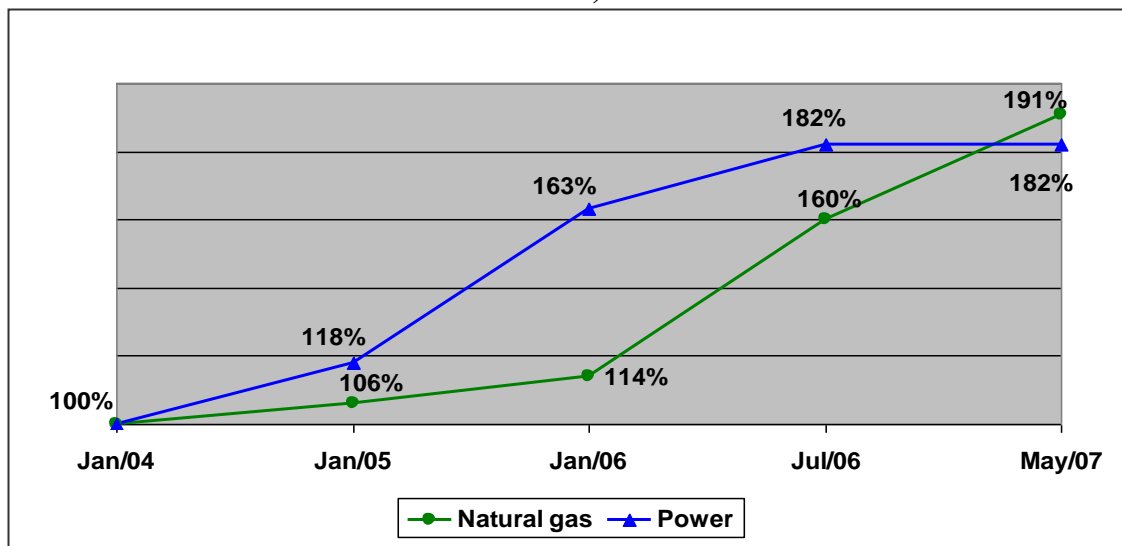
Neste aspecto, ressalta-se ainda mais a importância da acumulação de elevados níveis de capacidades inovadoras sem as quais, dificilmente uma empresa inserida em um país emergente sobreviveria às intempéries do mercado globalizado.

Figura 7.12 – Evolução percentual do custo de alguns insumos de produção de corantes (2004 a 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 7.13 – Evolução percentual do custo de energias na produção de corantes (2004 a 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

7.2.2.6 Evolução do percentual de aumento das exportações (2001 a 2007)

Este indicador, *percentual de aumento das exportações*, é definido como sendo o incremento da quantidade de produto exportado anualmente (o crescimento absoluto dos volumes exportados), atribuindo ao ano de 2001 o valor cem (100%). Sua avaliação pode permitir a associação com aprimoramentos no processo produtivo indicando melhorias na qualidade do produto e sua maior aceitabilidade no mercado externo. É um importante termômetro da performance competitiva da empresa numa economia globalizada.

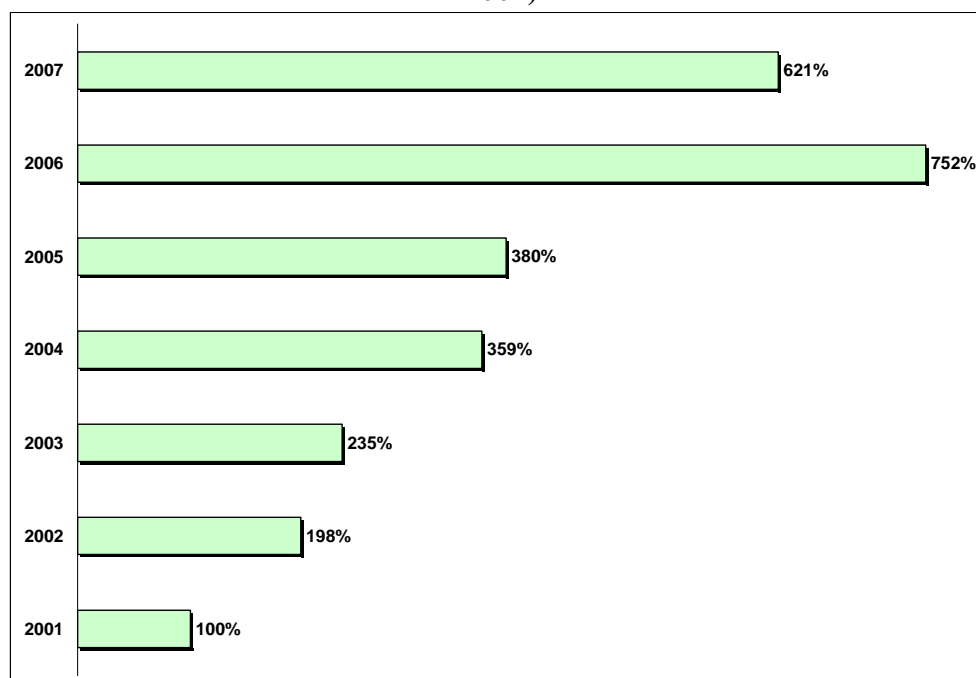
Os valores obtidos durante a coleta de dados estão representados na Tabela 7.14 e na Figura 7.14.

Tabela 7.14 – Evolução do percentual de aumento das exportações na Rioquima (2001 a 2007)

ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
% de aumento das exportações	100%	198%	235%	359%	380%	752%	621%

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 7.14 – Evolução do percentual de aumento das exportações na Rioquima (2001 a 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

As evidências aqui apresentadas reforçam os argumentos descritos na Seção anterior. Observa-se que, mesmo em condições macroeconômicas desfavoráveis (Real valorizado, alta nos preços do petróleo), a Rioquima vem apresentando um forte e sustentado incremento na exportação de seus produtos, o que ratifica o elevado Nível de capacidades tecnológicas alcançado que lhe permite competir em condições de igualdade com fornecedores em posição aparentemente mais vantajosa como, por exemplo, os fabricantes chineses e indianos.

7.2.2.7 *Evolução do índice de qualidade (2000 a 2007)*

Este indicador, *índice de qualidade*, é definido como sendo a razão entre a quantidade de produto rejeitado e a quantidade de produto comercializado, em percentual. Sua avaliação, em conjunto com os demais indicadores relacionados à exportação, permite ratificar os níveis de capacidades tecnológicas alcançados em termos de qualidade do produto final e melhorias nos controles de processos. Está diretamente relacionado com o aumento das exportações que, conforme verificou-se nas seções anteriores, vem apresentando elevado crescimento sugerindo a estreita relação com a acumulação de elevados níveis de capacidades tecnológicas.

É importante ressaltar que em 2004 a Rioquima estreitou suas faixas de controle para produtos não conforme (faixa de controle DE estreitada de 2,0 para 0,6) em virtude de padronização com outras empresas do grupo Clariant, em especial com o centro tecnológico localizado na Espanha. Isto ressalta ainda mais a importância do nível de acumulação de capacidades tecnológicas, dado que o indicador apresenta-se em queda conforme demonstra a Tabela 7.15 e a Figura 7.15 a seguir:

Tabela 7.15 – Evolução do índice de qualidade na Rioquima (2000 a 2007)

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Índice de Rejeição	0,55	0,67	0,40	0,35	0,35	0,33	0,22	0,09

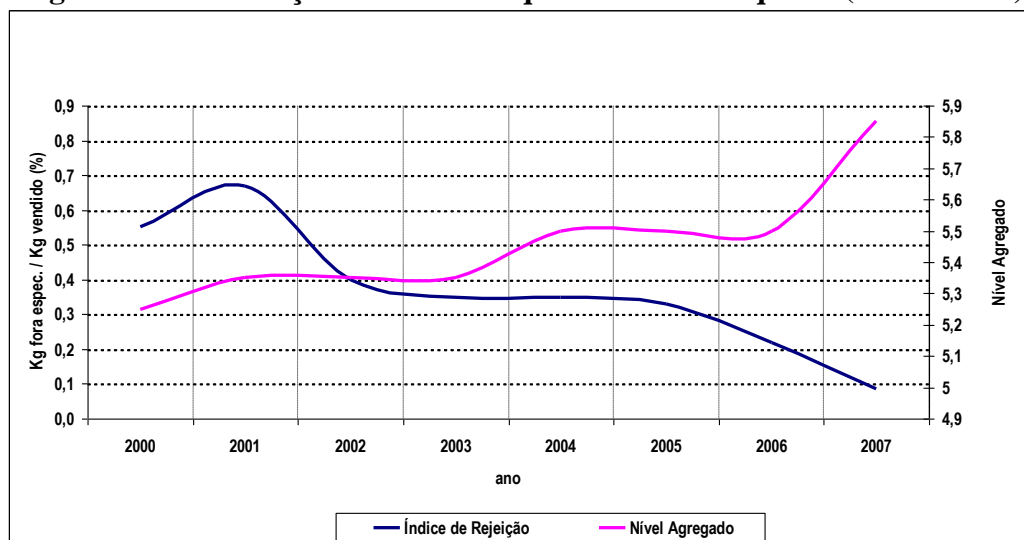
Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Estes resultados sugerem que as atividades relacionadas com a função *Processos e Organização da Produção*, no que diz respeito à implantação de sistemas da qualidade, representaram um substancial avanço nos valores deste indicador. Em 1999 a Rioquima foi certificada na ISO 9001, posteriormente, em 2003, foi re-certificada na versão 2000, e

recentemente, em 2007, foi certificada no sistema integrado de gestão que compreende as normas ISO 9000, ISO 14000 e OHSAS 18000.

A Rioquima atingiu o Nível 6* de capacidade tecnológica da função *Processos e Organização da Produção*, em 1998, o Nível 7* em 2000 e completou o Nível 6 em 2004.

Figura 7.15 – Evolução do índice de qualidade na Rioquima (2000 a 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Logo, é possível sugerir que a evolução do indicador em análise, tenha forte relação com o processo de desenvolvimento de capacidades tecnológicas ocorrido na Rioquima no período correspondente à disponibilidade do indicador. Esta relação pode ser observada na Figura 7.15 que representa a evolução do indicador em conjunto com a evolução do nível agregado de capacidades tecnológicas.

Resumindo este capítulo, as evidências empíricas descritas e analisadas aqui, podem ser apresentadas da seguinte forma:

- No início do período de análise, a variação da produção apresentava uma relação diretamente proporcional à variação da mão de obra. A medida que o processo de acumulação de capacidades tecnológicas progrediu, a relação caminhou para um descolamento. Isto significa que a medida que são introduzidas novas tecnologias de produção, tanto em termos de sistemas físicos quanto organizacionais, a variação da produção torna-se cada vez mais independente da variação da mão de obra. Em outras palavras, a medida que são acumuladas capacidades tecnológicas inovadoras, nas

diversas funções tecnológicas, a produtividade do trabalho passa a depender quase que exclusivamente do volume de produção. Tal fato foi verificado na Rioquima, especialmente a partir do ano de 1996 (ponto de descolamento) confirmando a relação entre acumulação de capacidades inovadoras e o aprimoramento da produtividade do trabalho.

- O nível de incidentes, mensurado pelo indicador de segurança operacional, apresentou uma substantiva redução (aproximadamente 500%) a partir da introdução de novas técnicas organizacionais pela Sandoz/Clariant em 1990. Dado a importância deste indicador para a Indústria Química e a necessidade de conhecimentos técnicos específicos para tal nível de redução, é possível afirmar que tal performance foi atingida em decorrência do acúmulo de capacidades tecnológicas, especialmente no sistema organizacional (Tremblay, 1994).
- Os indicadores de consumo específico de água e energia elétrica foram avaliados a partir de 1995. O exame foi conduzido em dois períodos: antes da introdução das melhorias nas instalações do principal núcleo produtivo da empresa (galpão 17) e após tais melhorias. As evidências apontam para um substantivo aprimoramento destes indicadores (redução em torno de 40% em ambos os indicadores) indicando uma relação positiva entre a acumulação de capacidades tecnológicas, especialmente em sistemas físicos, e os indicadores em questão.
- Os indicadores relacionados com o volume das exportações e com a qualidade dos produtos finais foram avaliados a partir do ano 2000. Mostram significativos avanços à medida que são introduzidas novas técnicas de gestão pela qualidade via obtenção de certificações em sistemas reconhecidos internacionalmente (ISO 9000 e 14000). Também há evidências de que tais avanços tenham decorrido dos investimentos na modernização física dos laboratórios, incluindo o reator piloto, nas instalações produtivas do galpão 17 e nas instalações de infraestrutura de utilidades. Logo existe uma forte relação entre o aprimoramento dos indicadores e o processo de acumulação de capacidades tecnológicas em termos agregados.

As evidências aqui dispostas confirmam os argumentos de Figueiredo (2002) sobre os efeitos positivos da acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras para o aprimoramento de indicadores de performance operacional.

CAPÍTULO 8

ANÁLISES E DISCUSSÕES

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma análise das evidências empíricas descritas nos capítulos 6 e 7 buscando examinar o relacionamento entre a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas e a performance operacional em dois regimes industriais vigentes no período de análise. Este relacionamento será examinado a luz da estrutura analítica e conceitual apresentada no capítulo 3 e, predominantemente, de forma qualitativa, embora tratamentos quantitativos sejam empregados para reforçar a relação causal entre as variáveis.

Este capítulo está dividido em duas seções. A Seção 8.1 é responsável pela análise das implicações do regime industrial sobre a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas das diversas funções tecnológicas consideradas no estudo. A Seção 8.2 analisa a relação entre a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas desenvolvida durante os dois regimes (protecionista e de economia aberta) e os indicadores de performance operacional disponibilizados no período (1980 a 2007).

8.1 Análise da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas sob Diferentes Regimes Industriais (1980 a 2007)

A *Política de Substituição das Importações* (PSI) foi um conjunto de medidas que visava promover o desenvolvimento industrial através de uma política de proteção da indústria doméstica. Estas medidas se constituíram, historicamente, no núcleo da estratégia de desenvolvimento e no principal instrumento de política industrial no Brasil, desde 1957 até o início da década de 1990. A PSI era vista como um modelo para o avanço gradual em direção à industrialização e baseava-se fundamentalmente em altas tarifas de “valor adicionado” e no estabelecimento de barreiras não-tarifárias. Neste cenário muitas empresas foram criadas, mantidas e orientadas para o atendimento do mercado interno, com baixa escala de produção, porém compatível com o tamanho do mercado doméstico. Outras, em diferentes fases do regime, receberam tratamento diferenciado via diversos incentivos visando estimular a exportação de seus produtos equilibrando assim, as contas externas.

A Rioquima atuava praticamente sozinha no mercado nacional fornecendo corantes ao enxofre. Mais de 80% da sua produção destinava-se ao atendimento da indústria têxtil. A concorrência era pouco expressiva e se concentrava principalmente em fabricantes de corantes de tipos distintos (azóicos, diretos, reativos, etc.).

O setor têxtil havia sido escolhido pela política industrial (Plano de Ação Estratégica de Governo – PAEG), como um dos setores estratégicos onde, na década de 1970, foram concentrados esforços para a modernização do parque fabril, via incentivos relacionados com financiamentos subsidiados (BNDES) e benefícios fiscais, objetivando o incremento das exportações destes artigos. Ambos os programas foram administrados pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI) e pelo Conselho de Desenvolvimento Econômico (CDE). O setor respondeu batendo recordes de exportação chegando a marca de US\$ 916 milhões em 1980 *versus* US\$ 42 milhões em 1970.

A partir da crise mexicana em 1982, agravada pela crise dos juros em 1979, instalou-se um quadro de reversão das tendências de crescimento com a consequente desarticulação do desenvolvimento industrial interno. O impacto da crise foi mais sentido entre os anos de 1983 e 1984 quando a Rioquima apresentou os piores níveis de produção até hoje registrados, tomando-se por base a produção de 1980 (ver Figura 6.3). Contudo, a empresa se favoreceu de rentáveis aplicações financeiras, dado a preferência dos investimentos em ativos financeiros, proporcionados pelo padrão de ajustamento macroeconômico de desvalorização cambial e endividamento interno do Estado, que necessitava financiar a dívida externa, principalmente no período 1979/1983.

Durante a PSI a Rioquima concentrou esforços prioritariamente na função *Engenharia de Projetos* (ver Tabela 8.1). Esta função contribuiu no início de período (1982 a 1984) com a implantação dos projetos de verticalização da produção. A função *Equipamentos* já desenvolvia atividades inovadoras necessárias à manutenção dos níveis de produção e à redução da dependência externa, dado as dificuldades de importação de peças, componentes e equipamentos durante a vigência da PSI. Conforme se observa na Tabela 8.1, até 1985 as funções tecnológicas *Processos e Organização da Produção* e *Produtos* desenvolviam praticamente atividades de rotina (Nível 2). A exceção era o programa *informações técnicas* que havia iniciado em 1982 e foi o responsável pelo modesto avanço destas funções para o Nível 3* (nível incompleto).

Tabela 8.1 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no período de 1980 a 1990

Ano	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Nível agregado
1980	2	2	2	4*	2,30
1985	4*	3*	3*	4*	2,90
1988	4*	3	4	4	3,60
1990	4	5	5*	4	4,45

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: (*) significa nível incompleto; as células esverdeadas significam níveis inovadores

A partir de 1985 a economia apresentou sinais de uma recuperação instável, marcada por uma explosão inflacionária e pela necessidade de fortes ajustes no câmbio. O Brasil se viu imerso numa sucessão de planos econômicos com forte instabilidade dos fatores macroeconômicos, alternando períodos de aquecimento com inatividade econômica.

O Brasil, seguindo orientação de organismos internacionais, iniciou em 1988 um processo de abertura comercial que reduziu o nível e a dispersão da proteção às atividades domésticas competitivas. As principais características desse movimento são: a liberação comercial, a desregulamentação da atividade econômica, a privatização dos ativos do setor público e o manejo cuidadoso dos agregados macroeconômicos (Benavente *et al.* 1997). O governo aprovou uma Nova Política Industrial que facilitou a importação de máquinas, apoiou o investimento em pesquisa e desenvolvimento e em programas de exportação, e concedeu incentivos fiscais à ampliação da capacidade de setores industriais. A indústria têxtil foi novamente beneficiada com a medida superando, em quase 40%, as exportações de seus produtos quando comparados os anos de 1990 e 1980. Como consequência, a Rioquima registrou em 1989 um recorde na produção de corantes, somente superado anos mais tarde, em 2006 (ver Figura 6.3)

Em 1990 foram introduzidas reformas estruturais pelo governo Collor. Estas reformas representaram a quebra do paradigma de anos de subvenção da produção interna via PSI. Neste mesmo ano a Sandoz assumiu por completo a gestão da Rioquima e, com isso, a empresa acumulou níveis inovadores de capacidades tecnológicas em três das quatro funções tecnológicas consideradas no estudo (ver Tabela 8.1). Estes níveis alcançados permitiram que a Rioquima desenvolvesse as seguintes atividades:

- (i) Na função *Engenharia de Projetos*: detalhamento e execução de projetos de desengargalamento e verticalização da planta envolvendo estudos de viabilidade; engenharia de detalhamento de sistemas mecânicos, sistemas auxiliares e de instalações (mecânica, tubulação, elétrica, instrumentação e civil), seleção de tecnologia, engenharia de aquisição (procura, compra, diligenciamento e inspeção), qualificação e desenvolvimento de fornecedores; comissionamento e partida com assistência técnica externa.
- (ii) Na função *Processos e Organização da Produção*: criação de um departamento de informações técnicas que teve como principal atividade o estudo e o registro das principais relações “causa-efeito” das variáveis do processo produtivo na qualidade e características do produto final; alongamento da capacidade produtiva; redução dos gargalos da produção; adequação e/ou aprimoramento contínuo no processo produtivo através do “controle em processo”; utilização de sistemas informatizados de gestão (sistemas DATASUL e ITG); adoção de novas técnicas de gestão (JIT, TQC/M; organização matricial); introdução das práticas de gestão de projetos; e introdução normas e procedimentos de segurança operacional (*guidelines de segurança*).
- (iii) Na função *Produtos*: fabricação de diversos produtos (corantes preto e cores) com tecnologia não proprietária; adequação às matérias primas disponíveis no mercado local; replicação sistemática de produtos seguindo especificações internacionais; flexibilização da especificação final do produto; realização de adaptações em especificações dadas; criação de especificações próprias; replicação de produtos concorrentes existentes no mercado local; criação e manipulação de estruturas de produtos para utilização em sistema informatizados.
- (iv) Na função *Equipamentos*: manutenção corretiva envolvendo até a fabricação de equipamentos e periféricos; atuação na solução de problemas sem apoio externo; aprimoramento de equipamentos existentes; engenharia reversa; planejamento e controle da manutenção (manutenção preventiva); e elaboração um programa para manutenção de equipamentos críticos para a segurança operacional (*SAfety, MAintenance and COntrol* - SAMACO).

Observa-se que a direção priorizada foi, inicialmente, no sentido do desenvolvimento da função tecnológica *Engenharia de Projetos*, ao passo que, na segunda metade do período, mais especificamente a partir de 1988, a empresa priorizou as funções *Processos e Organização da Produção e Produtos*. A função *Equipamentos* já executava atividades inovadoras e parece ter se desenvolvido em período anterior a 1980, de forma coerente aos objetivos da empresa. Esta análise torna-se visível através da Tabela 8.1. Nesta, percebe-se que nos cinco primeiros anos (1980 a 1985) não houve evolução da função *Equipamentos*, as funções *Processos e Organização da Produção e Produtos* sequer evoluíram um nível completo e a função *Engenharia de Projetos* quase completou o salto de dois níveis. O comportamento se inverteu dentro dos cinco anos seguintes, quando as funções *Engenharia de Projetos* e *Equipamentos* apenas completaram o Nível 4 enquanto que as funções *Processos e Organização da Produção e Produtos* saltaram quase dois níveis completos.

O comportamento observado na primeira metade do período pode estar relacionado com a falta de estímulo para a empresa investir na construção de capacidades nas funções *Produtos, Processos e Organização da Produção*. Esta falta pode estar associada com, pelo menos, três fatores: ao forte apoio tecnológico recebido da parceira tecnológica SODYECO que, por sua vez, concentrava os esforços relacionados ao desenvolvimento de novos processos e produtos; com as barreiras criadas pela PSI para importação de produtos com similar nacional impedindo a presença de concorrentes externos; e com a crise econômica instaurada no início da década, nos países da América Latina, que gerou incertezas inibindo a concentração de esforços em acumulação de capacidades tecnológicas naquelas funções.

Por outro lado, as mesmas restrições à importação parecem ter favorecido o desenvolvimento de capacidades internas para suprir a demanda por serviços especializados na área de equipamentos. A empresa dependia fortemente da continuidade operacional e, portanto, das capacidades relacionadas com a função *Equipamentos*. Isto pode ter justificado o avanço desta função tecnológica em período anterior, resultando no estágio acumulação de capacidade tecnológica encontrado de em 1980. A PSI também favoreceria o desenvolvimento da função tecnológica *Engenharia de Projetos*, visto a necessidade de verticalização da produção para reduzir o risco de desabastecimento de insumos fundamentais à produção dos corantes. A empresa investiu em duas unidades de produção de insumos (MCB e DNCB) necessários a produção do corante preto, principal produto da Rioquima.

Portanto, com base nas evidências empíricas, é possível sugerir que a Rioquima, até o ano de 1988, estava orientada para a produção e com foco na redução de custos e na verticalização da produção, objetivando reduzir a dependência externa, priorizando as necessidades da empresa e não do cliente. Com exceção da função *Equipamentos*, as atividades inovadoras foram intensificadas a partir daquele ano, respondendo aos “sinais” do ambiente que apontavam para uma maior flexibilização das importações.

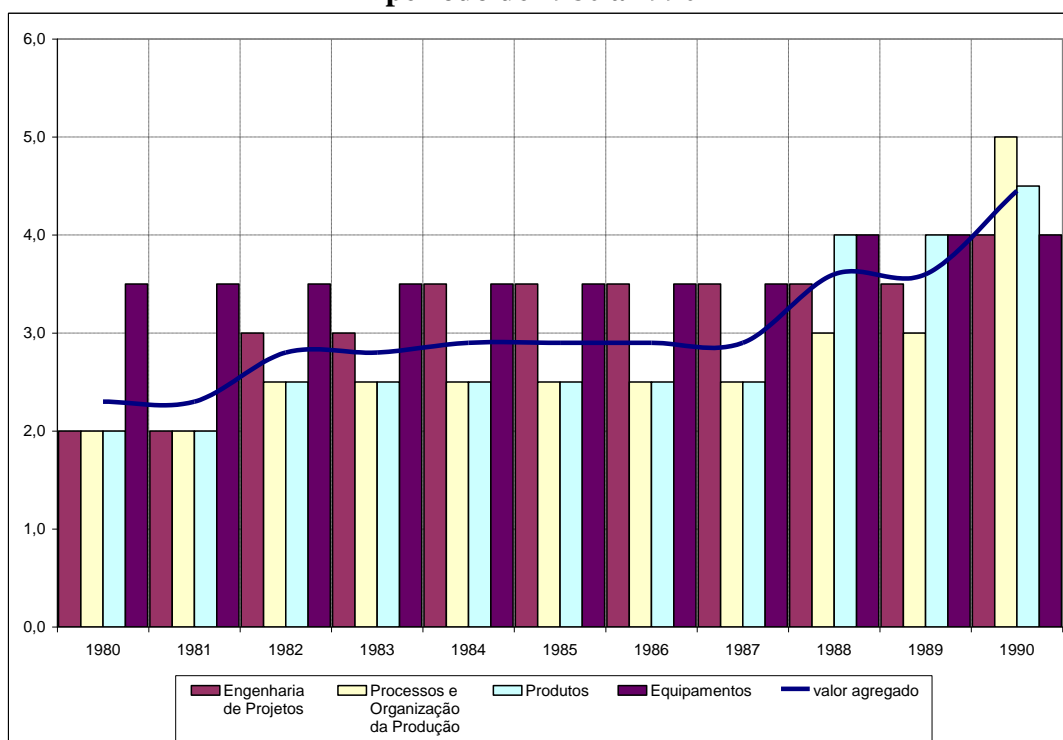
Nos anos de 1988 e 1990 (ver Figura 8.1), os saltos tecnológicos identificados nas funções *Produtos* e *Processos e Organização da Produção*, podem estar associados à implantação da “Nova Política Industrial”. A empresa percebeu a necessidade de investir na modernização de seus processos e produtos considerando a iminente abertura econômica defendida pela tese que identificava a grande participação do Estado na economia, e o fechamento do mercado interno ao comércio internacional, como as fontes das restrições ao crescimento. Outro fator de grande relevância para o salto observado está relacionado com a alteração na gestão da empresa, que passou a ser exercida pelo grupo Sandoz a partir de 1990. Esta nova gestão foi responsável pela introdução de várias atividades inovadoras, principalmente relacionadas com as funções *Produtos* e *Processos*.

Dando continuidade ao programa de liberação comercial, no período compreendido entre os anos 1991-1993 o governo eliminou as barreiras não tarifárias e os regimes especiais de tributação, sendo implementado, posteriormente, um cronograma de redução gradual das tarifas de importação.

Visando disciplinar os preços domésticos através de uma competição externa maior, o Plano Real introduziu medidas relacionadas com reduções tarifárias expondo em demasia a indústria nacional à competição internacional (Kume e Piani, 2004). O período seguinte (1995 a 1998) foi marcado pelo retrocesso no programa de liberalização comercial através da elevação de tarifas de um grupo de bens de consumo e da reintrodução de dificuldades administrativas na importação tais como: a exigência de pagamento à vista nas compras externas com financiamento externo inferior a um ano, a criação de uma lista de produtos para os quais eram exigidas a licença prévia de importação e a aplicação de salvaguardas (Kume *et al*, 2003).

Figura 8.1 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no

período de 1980 a 1990



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Em janeiro de 1999, após um forte ataque especulativo contra a moeda brasileira e uma rápida tentativa de efetuar uma desvalorização cambial controlada, o governo passou a adotar um sistema de taxa de câmbio flutuante, o que levou a uma desvalorização real da moeda brasileira de 43,6%, naquele ano. A âncora cambial, que mantinha a inflação sob controle, foi substituída com sucesso por um regime de metas de inflação, evitando-se uma explosão inflacionária. A adoção do novo regime cambial viabilizou novamente uma política de importação mais estável, com eventuais problemas setoriais de competitividade sendo solucionados através dos instrumentos de defesa comercial (Kume e Piani, 2004).

Respondendo às medidas iniciais relacionadas com a abertura econômica, a Rioquima parece ter adotado, num primeiro momento, uma estratégia defensiva (redução de investimentos, redução de sortimento, desverticalização da produção), diante da impossibilidade imediata de competir com produtos de origem chinesa. Este comportamento passivo, inicialmente adotado, fica evidente quando se percebe, na Tabela 8.2, que, no período compreendido entre 1990 e 1995, não houve nenhuma alteração nos níveis de acumulação de capacidades tecnológicas nas funções tecnológicas consideradas neste estudo.

Tabela 8.2 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no período de 1990 a 2007

Ano	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Nível agregado
1990	4,0	5,0	4,5	4,0	4,45
1995	4,0	5,0	4,5	4,0	4,45
2000	4,5	6,5	5,0	4,5	5,25
2005	5,0	6,5	5,5	4,5	5,50
2007	5,0	6,5	6,0	5,5	5,85

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: As células esverdeadas significam níveis inovadores de capacidades tecnológicas

Entretanto, com o retrocesso temporário promovido pela intervenção do governo estabelecendo medidas que promoveram o equilíbrio da balança comercial de alguns setores, entre eles o setor têxtil, a Rioquima parece ter reagido frente a transformação do cenário em que operava. Esta reação (ver evolução das capacidades tecnológicas na Tabela 8.2) proporcionou à empresa, ao final do período, o desempenho das seguintes atividades:

- (i) Na função *Engenharia de Projetos*: engenharia básica de sistemas auxiliares e principais (G-17); gestão de projetos; engenharia de detalhamento nas suas diversas especialidades (mecânica, civil, elétrica e instrumentação), montagem eletromecânica, comissionamento e partida.
- (ii) Na função *Processos e Organização da Produção*: desenvolvimento de novos processos, produtos e novas aplicações para os produtos existentes; utilização novos processos, procedimentos padronizados e modernas técnicas de análises químicas; produção de produtos de classe mundial; desenvolvimento de novos processos de produção e de aplicação dos novos produtos com os clientes; gestão por processos (ISO 9000 ver. 2000; ISO 14000 e OHSAS 18000) via Sistema Integrado de Gestão (SIG) e utilização de um ERP corporativo que reforça a capacidade organizacional.
- (iii) Na função *Produtos*: desenvolvimento de produtos e processos com auxílio de equipamento piloto; aprimoramentos nos produtos atuais; desenvolvimento de produtos em conjunto com os clientes; fabricação de produtos de classe mundial e assistência técnica à outras unidades do grupo.

- (iv) Na função *Equipamentos*: manutenção preditiva e preventiva, especificação e aprimoramento de equipamentos principais e periféricos; atuação na solução de problemas sem apoio externo, e fornecimento suporte técnico para outras fábricas do grupo.

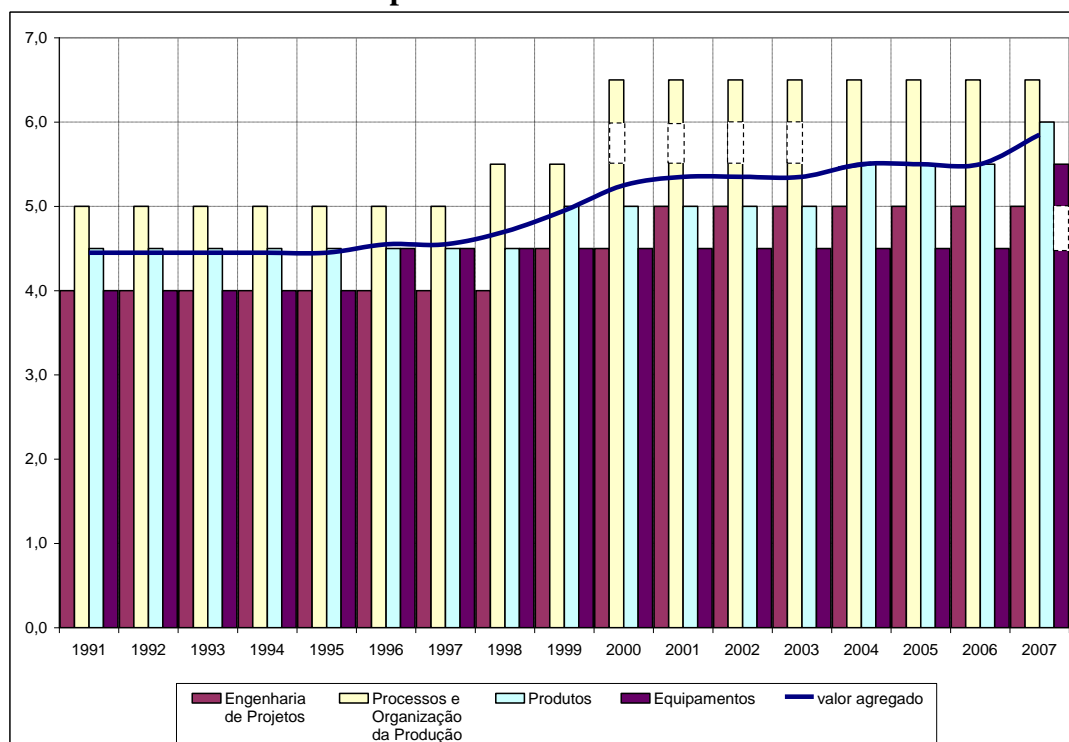
Observa-se que a direção priorizada manteve-se no sentido do desenvolvimento da função tecnológica *Processos e Organização da Produção*, tal como terminou o período anterior (PSI). Esta função acumulou, em cinco anos, o equivalente a um nível e meio de capacidade tecnológica, ou seja, saltou do Nível 5 para o Nível 7*, embora só tenha completado o Nível 6 em 2004. As demais funções também progrediram somente a partir de 1995. Este progresso, após um período de estagnação, pode estar associado ao retrocesso no programa de liberalização comercial percebido entre os anos de 1995 e 1998. Em outras palavras, um retrocesso promovido pela intervenção do governo através do restabelecimento de algumas medidas para conter o forte desequilíbrio na balança comercial, especialmente de setores como o têxtil, que teve a alíquota de importação de produtos aumentada e o estabelecimento de cotas de importação.

A função *Produtos* desenvolveu-se com maior velocidade a partir do ano 1999, com o lançamento dos produtos *VSL 200* e *4G EV*. Tal desenvolvimento parece estar relacionado com o progresso da função *Processos e Organização da Produção*. Esta função tecnológica sofreu grandes transformações, a partir de 1990, como consequência das rápidas mudanças no ambiente competitivo. O comportamento adotado pela Rioquima encontra paralelos na literatura conforme apontado por Benavente *et al.* (1997):

“(...) as antigas formas de organização produtiva (...) vão começando a ser deixadas de lado pelos empresários a medida que aprendem a utilizar e adaptam às suas próprias necessidades e circunstâncias os princípios organizacionais de fabricação flexível, produção e demanda sincronizadas (JIT) e controle total da qualidade. Uma maior subcontratação de insumos intermediários e serviços para a produção, assim como também um maior conteúdo de insumos importados em seus respectivos produtos, parecem ser hoje estratégias correntes em um ambiente empresarial.(...)”

Este comportamento foi observado na Rioquima com a suspensão das atividades de produção do intermediário DNCB, em 1997, que passou a ser importado da China.

Figura 8.2 – Níveis de capacidades tecnológicas acumulados pela Rioquima no período de 1990 a 2007



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

A função *Engenharia de Projetos* contribuiu com a implementação de dois importantes projetos: o sistema de absorção de gás sulfídrico e o *up grade* do galpão 17. O primeiro, realizado em 1999, trouxe ganhos de produtividade pois passou a recuperar um importante insumo antes desperdiçado. O segundo projeto representou o principal investimento realizado na modernização da fábrica em 2001/2002. Este projeto foi responsável por uma substancial reformulação da estrutura produtiva e pelo aumento da competitividade da empresa no mercado interno e externo.

É importante ressaltar a diferença de propósito dos projetos conduzidos durante o regime protecionista e durante o regime de economia aberta. No primeiro, o foco parecia estar concentrado na verticalização da produção, enquanto que no segundo regime, o foco parece estar concentrado no aumento da produtividade. Por outro lado, o esforço despendido para a modernização da fábrica pode ter relação com uma estratégia corporativa mal sucedida que resultou no fechamento, em 2001, da maior fábrica de corantes a base de enxofre do grupo, instalada nos EUA, em razão da perda de sua competitividade.

A função *Equipamentos* recebeu menor importância no durante o regime aberto visto ser considerada uma atividade periférica tendo parte de suas atividades externalizada a partir de 1996. Entretanto, importantes avanços foram alcançados como a implantação da manutenção preditiva e o desenvolvimento de parcerias visando o aprimoramento dos equipamentos existentes e especificação e aquisição de novos equipamentos. A capacidade acumulada no sistema organizacional (procedimentos) foi compartilhada com a unidade no México posteriormente.

Resumindo, todas as funções tecnológicas analisadas apresentaram importantes avanços, com destaque para a função *Processos e Organização da Produção*, que quase alcança a fronteira tecnologia (considerando a métrica adotada). Esta foi seguida de perto pela função *Produtos* que passou a desenvolver produtos novos e/ou novas aplicações para produtos existentes, com foco no aumento da produtividade para o principal cliente da empresa, a indústria têxtil. Esta, por sua vez, também enfrentou sérias dificuldades com o processo de abertura comercial.

Portanto, com base nas evidências empíricas, é possível sugerir que a Rioquima, após um período de adaptação às novas condições competitivas, orientou-se para o cliente desenvolvendo produtos e processos que aumentassem a produtividade daquele. Importantes avanços foram alcançados com a obtenção de certificações de sistemas da qualidade seguindo padrões internacionais, com estreitamento de faixas de controle, com a modernização dos laboratórios de controle de qualidade e de processos, com o lançamento de novos produtos, com o investimento em gestão de projetos e com a modernização da fábrica.

Conforme Lall (1992) *apud* Figueiredo (2008) aponta, o comportamento observado é típico de empresas em regimes industriais orientados para o mercado externo onde as empresas são encorajadas a reduzirem seus custos de produção, aumentar a qualidade, introduzir novos produtos no mercado e reduzir a dispendiosa dependência de tecnologia externa.

A manutenção no direcionamento nas funções tecnológicas *Processos e Organização da Produção* e *Produtos* sugere que a empresa desenvolveu um comportamento *path dependent* (Dosi, 1988), quando estimulada a buscar a maior performance competitiva.

As capacidades tecnológicas parecem ter migrado dos indivíduos para os sistemas organizacionais através da codificação de vários procedimentos ligados aos diversos processos desenvolvidos na empresa (Tremblay, 1994). Esta migração não só reforçou os níveis acumulados como também contribuiu para o alcance de níveis mais elevados. Este desenvolvimento parece ter sido incentivado na gestão Sandoz/Clariant.

Com base na Figura 8.2, observa-se que a interdependência entre as funções tecnológicas se manteve ao longo do período analisado, ou seja, uma relação entre as funções *Produtos e Processos e Organização da Produção* de um lado e *Equipamentos e Engenharia de Projetos* do outro. Por outro lado, é importante frisar que durante o regime de economia aberta, ao contrário da PSI, foi observada uma interdependência entre as funções *Processos e Organização da Produção* e *Engenharia de Projetos* desenvolvida antes e depois do projeto de modernização da fábrica em 2001/2002. A interdependência entre funções tecnológicas foi também observada por Figueiredo (2003b:219) e Tacla e Figueiredo (2006).

O ritmo da acumulação de capacidades tecnológicas foi lento no início do período, seguido de uma aceleração no período intermediário e certa acomodação posterior, com a satisfação dos níveis já alcançados (ver Figura 8.2). Isto sugere que, conforme apontado por Bell *et al.*, 1982 *apud* Figueiredo, 2007a, a trajetória, a velocidade e a direção da acumulação de capacidades tecnológicas são influenciadas pelas mudanças no regime industrial e por intervenções de políticas de governo dentro de cada regime. Contudo, existem indícios de influências relacionadas com estratégias corporativas externas ao ambiente nacional, principalmente aquelas oriundas da decisão de fechamento da fábrica de corantes nos EUA. Esta decisão pode ter influenciado no direcionamento dos investimentos para a Rioquima embora seja possível supor que, não fosse a capacidade desenvolvida ao longo do tempo, poderia ter recebido tratamento inverso.

8.2 Análise das Implicações da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas no Aprimoramento de Alguns Indicadores de Performance Operacional da Rioquima (1980 a 2007)

Para um melhor entendimento das implicações da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas no aprimoramento dos indicadores de performance operacional da Rioquima, a análise nesta seção será conduzida em três seções que correspondem aos tipos de indicadores construídos com base nos dados disponibilizados, ou seja, a Seção 8.2.1 fará uma análise das implicações da acumulação de capacidades nos indicadores de natureza técnica; a Seção 8.2.2 fará a análise correspondente ao indicador de segurança operacional e a Seção 8.2.3 apresentará as implicações para os indicadores de natureza comercial e de qualidade.

8.2.1 Análise das implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de natureza técnica da Rioquima (1982 a 2007)

Até 1987 a Rioquima havia priorizado o desenvolvimento de capacidades tecnológicas relacionadas com as funções *Engenharia de Projetos e Equipamentos*. Estas funções desenvolviam atividades relacionadas com a verticalização da produção e com a busca pela redução da dependência tecnológica externa via o aprimoramento de capacidades internas para suprir a demanda por serviços especializados na área de equipamentos. Segundo Benavente *et al.* (1997) este direcionamento normalmente contribui de forma negativa para a produtividade do trabalho.

As funções tecnológicas *Processos e Organização da Produção e Produtos* desenvolviam praticamente atividades de rotina (Nível 2). A exceção ficou por conta do programa *informações técnicas* que iniciou em 1982 e foi o responsável pelo modesto avanço destas funções para o Nível 3* (nível 3 incompleto).

Com base no tratamento quantitativo desenvolvido na Seção 7.2.1.1, observa-se a existência de uma relação diretamente proporcional entre a produção e número de colaboradores (ver Tabela 7.5). A forma como esta relação se apresentou, normalmente é indicativa de baixo nível de automação e de sistemas informatizados. Isto sugere que o direcionamento e os baixos níveis de capacidades tecnológicas desenvolvidas nas funções *Processos e*

Organização da Produção e Produtos teriam influenciado negativamente na performance da empresa em termos de produtividade do trabalho, fazendo com que a produção fosse fortemente dependente do fator humano. Em outras palavras, obsolescência tecnológica confirmada pela observação de que, até 1993, os volumes de vários reatores ainda eram medidos com auxílio de régua de madeira.

A medida que foram introduzidas novas tecnologias de produção, tanto em termos de sistemas físicos quanto organizacionais, a variação da produção tornou-se cada vez mais independente da variação da mão de obra. Em outras palavras, a medida que são acumuladas capacidades tecnológicas inovadoras, nas diversas funções tecnológicas, a produtividade do trabalho passa a depender quase que exclusivamente do volume de produção. Isto foi evidenciado através do tratamento quantitativo desenvolvido na Seção 7.2.2.1. A partir de 1990 o indicador de produtividade do trabalho apresentou substancial crescimento aproximando-se, em 2007, dos valores observados em outra unidade do grupo também produtora de corantes ao enxofre (176 na Rioquima/Brasil vs e 234 em Castellbisbal/Espanha). Conforme aponta Kupfer (2003):

“(...) para diversos autores (Gonzaga, 1996; Amadeo e Soares, 1996; Bonelli, 1996 dentre outros), a acentuada divergência entre a evolução do produto e do emprego constatada sinaliza que importantes mudanças tecnológicas de processo e/ou na organização da produção foram implementadas pelas empresas nesse período. Esse enfoque valoriza transformações de caráter microeconômico, mais exatamente internas às empresas, como principal explicação para o fato. A liberalização comercial e a desregulamentação da atividade econômica teriam introjetado novos critérios de racionalidade nos processos decisórios das empresas que as impeliam a buscar maior eficiência produtiva (...)”

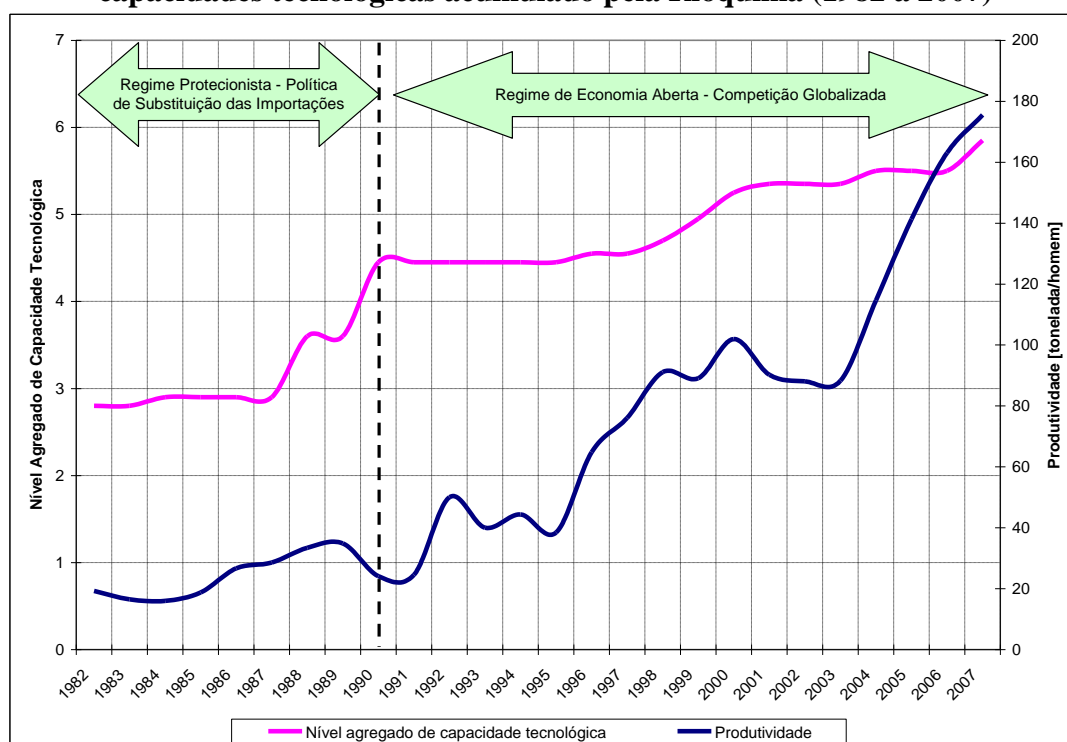
Muito embora se admita a influência de outros fatores externos à empresa, tais como a performance do setor têxtil impactando no volume de produção da Rioquima, a Tabela 8.3 aponta para uma forte relação entre o aprimoramento do indicador *produtividade da mão de obra* e a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da empresa representada pelo Nível agregado. A Figura 8.3, mostra graficamente a evolução de ambas as variáveis.

Tabela 8.3 – Resultados da regressão linear da *produtividade do trabalho* em função do nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1982 a 2007)

Período	Variação da <i>Produtividade do trabalho</i> em função da variação do:	Coefficiente de Correlação Linear (r)	Coefficiente de determinação R^2	Coefficiente da Regressão	Valor da estatística F	F de significação
1982 a 2007	Nível agregado	0,8436	0,7117	39,0536	59,24	6,21E-08

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 8.3 – Evolução do indicador *produtividade do trabalho* versus nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1982 a 2007)

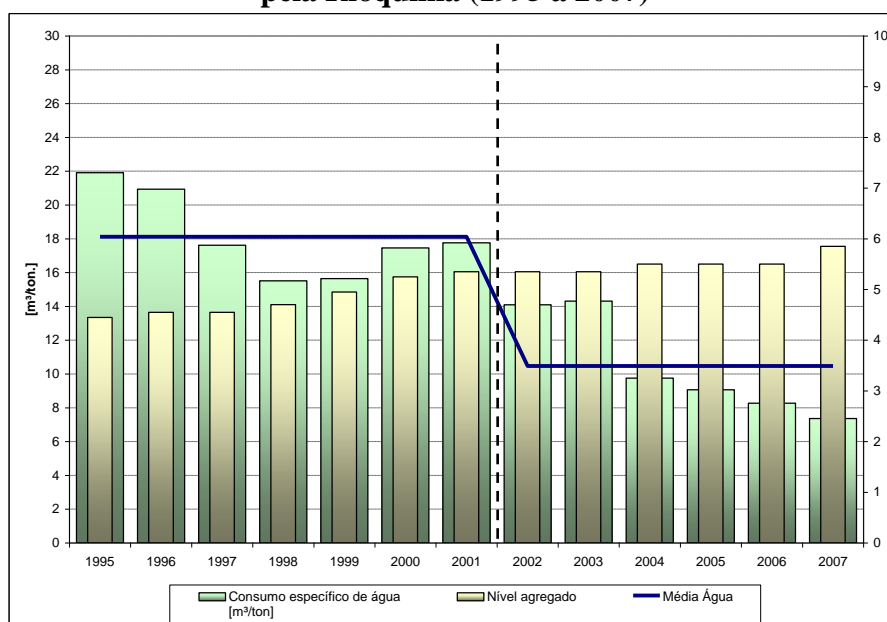


Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Seguindo com a análise relacionada aos indicadores de natureza técnica, os indicadores *consumo específico de água* e *consumo específico de energia elétrica* foram avaliados somente a partir de 1995. O exame foi conduzido em dois períodos, ou seja, antes da introdução das melhorias nas instalações do principal núcleo produtivo da empresa (*up grade do galpão 17* em 2001/2002) e após tais melhorias. A razão para tal divisão está na importância deste projeto que foi responsável pelo aumento da competitividade da Rioquima, em função dos aprimoramentos introduzidos nos sistemas físicos acompanhados do necessário acúmulo de capacidades tecnológicas no sistema organizacional. As evidências apontam para um substantivo aprimoramento destes indicadores (redução em torno de 40% em ambos os indicadores) revelando uma relação direta, embora inversamente proporcional, entre a acumulação de capacidades tecnológicas e os indicadores em questão. Esta relação

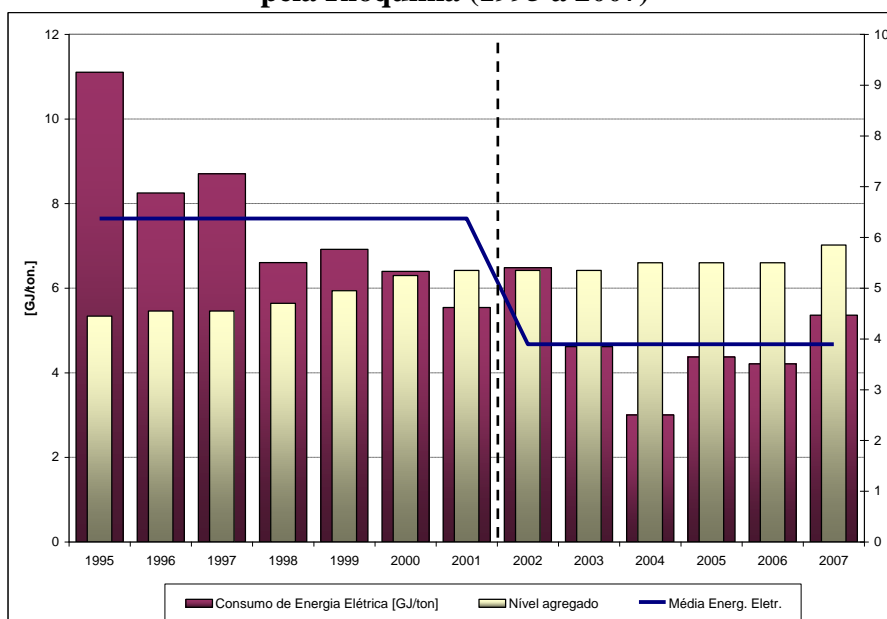
está evidenciada nas Seções 7.2.2.2 e 7.2.2.3 através do tratamento quantitativo empregado (regressão linear) para relacionar as variáveis *indicadores* com o nível agregado de acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima. As Figuras 8.4 e 8.5 representam graficamente esta relação.

Figura 8.4 – Evolução do indicador *consumo específico de água* versus nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1995 a 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 8.5 – Evolução do indicador *consumo específico de energia elétrica* versus nível agregado de capacidades tecnológicas acumulado pela Rioquima (1995 a 2007)



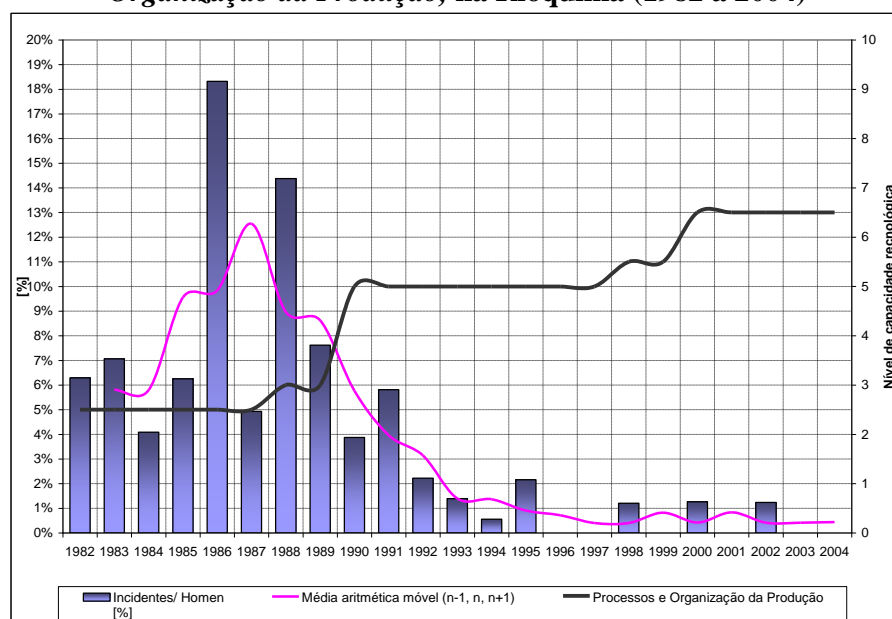
Fonte: Derivado da pesquisa de campo

O indicador de consumo de energia também foi utilizado por Figueiredo (2003b) para identificar diferenças entre empresas siderúrgicas. No referido estudo as evidências apontaram que a empresa detentora de um maior nível de capacidade tecnológica acumulado apresentou maior performance no referido indicador. As evidências desta dissertação apontam na mesma direção.

8.2.2 Análise das implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de segurança operacional (1982 a 2004)

A evolução do indicador de segurança operacional apresentou substancial melhora à medida que se desenvolveu o processo de acumulação de capacidades tecnológicas. Este tipo de indicador retrata fortemente o nível de capacidades acumuladas principalmente no tecido organizacional da empresa (Tremblay, 1994). Especialmente em um regime orientado para o mercado externo, eventos que envolvam a segurança operacional exercem forte impacto nos resultados da empresa. Logo, justifica-se a grande concentração de esforços em acumulação de capacidades tecnológicas visando reduzir fortemente as ocorrências relacionadas com incidentes operacionais. Com base nas evidências empíricas, percebe-se que o aprimoramento do indicador em análise apresentou substancial melhora a partir da introdução de novas técnicas organizacionais acompanhadas da gestão Sandoz implantada em 1990. A Figura 8.6 mostra esta relação.

Figura 8.6 – Evolução do indicador de *segurança operacional* versus o nível de capacidade tecnológica acumulado na função *Processos e Organização da Produção*, na Rioquima (1982 a 2004)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

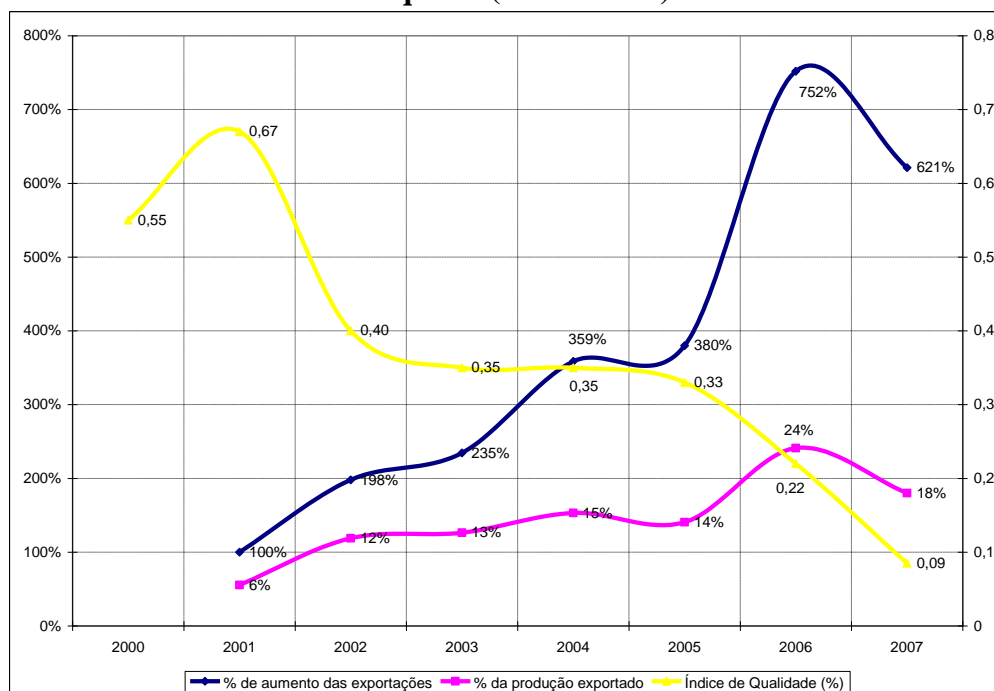
8.2.3 Análise das implicações da acumulação de capacidades tecnológicas nos indicadores de natureza comercial e de qualidade (2000 a 2007)

A partir do ano 2000 a Rioquima concentrou ainda mais o foco nas funções *Produtos* e *Processos e Organização da Produção*. Estas funções foram as principais responsáveis pelo progresso observado no nível agregado de capacidade tecnológica (ver Figura 8.2). A empresa obteve importante sucesso na comercialização de novos produtos, na obtenção da certificação nas normas ISO 9000, 14000 e OHSAS 18000; na modernização física dos laboratórios de controle de qualidade e de desenvolvimento, na uniformização dos procedimentos de padronização dos produtos com outras unidades do grupo Clariant e, principalmente, no investimento realizado na modernização da fábrica em 2001/2002, que elevou o patamar de qualidade dos produtos da Rioquima propiciando o aumento de sua competitividade no mercado externo. Estes investimentos exerceram forte impacto nos indicadores de exportação e qualidade. A evolução desses indicadores pode ser observada na Figura 8.7.

A evolução dos três últimos indicadores (*percentual da produção exportado, percentual de aumento das exportações e índice de qualidade*) está diretamente relacionada com a acumulação das capacidades tecnológicas nas diversas funções tecnológicas analisadas, em especial nas funções *Produtos* e *Processos*. Somente uma empresa devidamente preparada em termos de performance competitiva é capaz de apresentar níveis de crescimento na ordem de 40% ao ano. Em outras palavras, a Rioquima, a cada ano, aumenta em uma vez o volume exportado em 2001, o que lhe garante a conquista de novas posições.

Em resumo, durante o período analisado existem evidências empíricas que permitem sugerir que a variação dos indicadores analisados foi influenciada pela trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas que, por sua vez, está relacionada com o ambiente no qual a empresa estava inserida. O ambiente competitivo do regime de economia aberta gerou a necessidade de busca pelo aprimoramento dos índices de produtividade e de qualidade que somente poderiam ser alcançados através de investimento em modernização e em acumulação de capacidades inovadoras.

Figura 8.7 – Evolução dos indicadores de natureza comercial e de qualidade da Rioquima (2000 – 2007)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Diante das evidências, é possível sugerir que os altos níveis de capacidades inovadoras, desenvolvidos durante o regime de economia aberta, teriam influenciado positivamente na performance da empresa, que passou a agir de forma proativa, orientada para o produto e para o cliente. Entretanto, intervenções de políticas de governo também se mostraram importantes para a regulação do grau de proteção da economia doméstica de forma que a empresa dispusesse de algum tempo para promover os ajustes necessários para o enfrentamento das novas condições competitivas.

Conforme apontado por Dosi (1985) *apud* Figueiredo (2002), empresas geralmente podem ser classificadas como melhores ou piores de acordo seu distanciamento da fronteira tecnológica. Em outras palavras, as diferenças na performance entre empresas, podem ser interpretadas como uma implicação da diferença na acumulação de capacidade tecnológica. Este conceito pode ser aplicado em um estudo de caso único, como esta dissertação, se compararmos a Rioquima como dividida em duas empresas: uma durante a PSI e outra pós PSI.

CAPÍTULO 9

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta dissertação buscou examinar o desenvolvimento de capacidades tecnológicas e suas implicações para o aprimoramento de indicadores de performance operacional em dois diferentes regimes industriais experimentados pela economia brasileira, em nível de empresa e em um contexto de país em desenvolvimento. O estudo foi conduzido em uma unidade produtiva de um grande grupo multinacional do setor químico, a Clariant S.A. – Unidade Industrial Duque de Caxias, Rio de Janeiro/Brasil, no período compreendido entre 1980 e 2007. Tem por objetivo adicionar novas evidências ao debate sobre os impactos das reformas estruturais ocorridas no Brasil, em 1990, quando da passagem de um regime industrial protecionista para um regime de economia aberta. Dá um passo adiante em relação a Figueiredo (2007a, 2008) agregando evidências relacionadas com a influência da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas no aprimoramento da performance operacional da empresa.

Como elemento central, tem-se, neste estudo, a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, em nível de empresa, em um contexto de países emergentes. Desta forma, para proceder ao exame das relações entre as variáveis do estudo, fez-se uso de modelos analíticos conceituais e empíricos disseminados pela literatura internacional relacionada com acumulação de capacidades tecnológicas em países em desenvolvimento. O modelo para o exame destas capacidades é baseado na estrutura proposta por Figueiredo (2002, 2003a) adaptada de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995). As funções tecnológicas analisadas foram *Engenharia de Projetos, Processos e Organização da Produção, Produtos e Equipamentos*.

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões da dissertação. A Seção 9.1 reapresenta as questões da dissertação. Na Seção 9.2 são apresentadas algumas conclusões sobre o desenvolvimento de capacidades tecnológicas durante a vigência dos dois regimes industriais experimentados pela empresa. Na Seção 9.3 é abordada a influência da acumulação de capacidades inovadoras no comportamento de alguns indicadores da performance operacional da empresa. A Seção 9.4 apresenta outras conclusões relacionadas e, por fim, a Seção 9.5 faz algumas sugestões para dissertações futuras relacionadas à estratégia de gestão da inovação em ambientes de mudança.

9.1 Questões da Dissertação

Esta dissertação foi desenvolvida para examinar as seguintes questões:

- 1 **Como se desenvolveu a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica em uma empresa do setor químico – a Clariant - Unidade de Duque de Caxias – durante o período de 1980 a 2007?**
 - 1.1 **Especificamente, qual foi a direção e a velocidade da acumulação de capacidades de rotina e de inovação, desenvolvidas sob diferentes regimes industriais (o regime protecionista e o regime de economia aberta), para as funções tecnológicas selecionadas na métrica de capacidade tecnológica?**
- 2 **Quais foram as possíveis implicações da direção e da velocidade com que tais capacidades tecnológicas foram acumuladas, para o aprimoramento, ou não, de alguns dos indicadores de performance operacional exibidos pela empresa estudada, no período examinado (1980 a 2007)?**

9.2 Conclusões sobre o Desenvolvimento de Capacidades Tecnológicas na Rioquima em Diferentes Regimes Industriais

Foram encontradas evidências de que, segundo a métrica adotada, a empresa adquiriu plenamente e sustentou as capacidades tecnológicas de rotina em todas as funções analisadas. Quanto às atividades inovadoras, a função *Engenharia de Projetos* atingiu o Nível 5 – Inovativo Intermediário; na função *Processos e Organização da Produção*, o Nível 7 – Avançado – de maneira incompleta; e na função *Produtos*, a empresa atingiu o Nível 6 – Inovativo Intermediário Superior. Já para a função *Equipamentos*, os Níveis 5 e 6 foram atingidos de forma incompleta.

As funções *Processos e Organização da produção* e *Produtos* iniciaram suas atividades inovadoras no mesmo ano (1982) com o Nível 3* (nível incompleto), e seguiram uma trajetória similar até o ano de 1990, quando houve um leve descolamento. Ambas atingiram o Nível 6 de capacidade tecnológica com pequena diferença na velocidade (3 anos em um total

de 27 anos), sendo que a primeira foi um pouco mais além, atingindo o Nível 7 de maneira incompleta. A função *Engenharia de Projetos* levou oito anos para completar o Nível 4, partindo do Nível 2 (de 1982 a 1990), e mais onze anos para completar o Nível 5 (de 1990 a 2001). A função *Equipamentos* ficou estacionada por vinte e sete anos nos níveis 4 e 5*, correspondendo ao período de 1980 a 2006 inclusive.

O período em que a Rioquima apresentou grande atividade, em termos de níveis acumulados nas funções analisadas, ocorreu imediatamente antes da mudança do regime protecionista para o regime de economia aberta (1988 a 1990), seguido de um período de nenhuma alteração após esta mudança (1991 a 1995). No período seguinte (1996 a 2007), associados com algumas medidas intervencionistas do governo, a Rioquima retomou os esforços para acumulação de capacidades tecnológicas reduzindo, contudo, a velocidade de acumulação a medida que os níveis mais altos iam sendo alcançados. Entretanto, o tempo necessário para a mudança de um nível de capacidade tecnológica para o seguinte, numa mesma função tecnológica, pareceu não obedecer a um padrão específico, mas sim se comportar de maneira reativa aos estímulos do ambiente. Em outras palavras, observa-se que o ritmo de acumulação de capacidades tecnológicas está associado a eventos relacionados com alterações no regime industrial e com medidas intervencionistas de políticas de governo dentro de cada regime industrial. Também há evidências de influências de estratégias corporativas e de troca na liderança da gestão da empresa. Isto confirma as observações de Figueiredo (2007a, 2008) de que, embora mudanças dramáticas nas políticas possam ser necessárias para estimular as atividades inovadoras das empresas, o resultado final depende, em última análise, do modo como as empresas conduzem individualmente seus esforços de construção de capacidades.

Durante o regime protecionista (PSI) a direção priorizada foi no sentido do desenvolvimento da função tecnológica *Engenharia de Projetos*, ao passo que, sob a vigência do regime de economia aberta, mais especificamente a partir de 1988, a empresa priorizou as funções *Processos e Organização da Produção e Produtos*. A função *Equipamentos* já executava atividades inovadoras e parece ter se desenvolvido em período anterior a 1980, de forma coerente com as necessidades da empresa (redução de dependência externa). Em outras palavras, durante o período de substituição das importações foi observada a priorização das funções tecnológicas relacionadas com a infraestrutura operacional da fábrica (*Engenharia de Projetos e Equipamentos*), e durante o período de economia aberta foi observada a priorização das funções tecnológicas relacionadas com a atividade fim da empresa (*Processos e*

Organização da Produção e Produtos). Estas funções foram responsáveis pelo desenvolvimento de novos processos, produtos e novas aplicações para os produtos existentes; pela utilização procedimentos padronizados e modernas técnicas de análises químicas; pela produção de produtos de classe mundial; pelo desenvolvimento de novos processos de aplicação de novos produtos com os clientes; pela gestão por processos (ISO 9000 ver. 2000; ISO 14000 e OHSAS 18000) via Sistema Integrado de Gestão (SIG) e pela utilização de um ERP corporativo que reforça a capacidade organizacional. Logo, no que se refere às relações entre trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas e regimes industriais, esta dissertação encontrou evidências de que a Rioquima seguiu um comportamento tecnológico que confirma conceitos disponíveis na literatura sobre empresas de países emergentes. Em outras palavras, o comportamento observado no primeiro período (1980 a 1990) é típico de empresas em regimes industriais orientados para o mercado interno, onde elas são encorajadas a utilizarem recursos próprios, trabalharem com escalas de produção reduzidas, com menor preocupação tanto com a qualidade final quanto com a introdução de novos produtos no mercado. Por outro lado, no segundo período (1990 a 2007) o comportamento observado é típico de empresas em regimes industriais orientados para o mercado externo com esforços concentrados na acumulação de capacidades tecnológicas que propiciem a redução de custos de produção, aumento da qualidade, introdução de novos produtos no mercado mundial, redução da dependência de tecnologia importada (Lall, 1992).

O maior desenvolvimento percebido nas funções *Processos e Organização da Produção e Produtos* pode estar ligado ao conceito de “path dependency” (Dosi, 1988), para o qual as empresas tendem a se desenvolver com maior performance, com maior velocidade, naquilo que já possuem prévio conhecimento técnico. Contudo, tal priorização ocorreu quando em um ambiente de maior concorrência, ou seja, quando a empresa foi estimulada a buscar a sua competitividade respondendo aos estímulos do ambiente. Logo, o comportamento tecnológico da Rioquima pode ser entendido como um conjunto de respostas aos estímulos do ambiente e ao grau de proteção a que elas são submetidas (Bell *et al.*, 1982).

A Rioquima parece ter respondido positivamente à mudança de um regime de característica protecionista para um regime de economia aberta. Isto se evidencia pelo fato de que ela foi capaz de evoluir de uma unidade de replicação de produtos, utilizando tecnologia externa, para uma unidade desenvolvedora de produtos e processos inovadores explorando, inclusive, o desenvolvimento em parceria com seus principais clientes.

É importante ressaltar que as diferenças, observações e nuances percebidas na trajetória das funções tecnológicas, tanto na passagem de um regimes industrial para o outro, quanto durante a vigência de cada regime, só foram identificadas em virtude da estratégia da pesquisa empregada, a qual não se utiliza de indicadores convencionais de inovação tais como número de patentes, gastos com P&D e gastos com qualificação dos recursos humanos. Estes indicadores, como visto no Capítulo 3, não são adequados para medir a acumulação de capacidades tecnológicas em países em desenvolvimento.

Deriva-se deste fato, a aplicabilidade da métrica descrita no Capítulo 3 para descrever a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, para cada uma das funções tecnológicas analisadas, em estudos que envolvam empresas da Indústria Química. Portanto, alinhando-se aos estudos de Figueiredo (2007a, 2008), esta dissertação agrega evidências empíricas e representa uma perspectiva alternativa aos estudos baseados em dados agregados, que adotam visões negativas quanto às políticas que promovam mudanças no regime industrial, em especial no Brasil.

As evidências apresentadas nos Capítulos 6 e 7, e analisadas no Capítulo 8, mostraram que a acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima seguiu trajetórias distintas para cada uma das funções tecnológicas examinadas, ou seja, o modo, a direção e a velocidade de acumulação de capacidades foram desiguais para as diferentes funções tecnológicas e nos diferentes períodos analisados, muito embora se perceba uma relativa interdependência das funções *Processos e Organização da Produção* com *Produtos* e *Engenharia de Projetos* com *Equipamentos*. Esta diversidade relativa pode estar associada a pelo menos três fatores: aos diferentes regimes industriais experimentados pela empresa, à direção da empresa e ao foco estratégico da empresa.

9.3 Conclusões sobre a Influência da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas na Evolução de Indicadores de Performance Operacional da Rioquima

É importante registrar que, considerando a carência de dados necessários para a construção de indicadores de performance operacional de forma mais ampla e a impossibilidade de reunir dados financeiros e comerciais, esta dissertação não apresentará uma conclusão definitiva sobre a relação entre as duas variáveis de interesse – acumulação de capacidades tecnológicas e performance operacional – e sim, uma indicação de tendência para que possa ser confirmada através de estudos mais detalhados e de maior profundidade sobre o assunto (segue-se uma sugestão para estudos futuros).

Com base nos dados empíricos obtidos durante a pesquisa, a performance operacional da Rioquima, avaliada com base nos indicadores de natureza técnica, de segurança operacional, de natureza comercial e de qualidade, parece sofrer influência direta da direção e da velocidade com que ocorreu o processo de acumulação de capacidades tecnológicas ao longo do período estudado (1980 a 2007). Esta relação pode ser confirmada pelo indicador *produtividade do trabalho* que, confirmando o comportamento apontado por vários trabalhos relacionados com as alterações no regime industrial brasileiro em 1990 (ex.: Hay, 2001; Figueiredo, 2002; Kupfer, 2003), apresentou considerável crescimento principalmente a partir do ponto de descolamento entre *produção* e *mão de obra*, observado em 1996 (ver Figura 7.7 na Seção 7.2.2.1). Naquele momento, a Rioquima apresentava elevados níveis de acumulação de capacidades tecnológicas nas quatro funções analisadas (ver Tabela 8.2) e a taxa de aprimoramento do indicador *produtividade do trabalho* era de 12,4% ao ano. Se considerarmos o período de vigência da PSI (1982 a 1990) a taxa de aprimoramento do indicador foi de apenas 2,85% ao ano. A relação entre as variáveis *capacidade tecnológica* e *produtividade do trabalho* é confirmada pela regressão linear envolvendo o indicador e o nível agregado de acumulação de capacidades tecnológicas (ver Tabela 8.3).

As observações relacionadas com o *indicador de segurança operacional* corroboram as afirmações descritas no parágrafo anterior sobre a relação entre indicador e capacidade tecnológica. Em tese, este indicador, pela sua natureza comportamental, sofre maior influência da função tecnológica *Processos e Organização da Produção*. Portanto, é possível sugerir que o seu substancial aprimoramento esteja diretamente vinculado ao acúmulo de

elevados níveis de capacidades tecnológicas na referida função, conforme observado principalmente após o ano de 1990, ano em que a Sandoz (Clariant) assumiu a gestão completa da Rioquima (ver Figura 7.10).

Para a construção dos demais indicadores de natureza técnica (*consumo específico de água e consumo específico de energia elétrica*) somente foram disponibilizados dados a partir de 1995. Isto impede uma comparação dos seus comportamentos nos dois diferentes regimes industriais. Contudo, foi possível efetuar a comparação dentro da vigência de um mesmo regime industrial associando-os aos níveis de acumulação capacidades tecnológicas e ao marco tecnológico representado pelo projeto *up grade* do Galpão 17, em 2001/2002. Com base nas evidências empíricas, é possível sugerir que o elevado grau de acumulação de capacidades inovadoras, inserido tanto nos sistemas físicos quanto no tecido organizacional da empresa (Tremblay, 1994), tenha sido o responsável pelos aprimoramentos observados nos indicadores, ou seja, por uma redução nos valores médios nos consumos específicos de aproximadamente 40%. Esta associação entre os indicadores e a capacidade tecnologia é confirmada pela regressão linear envolvendo ambos os indicadores e o nível agregado de capacidades tecnológicas (ver Tabelas 7.9 e 7.11).

Para a construção dos indicadores de natureza comercial e de qualidade (*percentual da produção exportado, percentual de aumento das exportações e índice de qualidade*), somente foram disponibilizados dados a partir de 2000. No caso dos dois primeiros indicadores, a ausência de dados anteriores pode não representar grandes perdas, pois a Rioquima não estava orientada para o mercado externo antes daquele ano. Já no caso do indicador de qualidade, a falta de dados anteriores, relacionados principalmente com a vigência da PSI, impede conclusões baseadas neste indicador, no que se refere à comparação entre os diferentes regimes. Contudo, é possível sugerir que a Rioquima, principalmente após o projeto de modernização de suas instalações, em 2001/2002, está concentrando o foco no mercado externo fortemente sustentada pelos elevados níveis de acumulação de capacidades tecnológicas, que permitem aumento da sua performance exportadora (40% ao ano, em média), mesmo em ambientes macroeconômicos desfavoráveis (sobre valorização do Real). Somente uma empresa devidamente preparada em termos de performance competitiva (e consequentemente capacitada em termos tecnológicos) é capaz de apresentar elevados níveis de crescimento nestes indicadores. Segundo Figueiredo (2008) as empresas exportadoras são aquelas que possuem maiores níveis de capacidades tecnológicas acumuladas. No entanto,

não se pode ignorar a importância das oportunas intervenções do governo para correção de rumos ao longo da trajetória.

Assim como Vera-Cruz (2006) a presente dissertação encontrou evidências de que um novo ambiente competitivo criou as condições favoráveis para a construção e a acumulação de capacidades tecnológicas que, por sua vez, promoveram um aprimoramento nos indicadores de performance da Rioquima. Conforme Dosi (1985) as empresas podem ser diferenciadas segundo a sua performance, o que pode ser interpretado como uma consequência do nível de capacidades tecnológicas acumuladas. Este conceito, portanto, pode ser aplicado à Rioquima antes e após a PSI dado a diferença na sua performance nos dois momentos. Entretanto, é importante ressaltar que outros fatores podem ter exercido influência neste aprimoramento embora não façam parte do presente estudo.

9.4 Outras Conclusões do Estudo

Alinhado com o estudo desenvolvido por Andrade (2007), na indústria de TIC, a Rioquima conseguiu desenvolver capacidades tecnológicas que a permitiram competir dentro e fora do grupo Sandoz/Clariant, contrariando algumas teorias acadêmicas sobre a inexistência de inovação em subsidiárias de ETNs localizadas em países em desenvolvimento.

O engajamento da Rioquima em atividades técnicas mais sofisticadas está associado com estímulos fornecidos pelos seus clientes (similar ao detectado em Figueiredo, 2008). Por exemplo: o desenvolvimento dos corantes preto *4G EV* e *VSL 200* estão associados às necessidades de aumento de produtividade dos clientes têxteis.

A combinação de política de governo, competição externa e esforços internos para a construção de capacidades tecnológicas inovadoras se mostrou determinante no processo de acumulação na Rioquima (Figueiredo, 2008).

Alinhado com o estudo de Tacla (2002), observou-se que a acumulação consistente de capacidades de rotina exerceu papel preponderante na acumulação de capacidades inovadoras em todas as funções tecnológicas analisadas.

Ainda que não tenha sido o foco principal da dissertação, relaciona-se a seguir alguns outros fatores que contribuíram fortemente para a acumulação de capacidades tecnológicas na Rioquima, quais sejam:

- (a) Processos de aprendizagem: observa-se ao longo da trajetória da Rioquima a ocorrência de processos de aprendizagem tais como aquisição externa de conhecimento com a contratação, por exemplo, de profissionais para desenvolver o PCM (plano de manutenção preventiva) em 1988; aquisição interna via treinamentos em sistemas da qualidade; codificação do conhecimento via procedimentação no Sistema Integrado de Gestão e registro dos resultados do programa “informações técnicas”; intercâmbio com clientes para o desenvolvimento de novos produtos e de novas aplicações de produtos existentes (4G EV); intercâmbio com a matriz tanto na fase de parceira com a SODYECO quanto com a Sandoz/Clariant e intercâmbio com fornecedores no desenvolvimento de equipamentos de processos (reator *fenolador* A-200).
- (b) Papel da liderança: a troca na liderança exercida pelo Dr. Roberto (diretor técnico da Rioquima) para a equipe de gestão da Sandoz, exerceu forte influência na velocidade e na forma de acumulação de capacidades tecnológicas. A empresa saiu de um processo centrado no conhecimento tácito, e através de *learning by doing*, para um processo de acumulação com maior amplitude e disseminado pelo sistema organizacional da empresa. Isto reforça a importância de capacidades tecnológicas acumuladas em quatro componentes: (a) sistemas técnicos e físicos; (b) pessoas; (c) sistema (tecido) organizacional; e (d) produtos e serviços (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1993, 1995; Figueiredo, 2002, 2007a).
- (c) Fontes de Inovação: por volta dos anos 1994 e 1995, visando combater a forte concorrência dos produtos chineses, a equipe de desenvolvimento da Rioquima desenvolveu um produto para ser comercializado na forma pó tal qual era feito pelo seu concorrente. Os produtos foram denominados de pretos B I e B II e sua qualidade e custos eram inferiores aos produtos normais da empresa. Foram considerados como produtos de segunda linha visando reconquistar um mercado de pequenas textileiras e malharias no sul do Brasil. Ou seja, o concorrente “obrigou” a Rioquima a inovar para manter-se no mercado.

9.5 Recomendações para Dissertações Futuras

A partir desta dissertação, podem ser sugeridas outras possibilidades de pesquisa sobre acumulação de capacidades tecnológicas e seus impactos na performance competitiva, em diferentes regimes industriais, analisados em uma ou mais empresas, em um contexto de países emergentes, como por exemplo:

- (a) Aprofundar o estudo realizado nesta dissertação buscando uma análise em bases comparativas com outra empresa da Indústria Química, por exemplo a Bayer, visando identificar diferentes comportamentos nos diferentes regimes industriais. Isto poderá acrescentar novas evidências ao debate provenientes de um setor ainda pouco explorado nesta linha de pesquisa.
- (b) Realizar estudos em empresas da Indústria Química envolvendo processos de aprendizagem para entender qual a influência destes na aceleração ou no retardamento das taxas de acumulação de capacidade tecnológicas diante dos impulsos recebidos do ambiente. Também é importante perceber qual o tempo de resposta a partir da percepção do impulso.
- (c) Realizar estudos que envolvam a Indústria Têxtil, visto a importância estratégica dada pelo governo ao setor para o desenvolvimento do país e de regiões como, por exemplo, a região nordeste, para onde migraram diversas textileiras, na década de 1980, atraídas por incentivos fiscais específicos para o setor. Muitas permanecem na região até hoje com considerável performance exportadora (exemplo: Vicunha e Coteminas).

REFERÊNCIAS

- Andrade, R. F., (2007), Globalização de Capacidades Tecnológicas Inovadoras e o Papel de Subsidiárias de Empresas Transacionais (ETNs) no Contexto de Países em Desenvolvimento: A Trajetória de uma Empresa do Setor de TIC no Brasil. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial)-EBAPE, Fundação Getulio Vargas (FGV), Rio de Janeiro.
- Albu, M. & Bell, M. (1999), 'Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries', *World Development*, 27 (9), 1715-1734.
- Ariffin, N. & Bell, M. (1999), 'Firms, politics and political economy: patterns of subsidiary parent linkages and technological capability-building in electronics TNC subsidiaries in Malaysia', in Jomo K.S. and G. Felker (eds.), *Industrial Technology Development in Malaysia*, 150-190. London: Routledge.
- Ariffin, N. & Figueiredo, P. N. (2004), 'Internationalization of innovative capabilities: counter-evidence from the electronics industry in Malaysia and Brazil', *Oxford Development Studies*, 32 (4), pp. 559-583.
- Arvanitis, R. e Villavicencio, D. (1998), 'Technological Learning and Innovation in the Mexican Chemical Industry: An Exercise in Taxonomy', *Science Technology Society*; 3; 153.
- Bell, M. (2006), 'Time and technological learning in industrializing countries: how long does it take? How fast is it moving (if at all)?', *International Journal of Technology Management* 36 (1-3), 25-42.
- Bell, M. & K. Pavitt, (1993), 'Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries', *Industrial and Corporate Change* 2 (2), 157- 211.
- _____, (1995), 'The development of technological capabilities', in I.u. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, 69-101. Washington: The World Bank.
- Benavente, J. M., *et al.* (1997), 'Nuevos Problemas y Oportunidades para el Desarrollo Industrial de América Latina', Desarrollo Productivo no. 31, CEPAL. Estudo apresentado no encontro sobre cambio institucional y conductas económicas, organizado por el Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (ILASA), Luxemburg, Austria, 21 al 23 de junio de 1996.

- Brito, G., (2002), Abertura Comercial e Reestruturação Industrial no Brasil: um estudo dos coeficientes de comércio. Dissertação de Mestrado, Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Cardoso, F. H. e Faletto, E., (1970), Dependência e Desenvolvimento na América Latina - Ensaio de Interpretação Sociológica, 1970, Zahar Editores, São Paulo.
- Cimoli, M. & J. Katz (2003). 'Structural reforms, technological gaps and economic development: a Latin American perspective', *Industrial and Corporate Change* 12 (2), 387-411.
- Consoni, F. & R. Quadros (2006), 'From adaptation to complete vehicle design: a case study of product development capabilities in a carmaker in Brazil', *International Journal of Technology Management* 36 (1-3), 91-107.
- Dodgson, M.; Gann, D.; Salter, A. (2006), 'Think, Play, Do. Technology, Innovation, and Organization', Oxford: Oxford University Press: 'Understanding innovation'
- Dosi, G. (1988) 'The nature of innovative process', in G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Siverberg and L. Soete (eds) *Technical change and economic theory*, London: Pinter Publishers.
- _____, C. Freeman & S. Fabiani (1994), 'The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions', *Industrial and Corporate Change*, 3 (1), 1-28.
- Dutrénit, G., (2000), *Learning and Knowledge Management in the Firm. From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*. Cheltenham: Edward Elgar.
- _____, (2004), *Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay*, *Science Technology Society* ; vol. 9; No. 2, pp. 209-241.
- Figueiredo, P. N., (2002), 'Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement'. *Research Policy*, 31, pp 73 – 94.
- _____, (2003a), Learning, capability accumulation and differences: evidence from latecomer steel, *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, number 3, pp. 607-643.
- _____, (2003b), *Aprendizagem tecnológica e performance competitiva*. Rio de Janeiro: FGV.
- _____, (2004), *Aprendizagem tecnológica e Inovação Industrial em Economias Emergentes: uma Breve Contribuição para o desenho e Implementação de Estudos Empíricos e Estratégias no Brasil*, *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 3, num. 2, Julho/Dezembro.

- _____, (2006a), Capacidade Tecnológica e Inovação em Organizações de Serviços Intensivos em Conhecimento: evidências de institutos de pesquisa em tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) no Brasil, *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 5, num. 2, Julho/Dezembro.
- _____, (2006b), 'Firm-Level Learning and Technological Capability Building in Industrialising Economies', Introduction . *J. Technology Management*, vol. 36, nos 1/2/3.
- _____, (2006c), Pesquisa empírica sobre aprendizagem tecnológica e inovação industrial: alguns aspectos práticos de desenho e implementação; em 'Pesquisa Qualitativa em Administração'; organizadores: Marcelo Milano Falcão Vieira & Deborah Moraes Zouain, capítulo 10, editora FGV, 2ª edição, pp 201 – 223.
- _____, (2007a), 'Industrial policy changes and firm-level technological capability development: evidence from Brazil'. Meeting of Experts on 'FDI, Technology and Competitiveness'. UNCTAD and Oxford University, Queen Elizabeth House: Geneva, 8-9 March.
- _____, (2007b), 'What Recent Research Does and Doesn't Tell Us about Rates of Latecomer Firms' Capability Accumulation', *Asian Journal of Technology Innovation* 15, 2.
- _____, (2008), 'Industrial Policy Changes and Firm-level Technological Capability Development: Evidence from Northern Brazil', *World Development*, Vol. 36, No. 1, pp. 55-88.
- Freeman, C. (1995), The 'National System of Innovation' in Historical Perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 5-24.
- Hay, D. A. (2001), 'The post-1990 Brazilian trade liberalization and the performance of large manufacturing firms: productivity, market share and profits', *The Economic Journal* 111 (July), 620-641.
- Hobday, M. (1995), 'East Asian Latecomer Firms: Learning the Technology of Electronics'. In: *World Development*, Vol. 23, NO. 7, pp. 1171-1193.
- Hollander, S. (1965), The sources of increased efficiency: a study of Du Pont Rayon Plants. Cambridge: MIT Press, 1965.
- Jasso, J. e Torres, A. (1998), Technological Learning and Competitiveness in the Autoparts and Petrochemical Industries in México, *Science Technology Society*; 3; 129

- Katz, J., M., (1969), *Production Functions, Foreign Investment and Growth: A study based on the Argentine manufacturing sector, 1946 – 1961*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Kim, L., (1997), 'The Dynamics of Samsung's technological Learning in semiconductors', *California Management Review*, V.39, n. 3, pp. 142-155.
- _____, L. (1998) 'Crisis construction and organisational learning: capability building in catching-up at Hyundai Motor', *Organization Science*, Vol. 9, pp.506–521.
- Kume, H., Piani, G., Souza, C. F. (2000), 'A política brasileira de importação no período 1987-98: descrição e avaliação'. Rio de Janeiro: IPEA, mimeo.
- _____, e Piani, G. (2004), 'Regime Antidumping: A Experiência Brasileira'. Texto para discussão no. 1037, IPEA.
- _____, e Piani, G. (2005), 'Antidumping and Safeguard Mechanisms: The Brazilian Experience', 1988-2003, *World Bank Policy Research Working Paper 3562*, April.
- Kupfer, D., (2003), 'A Indústria Brasileira após dez anos de liberação econômica'. Artigo apresentado no Seminário Brasil em Desenvolvimento, Instituto de Economia da UFRJ. Outubro de 2003.
- Malerba, F.(2006), 'Innovation and the evolution of industries' in *Journal of Evolutionary Economics*, 16, 3-23.
- Mercado, A. (2002), 'Technological Capabilities of the Chemical Industry in Brazil and Venezuela: A Comparative Taxonomy', *Science Technology Society*; 7; 249.
- Monteiro Filha, D. C. e Corrêa, A. (2002), 'O Complexo Têxtil', artigo disponível na internet no site <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/livsetorial.asp>.
- Narula, R. (2002), 'Switching from import substitution to the 'New Economic Model' in Latin America: a case of not learning from Asia'. MERIT/Infonomics *Research Memorandum Series* 2002-032. Maastricht: MERIT.
- Nelson, R. & Nelson, K., (2002), 'Technology, institutions, and innovation systems', *Research Policy*, 31, pp 265-272.
- Nelson, R. R. and Winter, S. G., (2005), *Uma teoria evolucionária da mudança econômica.* / Trad. Cláudia Heller, Campinas, SP, Editora UNICAMP, p. 7-81.
- Oliveira, N. B. (2005), 'Inovação e Produção na Química Fina', *Química Nova*, Vol. 28, Suplemento, S79-S85.
- Patton, M. Q. (1990), 'Qualitative Evaluation and Research Methods', 2nd edn. Newbury Park. California: Sage.

- Reinhardt, N. & W. Peres (eds.) (2000), 'Latin America's new economic model: micro responses and economic restructuring', *World Development* 28 (9), 1543-1566.
- Rodríguez, F. & D. Rodrik (2000), 'Trade policy and economic growth: a skeptic's guide to the cross-national evidence'. Publicação disponível na Internet através do site <http://ksghome.harvard.edu/~drodrik/skepti1299.pdf>.
- Silva, L. de S. (2002), 'Acumulação de competências tecnológicas e suas implicações para o aprimoramento de indicadores de performance operacional na Gradiente Eletrônica S.A – Unidade Manaus. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial)-EBAPE, Fundação Getulio Vargas (FGV), Rio de Janeiro.
- Slack, N; Chambers, S.; Harland, C.; Harrison, A.; Johnston, R. (1997), *Administração da Produção*. São Paulo: Editora Atlas.
- Swift, T. K., (1999), 'Where is the Chemical Industry Going?', *Business Economics*, October.
- Tacla, C. L., (2002), 'Acumulação de Competências Tecnológicas e os Processos Subjacentes de Aprendizagem na Indústria de Bens de Capital: o Caso da Kvaerner Pulping do Brasil'. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial)-EBAPE, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.
- Tacla, C. L. & Figueiredo, P. N. (2006), 'The dynamics of technological learning inside the latecomer firm: evidence from capital goods industry in Brazil', *Int. J. Technology Management*, vol. 36, nos 1/2/3.
- Torres, A. (2006), Aprendizaje y Construcción de Capacidades Tecnológicas, *Journal Technology Managing Innovation*, Volume 1, Issue 5
- Tremblay, 1998, 'Technological Capability and Productivity Growth: An Industrialized / Industrializing Country Comparison', *Scientific Series*, CIRANO.
- Upstill, G.; Jones A.J.; Spurling, T.& Simpson, G., (2006), 'Innovation Strategies for the Australian Chemical Industry', *Journal of Business Chemistry*, vol 3, issue 3.
- Vedovello, C. & P. N. Figueiredo (2006), Capacidade tecnológica e sistema de inovação. Ed. Fundação Getulio Vargas: Rio de Janeiro.
- Vera-Cruz, A. O., (2000), 'Major Changes in the Economic and Policy Context, Firms' Culture and Technological Behaviour: The Case of Two Mexican Breweries', Thesis submitted for the degree of PhD, Science Policy Research Unit – University of Sussex.
- Vera-Cruz, A. O. (2006), 'Firms' culture and technological behaviour: the case of two breweries in Mexico', *International Journal of Technology Management* 36 (1-3), 148-65.

Yin R. K. (2005), Estudo de Caso – Planejamento e Métodos, Porto Alegre, 3ª ed. Bookman.